



Debrecen Egyetem
Mezőgazdaság- Élelmiszertudományi és
Környezetgazdálkodási Kar



Pannon Egyetem
Georgikon Kar



Agrár-környezetvédelmi Modul Talajvédelem-talajremediáció

KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI MÉRNÖKI MSc
TERMÉSZETVÉDELMI MÉRNÖKI MSc



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Fitoremediáció I. 70.lecke



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Mesterséges vizes élőhelyek (Wetland)

- A mesterséges vizes élőhelyek felszín alatti, felszíni vizek és csurgalék kezelésére is alkalmazhatók, ami ex situ biológiai kezelésnek minősül (kitermelés szükséges). A mesterséges vizes élőhelyek esetében természetes geokémiai és biológiai folyamatokat használunk ki mesterséges ökoszisztémákban, amelyek akumulálják, illetve eltávolítják az egyes szennyező anyagokat. Az eljárás során a szűrő és degradációs hatás is érvényesülhet. Bár a technológia során a mesterséges vizes élőhelyek ökoszisztémái mikrobiális faunák, algák, és magasabb rendű növények társulásai, a remediációért leginkább a mikrobiális tevékenység felelős. Fémek oldatból történő eltávolítása esetén a fő folyamatok: az ioncsere, az adszorpció, az abszorpció és a csapadékképződés, valamint a geokémiai és mikrobiális oxidáció, illetve redukció. Mivel a fém-megkötődés szerves vegyületeken történik, a mesterséges vizes élőhelyeket pl.: komposzt hozzáadásával építik ki. A redoxi folyamatokat baktériumok katalizálják, és attól függően játszódnak le oxidatív, illetve redukzív irányban, hogy az aerob vagy az anaerob zónában található a szennyező anyag. A fémek leggyakrabban hidroxidok vagy szulfidok formájában csapódnak ki. A csapadékok, illetve a szilárd anyagok felületén adszorbeálódott fémek eltávolítása ülepitéssel vagy szűréssel valósítható meg, a szűrő közeg akár növényzet is lehet



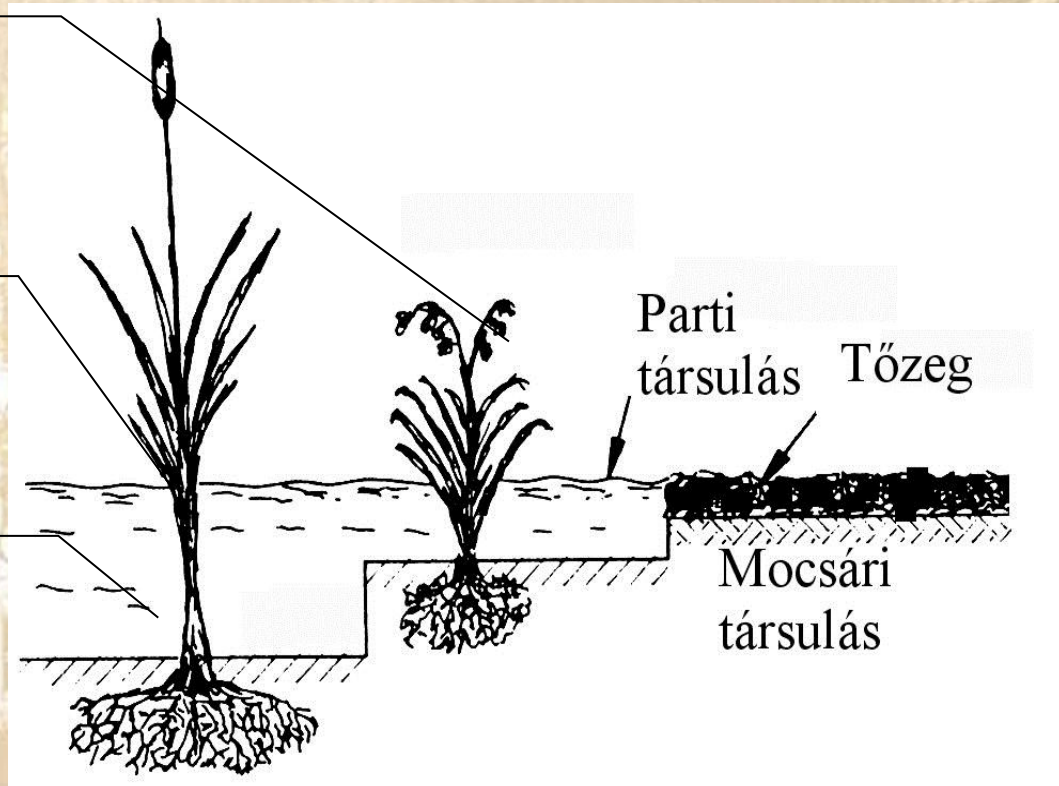


Mesterséges vizes élőhelyek (Wetland)

Növényzet: Ionfelvétel,
adszorpció, szervesanyag
lebontás, szűrés

Víz: Párolgás, óldódás,
komplekképzés, lebontás,
redox folyamatok kicsapódás

Bentosz: mikrobiális
redoxfolyamatok, ioncsere
kicsapódás, kelátképzés,
mineralizáció



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Mesterséges vizes élőhelyek (Wetland)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Fitoremediáció

- A fitoremediáció során a specifikusan kiválasztott a természetben előforduló vagy génebeszeti úton előállított fém-akkumuláló növények (hiperakkumulátorok) és a rizoszférában lévő mikroorganizmusok segítségével a talajból, a felszíni és a felszín alatti vizekből és a levegőből a különböző szerves és szervetlen szennyező anyagok (szénhidrogének és klórozott származékaik, nehézfémek, stb.) eltávolítása, lebontása vagy lokalizációja történik az adott közegben. A növényfajta fitoremediációs képességét főleg azok evapotranszpirációs jellemzői, a szennyező anyag tűrőképessége, a degradációs folyamatokhoz a lebontást végző enzimek megléte, a növekedési sebessége és a hozama valamint a gyökérzóna mélysége határozza meg.
- A fitoremediáción belül újabb fogalmak, illetve eljárások alakultak ki az elmúlt időszakban, mint például a *fitodegradáció*, a *fitostabilizáció*, a *rizofiltráció*, és a *fitoextrakció*.





Kezelési eljárás	Mechanizmus	Közeg
Rizofiltráció	Fémfelvétel a növények gyökerein át	felszíni vizek és nyomással átvezetett vizek
Fitotranszformáció	Szerves anyagok felvétele és degradációja növényekkel	felszíni és felszín alatti vizek
Növényekkel elősegített bioremediáció	Rizoszférában lejátszódó mikrobiológiai degradáció	talaj, rizoszférában lévő felszín alatti vizek
Fitoextrakció	Fémek felvétele és felhalmozása közvetlen felvétellel a növényekbe és a növények időnkénti eltávolítása	talaj
Fitostabilizáció	Gyökérnedvek hatására végbemenő csapadék-képződés a fémek hozzáférhetőségének csökkenését eredményezve	talaj, felszín alatti vizek, bányameddők
Fitopárolgztatás	A növények evapotranszspirációja révén felvétel után a szelén, a higany és az illékony szerves vegyületek eltávoznak a növényekből	talaj, felszín alatti vizek
Szerves vegyületek eltávolítása levegőből	A levelek felveszik az illékony szerves vegyületeket	levegő
Növényvegetációval való lefedés	A növények által történő evapotranszspiráció a csapadékvíz szennyező anyagokra gyakorolt kimosó hatását csökkenti	talaj

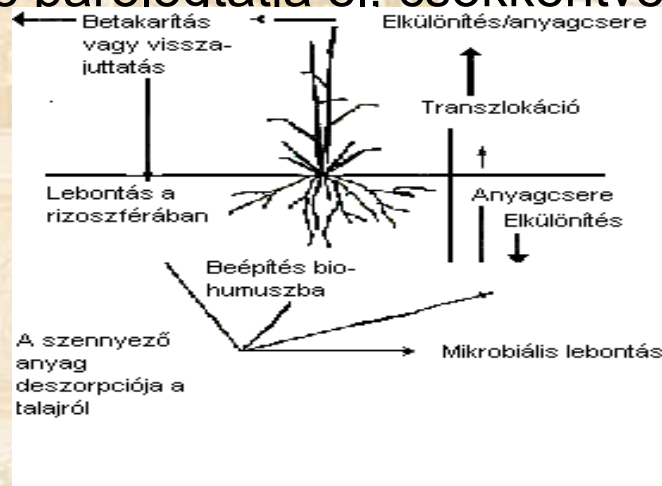


A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Fitodegradáció

- A *fitodegradáció* során egyes növényfajok (vagy a növények gyökerének mikroflórája) enzimatis folyamatok során a veszélyes szerves szennyezőanyagokat ártalmatlan molekulákká (pl. vízzé, szén-dioxiddá) bontják le, illetve a szerves szennyezőanyagokat átalakítják (63. ábra). A cukorrépa, pl. a nitroglicerint, a nyárfa triklóretilén bontására képes. A Hg-rezisztens transzgénikus (genetikailag módosított) *Arabidopsis thaliana* növény a higanyt a talajból a légkörbe párologtatja el, csökkentve ezzel a talaj szennyezettségét



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



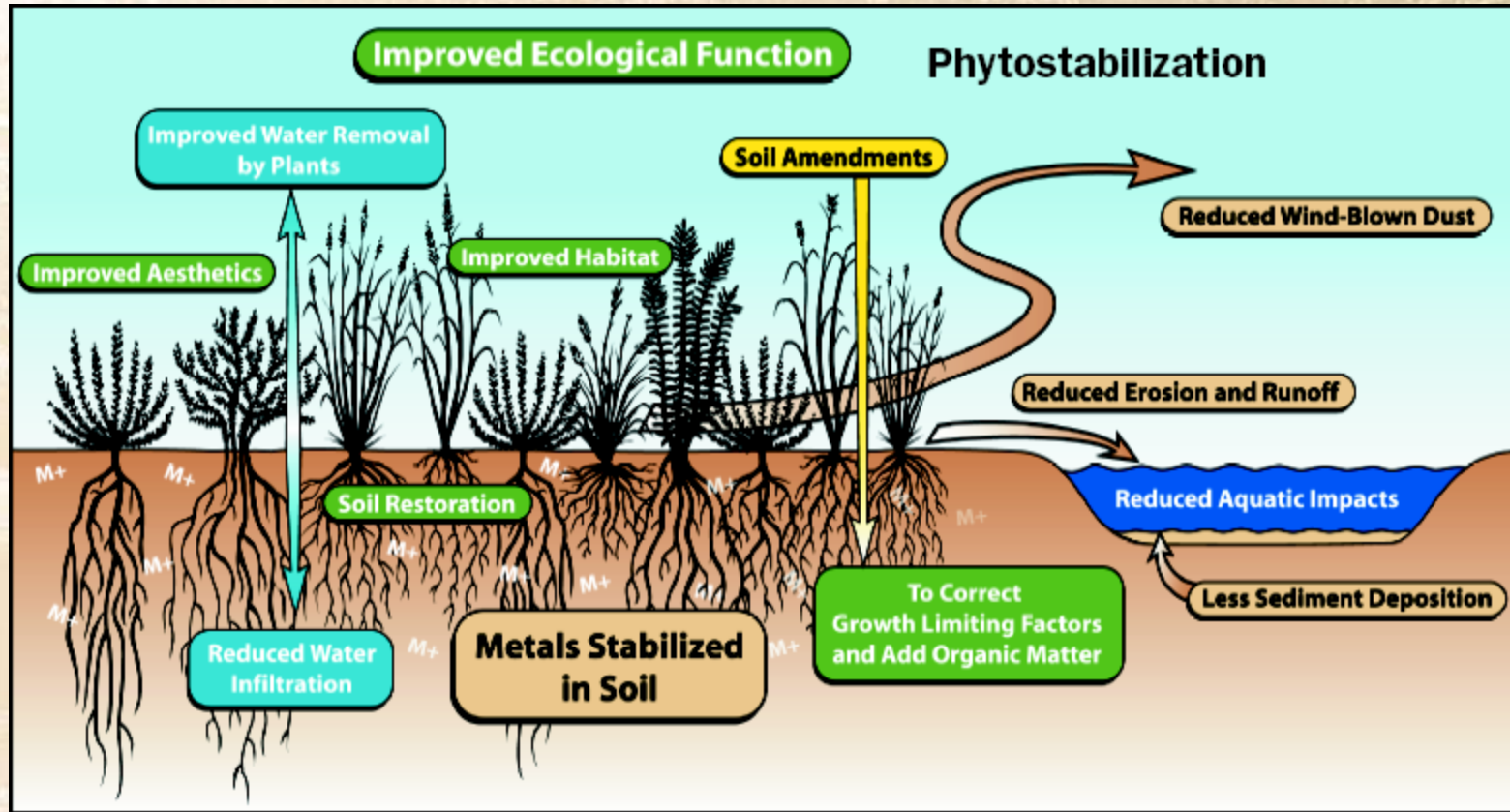
Fitostabilizáció

- A fitostabilizáció során nehézfém-toleráns növények segítségével akadályozzák meg, hogy a szennyezett talajokból a nehézfémek a talajvízbe vagy a levegőbe jussanak. Az eljárás során a nehézfémek talajbani mozgását, vándorlását növénytakaróval gátolják meg. Egyes nehézfém toleráns növények (pl. fűfélék) segítségével a talajba került nehézfémek mobilitása lecsökkenthető, és ezáltal megakadályozható azok talajvízbe oldódása, illetve légkörbe kerülése.
- Ennek érdekében a talajra különféle adalékanyagot kell kijuttatni azért, hogy megfelelő életteret biztosítsunk a telepítendő növény állománynak.
- Fitostabilizáció jelentősége
 - A terület potenciális gazdasági haszna: energia növények
 - Pozitív hatások az erózióra: évelő növények
 - Alacsony kimosódás az immobilizálódás hatására.
 - A területre telepített növények alacsony fémfelvétele, ezáltal a táplálékláncba való bejutás csökkenése.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

Fitostabilizáció



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Natural attenuation – természetes úton történő remedáció

- **Természetes kezelés - Natural attenuation (NA) – Természetes fizikai, biológiai és kémiai folyamatok segítségével történő szennyezőanyag mennyiség, toxicitás és mobilitás csökkentés.**
- **Ilyen folyamatok: biológiai degradáció, szorpciós folyamatok, párologtatás, párolgás, kémiai reakciók.**

Megfigyelt (monitorozott) NA (MNA) – átfogó, részletes szennyezőforrás/szennyezett terület számbavétel és hatékony monitoring rendszer

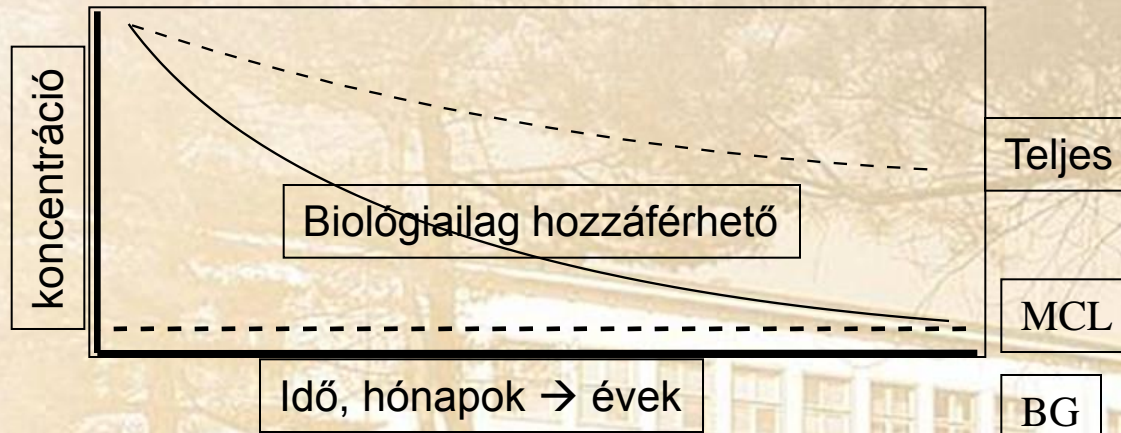
Támogatott (Assisted) NA – különböző technológiai eljárásokkal, adalékanyagokkal segített NA.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

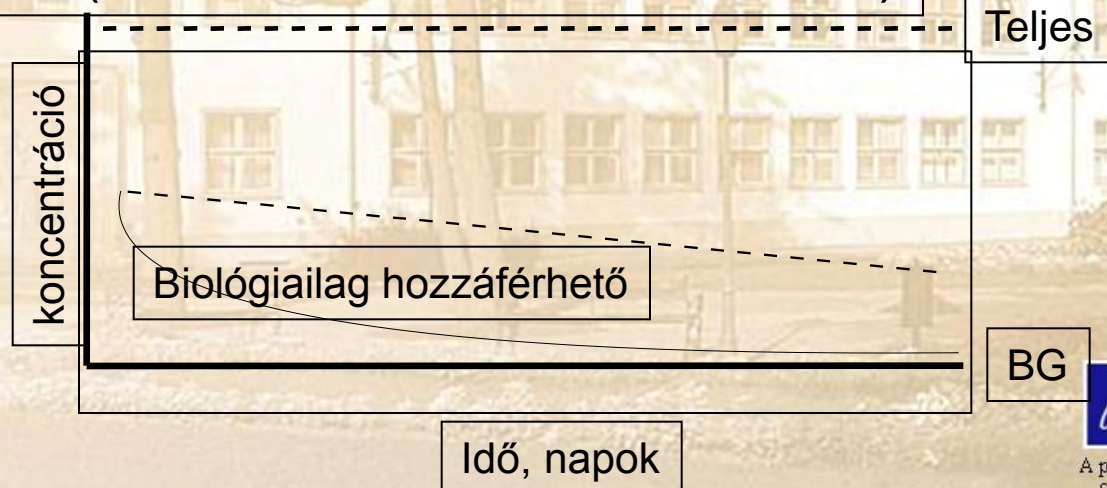


Szerves szennyezők (NAPL, pl.: BTEX)



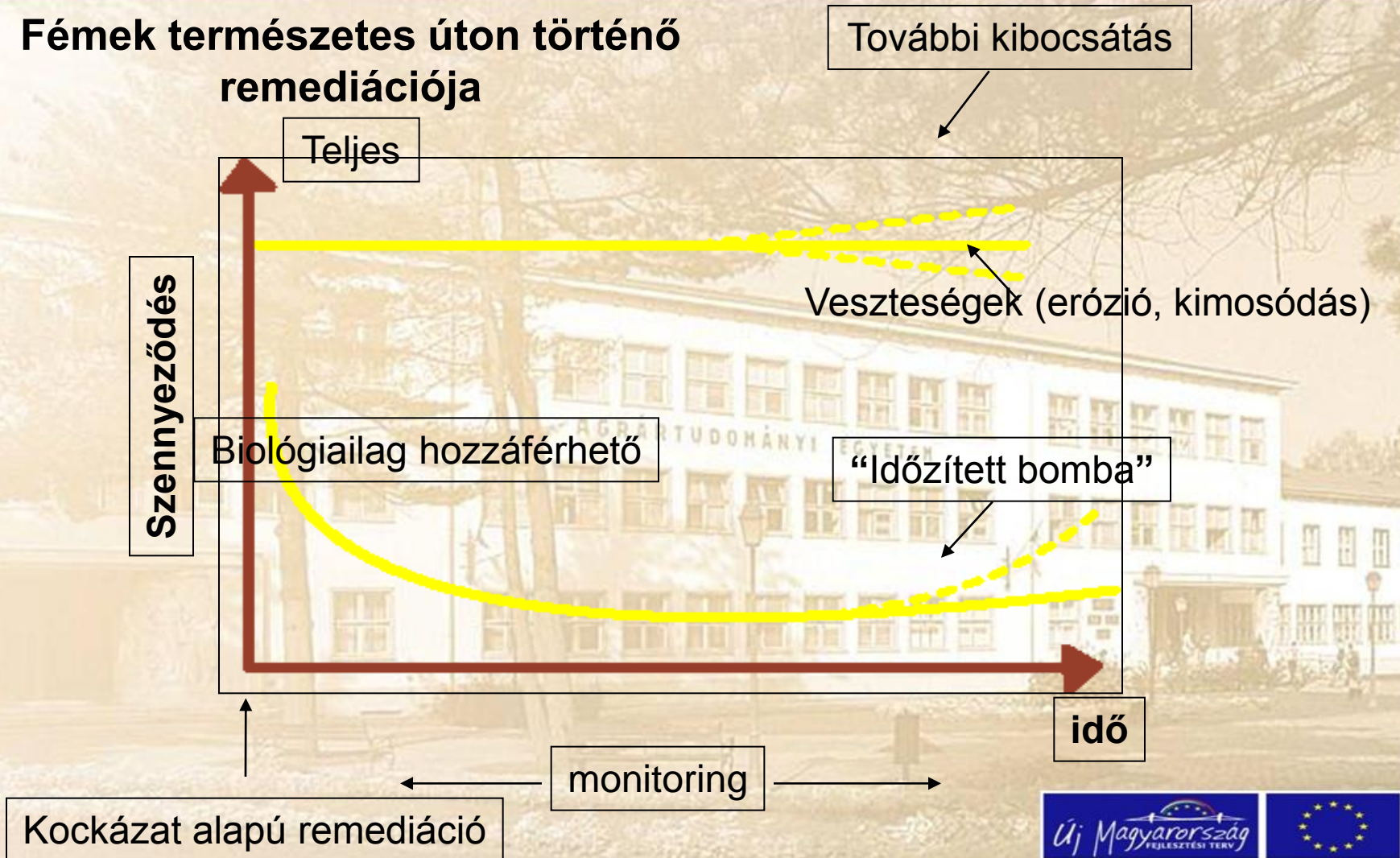
Natural attenuation (or natural remediation) of organics and trace elements in soils/sediments. NAPLs – Non-aqueous phase-liquids, example BTEX. Note the comparison of attenuation in total mass between the NAPLs and metals.

Szervetlen (nehézfémek, radionuklidok)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

Fémek természetes úton történő remediációja



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Adalékanyagokkal történő nehézfém immobilizáció

- Szerves anyag: szervesanyag-réz komplexek képződése
- Foszfát: ólomfoszfát csapadék képződése
- Fe^{3+} : vasarzenát csapadék
- Szerves szén: $\text{Cr (VI)} \rightarrow \text{Cr (III)}$





488-D Site Prep



Compost Application



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



488-D Vegetation Cover August 2002



Ripped-compost/Apatite



Not Ripped /Control



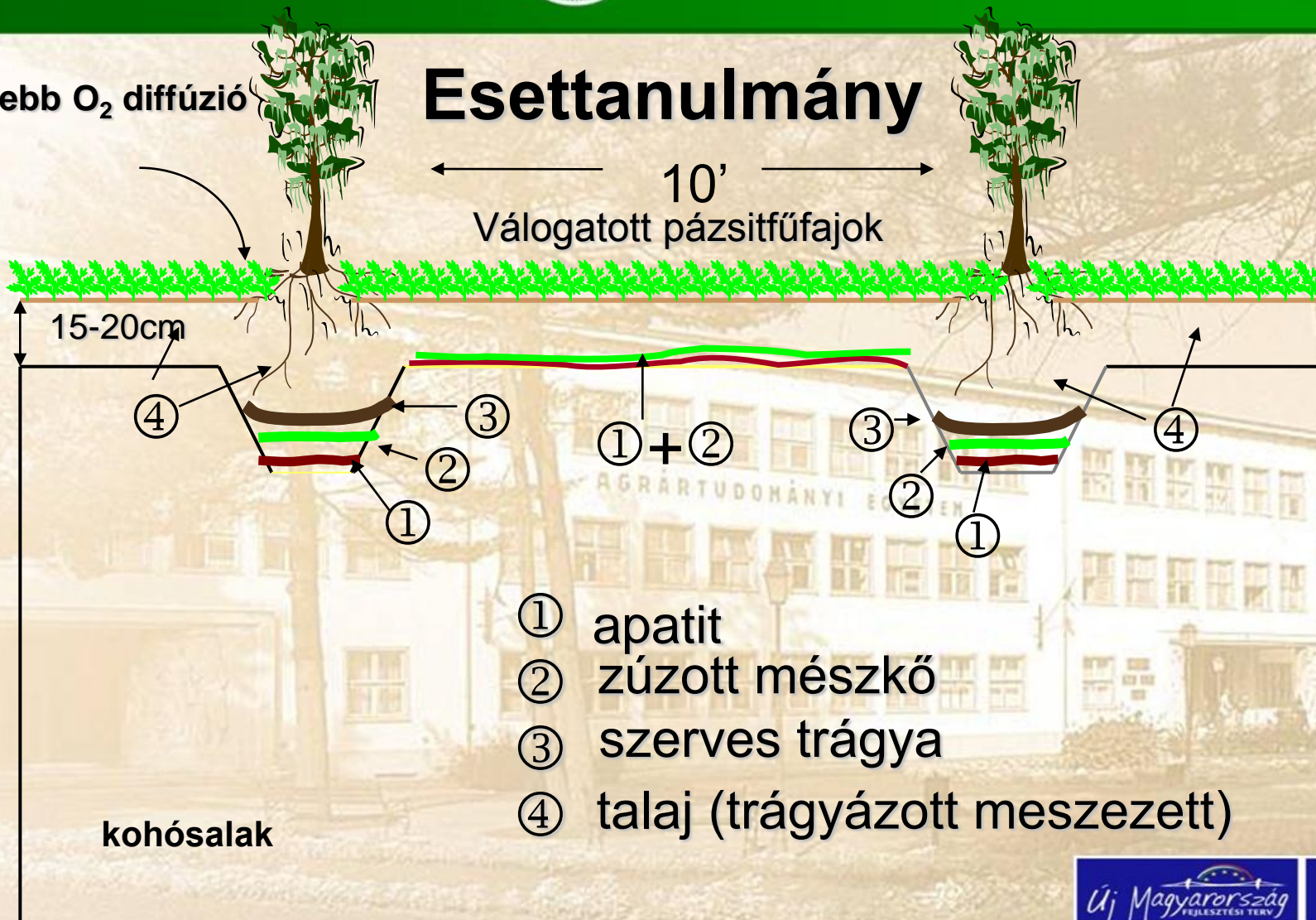
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Esettanulmány

← 10' →
Válogatott pázsítfűfajok

kevesebb O₂ diffúzió



- ① apatit
- ② zúzott mészkő
- ③ szerves trágya
- ④ talaj (trágyázott meszezett)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



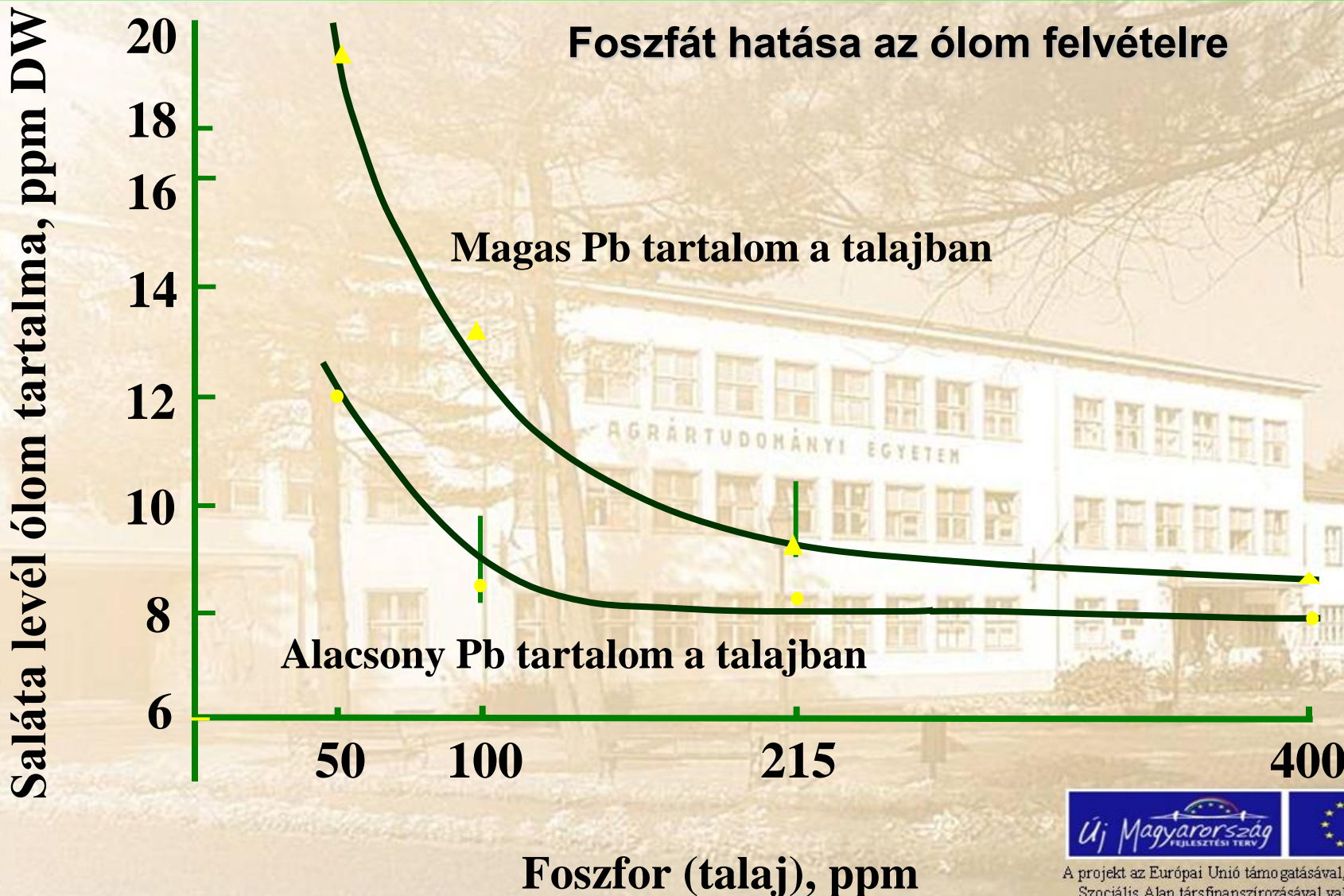
A foszfát Cd toxicitásra gyakorolt hatása (Bolan et al., 2003)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Foszfát hatása az ólom felvételre



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Apatit hatása

Apatit --- stabil komplexek képzése fém és foszfát között

- $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2(\text{s}) + 14 \text{H}^+(\text{aq})$
- $10 \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 6 \text{H}_2\text{PO}_4^-(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}$
- $10 \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 6 \text{H}_2\text{PO}_4^-(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Pb}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2(\text{s}) + 14 \text{H}^+(\text{aq})$



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

A szerves adalékok Cu toxicitásra gyakorolt hatása (Bolan et al., 2003)

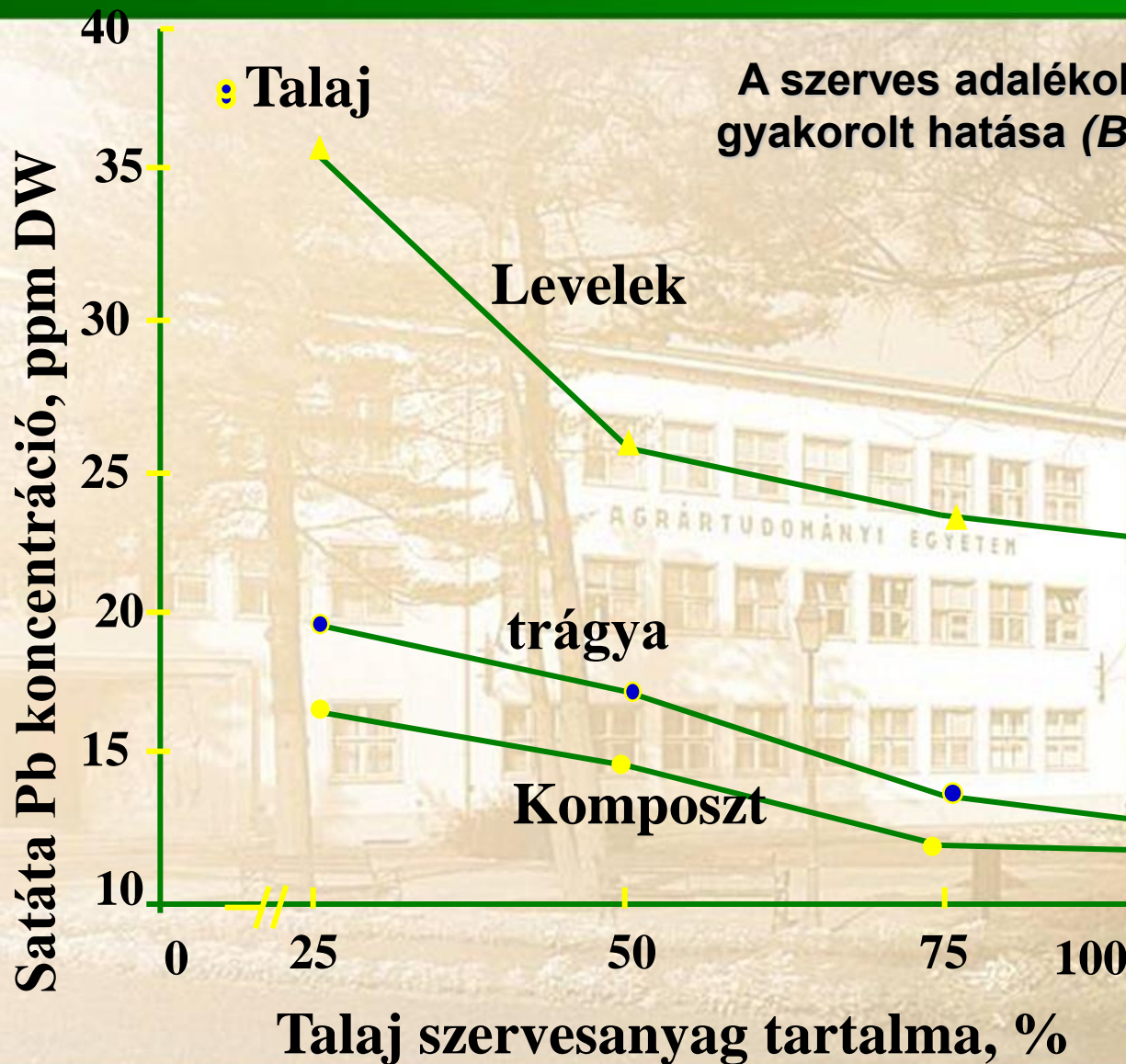


OM

Cu toxicitás

Szerves adalékok hatására
csökkenő Cu toxicitás

Cu



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A szerves adalékok Cr toxicitásra gyakorolt hatása (Bolan et al., 2003)

*OM csökkenti a Cr(VI)-ot,
 nem/kevésbé toxikus Cr(III)-má
 alakítva*

OM

Cr(VI) toxicitás

Cr



**Fitotoxikus mennyiségű cinket tartalmazó bányameddő
soils at Bunker Hill, ID;**

Háttér = Adalékanyagokkal remediált terület

Előtér = nem kezelt kontrol terület



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Debrecen Egyetem
Mezőgazdaság- Élelmiszertudományi és
Környezetgazdálkodási Kar



Pannon Egyetem
Georgikon Kar





ELŐADÁS ÖSSZEFOGLALÁSA

- A fitoremediációs technológia kifejlesztésének kritikus pontja, hogy nem jellemzőek a nagy biomassza-hozamú hiperakkumulátor fenotípusok. A fitoremediációs technológiák esetében hatékony növények 1% elemtartalommal jellemezhetők és 20 t/ha, vagy azt meghaladó száraz biomassza-hozammal optimális termelési körülmények között.
- A fitoremediáció egy relatíve alacsony költség-igényű eljárás összehasonlítva azokkal, amelyek esetében nagy energia-igényes műszaki felszerelést használnak. A fitoremediáció költségei a kezelési eljárástól és az elérni kívánt mentesítési foktól függően változnak.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



ELŐADÁS Felhasznált források

Szakirodalom:

Tamás J.: 2002. Talajremediáció. Debreceni Egyetem, Debrecen, 1-241.

Filep Gy., Kovács B., Lakatos J., Madarász T., Szabó I.: 2002. Szennyezett területek kármentesítése, Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 1-483.

Egyéb források:

Anton A., Dura Gy., Gruiz K., Horváth A., Kádár I., Kiss E., Nagy G., Simon L., Szabó P.: 1999. Talajszennyeződés, talajtisztítás, Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest, 1-219.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Köszönöm a figyelmet!



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg