



Fytoremediace I.

Petr Soudek

Laboratoř rostlinných biotechnologií
Ústav experimentální botaniky
Akademie věd České Republiky

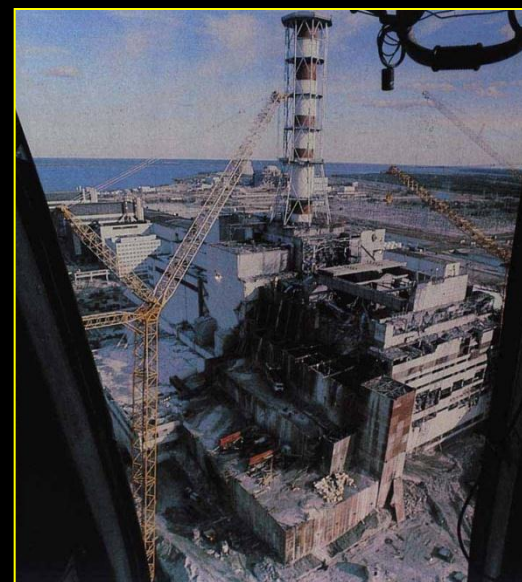
ZDROJE KONTAMINACE



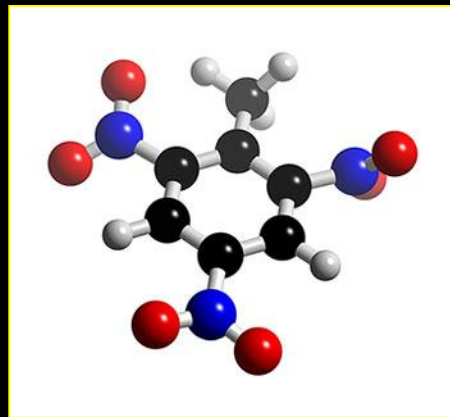
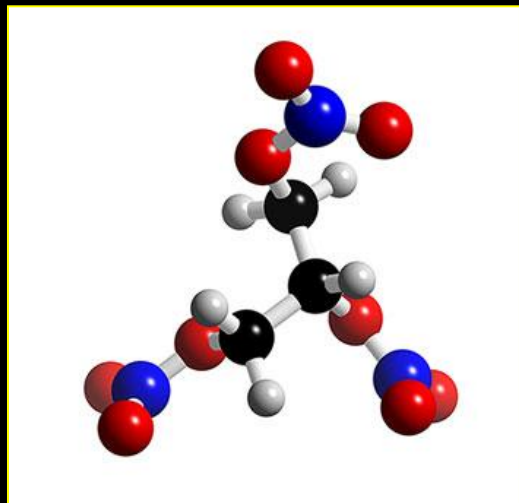
ZDROJE KONTAMINACE



ZDROJE KONTAMINACE



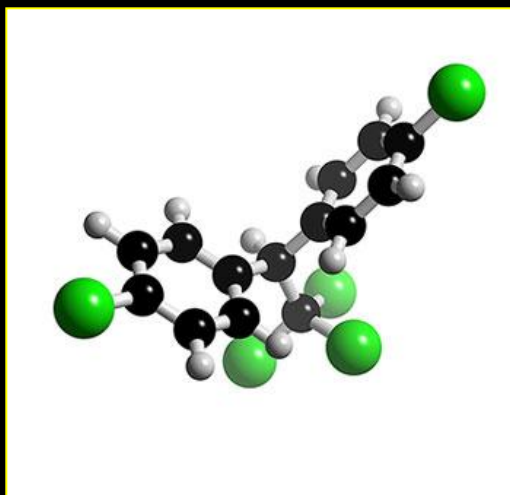
ZDROJE KONTAMINACE



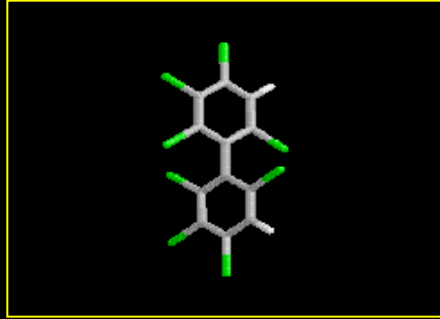
ZDROJE KONTAMINACE



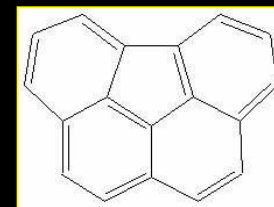
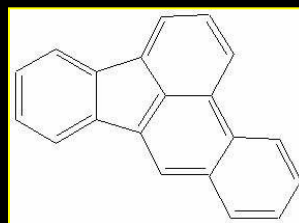
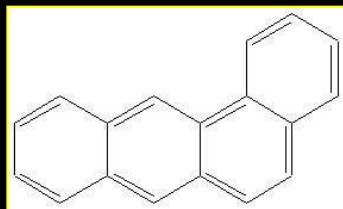
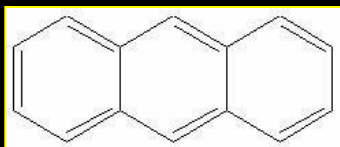
ZDROJE KONTAMINACE



ZDROJE KONTAMINACE



ZDROJE KONTAMINACE



ZDROJE KONTAMINACE

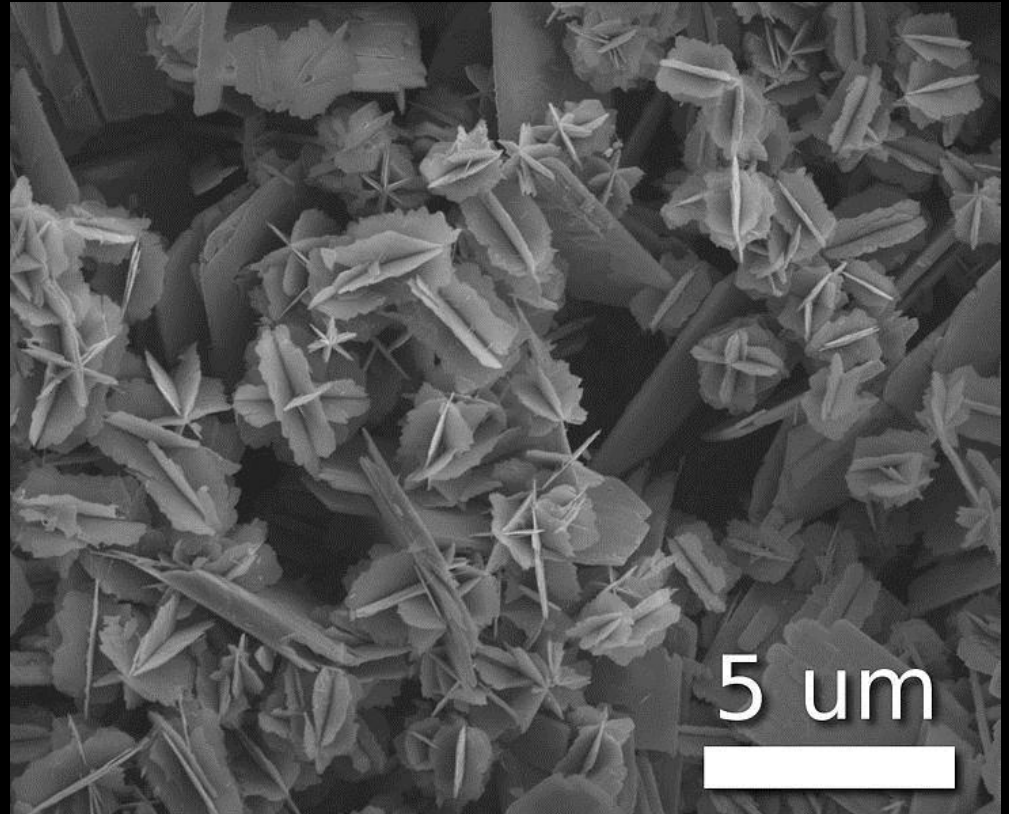
Petr Soudek - Fytoremediace I.



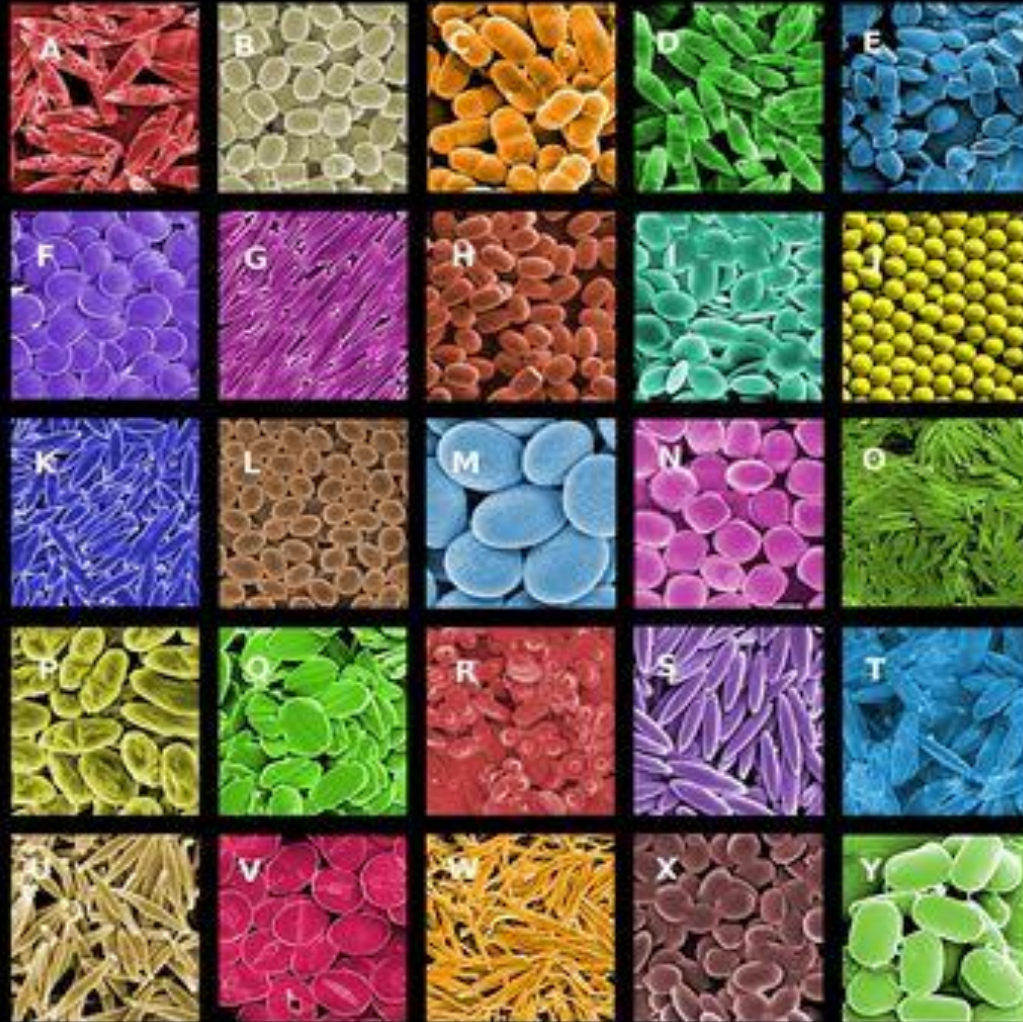
ZDROJE KONTAMINACE



Inhalable ■ ■ ■
Thoracic ■ ■
Respirable ■



ZDROJE KONTAMINACE



FYTOREMEDIACE



PŘÍRODNÍ ATENUACE ?



FYTOREMEDIACE

Fytoremediace byly definovány jako využití zelených rostlin a s nimi asociovaných mikroorganismů, půdních doplňků a agronomických technik pro odstranění či transformaci kontaminantů z životního prostředí.

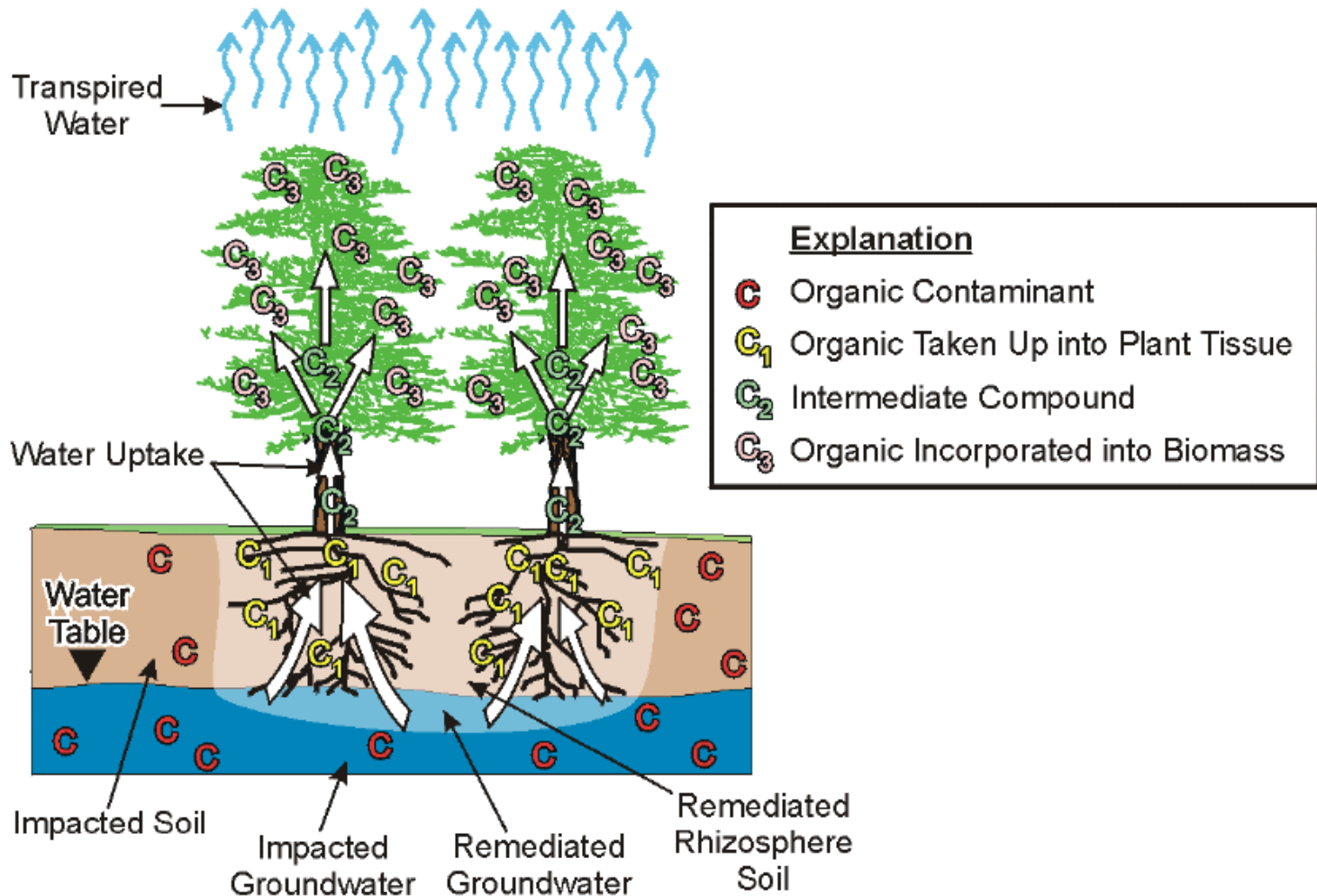


TYPY FYTOREMEDIACE



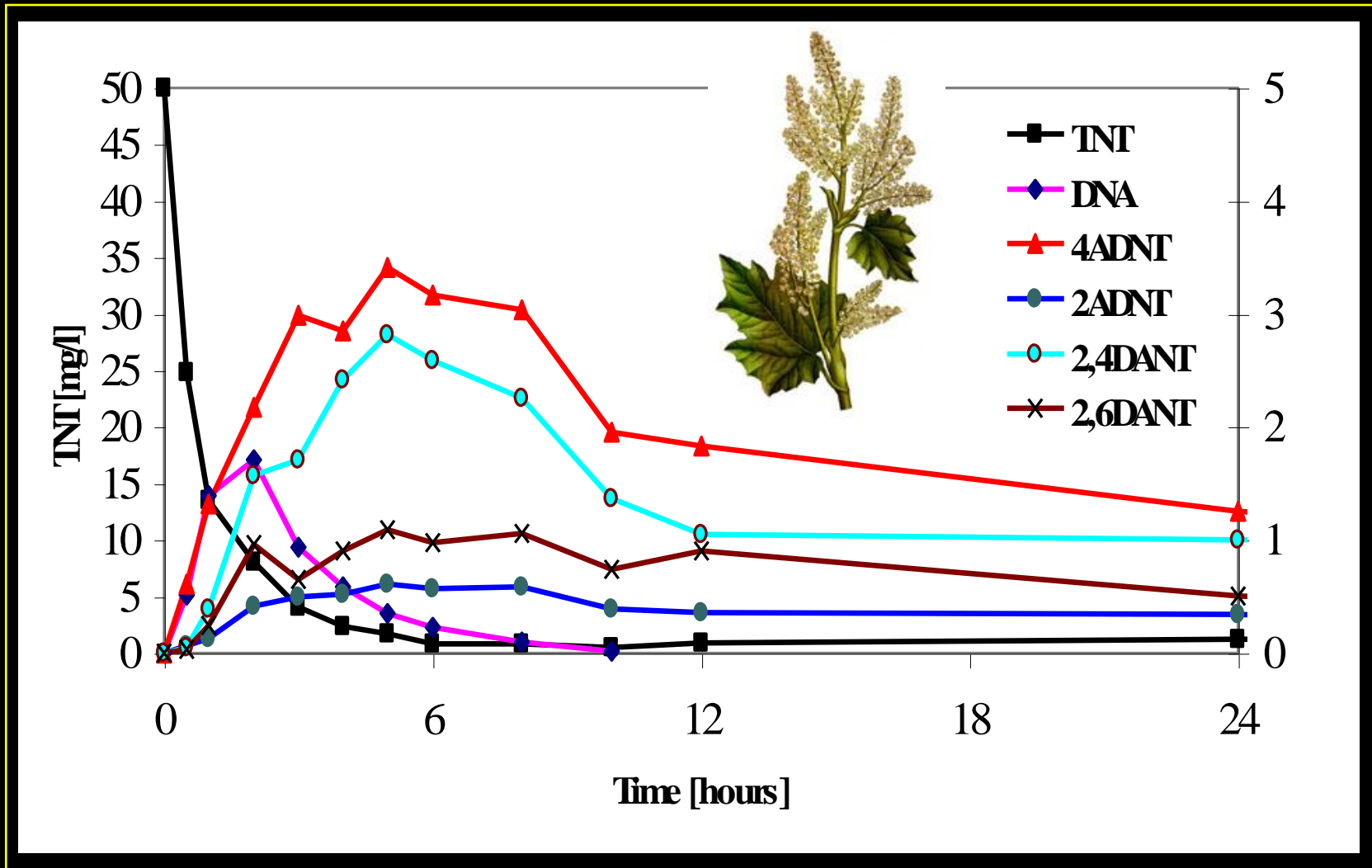
TYPY FYTOREMEDIACE

Fytodegradace organických látek



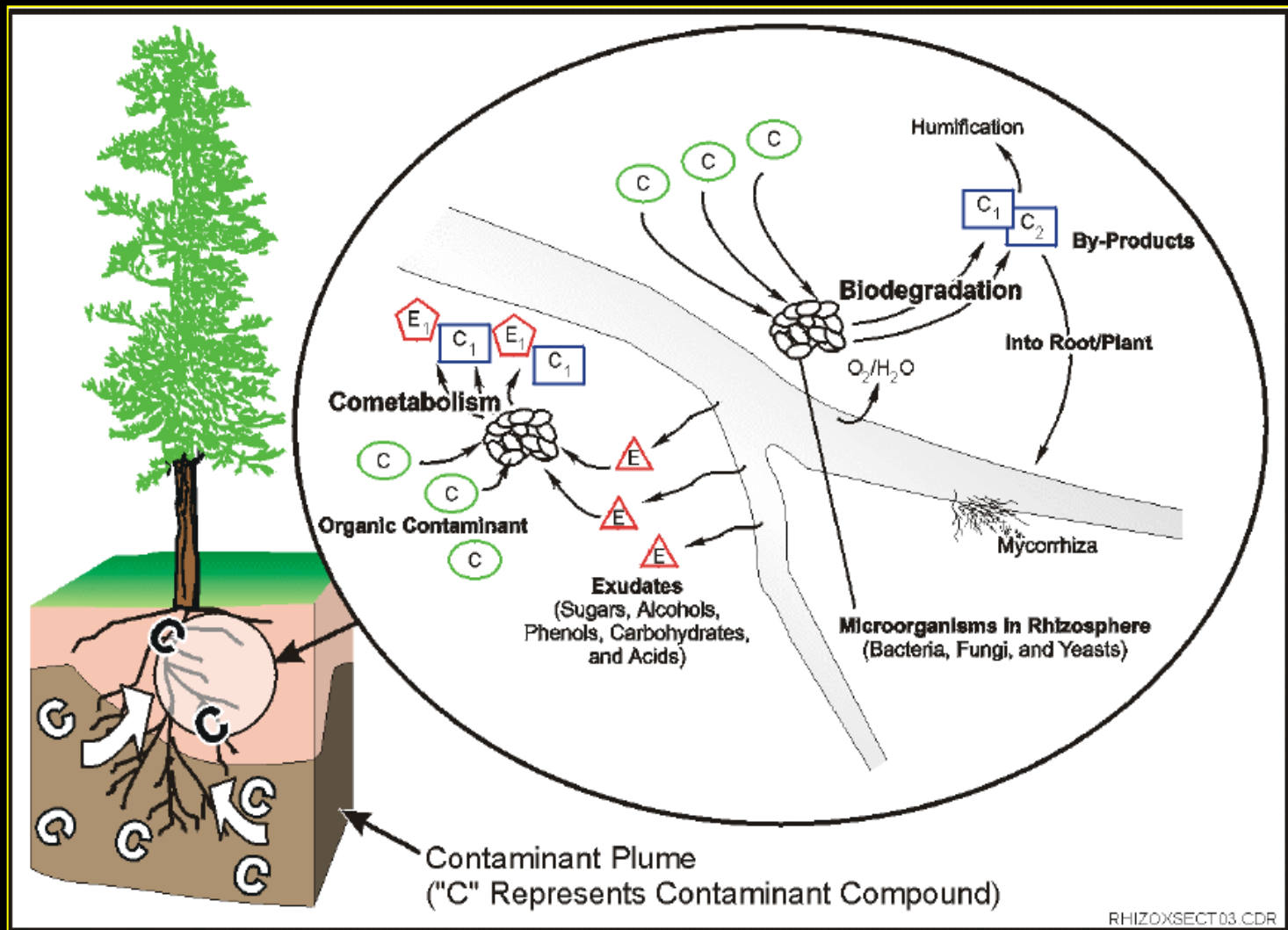
DEGRADACE TNT SUSPENZNÍ KULTUROU

Rheum palmatum



TYPY FYTOREMEDIACE

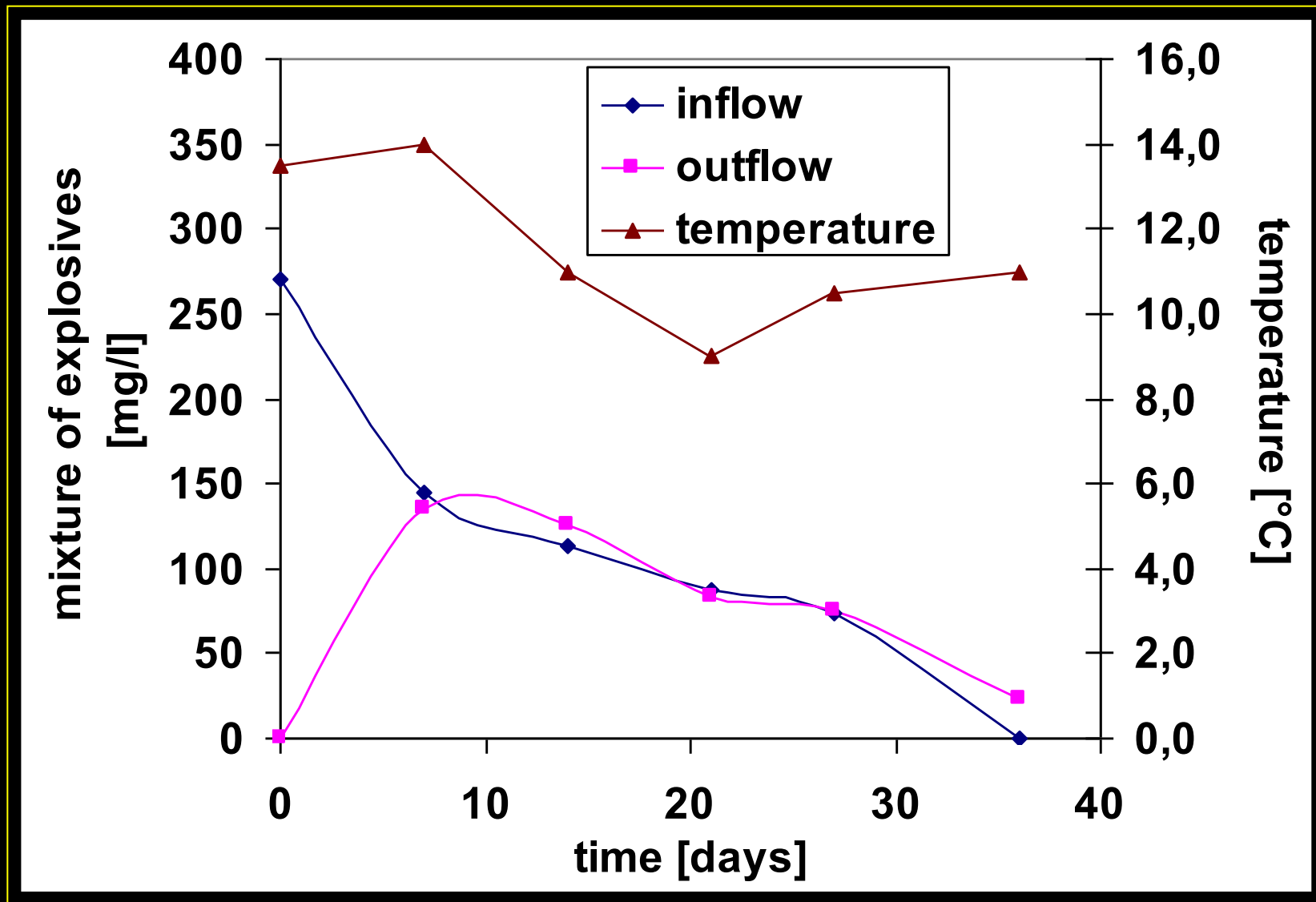
Rhizodegradace organických látek



PILOTNÍ UMĚLÝ MOKŘAD

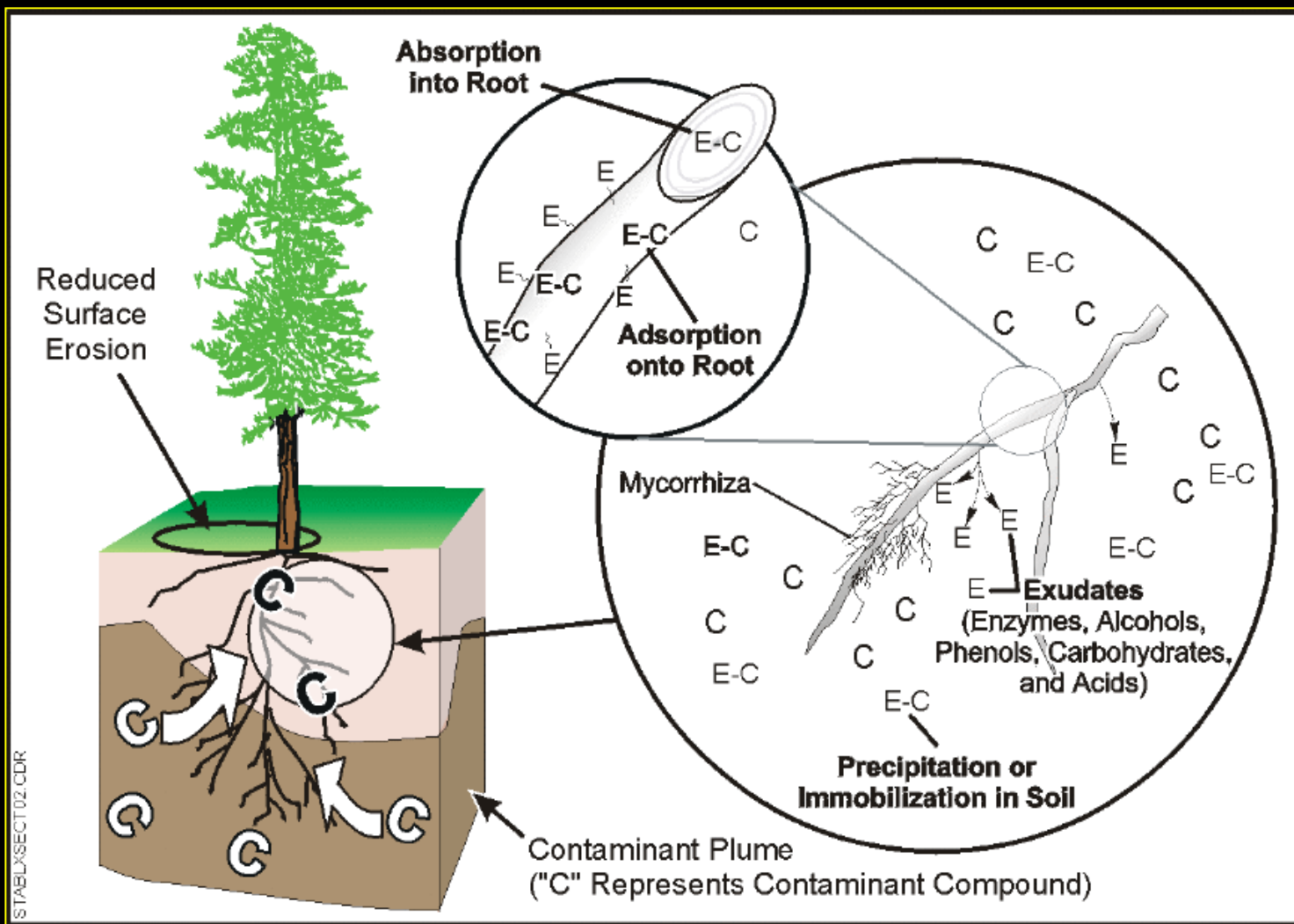


DEGRADACE EXPLOSIV V ODPADNÍ VODĚ



TYPY FYTOREMEDIACE

Fytostabilizace anorganických (nebo organických) látek



BIOMONITORING REKULTIVOVANÉ HALDY



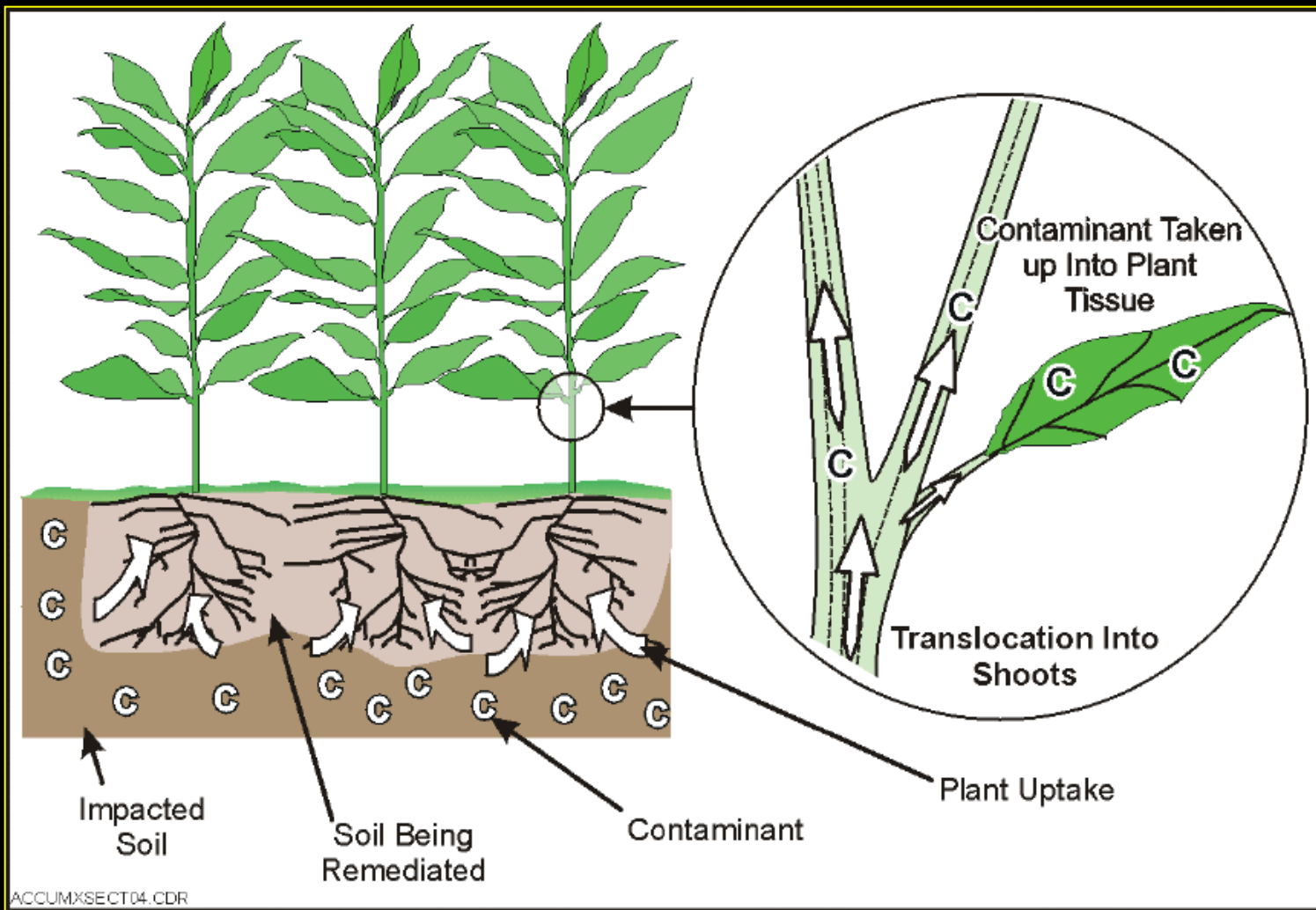
Testování možného transportu radionuklidů do pěstovaných technických plodin

Rostlinné druhy	[Bq ²²⁶ Ra/g]
<i>Linum usitatissimum</i> „Atalante“	0.00
<i>Linum usitatissimum</i> „Jitka“	0.00
<i>Helianthus annuus</i>	0.00
<i>Zea mays</i>	0.00
<i>Cannabis sativa</i> „Beniko“	0.00
<i>Cannabis sativa</i> „Juso-11“	0.00
<i>Cannabis sativa</i> „Silesia“	0.00

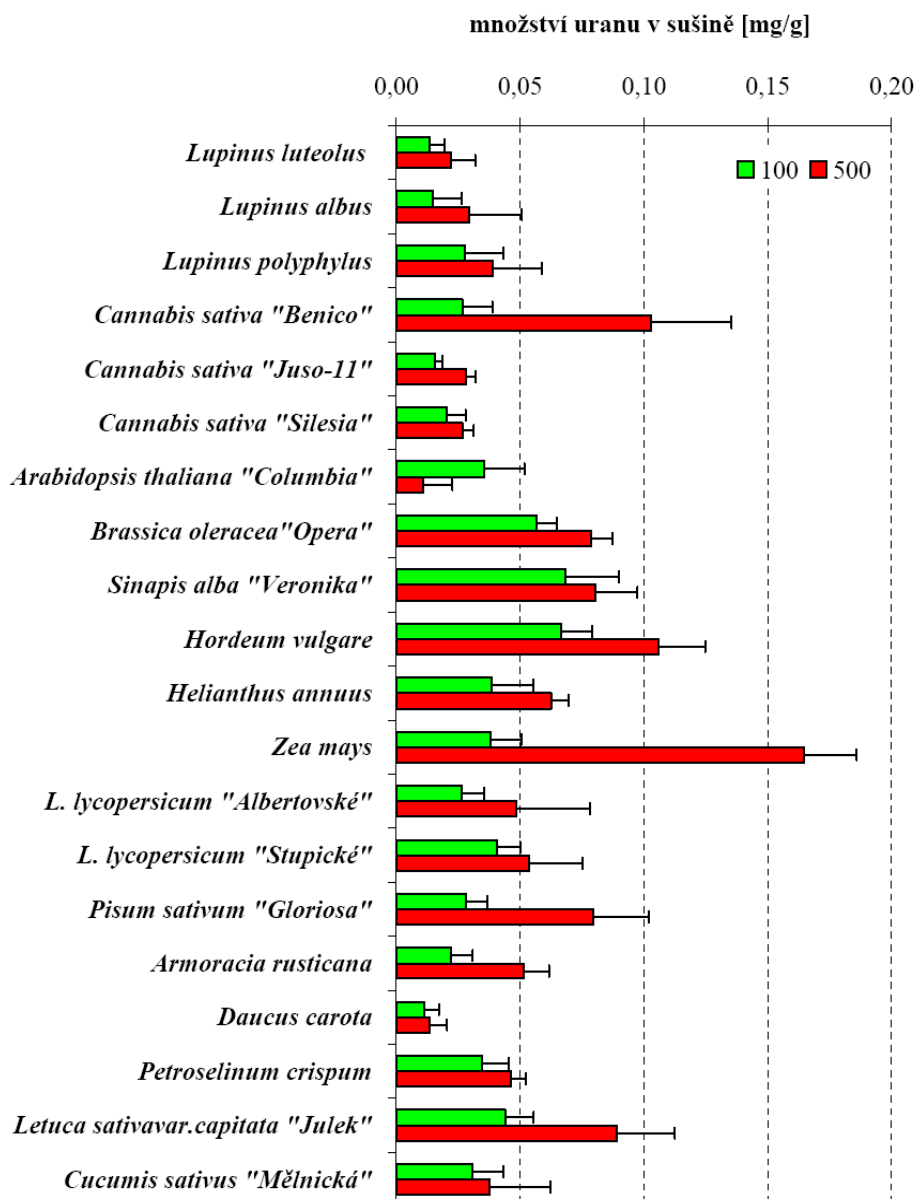


TYPY FYTOREMEDIACE

Fytoakumulace anorganických látek

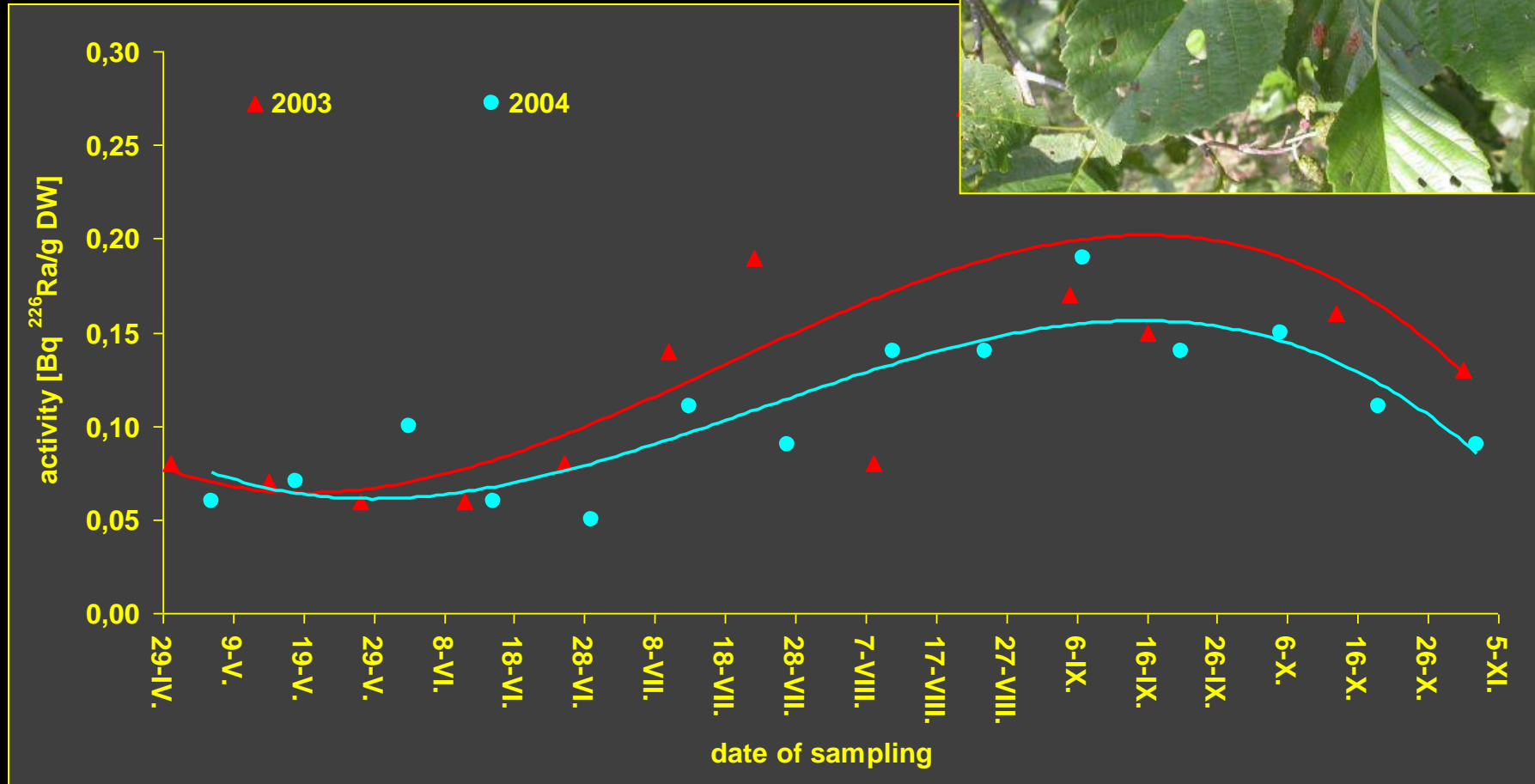


AKUMULACE URANU



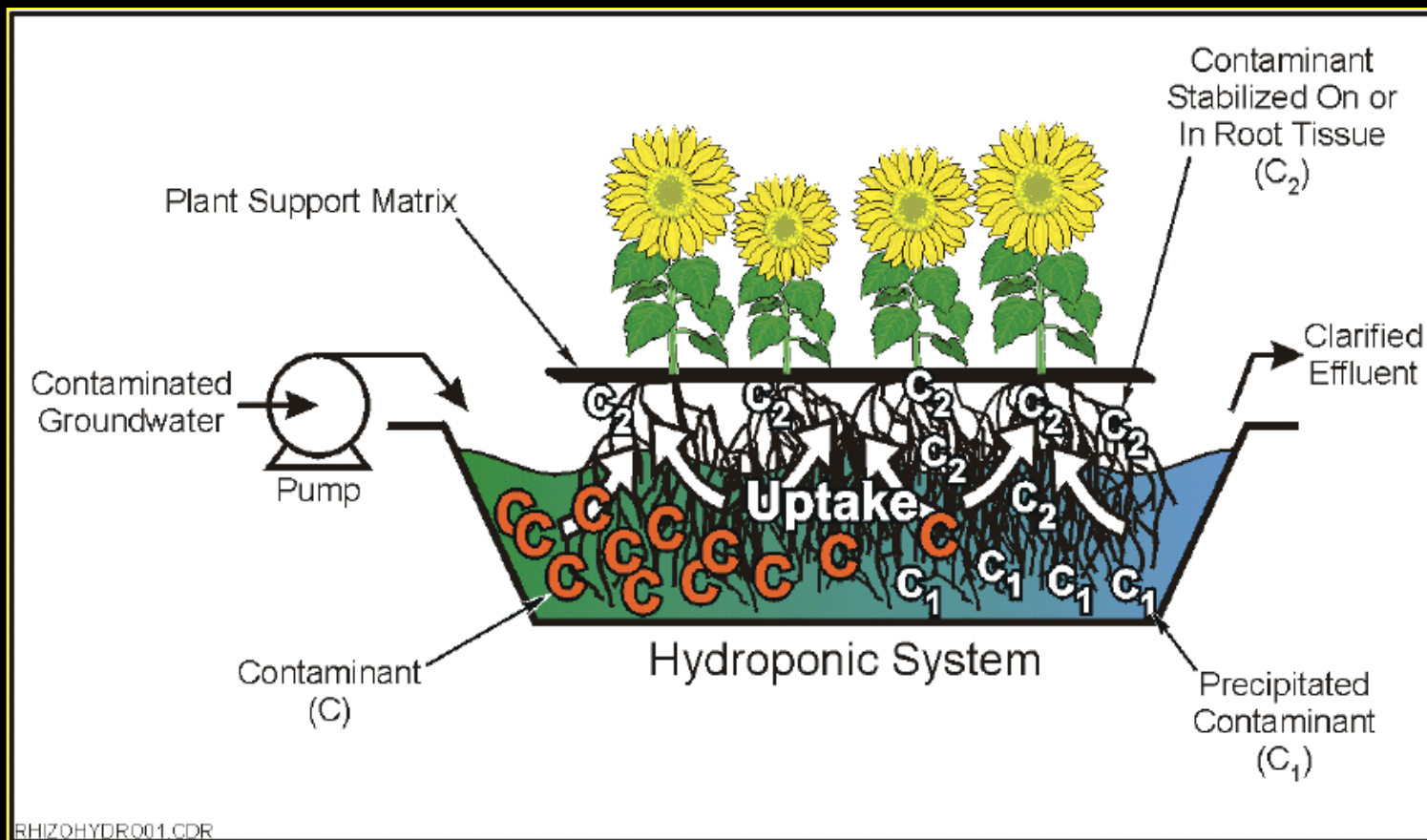
TRANSFER RADIONUKLIDŮ

Alnus glutinosa - leaves



TYPY FYTOREMEDIACE

Rhizofiltrace anorganických látek



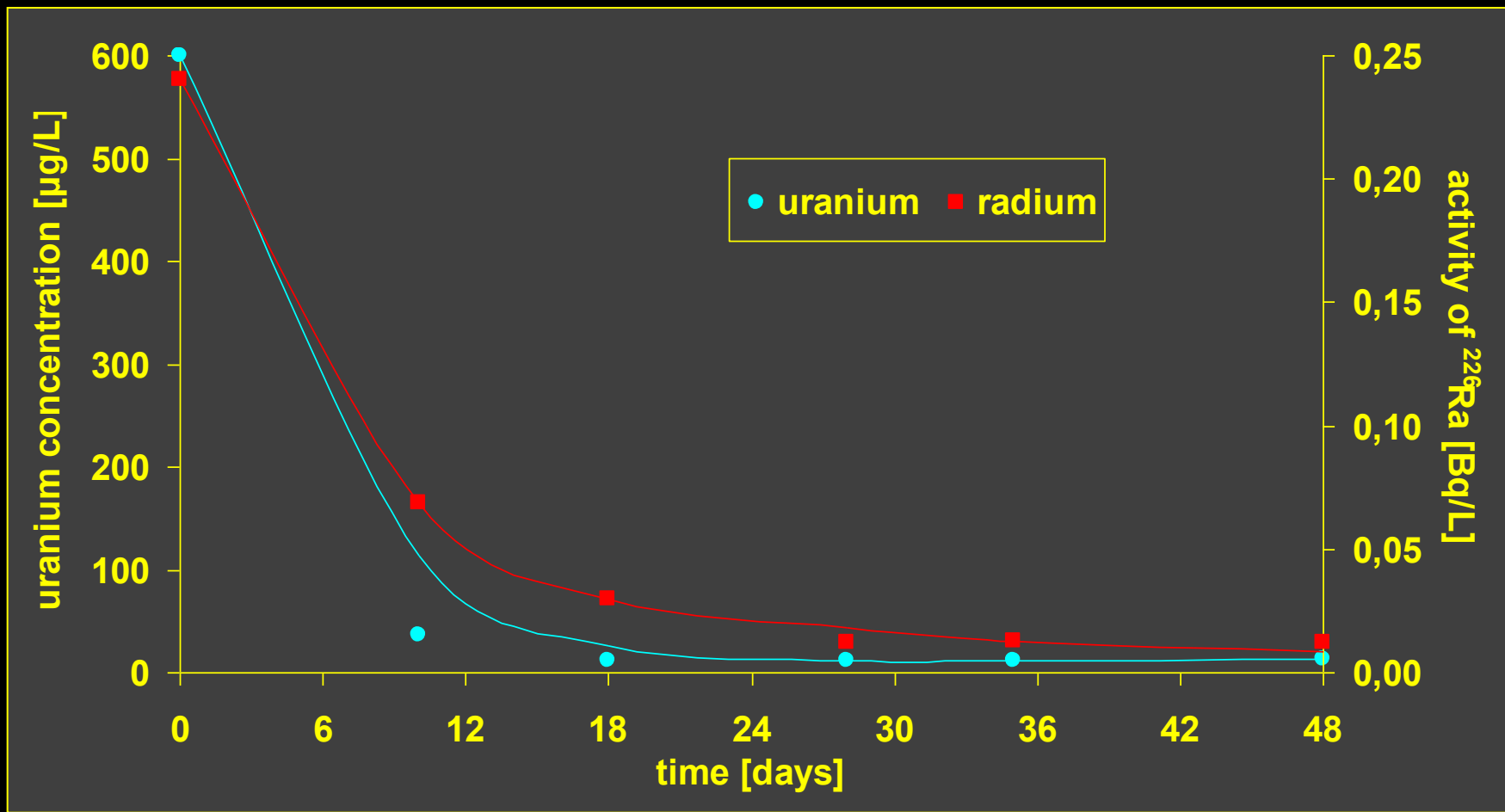
PILOTNÍ UMĚLÝ MOKŘAD



Typha latifolia
Phragmites australis
Carex buxbaumii
Juncus inflexus
Iris pseudacorus



AKUMULACE URANU A ^{226}Ra



TYPY FYTOREMEDIACE

Fytovolatilizace organických (nebo anorganických) látek

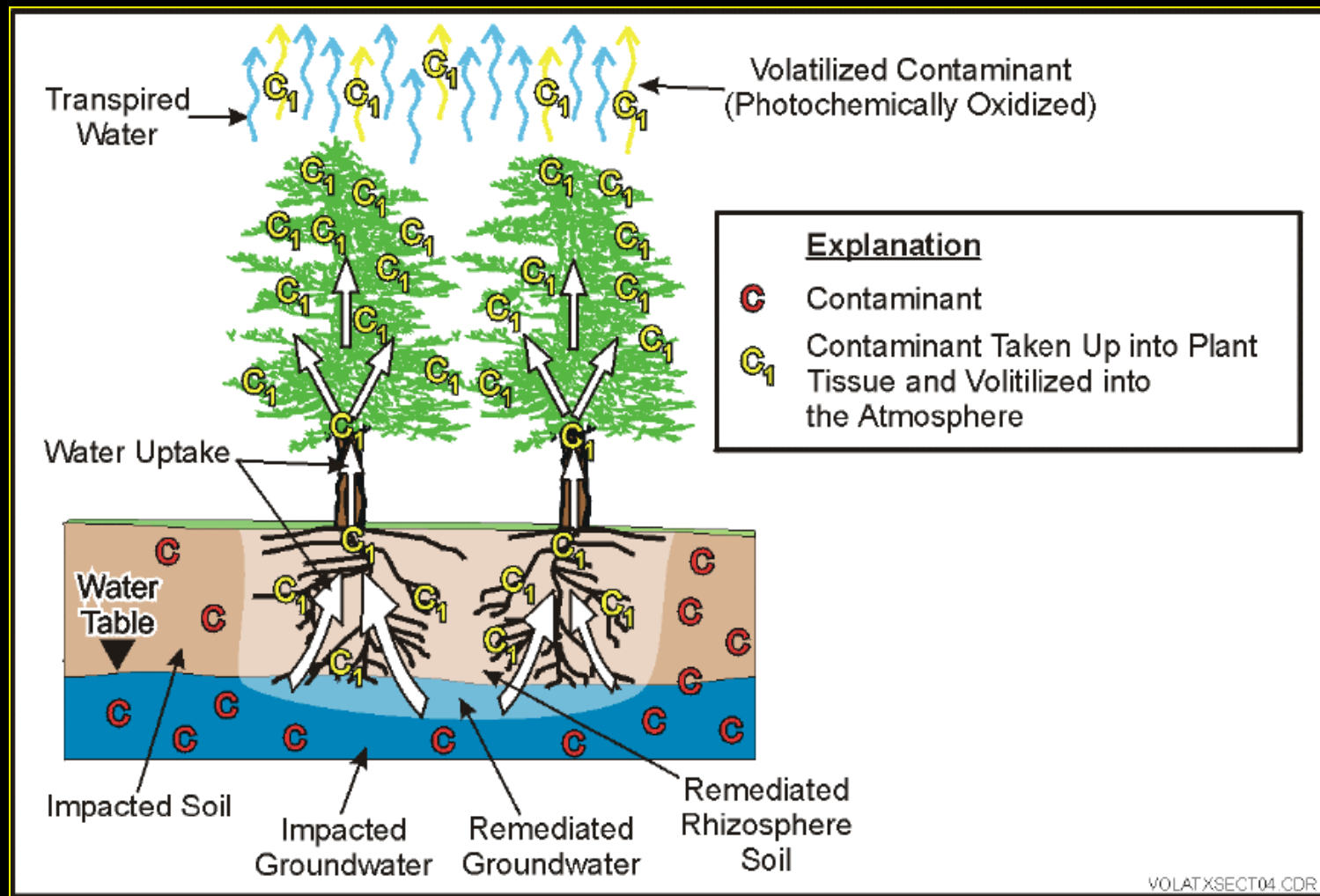
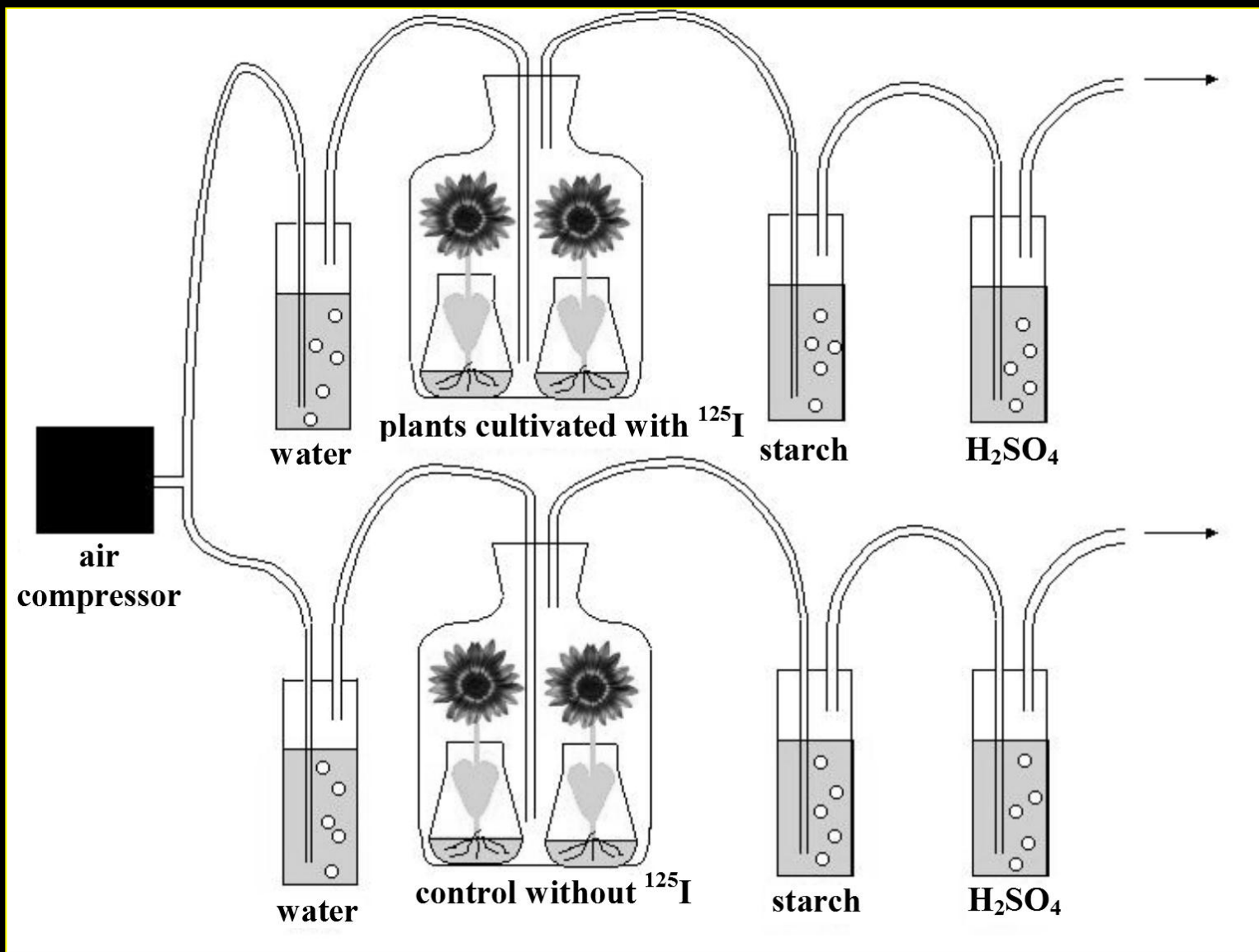


SCHÉMA EXPERIMENTU



FYTOVOLATILIZAČNÍ EXPERIMENT

	čas [dny]					
	0	5	10	15	19	34
roztok škrobu	10.23	8.35	11.92	9.81	9.55	13.24
kyselina sírová	10.23	10.28	11.61	8.35	12.00	15.46
roztok škrobu (kontrola)	10.23	11.56	10.58	12.79	12.95	16.27
kyselina sírová (kontrola)	10.23	11.75	10.63	9.29	7.84	15.52

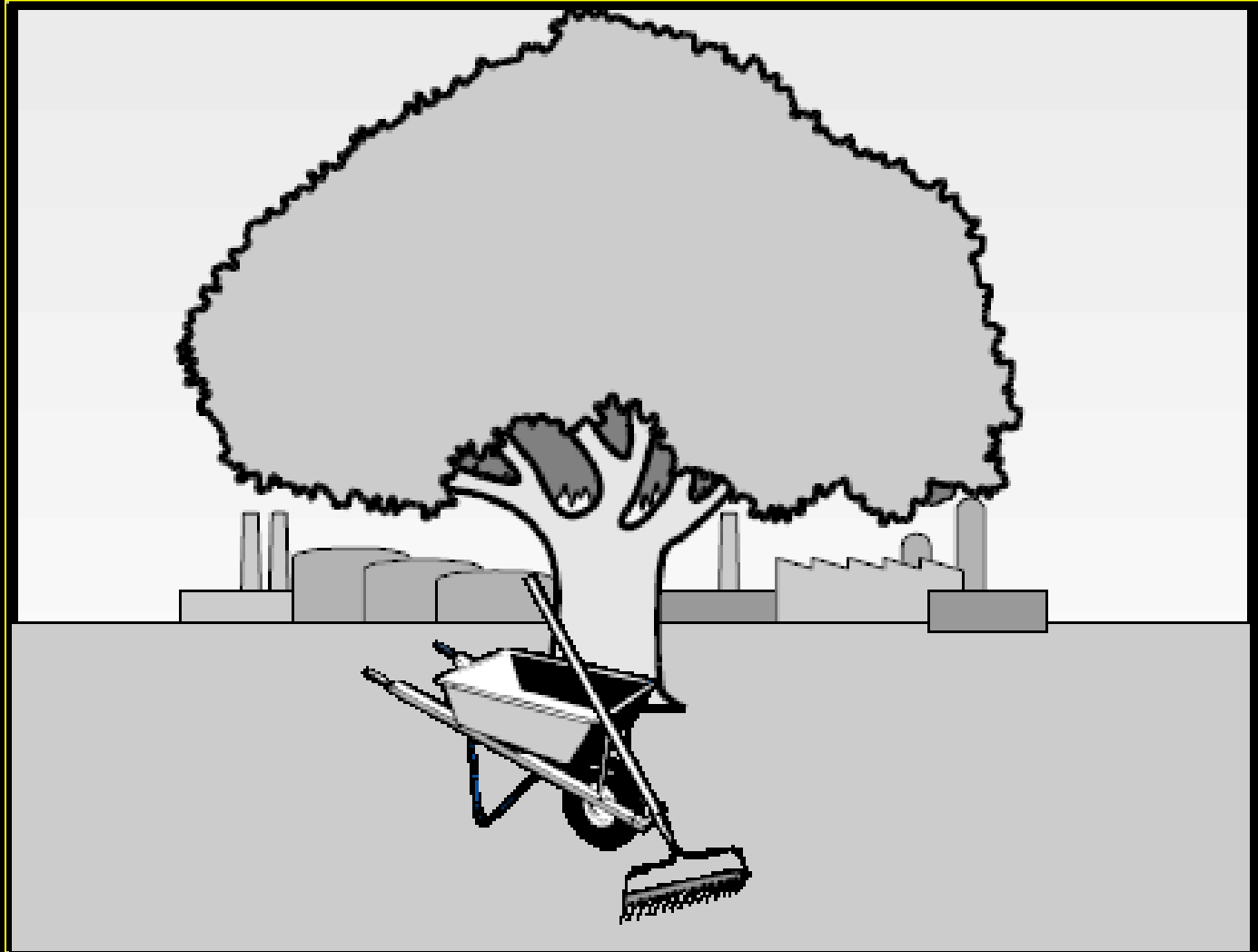
Časová závislost aktivity (Bq/mL) roztoku škrobu a kyseliny sírové v promývacím aparátu.



VÝHODY FYTOREMEDIACE

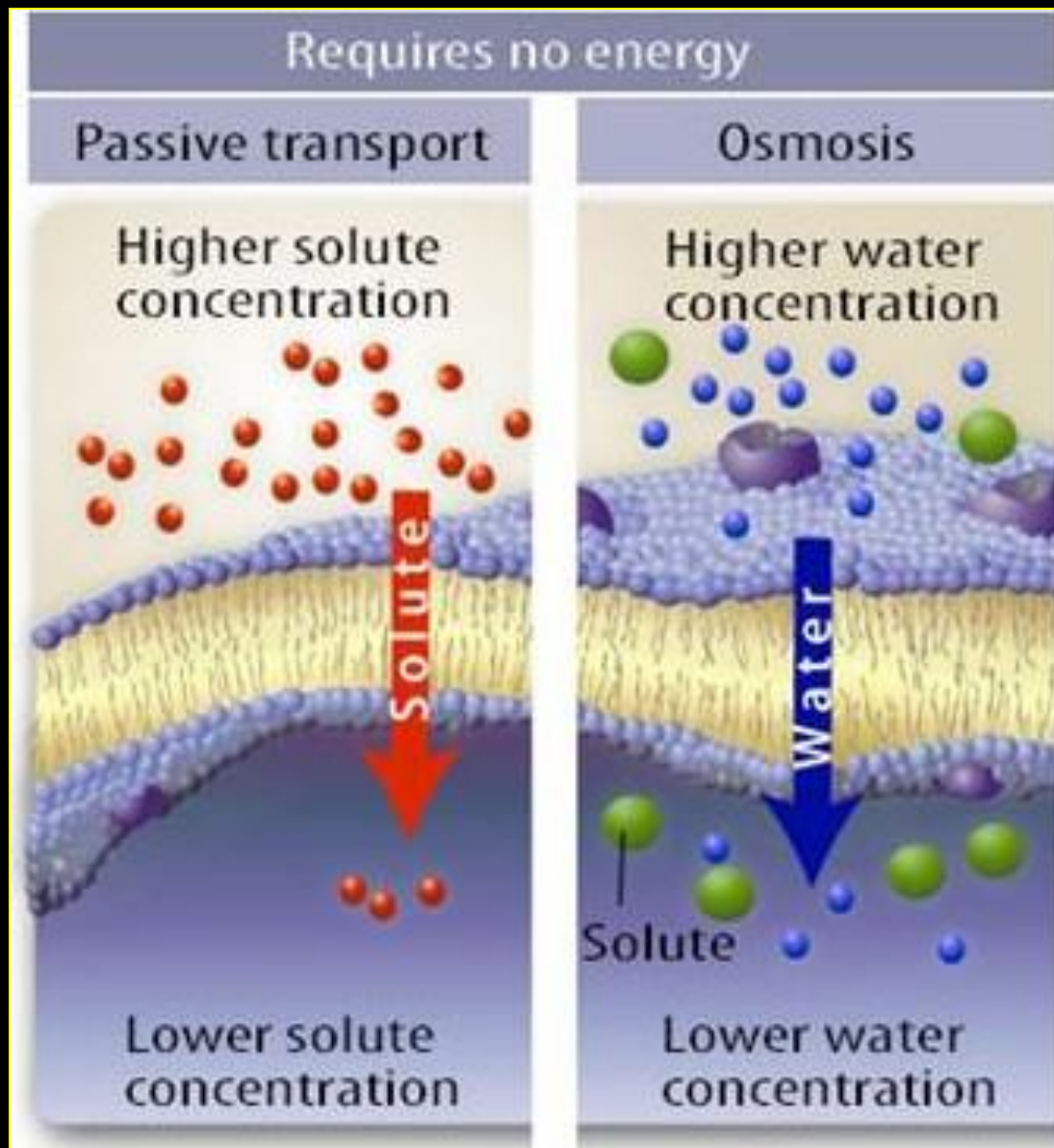


IN SITU

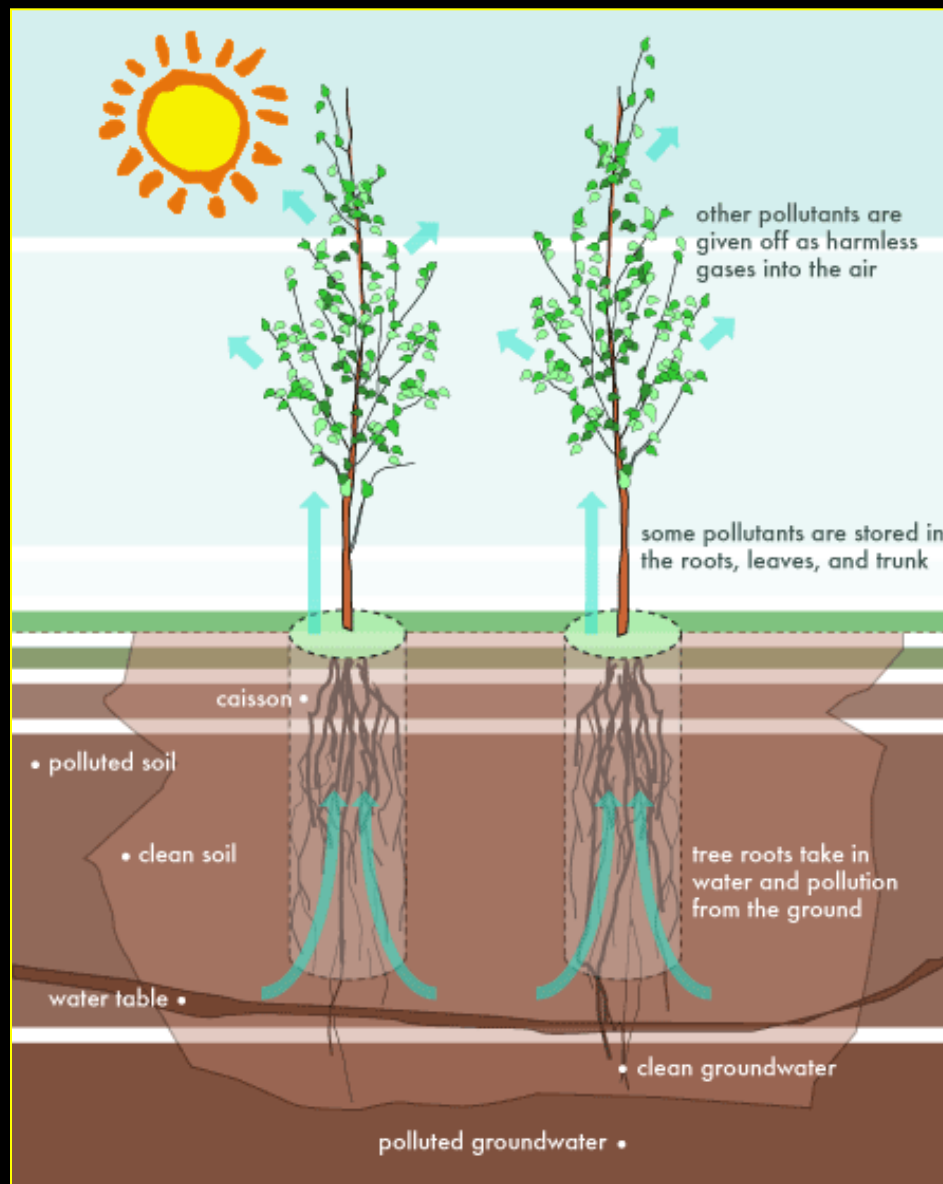


PASIVNÍ

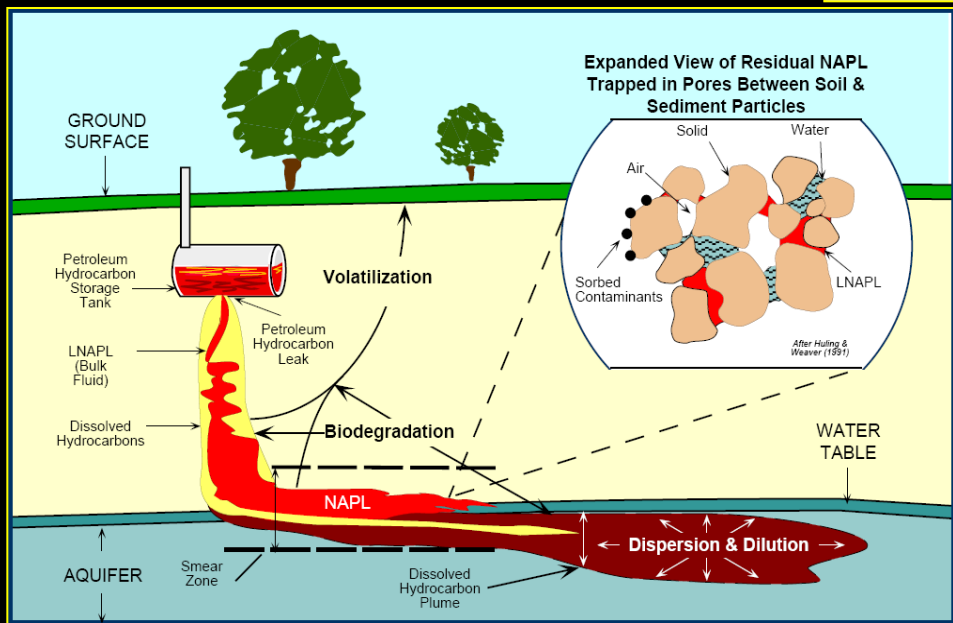
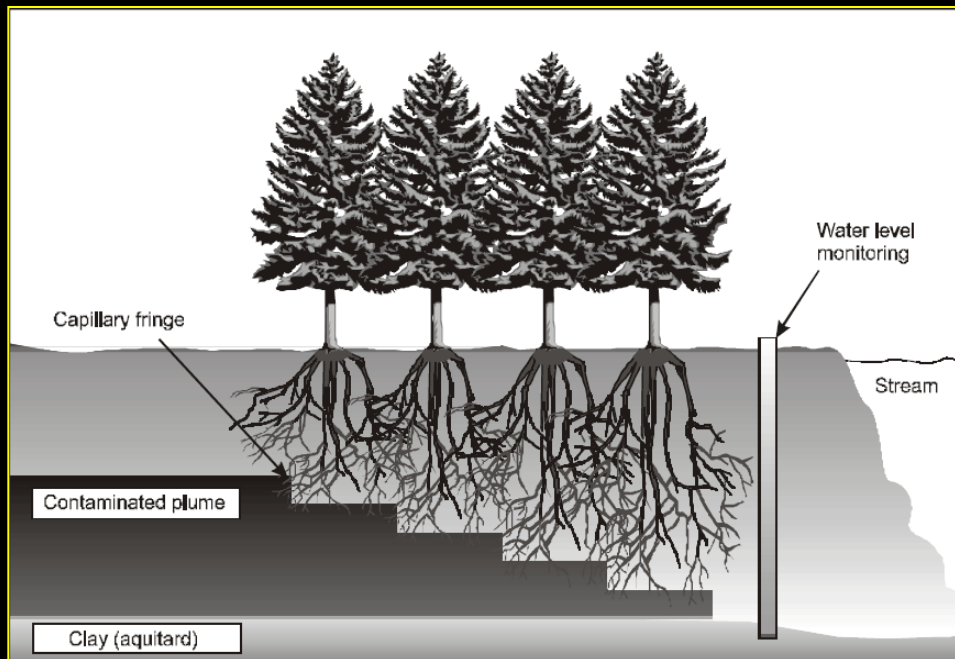
Fytoremediace je pasivní remediační technika na bázi přirozené schopnosti vegetace využívat živiny, které jsou transportovány vzlínáním z půdy a povrchové vody rostlinným kořenovým systémem.



POHÁNĚNA SOLÁRNÍ ENERGIÍ



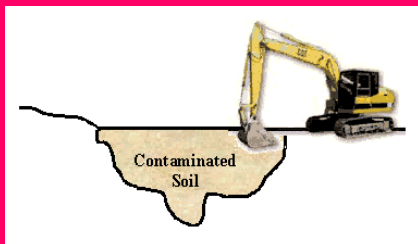
RYCHLEJŠÍ NEŽ PŘÍRODNÍ ATENUACE



SNÍŽENÍ VZDUŠNÝCH A VODNÍCH EMISÍ

Porovnání množství odpadu (404.7 m²)

Bagrování



30 000 tun

Fytoextrakce

Biomasa

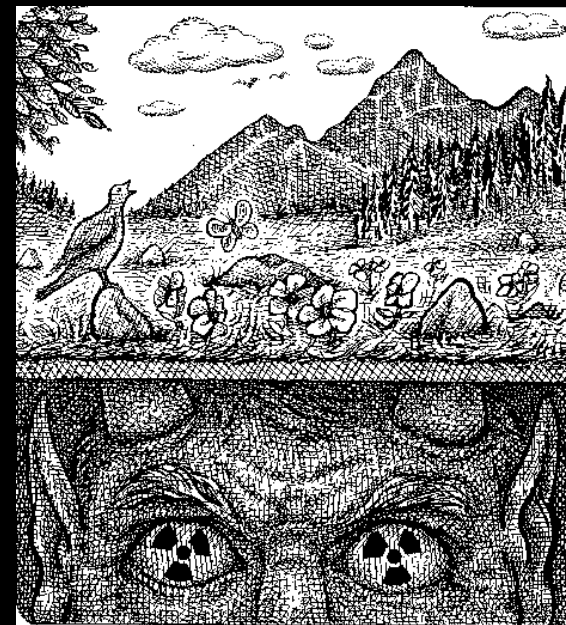


1 200 tun

Popel



120 tun



PŮDA ZŮSTÁVÁ NA MÍSTĚ



Len (Česká Republika)	EUR / ha
EU bonus na zpracování	364
Dotace na pěstování	243
Semena	117
Stonky na vlákno	749
Obdělávání půdy a sklizeň	-625
Semena pro výsev	-125
Zisk	723

European leaders agreed in March 2007 to have 20% of their overall energy needs covered by renewables such as biomass, hydro, wind and solar by 2020.



BIOMASS



KOMPATIBILNÍ S KLASICKÝMI TECHNOLOGIEMI

Kompatibilní technologie

- **Vymývání půdy/mechanická separace**
- **Vybagrování - ex situ zpracování**
- **Elektrokinetika**
- **Stabilizace**



FINANČNÍ VÝHODNOST

Finanční výhodnost fytořemediace (rhizosférové bioremediace) půdy s využitím hustě kořenících travin v porovnání jinými technikami (E. Drake, Exxon, Anandale, NJ)

Typ ošetření	Rozpětí ceny \$/tunu
Fytořemediace	10-35
In situ bioremediace	50-150
Půdní venting	20-220
Nepřímé termické	120-300
Promývání půdy	80-200
Solidifikace/stabilizace	240-340
Extrakce rozpouštědly	360-440
Spalování	200-1500

VYSOCE AKCEPTOVATELNÉ VEŘEJNOSTÍ





NEVÝHODY FYTOREMEDIACE

NÍZKÁ TOLERANCE ROSTLIN

Ekotoxikologické testy



NÍZKÝ TRANSPORT KONTAMINANTŮ Z KOŘENŮ DO NADZEMNÍ ČÁSTI



Lupinus albus - akumulace nuklidů ^{210}Pb a ^{109}Cd

MALÉ ROZMĚRY ROSTLIN VHODNÝCH K REMEDIACI



Thlaspi rotundifolium
8 200 $\mu\text{g Pb/g DW}$



Thlaspi alpinum
31000 $\mu\text{g Ni/g DW}$

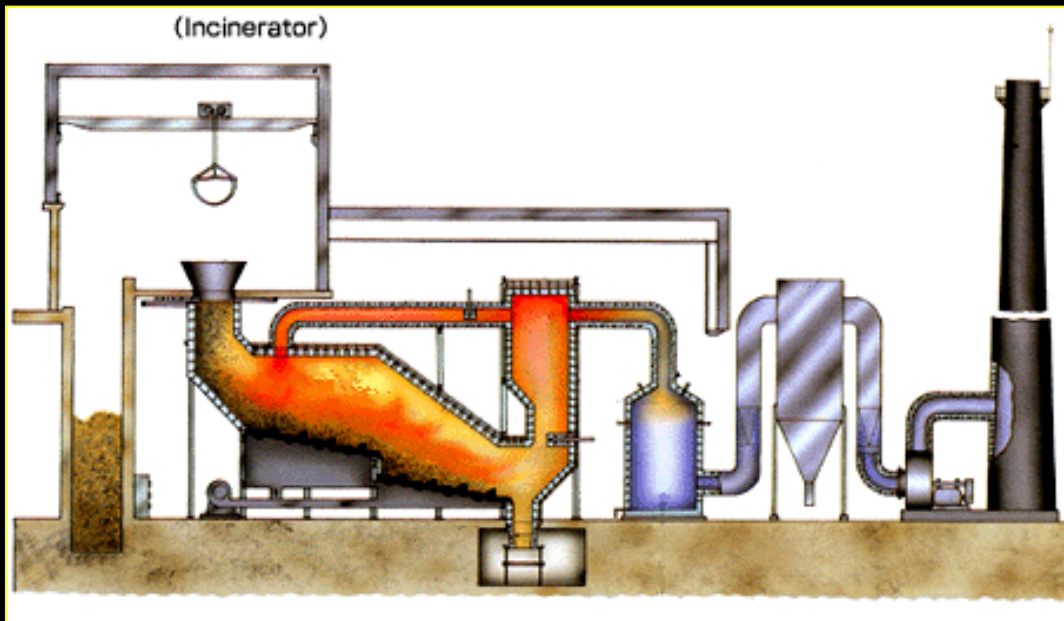


Thlaspi calaminare
39600 $\mu\text{g Zn/g DW}$



Thlaspi caerulescens
1800 $\mu\text{g Cd/g DW}$

NAKLÁDÁNÍ S KONTAMINOVANÝM ROSTLINNÝM ODPADEM



Spalování



Kompostování



NEOBEZNÁMENOST ÚŘEDNÍKŮ S TECHNOLOGIÍ



- Je možno vyčistit kontaminovanou plochu na požadovaný limit ?
- Za jakou dobu ?
- Nevznikají nějaké toxické meziproducty nebo producty ?
- Je to finančně výhodnější než alternativní metody ?
- Je metoda přijatelná pro veřejnost ?

NEBEZPEČÍ KONTAMINACE POTRAVNÍHO ŘETĚZCE

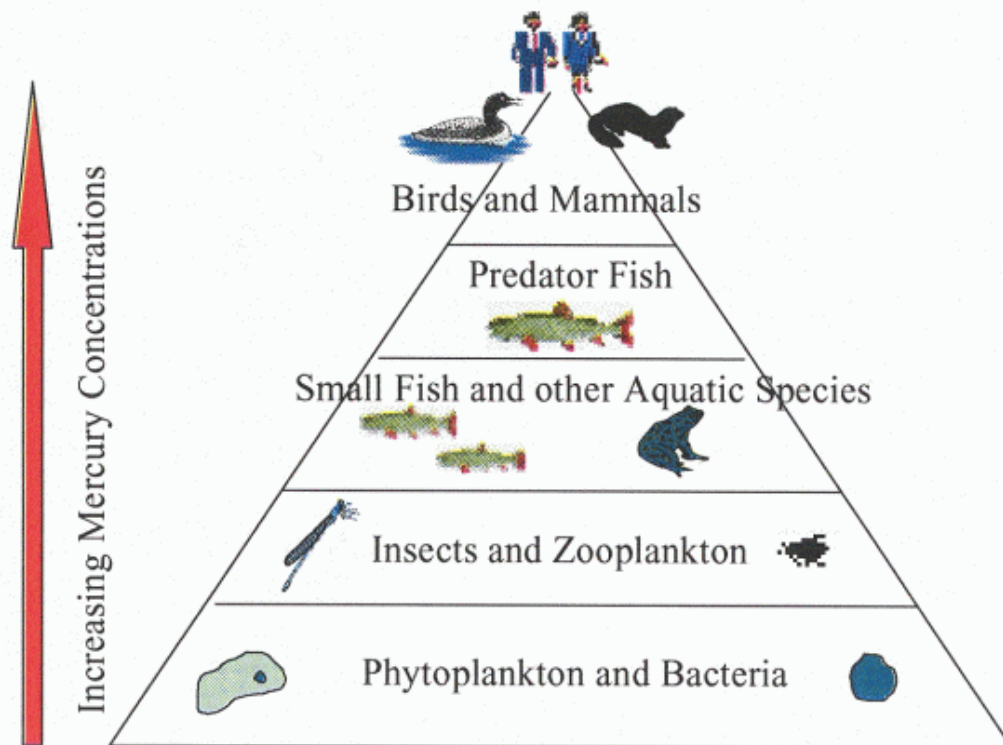
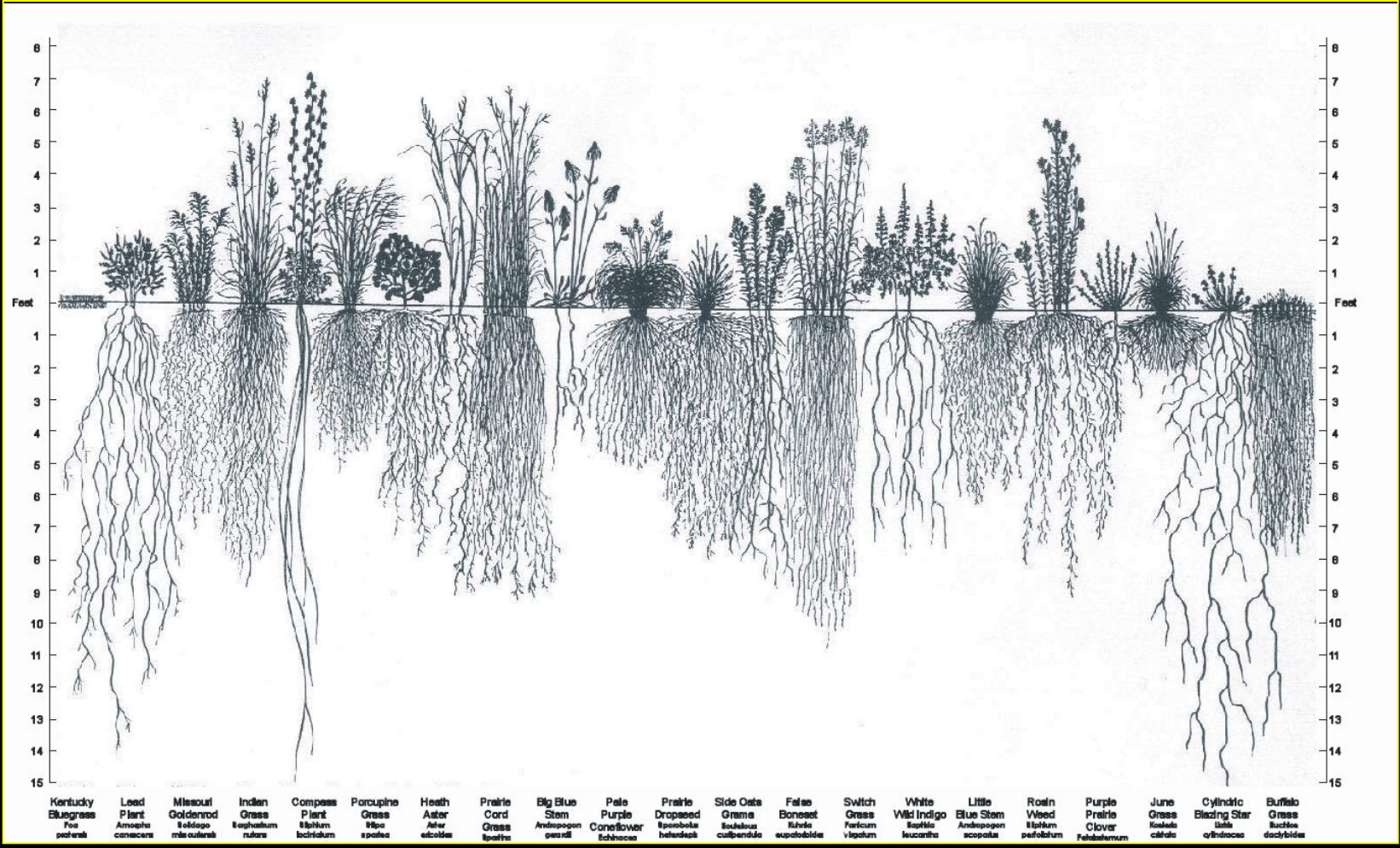


Figure 1. Accumulation of mercury in the food chain.

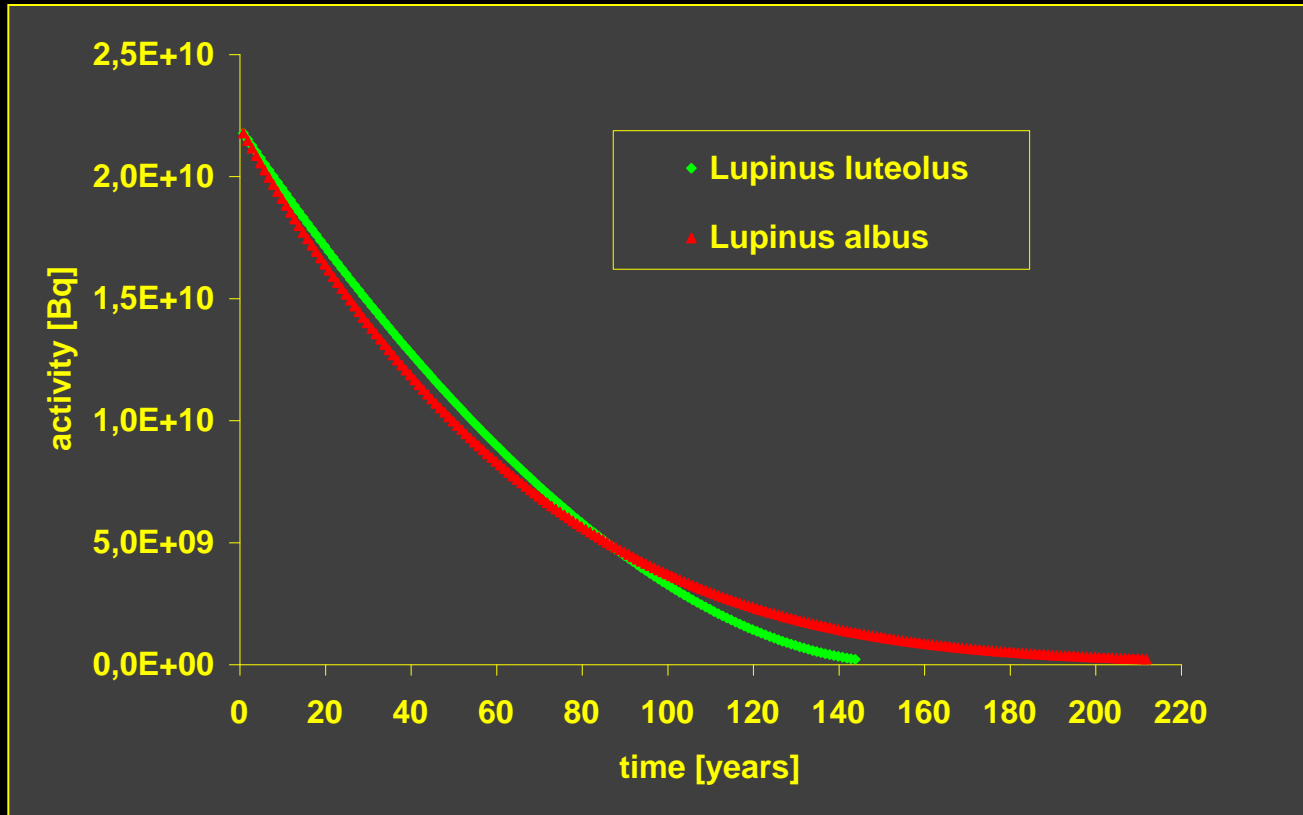
(Reprinted from Clean the Rain, Clean the Lakes: National Wildlife Federation, 2000)

KONTAMINANTY POD DOSAHEM KOŘENOVÉ ZÓNY

Petr Soudek - Fytoremediace I.



DLOUHODOBÝ PROCES



KONTAMINANT JE V BIOLOGICKY NEDOSTUPNÉ FORMĚ



CHYBÍ ROSTLINY VHODNÉ PRO REMEDIACI

Rostliny pro
remediaci



Thlaspi calaminare



Helianthus annuus

