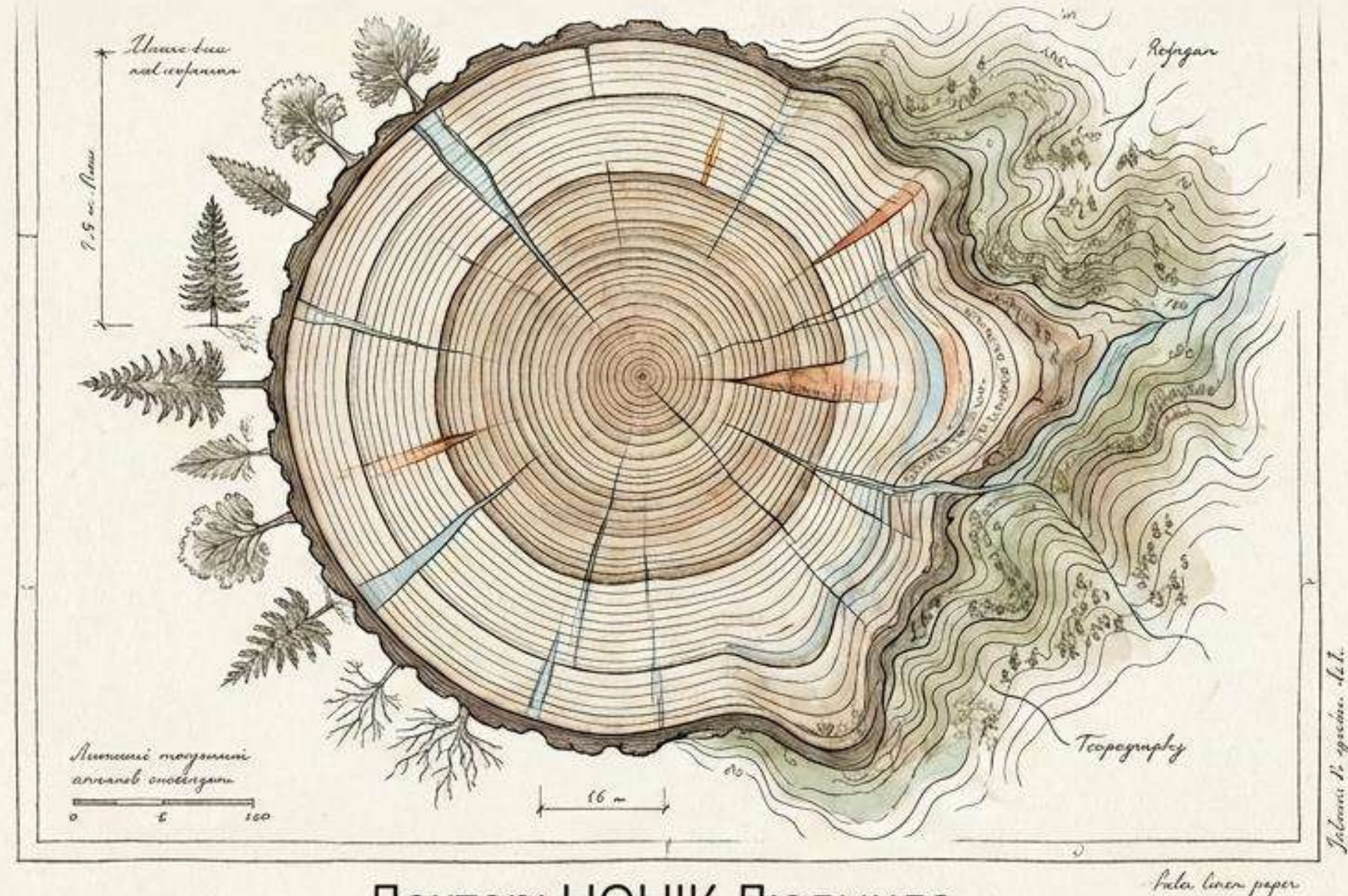


Лекція 2

Вплив кліматичних змін на природні та лісові екосистеми

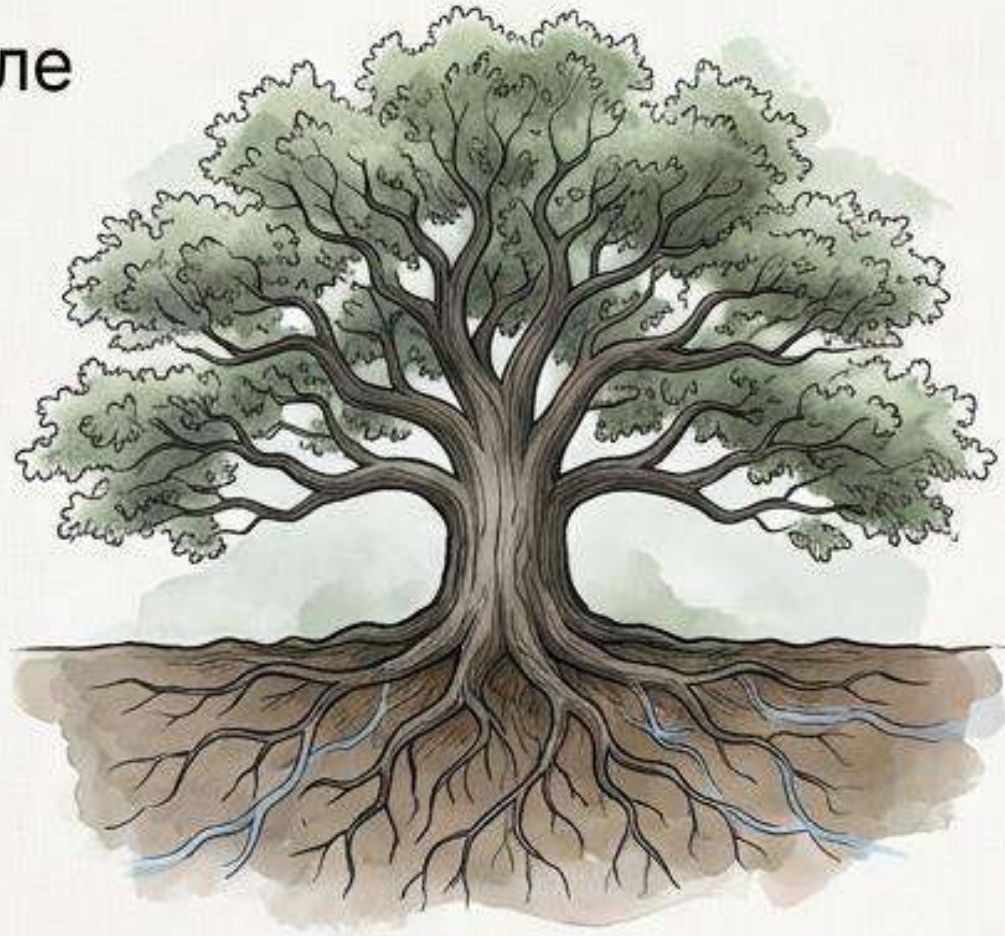
Від глобальних температурних даних до внутрішньої екології лісу.



Лектор: НОНІК Людмила

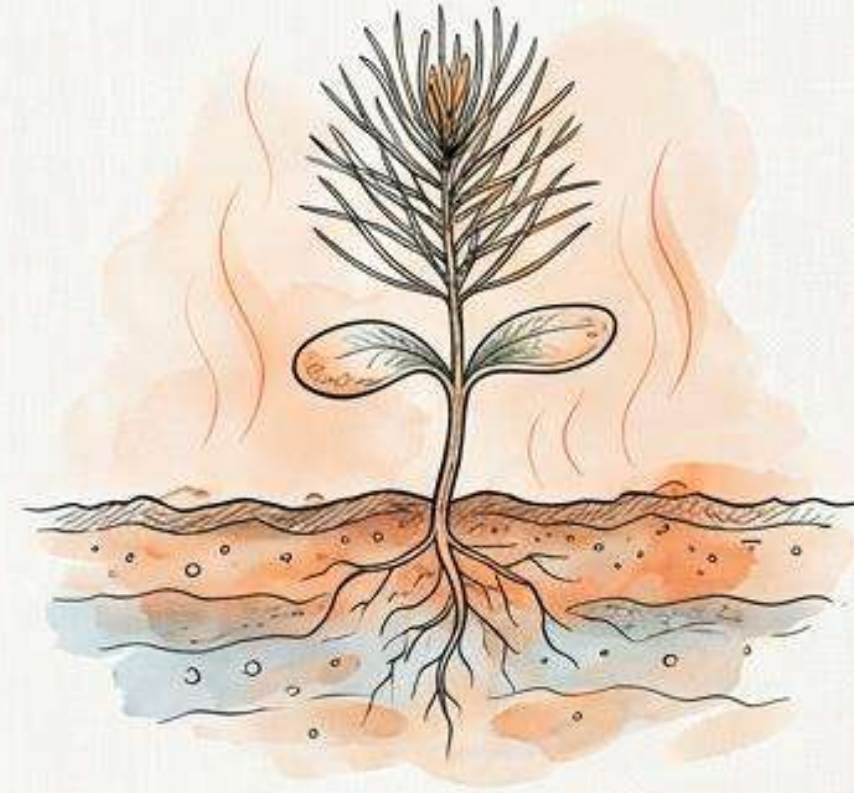
Ліс між двома кліматичними епохами

Минуле



Сформовано десятиліття тому за інших температурних та водних умов

Сучасність



Нове покоління формується в новому кліматі

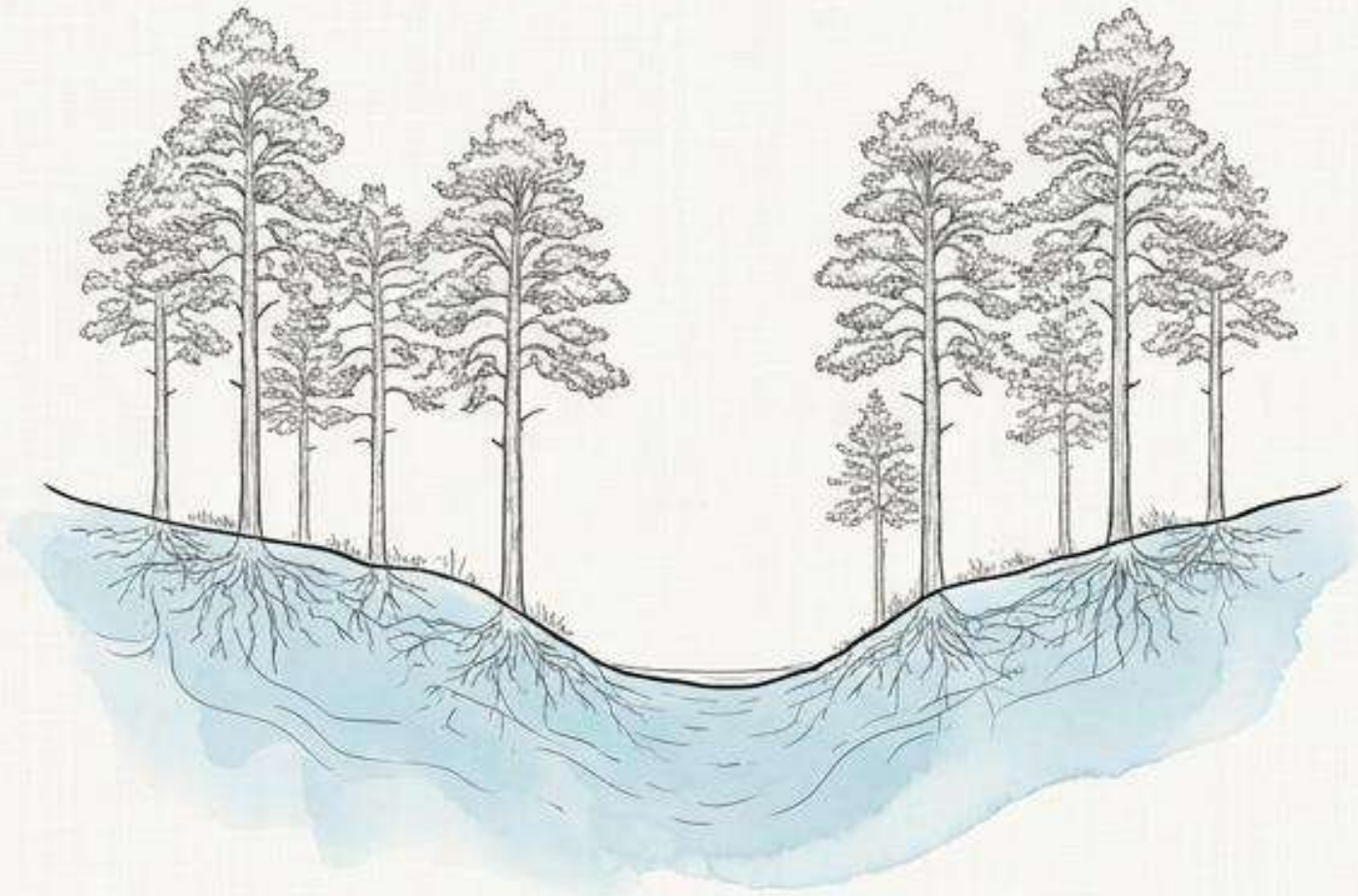


Масштаб аналізу: Від рівня окремої рослини → до популяції → до цілої екосистеми

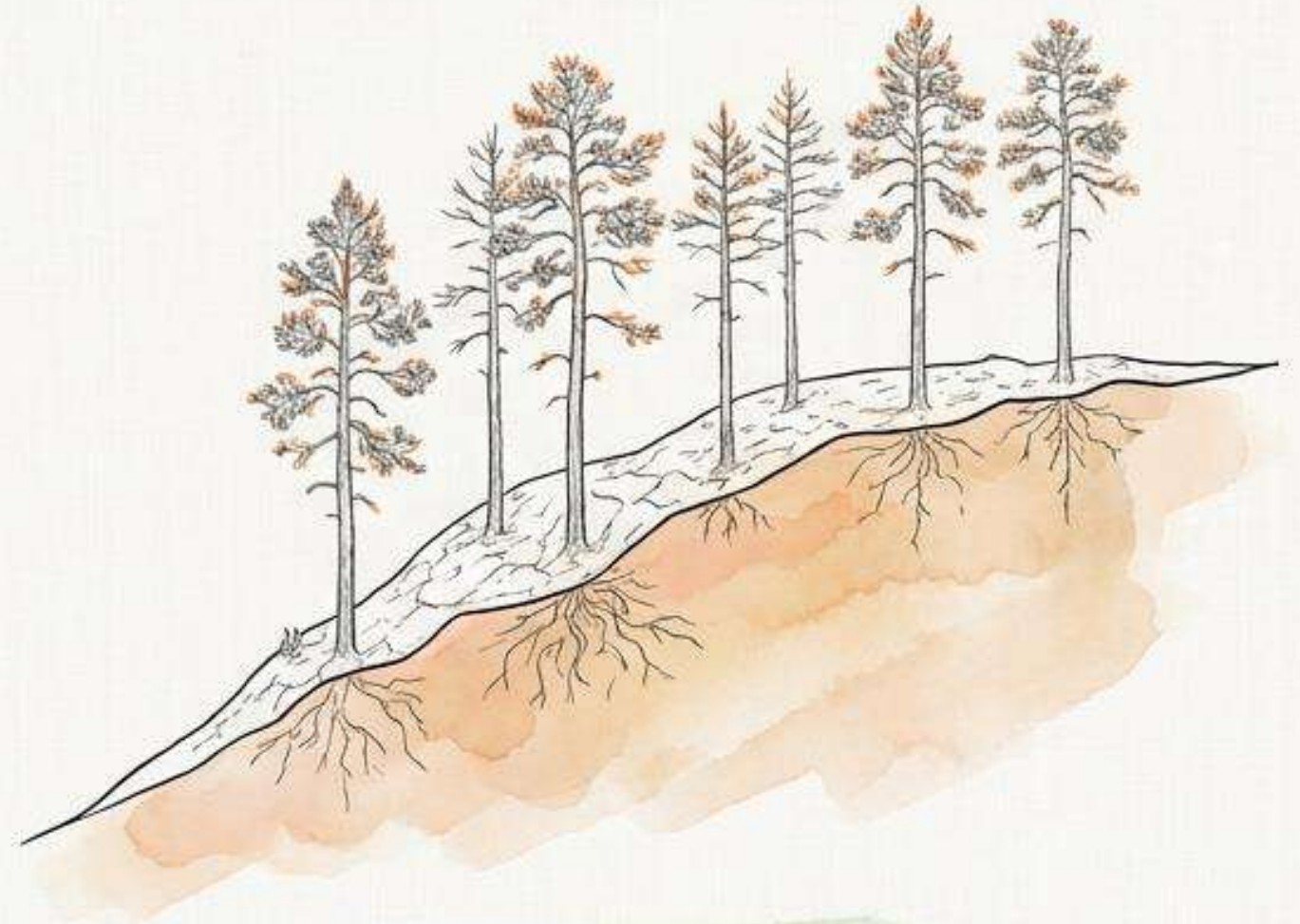
Нас цікавить не середня глобальна температура, а що ця зміна означає для конкретного дерева, насадження та екосистеми

Однакова кліматична загроза (тривалий теплий період)

Низька вразливість
(Пониження рельєфу, краще збереження вологи)



Висока вразливість
(Суха піщана ділянка, дефіцит вологи)



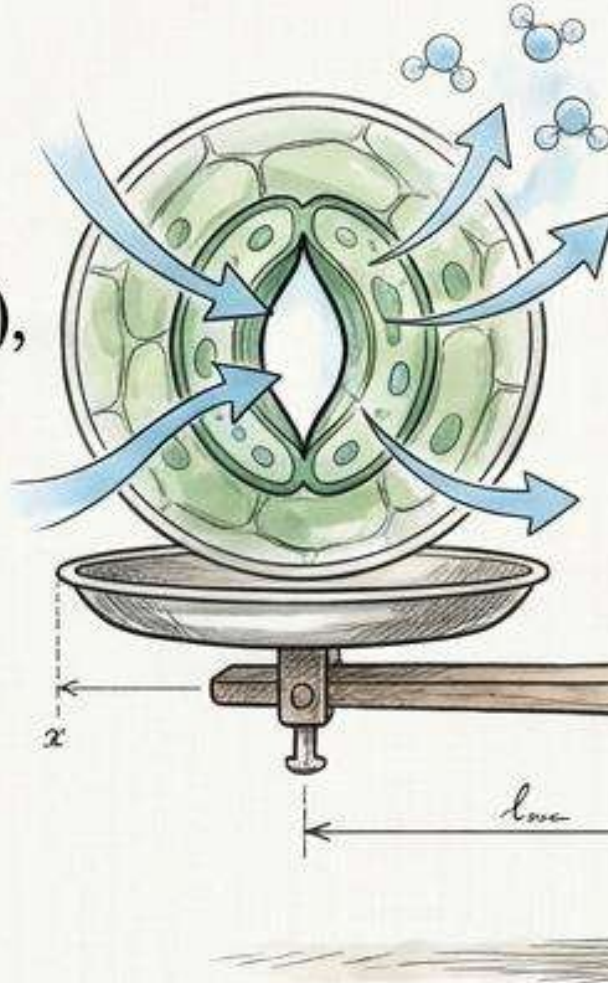
Кліматична загроза (зовнішній вплив) $\neq$ Вразливість екосистеми (внутрішня чутливість)

- Дерево реагує на локальну температуру тканин, вологу ґрунту та вік насадження.
- Однакова зміна клімату має абсолютно різні наслідки.

Вода як головне обмеження: постійний компроміс

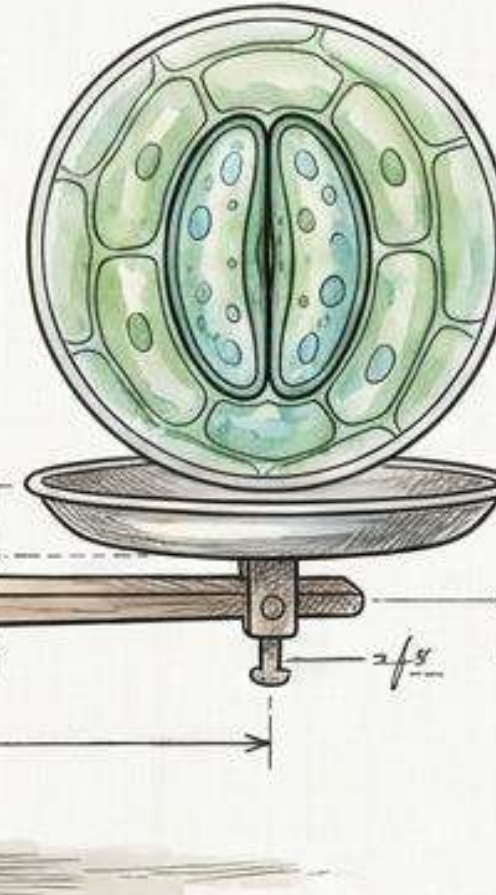
Відкриті продихи

Надходить CO_2
(Активний фотосинтез),
але втрачається вода.



Закриті продихи

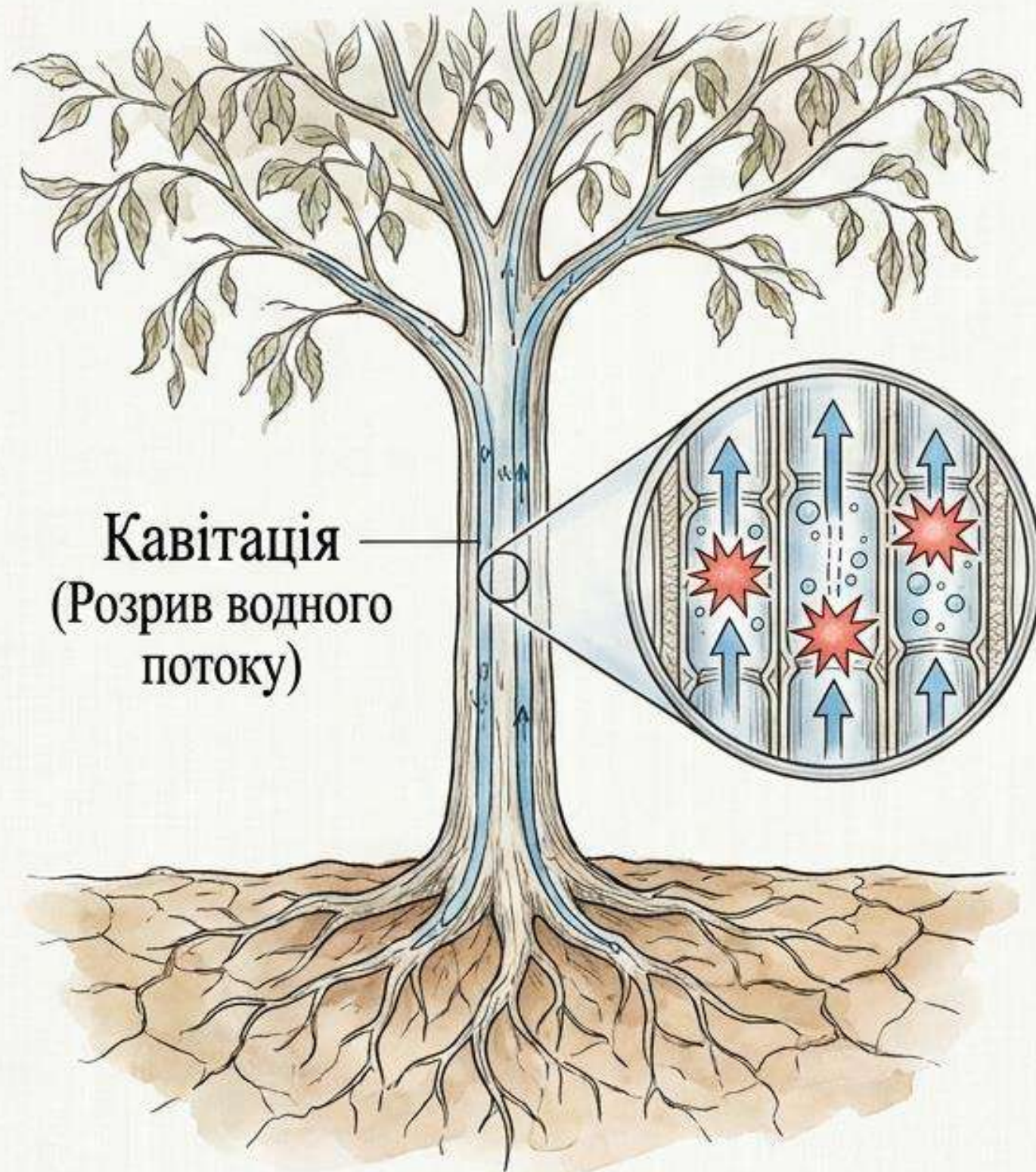
Зберігається вода
(Виживання), але
блокується CO_2 .



Доступна волога в ґрунті

- Перший прояв водного стресу — не загибель, а зниження продуктивності.
- Дерево може залишатися зеленим, але його приріст істотно зменшується задовго до очевидної деградації.

Гідравлічна недостатність: Чому дерева гинуть із запізненням



Натягування стовпа:

Транспірація у листках створює постійне напруження, піднімаючи воду на десятки метрів.

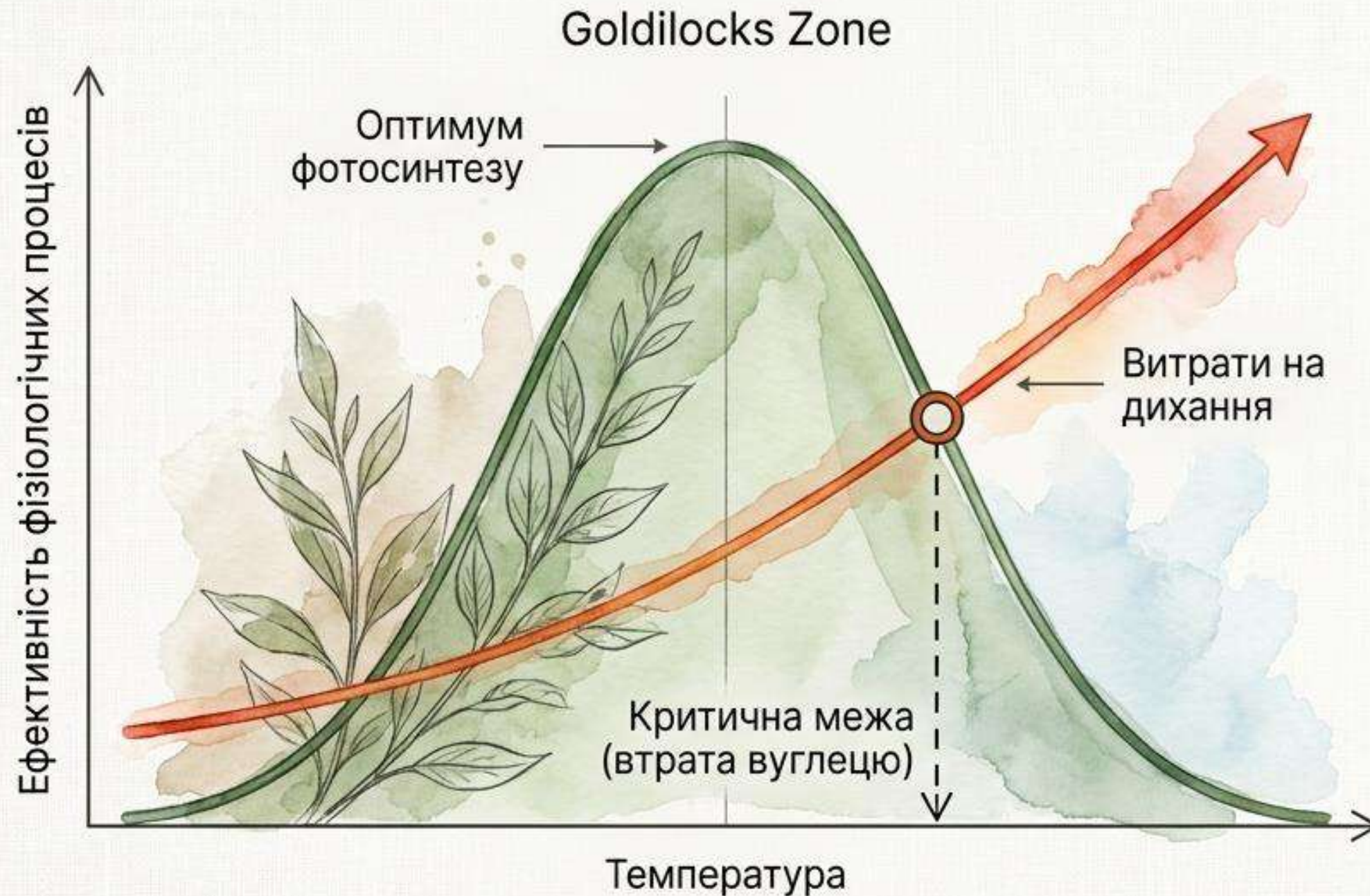
Відмова системи:

При сильному дефіциті вологи утворюються бульбашки повітря (кавітація), блокуючи провідні елементи.

Незворотні наслідки:

Навіть коли дощі повертаються, крона недоотримує воду через пошкоджену систему транспорту. Дерево гине після завершення посухи.

Температурний оптимум і межі витривалості



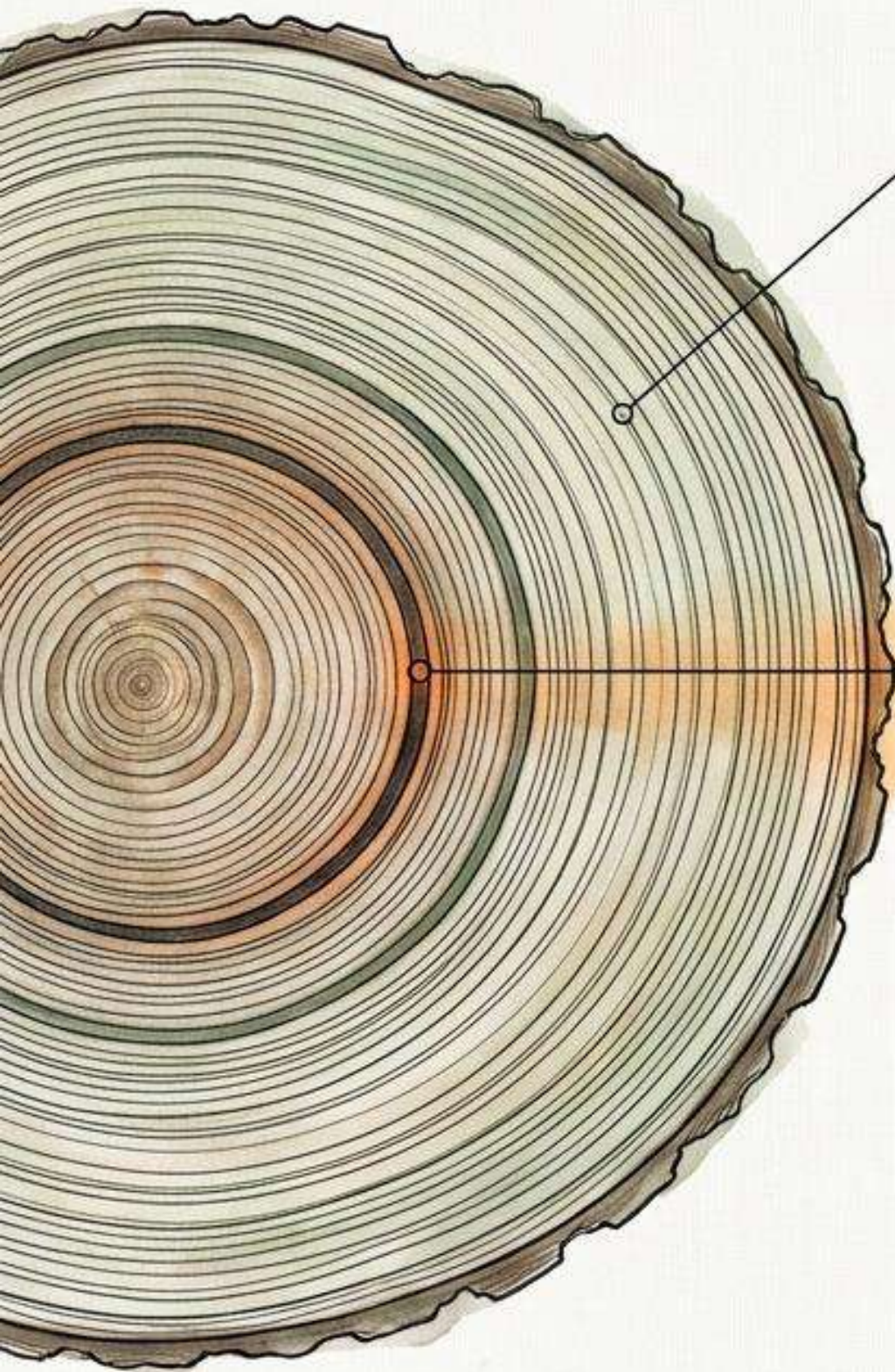
Теплі ночі як загроза

Якщо вночі температура не падає, інтенсивність дихання залишається високою, і рослина не встигає відновитися.

Комбінований стрес

Найбільша небезпека — це поєднання високої температури та дефіциту води. Дерево має одночасно охолоджуватися і економити вологу.

Дендрохронологічний архів: Літопис кліматичного стресу

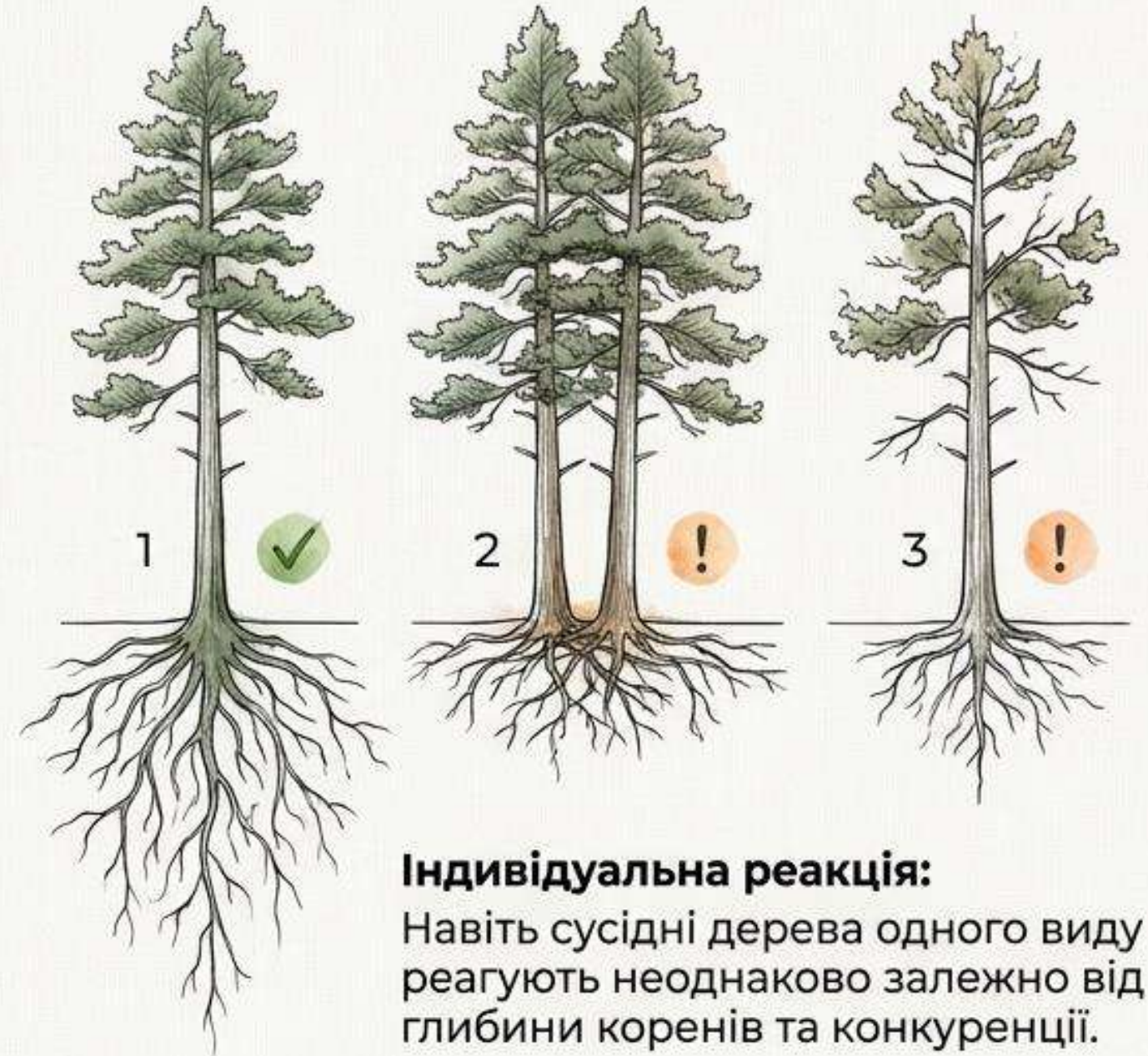


Сприятливі роки:

Ресурси йдуть на приріст деревини

Вузьке кільце:

Несприятливий сезон.
Ресурси спрямовані
виключно на
підтримання
життєздатності

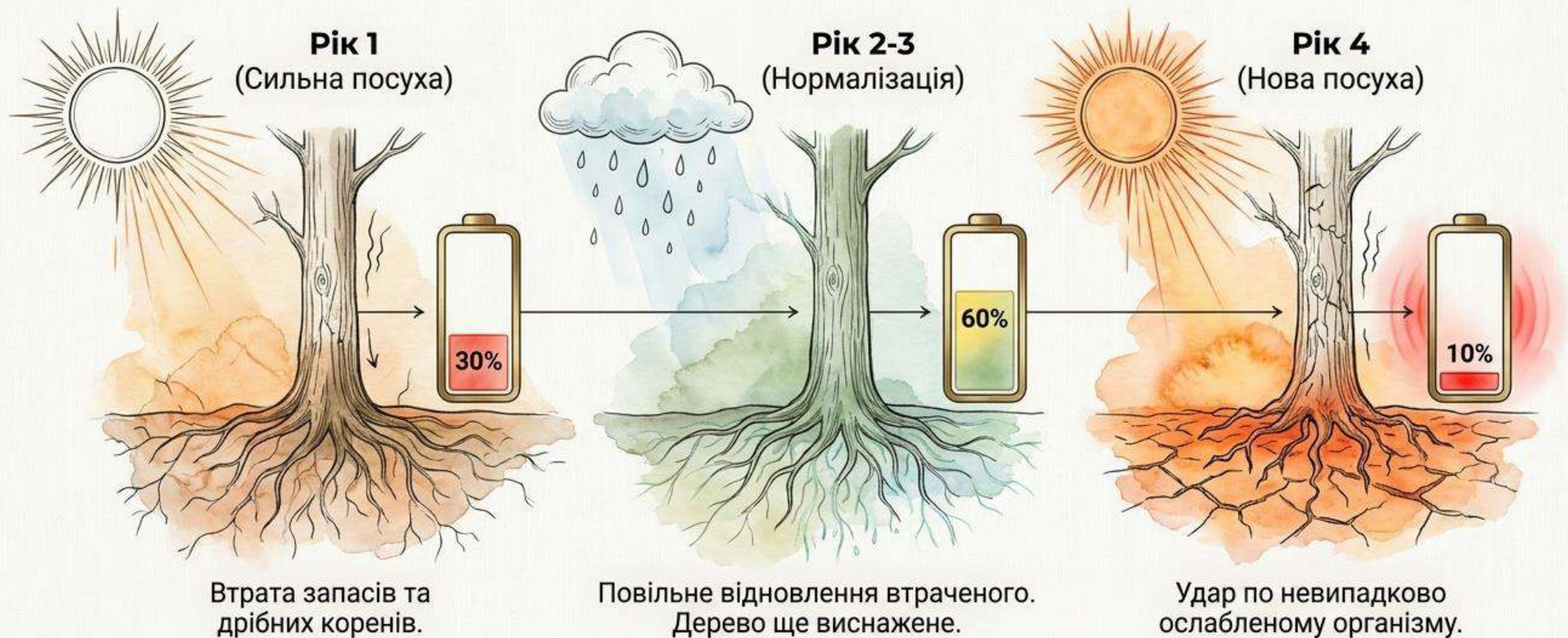


Індивідуальна реакція:

Навіть сусідні дерева одного виду
реагують неоднаково залежно від
глибини коренів та конкуренції.

Ліс може не всихати масово, але систематичне зменшення приросту є найпершим індикатором погіршення умов.

Екологічна пам'ять: Прихована загроза повторних стресів



Наслідки стресу не завершуються разом із посухою. Якщо нова посуха виникає до завершення відновлення, повторюваність стресів стає набагато небезпечнішою за одну ізольовану подію.

Природне поновлення: Найчутливіший індикатор змін

Доросле дерево



Має глибокі корені
та великі запаси
поживних речовин.

Може існувати в несприятливих умовах
десятиліттями, навіть коли клімат уже змінився.

Молодий проросток



Корені лише у
верхньому шарі,
який швидко
пересихає.

Не має внутрішніх резервів.
Масово гине під час першої літньої посухи.

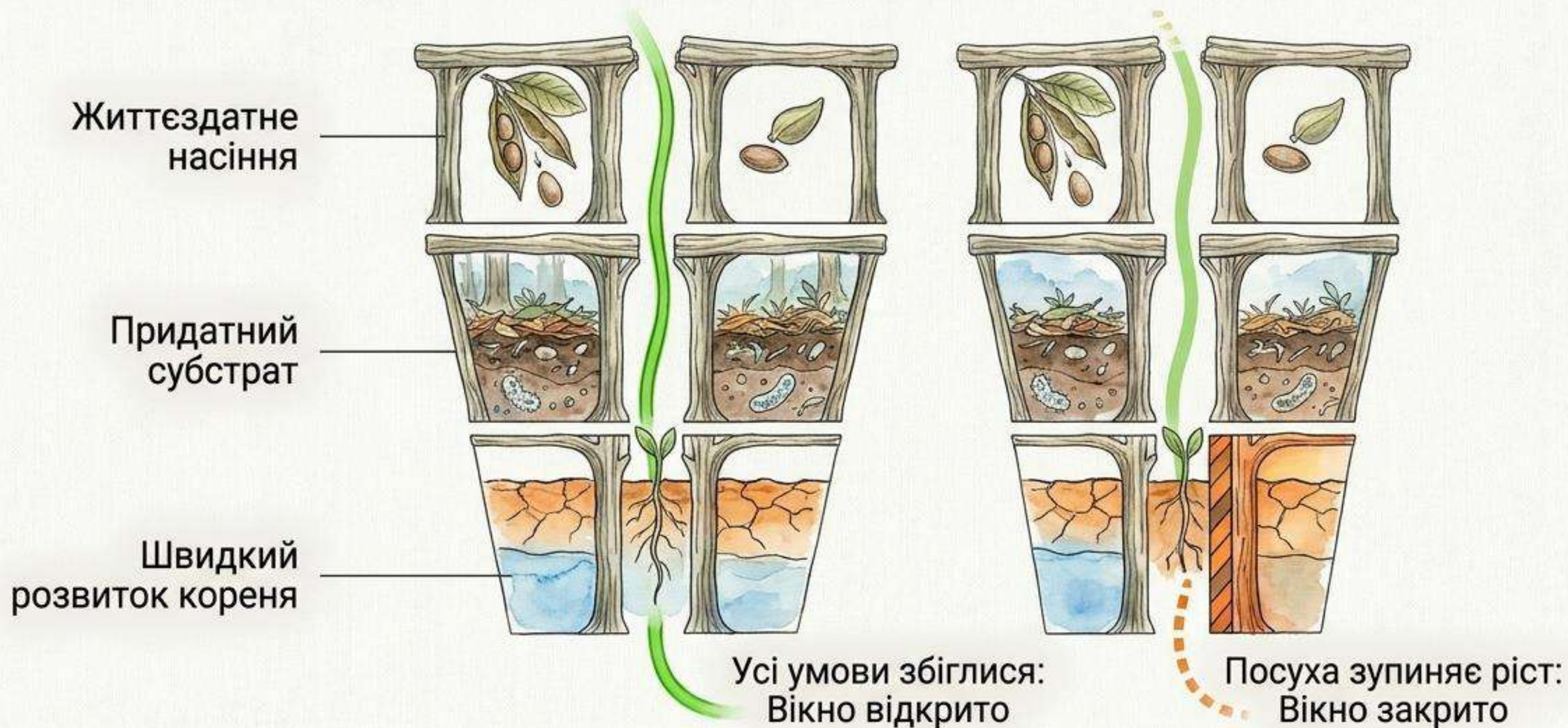
Для лісівника принципово важливо розрізняти:

Наявність тисяч сходів навесні
(Ілюзія успіху)

≠

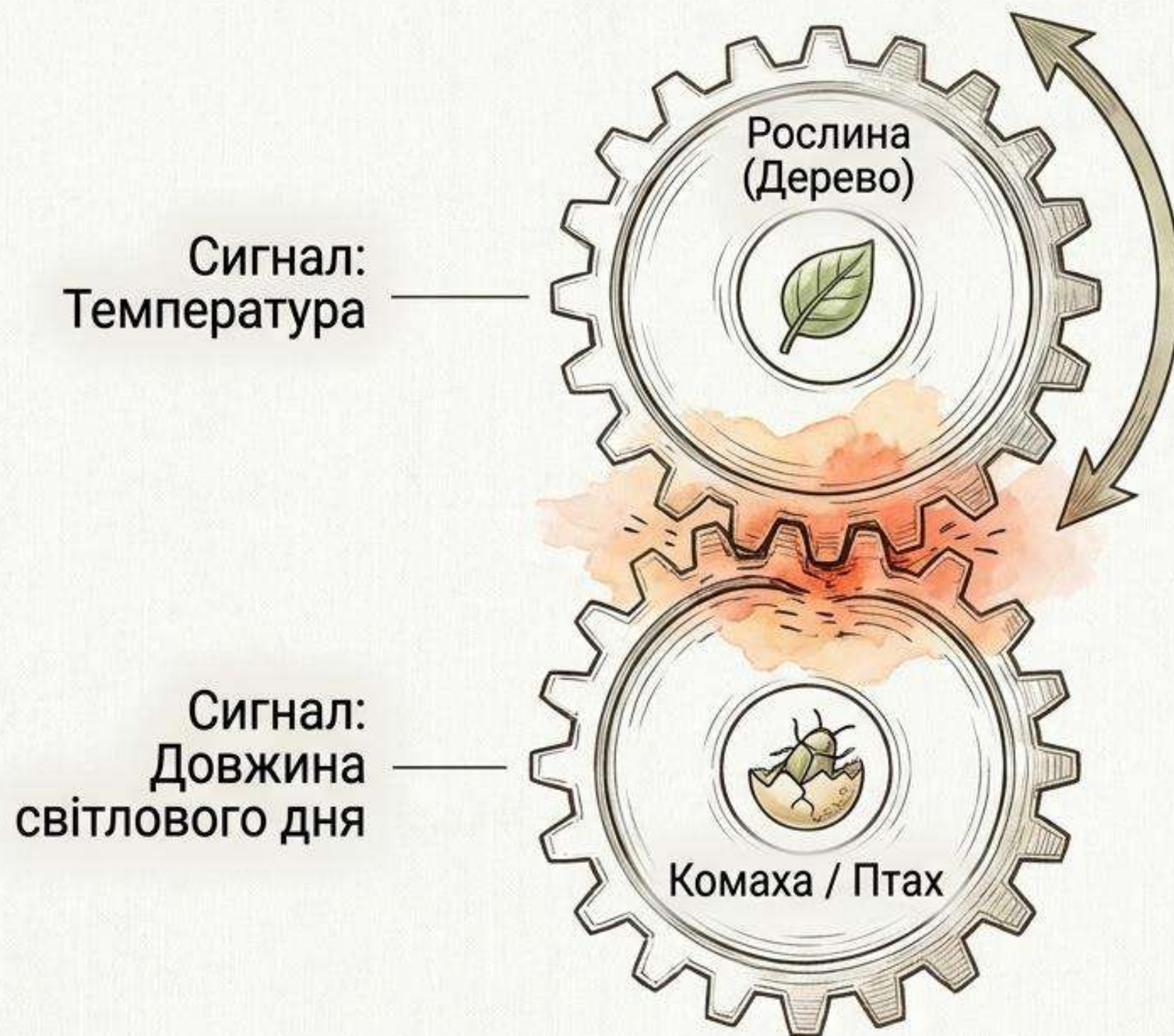
Успішне поновлення восени
(Справжня життєздатність)

Вікно успішного рекрутування



- Поновлення не залежить від одного дощу — це суворя послідовність обов'язкових умов.
- Якщо роки з несприятливими умовами повторюються, виникає віковий розрив. Ліс ще стоїть, але механізм його самовідтворення зруйновано.

Фенологічна невідповідність: Злам сезонних ритмів



Екосистема функціонує в часі. Різні організми використовують різні природні сигнали для початку вегетації чи розмноження.

Розрив екологічних зв'язків

Кліматичні зміни руйнують не стільки окремі види, скільки систему взаємодій. Наприклад, листя розпускається значно раніше, ніж з'являються гусениці, що залишає птахів без кормової бази.

Кліматична ніша: Ілюзія швидкої міграції



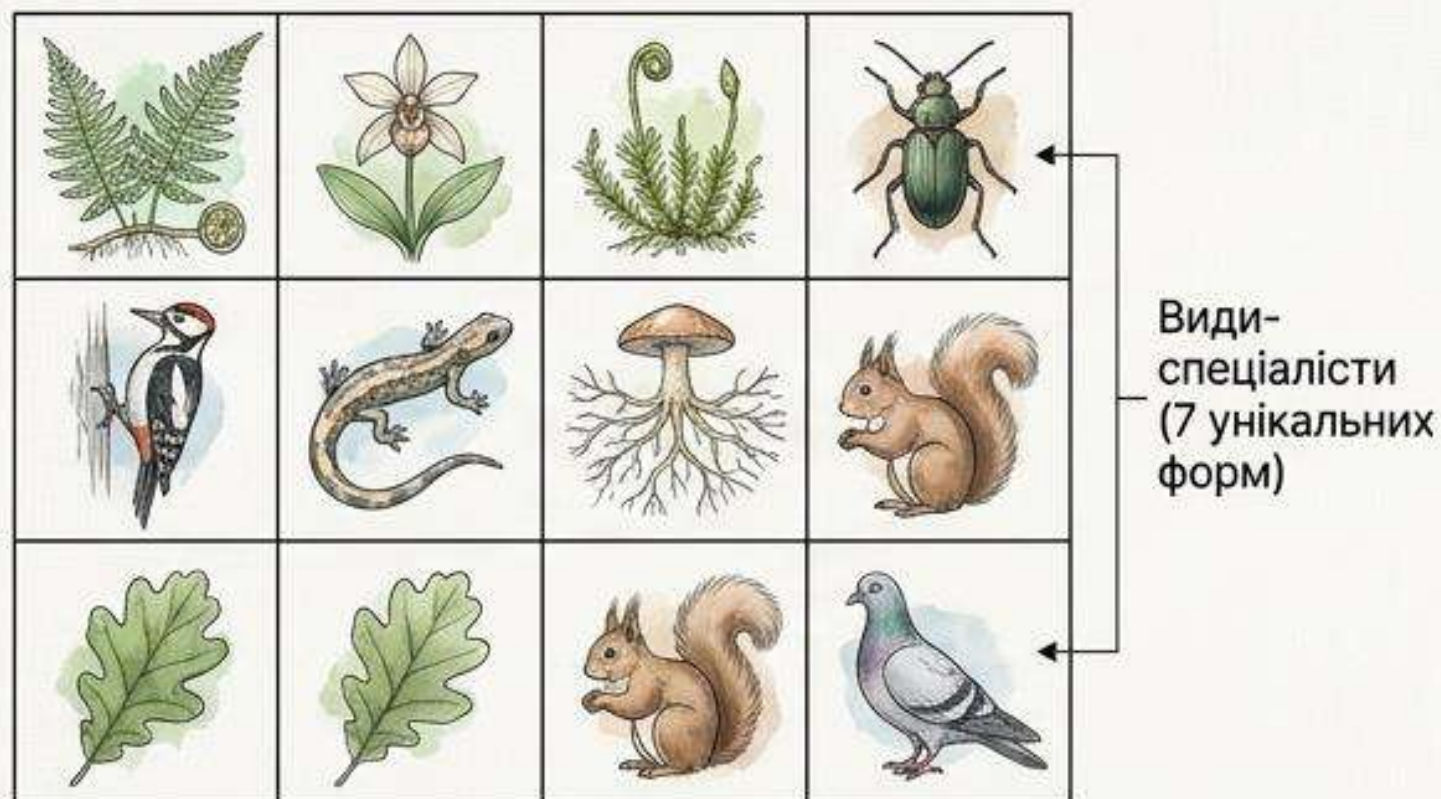
Дерева мігрують поколіннями.

Сучасна фрагментація ландшафтів робить природне переміщення лісів надзвичайно повільним.

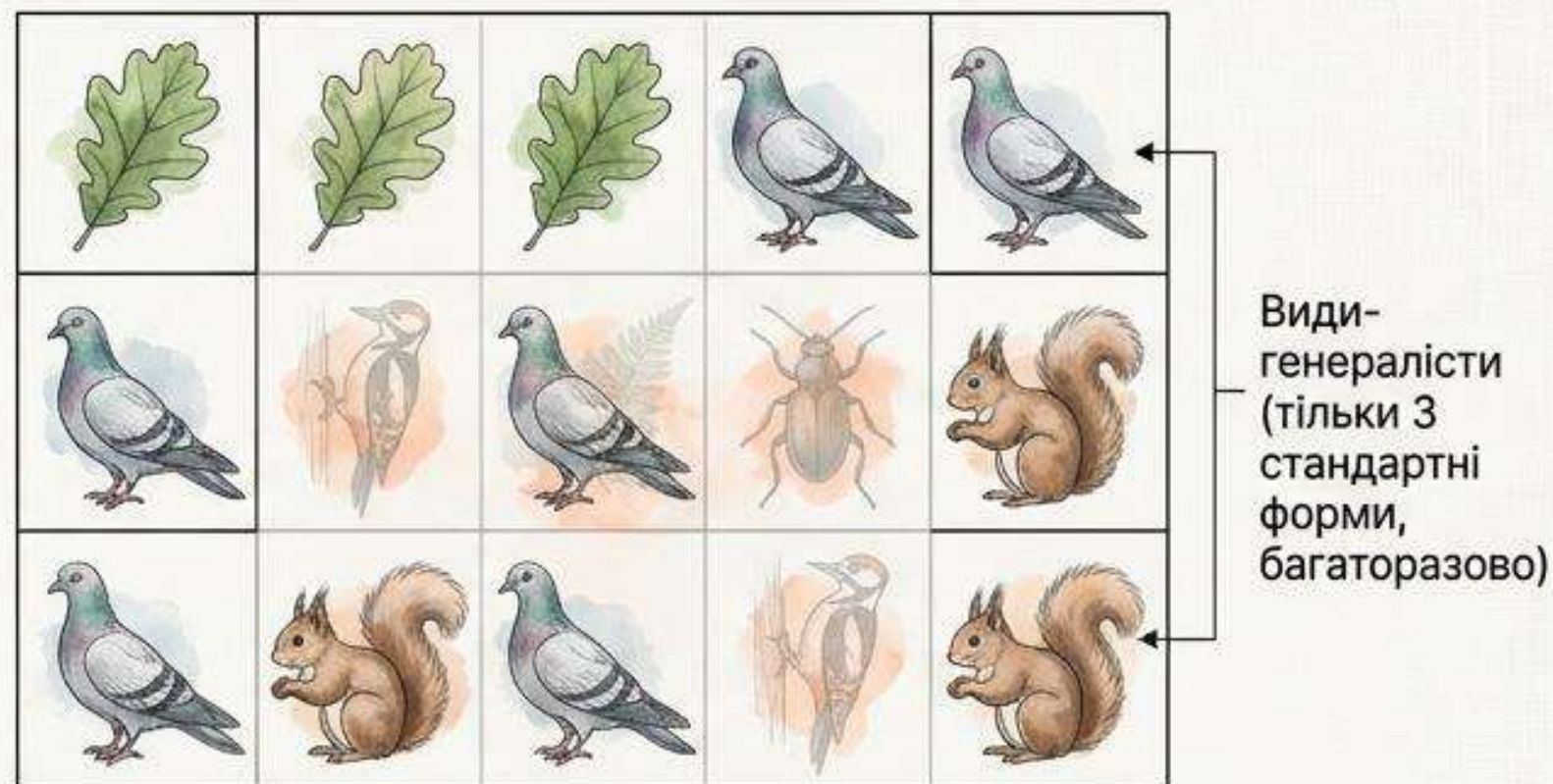
Кліматично придатна зона часто переміщується значно швидше, ніж вид здатний її фізично заселити.

Біотична гомогенізація: Невидима втрата різноманіття

До змін: Висока унікальність



Після змін: Гомогенізація



Втрата біорізноманіття не завжди виглядає як мертва пустеля або масове зникнення всіх видів.

- **Зникають (Losers):** Види-спеціалісти з вузькими вимогами до вологості та температури.
- **Виграють (Winners):** Види-генералісти, здатні існувати в широкому діапазоні умов.

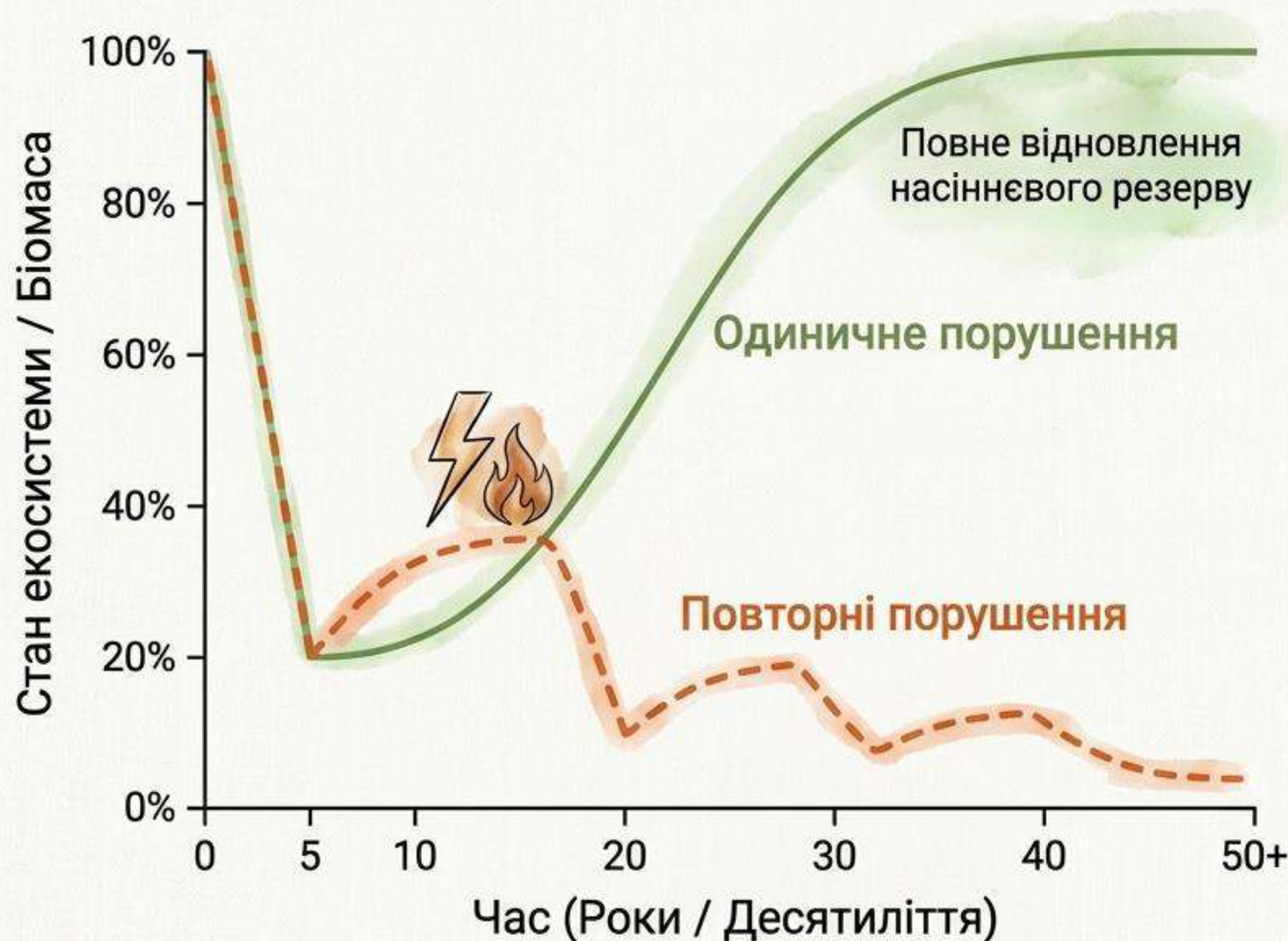
У моніторингу важливо питати не лише «скільки видів залишилося?», а «які саме це види і яку функцію вони виконують?».

Каскад взаємопов'язаних процесів: Шкідники та патогени



Шкідник — це часто лише симптом. Справжня причина смертності криється в одночасній дії клімату у двох напрямках: посилення ворога та руйнування захисту.

Чому частота порушень небезпечніша за їх силу



Екосистеми історично адаптовані до пожеж чи буревіїв, але критичним є інтервал між ними.

Перерваний механізм:

Якщо нове порушення виникає до відновлення насіннєвого резерву (через 3-5 років), воно б'є по системі, коли вона найбільш вразлива.

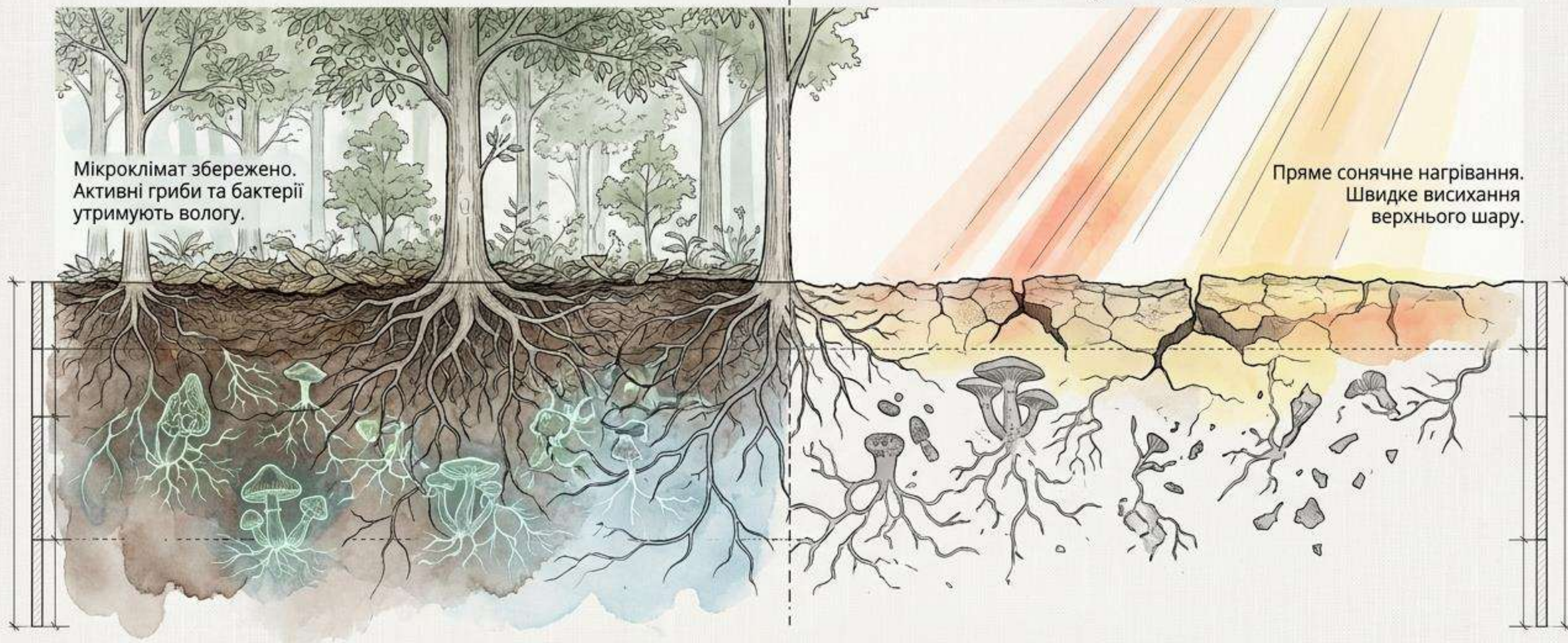
Наслідок:

Повторні порушення не просто двічі завдають шкоди — вони фізично ламають сам механізм природного відновлення.

Ґрунт як фільтр відновлення екосистеми

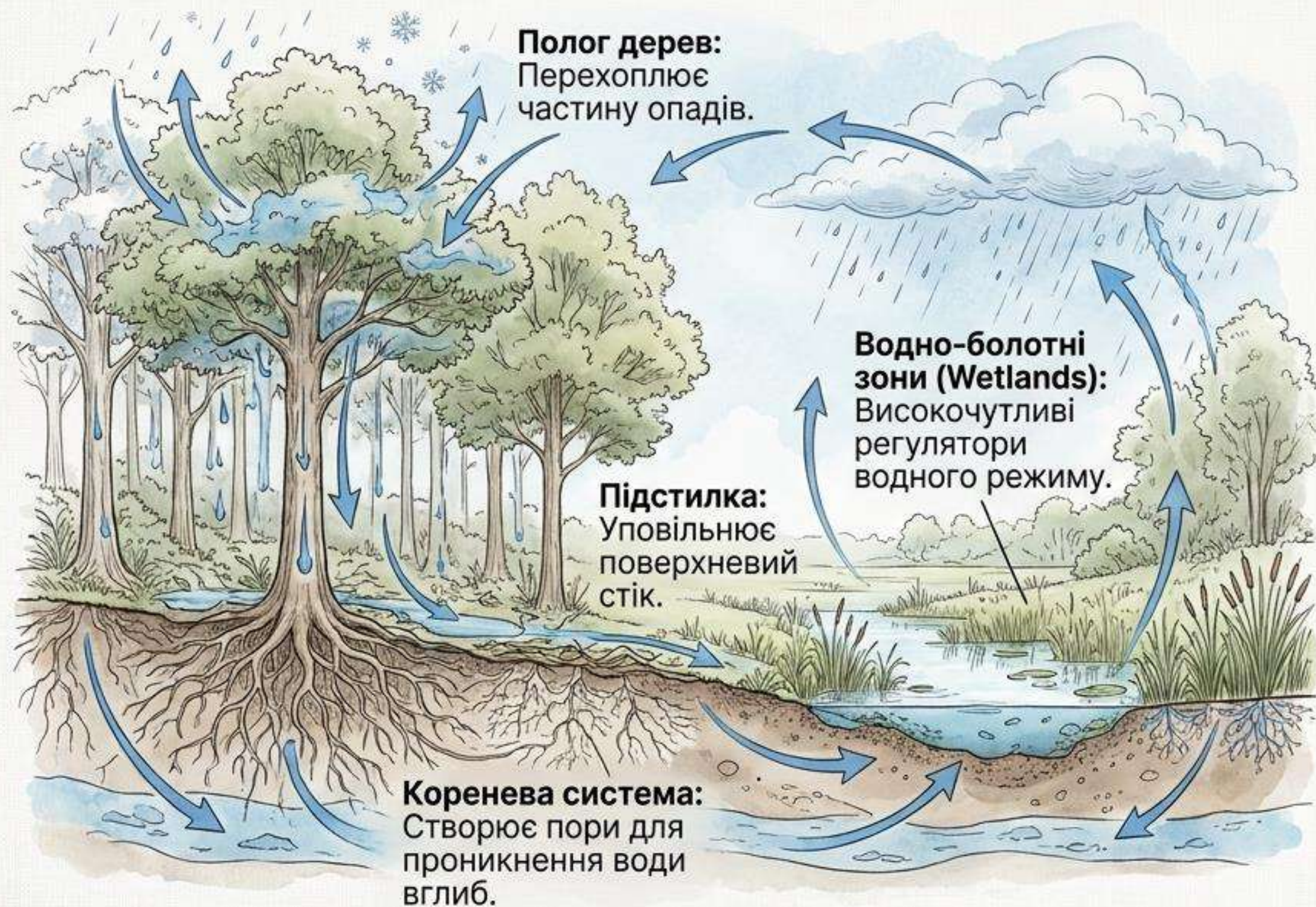
Збережений деревний полог

Втрата пологу
(Після порушення)



Якщо структура і водоутримувальна здатність ґрунту деградують, поява нового покоління дерев стає майже неможливою, навіть якщо на ділянці є насіння.

Ліс як гідрологічна інфраструктура



Вода на рівні цілої екосистеми:

- Ліс активно впливає на розподіл води, а не лише пасивно її споживає.
- Здорова екосистема сама бере участь у регуляції водного режиму.
- Втрата цієї здатності (напр., через масову загибель лісу) додатково посилює локальний кліматичний стрес: вода швидше стікає або миттєво випаровується.

Зміна вуглецевого балансу після порушень

Стан 1: Здоровий ліс (Нетто-поглинач)

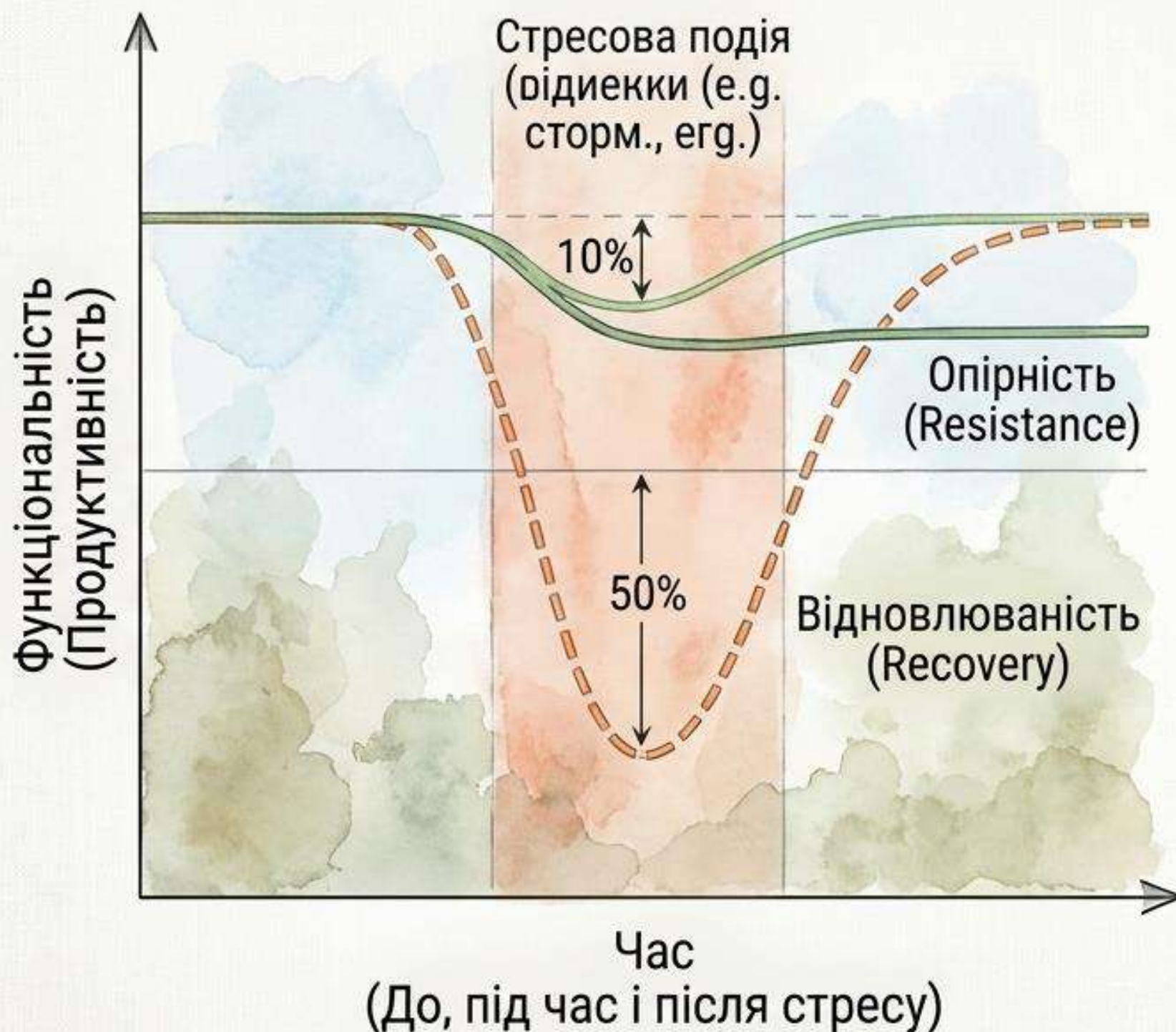


Стан 2: Після сильного порушення
(Джерело вуглецю)



Вуглецева функція лісу залежить від стану та стадії розвитку екосистеми, а не просто від самого факту наявності деревного покриву. Відновлення молодих дерев згодом поверне систему до стану поглинача.

Стійкість не означає незмінність: Два вектори виживання



Компонент 1: Опірність

Наскільки сильно система змінюється безпосередньо під дією стресу (глибина падіння).

Компонент 2: Відновлюваність

Наскільки швидко система здатна повернутися до попереднього рівня функціонування.

Висновок:

Після порушення недостатньо аналізувати лише початкове пошкодження. Траєкторія відновлення визначає справжню довгострокову стійкість лісу.



Критичні пороги та альтернативні стабільні стани



Практичний висновок:

Набагато простіше підтримати природне відновлення до переходу порогу, ніж намагатися штучно відновити екосистему після того, як процеси стабілізувалися в іншому (альтернативному) стані.

Підсумки: Перевизначення стійкості



Екосистема

(Ґрунт, повторні порушення, альтернативні стани)

Популяція

(Природне поновлення, фенологія, міграція)

Стійкою є система, яка здатна витримувати зміни, зберігати ключові функції та відновлюватися після порушень.

Екосистема

(Ґрунт, повторні порушення, альтернативні стани)

Наступний крок:

Якщо ми вже розуміємо механізми вразливості від клітини до ландшафту, як визначити, які екосистеми потребують першочергової адаптації? Які лісівничі заходи можуть реально підвищити їхню стійкість?

