



ЕДАФО-БІОЛОГІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ ПРИДАТНИХ І ПОТЕНЦІЙНО ПРИДАТНИХ СУБСТРАТІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ РЕКУЛЬТИВАЦІЙНОГО ШАРУ ТЕХНОЗЕМУ.

Лектор: д. с.-г. н., проф. Забалуєв В.О.



ПЛАН ЛЕКЦІЇ №5

1. Поняття едафічних субстратів та техноземів.
2. Едафо-біологічна класифікація придатних і потенційно придатних субстратів.
3. Ґрунтові характеристики родючих і потенційно родючих субстратів.
4. Оцінювання придатності субстратів для формування рекультиваційного шару.
5. Конструювання техноземів та використання субстратів у рекультивації.

Едафічні субстрати — основа конструювання техноземи

Едафічний субстрат — матеріал, який формує середовище для розвитку кореневої системи та ґрунтово-біологічних процесів.

У рекультивації субстрат може бути природним ґрунтом, розкритою породою, сумішшю матеріалів або техногенним компонентом.

Його придатність визначають не лише за вмістом гумусу, а за комплексом фізичних, фізико-хімічних, агрохімічних і токсикологічних показників.



1. ПОНЯТТЯ ТЕХНОЗЕМУ

Технозем — ґрунтове тіло, формування і властивості якого істотно визначаються техногенним походженням матеріалів та їх штучним переміщенням/укладанням.

Під час рекультивації технозем конструюють пошарово, створюючи середовище, придатне для рослинності та виконання цільових екосистемних функцій.

У WRB Technosols — ґрунти, в яких значну роль відіграють техногенні матеріали; конкретна класифікація залежить від діагностичних критеріїв.

ПОШАРОВА КОНСТРУКЦІЯ ТЕХНОЗЕМУ

Кореневмісний шар

Потенційно родючий шар

Підстилаючий шар

Материнська / розкривна порода

2. ЩО ТАКЕ ЕДАФІЧНИЙ СУБСТРАТ?

Едафічний компонент — матеріальна основа ґрунтового середовища, що визначає водний, повітряний, поживний і кореневий режими.

Для рекультивації важливі не лише походження матеріалу, а його фактичні властивості після укладання.

Один і той самий матеріал може бути придатним для одного напрямку рекультивації та непридатним для іншого.



Фото: польове дослідження ґрунтового профілю

3. МЕТА ЕДАФО-БІОЛОГІЧНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ

Встановити потенціал субстрату для підтримання рослинності та ґрунтово-біологічних процесів.

Розмежувати матеріали, які можна використовувати без істотної меліорації, і матеріали, що потребують поліпшення.

Обґрунтувати потужність та послідовність шарів технозему.

Пов'язати властивості субстрату з майбутнім напрямом використання рекультивованої території.



Оцінити
потенціал

Розмежувати
субстрати

Обґрунтувати
шари

Визначити
напрямок

4. КЛАСИФІКАЦІЙНІ ОЗНАКИ СУБСТРАТІВ

Гранулометричний склад і мінералогія.

Щільність, пористість, структура, водопроникність та вологоємність.

pH, карбонатність, засолення, склад увібраних катіонів.

Органічна речовина, гумус, азот і доступні форми фосфору та калію.

Токсичність і наявність забруднювачів.

Біологічна активність і здатність підтримувати рослинний покрив.



5. ГРУПИ СУБСТРАТІВ ЗА ПРИДАТНІСТЮ

Родючі — мають комплекс властивостей, близьких до вимог цільового використання, і можуть виконувати функцію верхнього рекультиваційного шару.

Потенційно родючі — природно або техногенно сформовані матеріали, здатні стати родючими після меліорації та біологічного освоєння.

Малоприсдатні/умовно присдатні — використовуються обмежено або як складова конструкції після коригування властивостей.

Неприсдатні — мають токсичність, несприятливу будову або інші властивості, що виключають безпосереднє використання.



6. РОДЮЧІ СУБСТРАТИ

Гумусовані горизонти зональних ґрунтів за умови їх збереження та відсутності небезпечного забруднення.

Матеріали з достатнім вмістом органічної речовини та поживних елементів.

Субстрати зі сприятливою структурою, водопроникністю і вологоємністю.

Такі матеріали доцільно використовувати диференційовано — відповідно до товщини доступного шару та цільового напрямку рекультивації.

**Органічна
речовина**

**Поживні
елементи**

**Сприятлива
структура**

**Вода +
повітря**

→ **придатний рекультиваційний шар**

7. ПОТЕНЦІЙНО РОДЮЧІ СУБСТРАТИ

РОЗДІЛ 1

Лесоподібні суглинки та супіски.

Окремі незасолені та нетоксичні розкриті породи.

Матеріали з достатньою ємністю поглинання та сприятливою гранулометриєю, але з дефіцитом органічної речовини або доступних елементів живлення.

Після меліорації та біологічного освоєння такі матеріали можуть стати основою корінного шару технозему.



8. НЕПРИДАТНІ АБО НЕБЕЗПЕЧНІ МАТЕРІАЛИ

Токсичні породи та матеріали з концентраціями забруднювачів, що створюють ризик для рослин і довкілля.

Сильно засолені або солонцюваті матеріали без відповідної меліорації.

Матеріали з несприятливою структурою, надмірною щільністю або критично низькою водопроникністю.

Кислі сульфідні породи, здатні генерувати кислотність унаслідок окиснення, потребують спеціальної оцінки та ізоляції/меліорації.

ТОКСИЧНІСТЬ

ЗАСОЛЕННЯ

УЩІЛЬНЕННЯ

**КИСЛІ СУЛЬФІДНІ
ПОРОДИ**



9. ГРАНУЛОМЕТРИЧНИЙ СКЛАД

Піщані матеріали характеризуються високою водопроникністю, але можуть мати низьку вологоємність і ємність поглинання.

Суглинки часто мають більш збалансоване співвідношення водо- та повітропроникності.

Важкі глини можуть утримувати багато води, але за ущільнення стають малопроникними для повітря і коренів.

Тому оцінюють не лише механічний склад, а його поєднання зі структурою, щільністю та режимом зволоження.



10. ЩІЛЬНІСТЬ І ПОРИСТІСТЬ

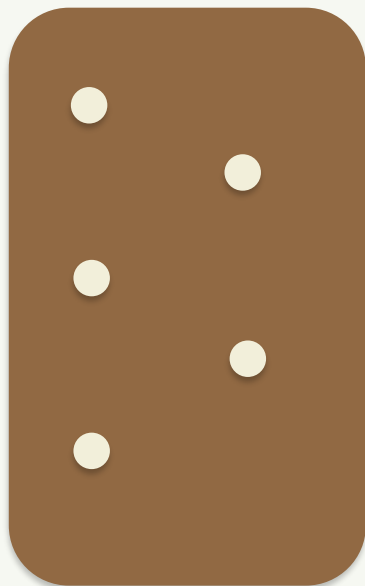
Надмірна щільність обмежує проникнення коренів, рух води та газообмін.

Пористість визначає співвідношення капілярних і некапілярних пор.

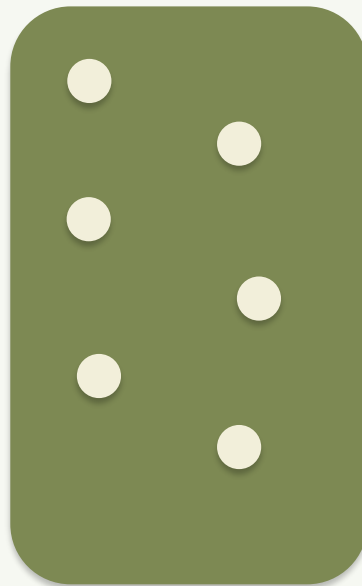
Під час формування технозему необхідно уникати ущільнення важкою технікою у кореневмісному шарі.

Структуроутворення підсилюється органічною речовиною та біологічною активністю.

УЩІЛЬНЕНИЙ



ОПТИМАЛЬНИЙ



Більше пор → кращий рух води, повітря і коренів

11. ВОДНІ ВЛАСТИВОСТІ

Оцінюють водопроникність, вологоємність, запаси продуктивної вологи та дренажність.

Надмірне накопичення води може спричиняти оглеєння і дефіцит кисню.

Надмірно швидке просочування води в піщаних матеріалах може зменшувати доступність вологи для рослин.

Конструкція технозему має забезпечувати керований водний режим.



12. РЕАКЦІЯ СЕРЕДОВИЩА ТА ЗАСОЛЕННЯ

pH впливає на доступність елементів живлення, активність мікроорганізмів і токсичність окремих елементів.

Кислі сульфідовмісні субстрати можуть потребувати вапнування та ізоляції від кореневмісного шару.

Засолення обмежує водопоглинання рослинами та змінює склад ґрунтового розчину.

Рішення про використання субстрату приймають за результатами аналізу та прогнозу його поведінки.

ШКАЛА pH



Кисле ← pH → нейтральне / слабколужне

ЗАСОЛЕННЯ ↑ → **водопоглинання** ↓

Оцінка pH + засолення → рішення про використання субстрату

13. ОРГАНІЧНА РЕЧОВИНА І ГУМУС

Органічна речовина є джерелом енергії для ґрунтової біоти та бере участь у формуванні агрегатної структури.

Накопичення органічного вуглецю покращує водоутримувальну здатність і поживний режим.

У потенційно родючих субстратах дефіцит органічної речовини компенсують органічними матеріалами, рослинними рештками, компостами та фітомеліорацією — з урахуванням безпечності.



14. АЗОТ, ФОСФОР І КАЛІЙ

Для оцінки родючості важливі запаси та доступність основних елементів живлення.

Недостатній вміст N і P часто обмежує освоєння потенційно родючих розкривних порід.

Добрива застосовують після агрохімічної діагностики, а не як заміну оцінці безпечності матеріалу.

Поступове накопичення органічної речовини підтримує довгострокове відновлення поживного режиму.



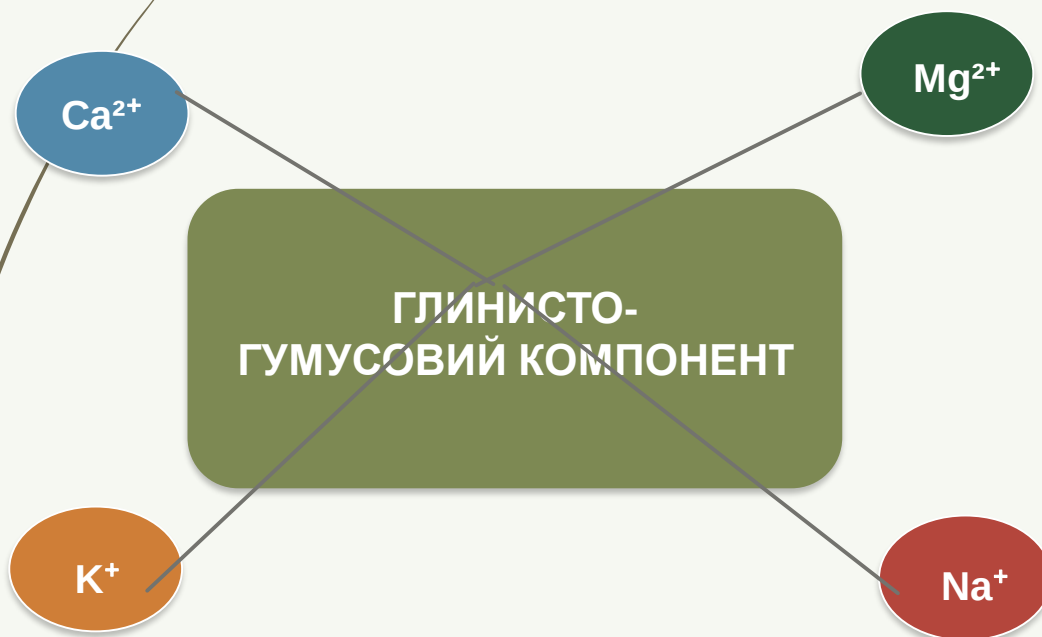
15. ПОГЛИНАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС

Ємність катіонного обміну характеризує здатність субстрату утримувати та обмінювати катіони.

Для родючості важливі не лише сумарна ємність, а склад увібраних катіонів і реакція середовища.

Глинисті та гумусовані компоненти зазвичай мають вищу сорбційну здатність, ніж чисті піски.

Під час конструювання технозему компоненти можуть комбінуватися для отримання збалансованих властивостей.



Ємність катіонного обміну = здатність утримувати й обмінювати катіони

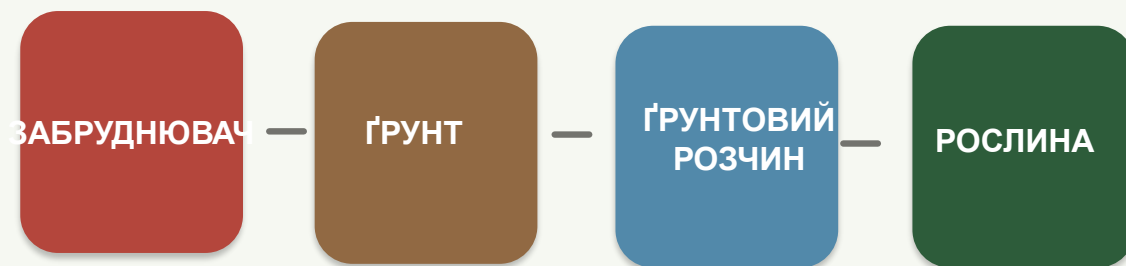
16. ТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА

Придатність субстрату неможливо встановити лише за родючістю.

Необхідно оцінювати важкі метали, нафтопродукти та інші специфічні забруднювачі залежно від джерела порушення.

Для потенційно небезпечних матеріалів визначають можливість міграції забруднювачів у ґрунтовий розчин і рослини.

Матеріал із неприйнятним рівнем небезпеки не повинен потрапляти у кореневмісний шар.



Контроль: важкі метали • нафтопродукти • інші специфічні забруднювачі

17. БІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

Рослинність і ґрунтова біота прискорюють формування органо-мінеральних агрегатів та накопичення органічного вуглецю.

Кореневі системи створюють біопори та сприяють стабілізації поверхні.

Мікроорганізми беруть участь у трансформації органічних речовин і кругообігу елементів живлення.

Тому біологічна рекультивація є невід'ємною частиною перетворення субстрату на функціональний технозем.



18. ОЦІНКА ПРИДАТНОСТІ СУБСТРАТУ

- 1) Походження і літологія матеріалу.
- 2) Гранулометричний склад.
- 3) Щільність, пористість і структура.
- 4) Водні властивості.
- 5) рН, засолення та склад поглинених катіонів.
- 6) Органічна речовина та поживні елементи.
- 7) Забруднення і фітотоксичність.
- 8) Прогноз зміни властивостей після укладання та освоєння.

● Походження і літологія

● Гранулометрія

● Щільність / пористість

● Водні властивості

● рН / засолення

● Органічна речовина

● Забруднення

● Прогноз після укладання

19. МОДЕЛІ ТЕХНОЗЕМНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Конструкція технозему залежить від властивостей материнської поверхні та доступних матеріалів.

Типова логіка: материнська/розкривна порода → меліорований або потенційно родючий шар → родючий кореневмісний шар.

За наявності токсичних матеріалів можуть передбачатися ізолюючі шари.

Товщину шарів визначають з урахуванням культури, водного режиму, властивостей матеріалів і цільового використання.



20. ПОШАРОВЕ ФОРМУВАННЯ РЕКУЛЬТИВАЦІЙНОГО ШАР

Родючий/потенційно родючий верхній шар забезпечує основний простір для кореневої системи.

Підстилаючий шар має забезпечувати механічну стійкість та прийнятний водний режим.

Несприятливі матеріали ізолюють або не допускають у кореневмісний горизонт.

Межі між шарами не повинні створювати різкого бар'єра для коренів і води, якщо це не передбачено конструкцією.



Пошарове укладання → стійкий рекультиваційний профіль

21. ПОЄДНАННЯ СУБСТРАТІВ

Суміш піщаного матеріалу з глинистим компонентом може підвищити водоутримувальну здатність.

Органічні матеріали підвищують вміст органічного вуглецю та біологічну активність.

Меліоруючі компоненти добирають для коригування рН, сорбційних властивостей або структури.

Усі компоненти мають бути перевірені на відсутність небезпечного забруднення.



Мета: узгодити водний, повітряний і поживний режими

22. ВИБІР СУБСТРАТУ ЗА НАПРЯМОМ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ

Сільськогосподарський напрям потребує найбільш жорсткого контролю родючості та безпечності кореневмісного шару.

Лісогосподарський напрям допускає ширший діапазон субстратів за умови відповідності екологічним вимогам видів.

Рекреаційне та природоохоронне використання орієнтується на стабільність поверхні, безпеку і формування стійкого рослинного покриву.

Водогосподарські рішення визначаються властивостями ґрунтової товщі та гідрогеологічними умовами.

**Сільське
господарство**

родючість
+ безпечність

**Лісове
господарство**

стійкість
+ водний режим

Рекреація

стійкість
+ екологічна безпека

23. СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ПРИДАТНІСТЬ

Для ріллі потрібен стабільний кореневмісний шар зі сприятливими фізичними та агрохімічними властивостями.

Для пасовищ і сіножатей важливі довготривала стійкість поверхні, водний режим та здатність підтримувати багаторічний травостій.

На ранніх етапах доцільні менш вибагливі та фітомеліоративні культури.

Перед введенням у продуктивне використання необхідні агрохімічний і токсикологічний контроль та моніторинг.



24. ПРИКЛАД КОНСТРУЮВАННЯ ТЕХНОЗЕМУ

Варіант для ділянки з потенційно родючою лесоподібною породою:

- підгрунтя — стабілізована розкривна порода;
- середній шар — потенційно родючий суглинок;
- верхній шар — родючий ґрунт або поліпшена ґрунтосуміш;
- біологічне освоєння — трави/фітомеліоративні культури;
- подальше введення — відповідно до результатів моніторингу.

Рослинність

Родючий шар

Потенційно родючий суглинок

Стабілізована порода

Материнська основа

Приклад профілю технозему

25. МОНІТОРИНГ СФОРМОВАНОГО ТЕХНОЗЕМУ

Контролюють потужність і стан кореневмісного шару.

Визначають рН, органічний вуглець/гумус, поживні елементи, щільність, водні властивості.

Періодично перевіряють забруднення та можливу міграцію небезпечних речовин.

Оцінюють рослинний покрив, розвиток коренів, врожайність або біомасу — залежно від напрямку рекультивації.



26. ВАЖЛИВИЙ ПРИНЦИП

Родючість $\neq$ автоматична придатність.

Субстрат може мати достатній вміст поживних речовин, але бути непридатним через токсичність, засолення, надмірну щільність або несприятливий водний режим.

Тому рішення про використання матеріалу приймають за комплексною едафічною оцінкою.



27. АЛГОРИТМ ВИБОРУ СУБСТРАТУ

Порушена ділянка → інвентаризація матеріалів → лабораторна оцінка → класифікація придатності → вибір конструкції технозему → меліорація → формування шару → біологічне освоєння → моніторинг.



Результат → функціональний рекультиваційний шар

28. ВИСНОВКИ

Едафічна оцінка є основою обґрунтованого вибору матеріалів для рекультивації.

Родючі субстрати доцільно максимально зберігати та використовувати цільово.

Потенційно родючі субстрати можуть бути основою технозему після меліорації та біологічного освоєння.

Фізичні, хімічні, агрохімічні та токсикологічні властивості оцінюють у комплексі.

Конструкція технозему повинна відповідати напрямку рекультивації та майбутній функції земельної ділянки.



30. СХЕМА: ВІД СУБСТРАТУ ДО ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ТЕХН



Результат: сформований рекультиваційний шар, який забезпечує необхідні фізичні, хімічні та біологічні функції для запланованого використання земель.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

