

Fytoremediace II.

Petr Soudek

Laboratoř rostlinných biotechnologií
Společná laboratoř ÚEB AV ČR, v.v.i. A VÚRV, v.v.i.
Akademie věd České Republiky



PŘÍRODNÍ ATENUACE ?

Petr Soudek - Fytoremediace II.





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.





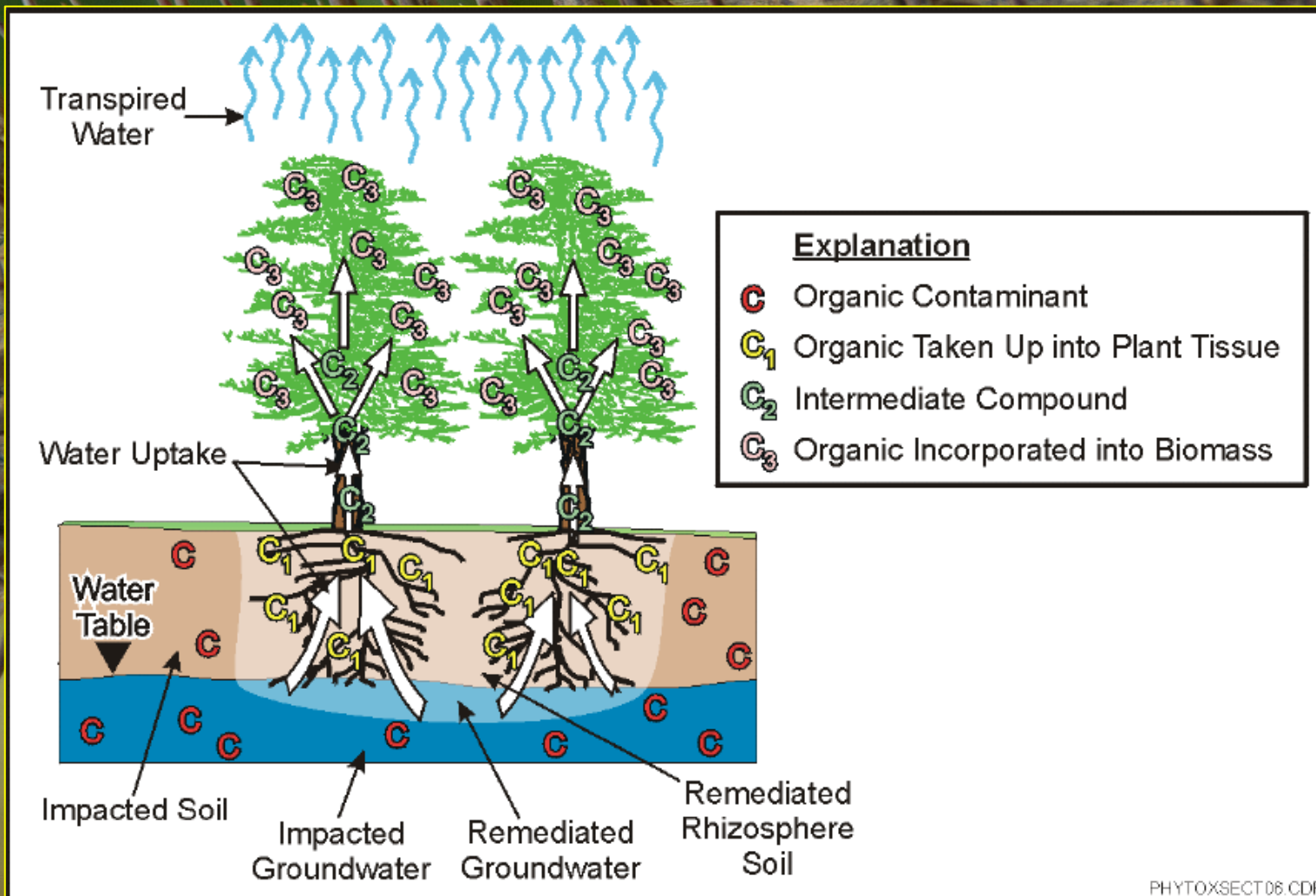
TYPY FYTOREMEDIACE



TYPY FYTOREMEDIACE

Fytodegradace organických látek

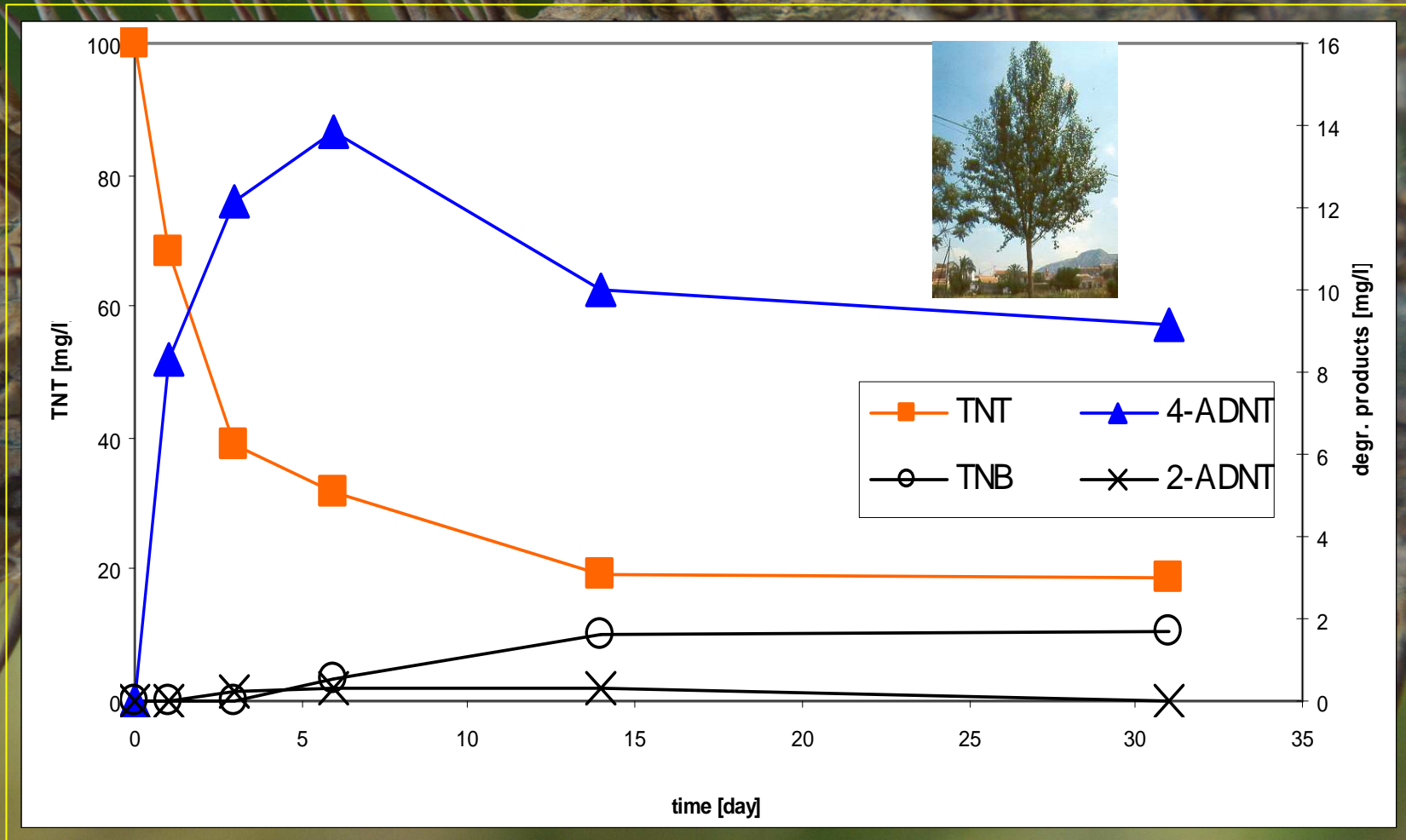
Petr Soudek - Fytoremediace II.





DEGRADACE TNT SUSPENZNÍ KULTUROU *Populus simonii*

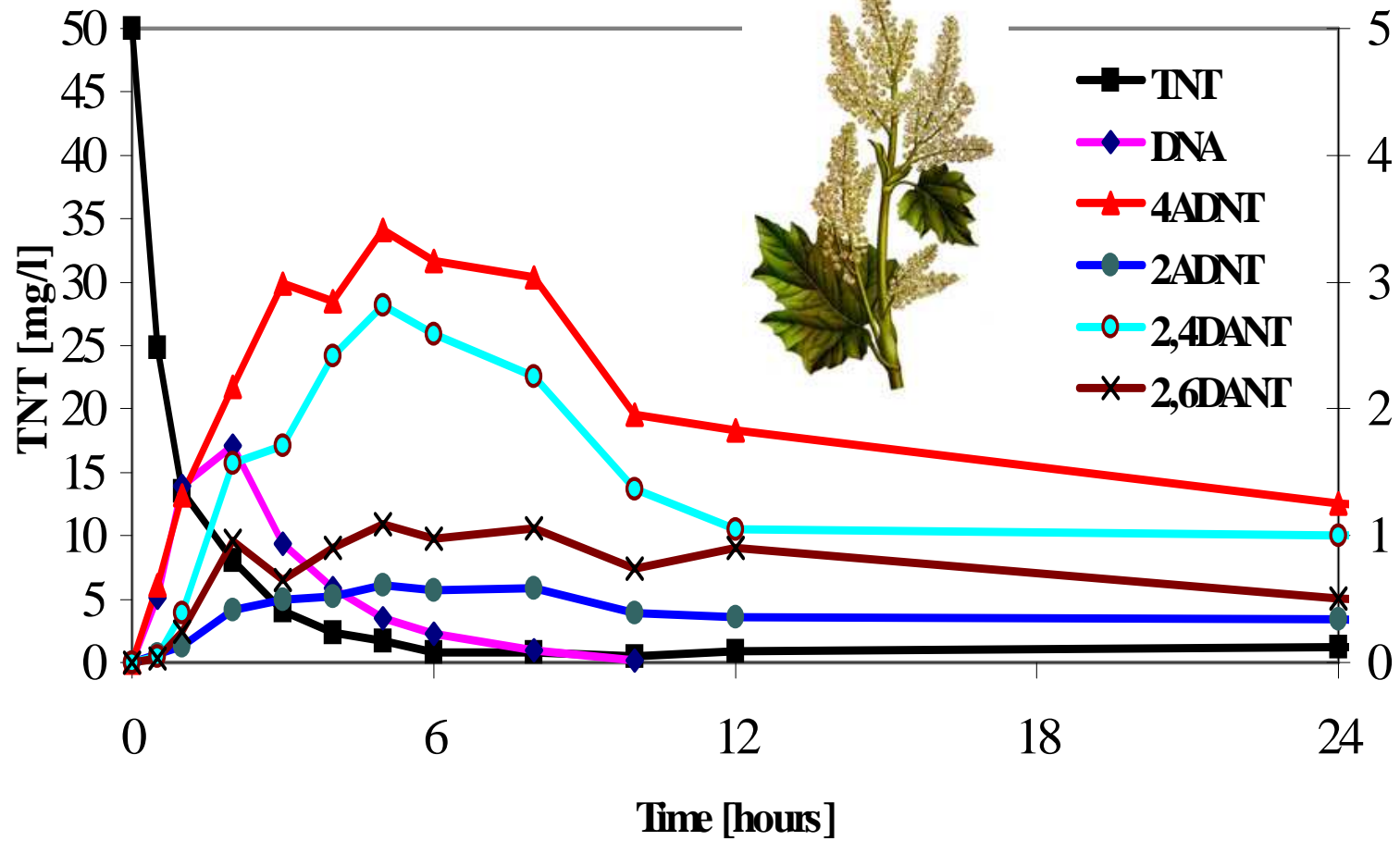
Petr Soudek - Fytoremediace II.





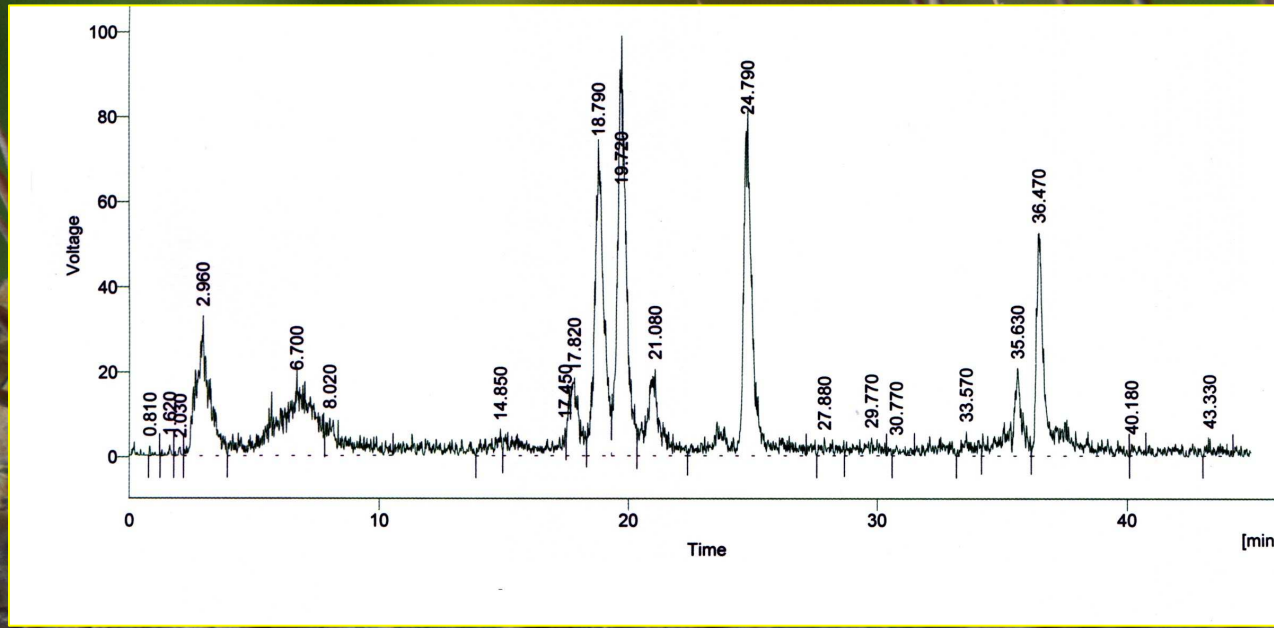
DEGRADACE TNT SUSPENZNÍ KULTUROU *Rheum palmatum*

Petr Soudek - Fytoremediace II.

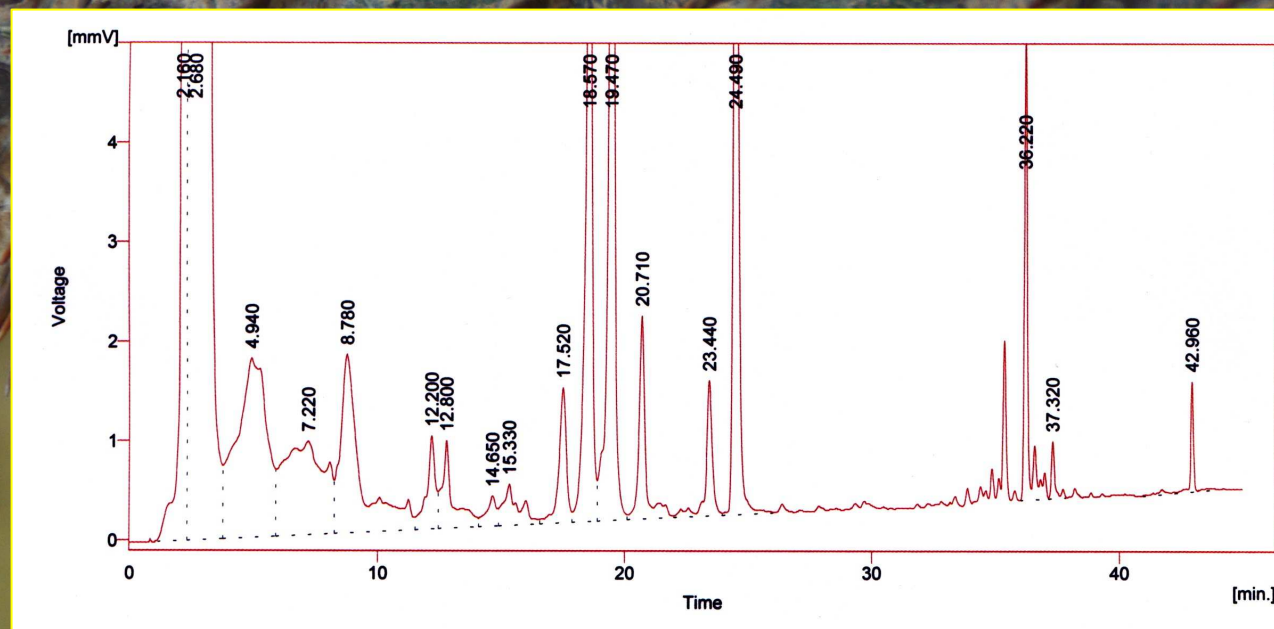




DETEKCE PRODUKTŮ DEGRADACE



β-RAM

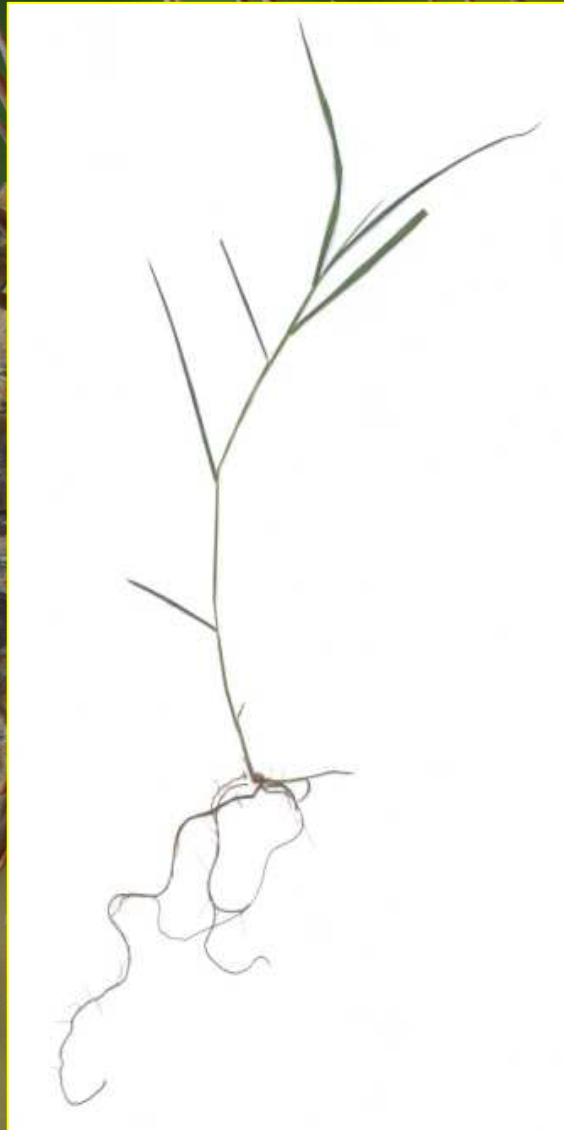


UV/VIS



DISTRIBUCE AKTIVITY

Vylisovaná rostlina



Autoradiogram

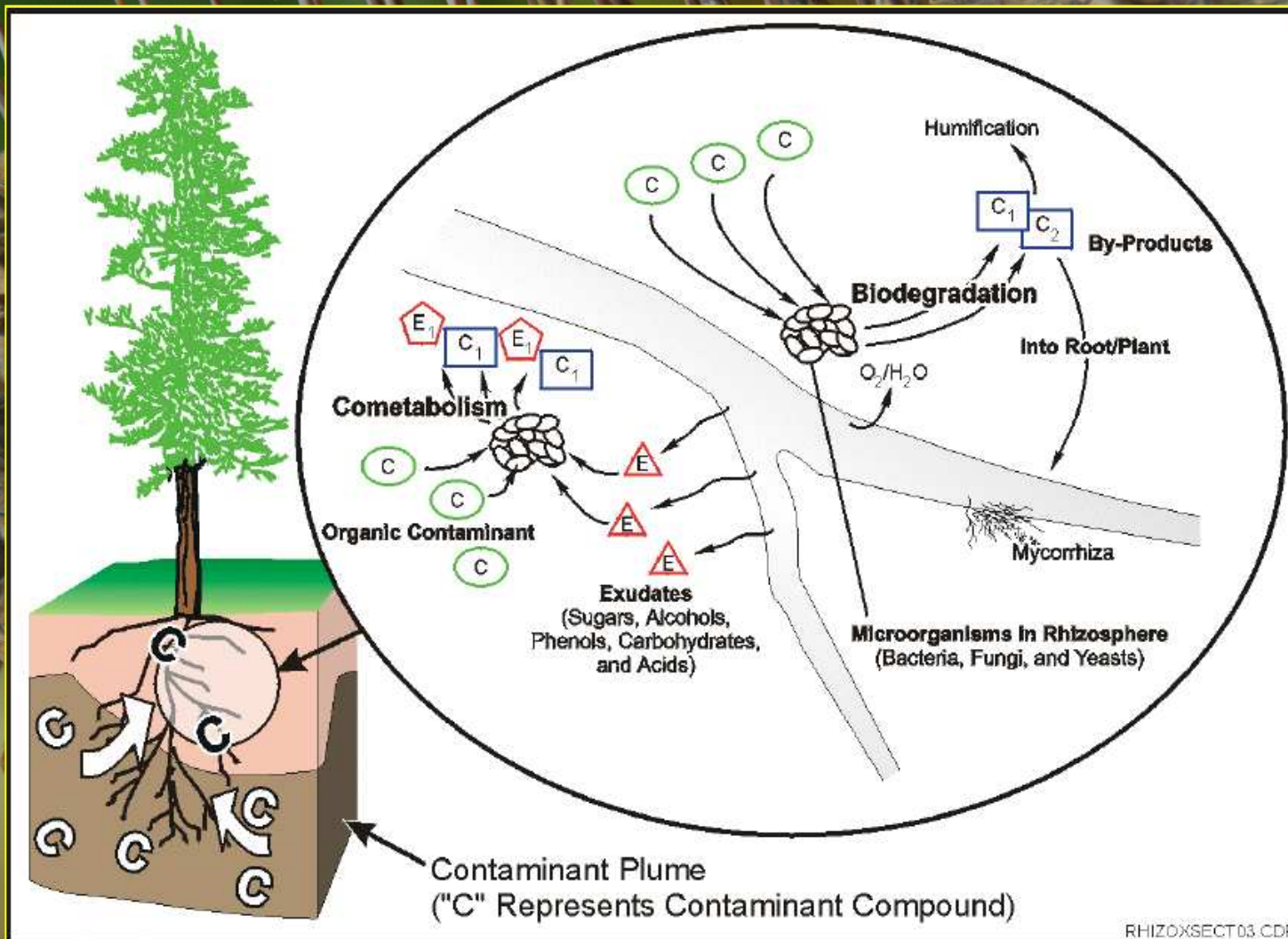




TYPY FYTOREMEDIACE

Rhizodegradace organických látek

Petr Soudek - Fytoremediace II.



RHIZOXSECT03.CDR





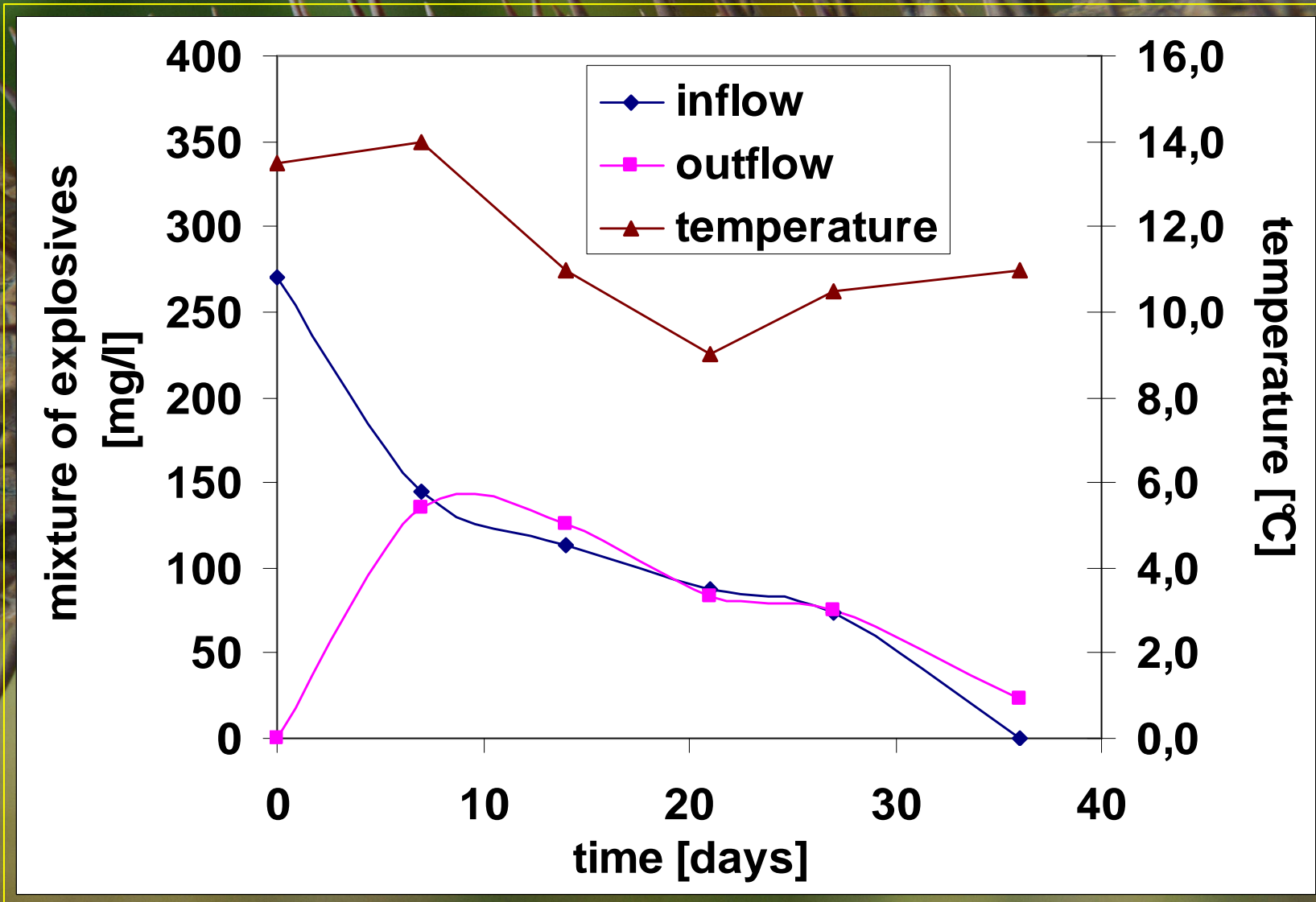
PILOTNÍ UMĚLÝ MOKŘAD

Petr Soudek - Fytoremediace II.





DEGRADACE EXPLOSIV V ODPADNÍ VODĚ

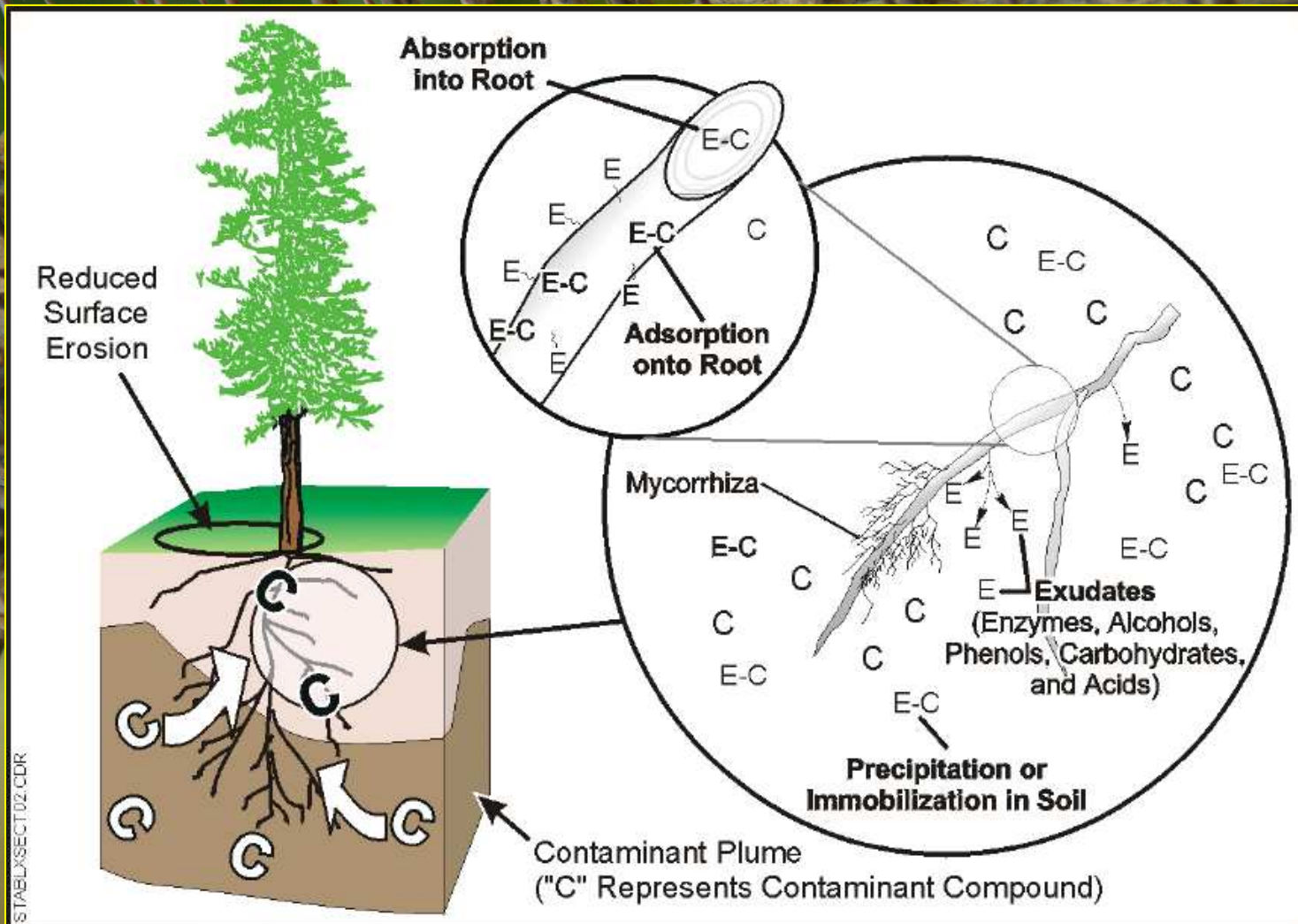




TYPY FYTOREMEDIACE

Fytostabilizace anorganických (nebo organických) látek

Petr Soudek - Fytoremediace II.





BIOMONITORING REKULTIVOVANÉ HALDY

Petr Soudek - Fytoremediace II.



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





FYTOSTABILIZACE KONTAMINOVANÉ PLOCHY V PŘÍBRAMI

Petr Soudek - Fytoremediace II.

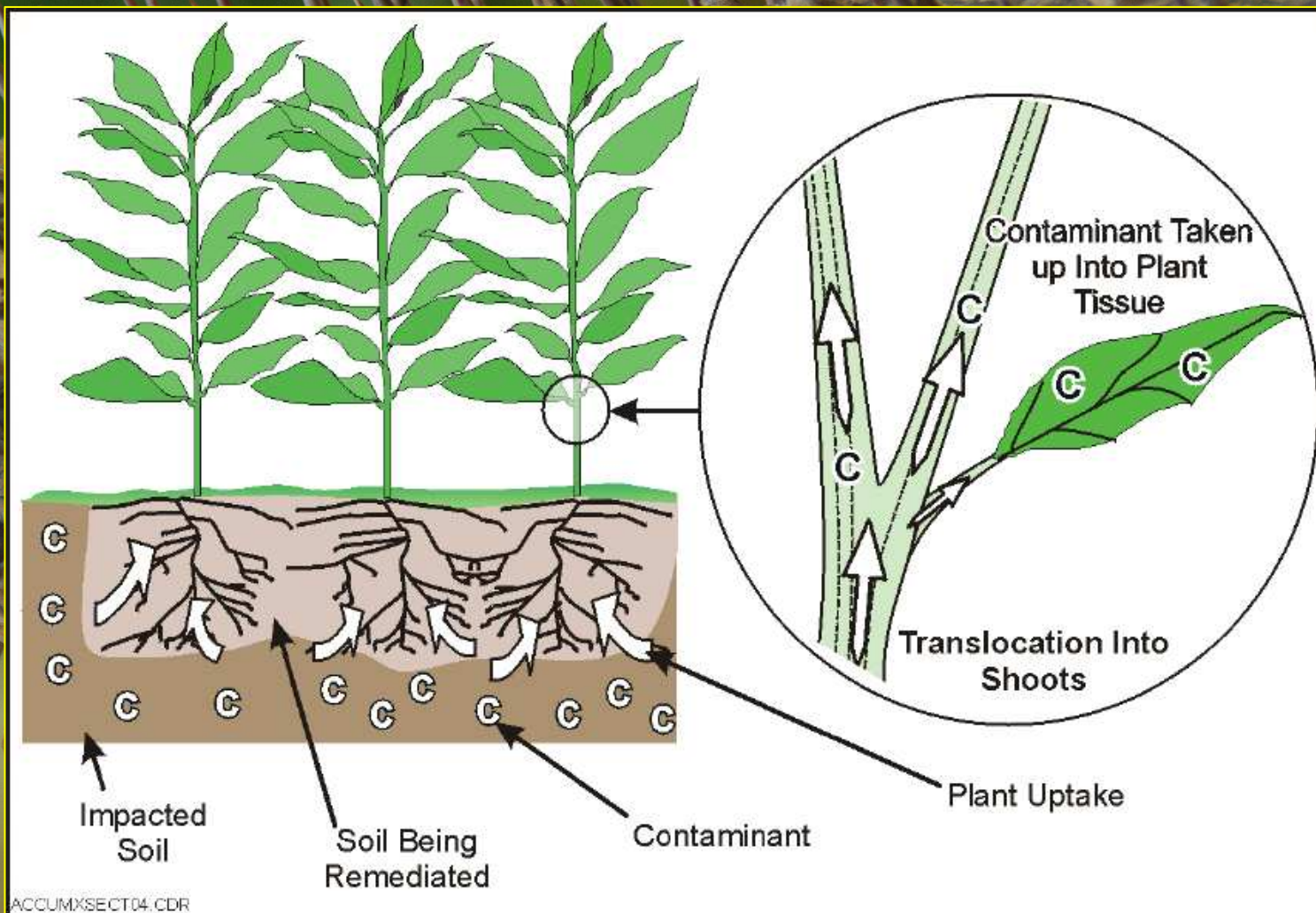




TYPY FYTOREMEDIACE

Fytoakumulace anorganických látek

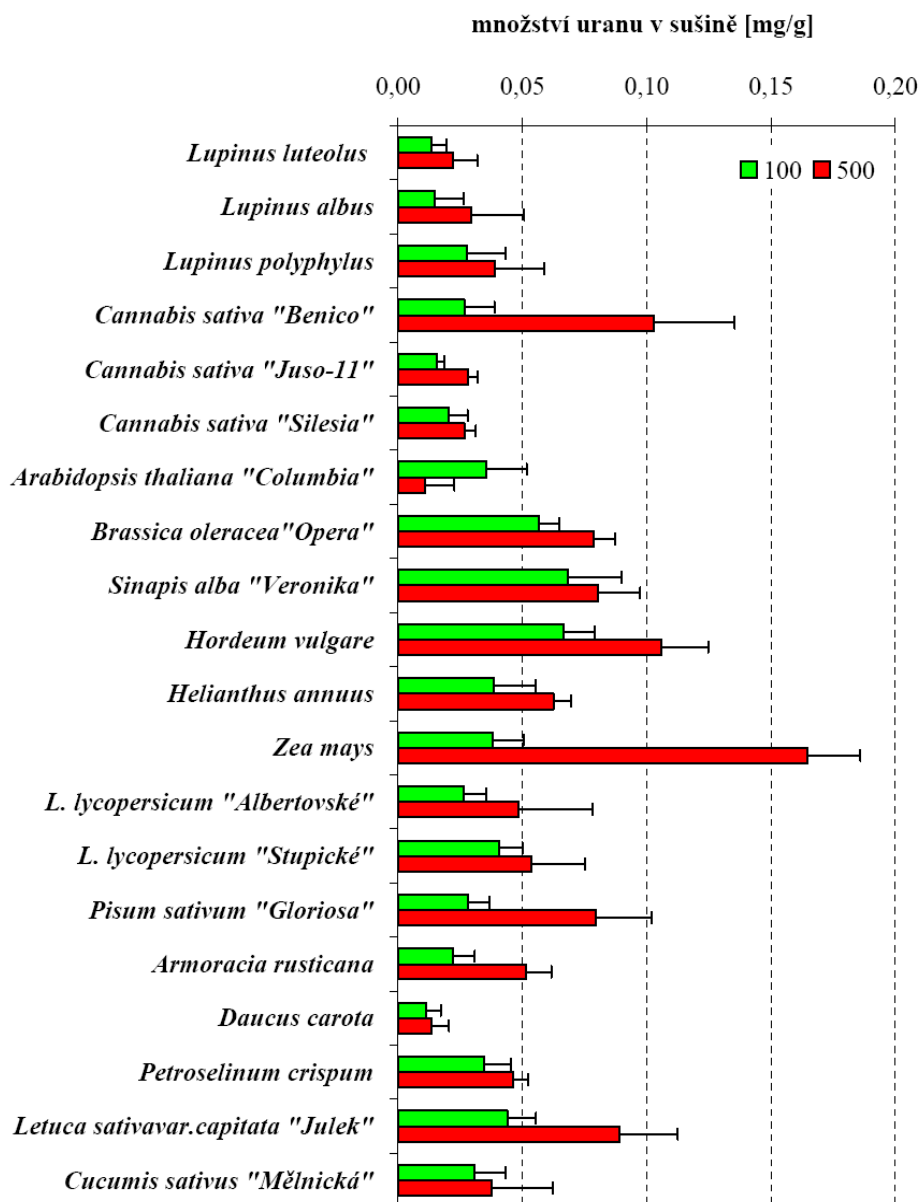
Petr Soudek - Fytoremediace II.





AKUMULACE URANU

Petr Soudek - Fytoremediace II.





POLNÍ EXPERIMENT (Kaňk, Kutná Hora)

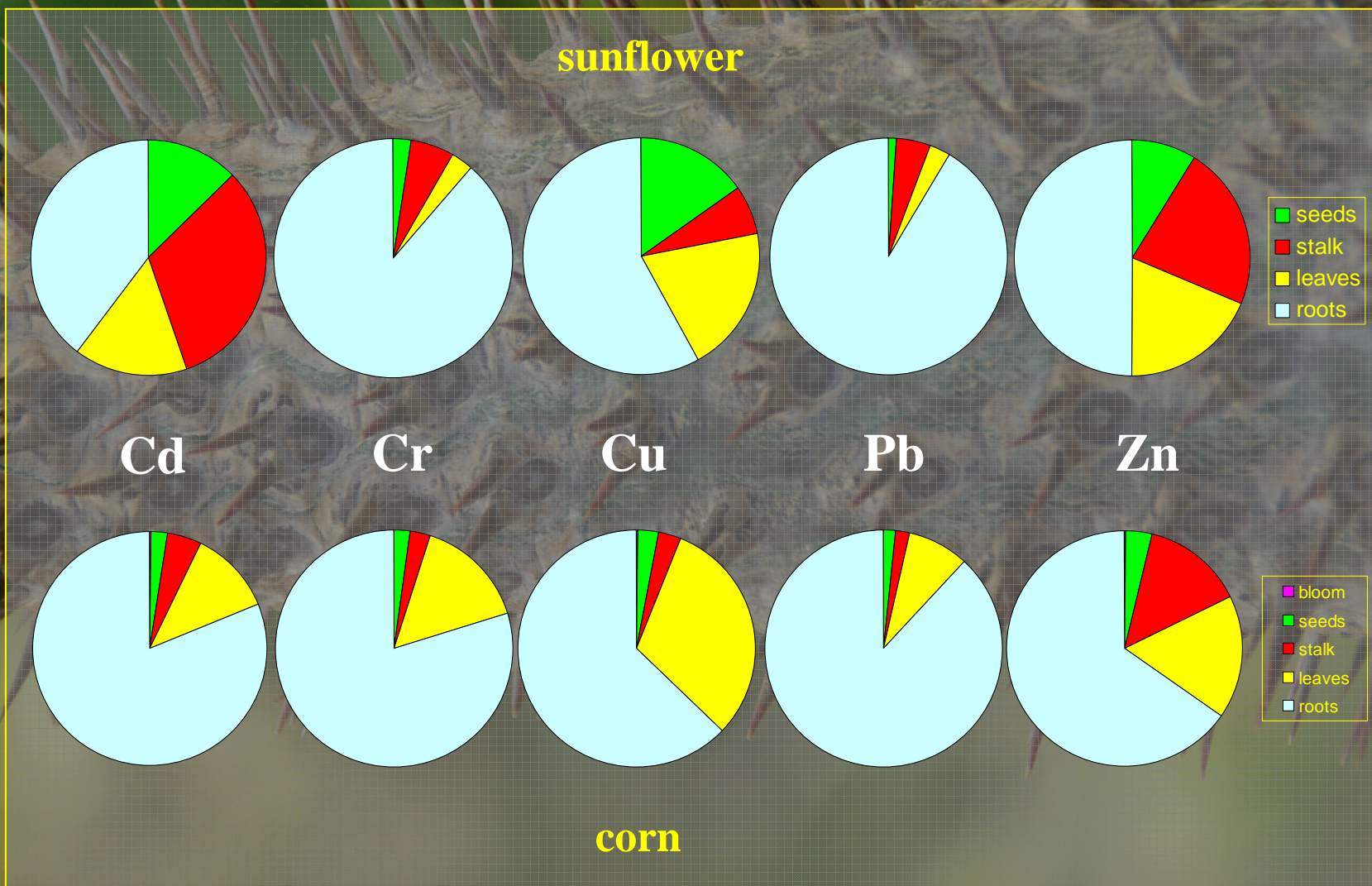
Petr Soudek - Fytoremediace II.





DISTRIBUCE KOVŮ V RŮZNÝCH ČÁSTECH SLUNEČNICE a KUKUŘICE

Petr Soudek - Fytoremediace II.



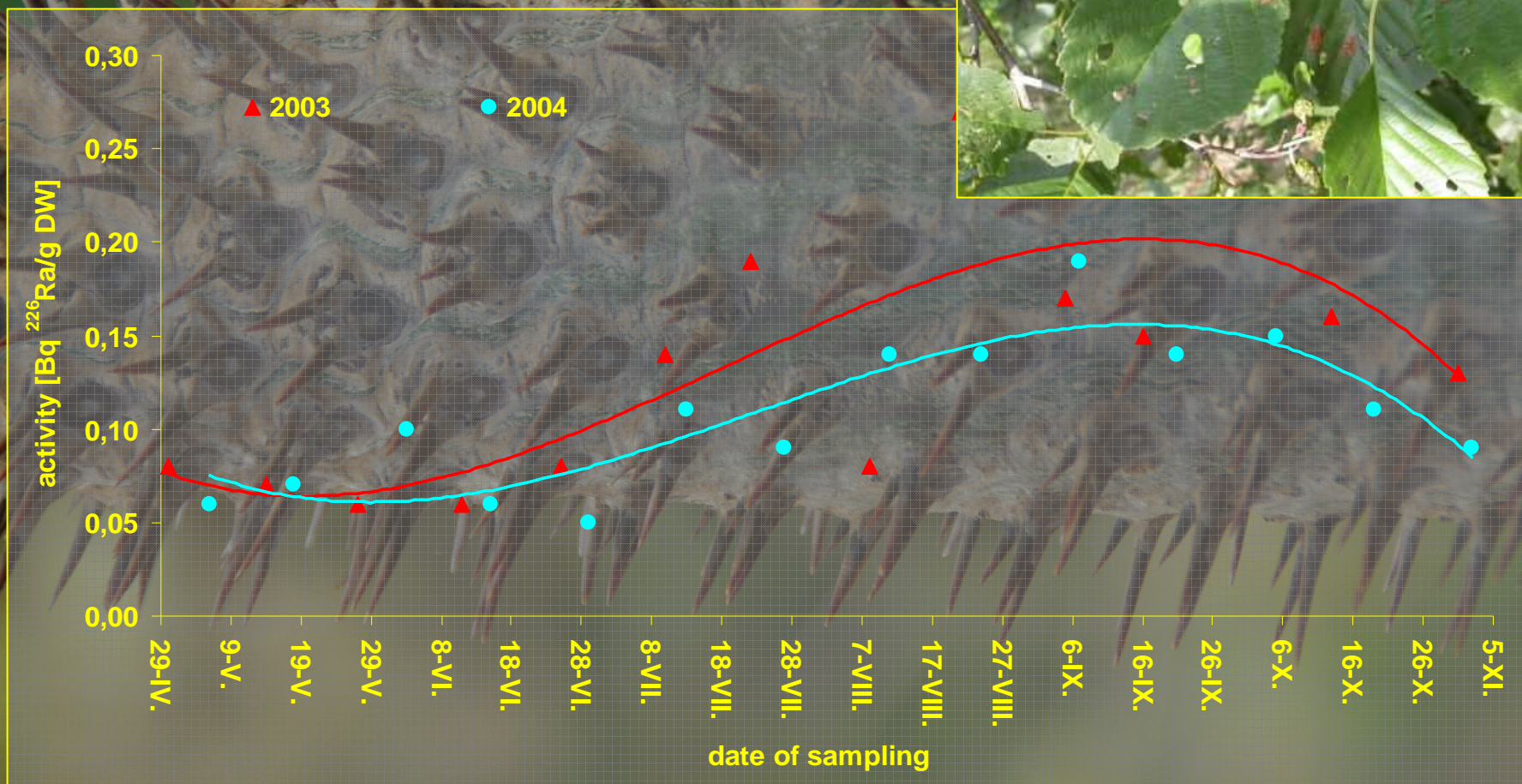


TRANSFER RADIONUKLIDŮ

Alnus glutinosa - leaves



Petr Soudek - Fytoremediace II.

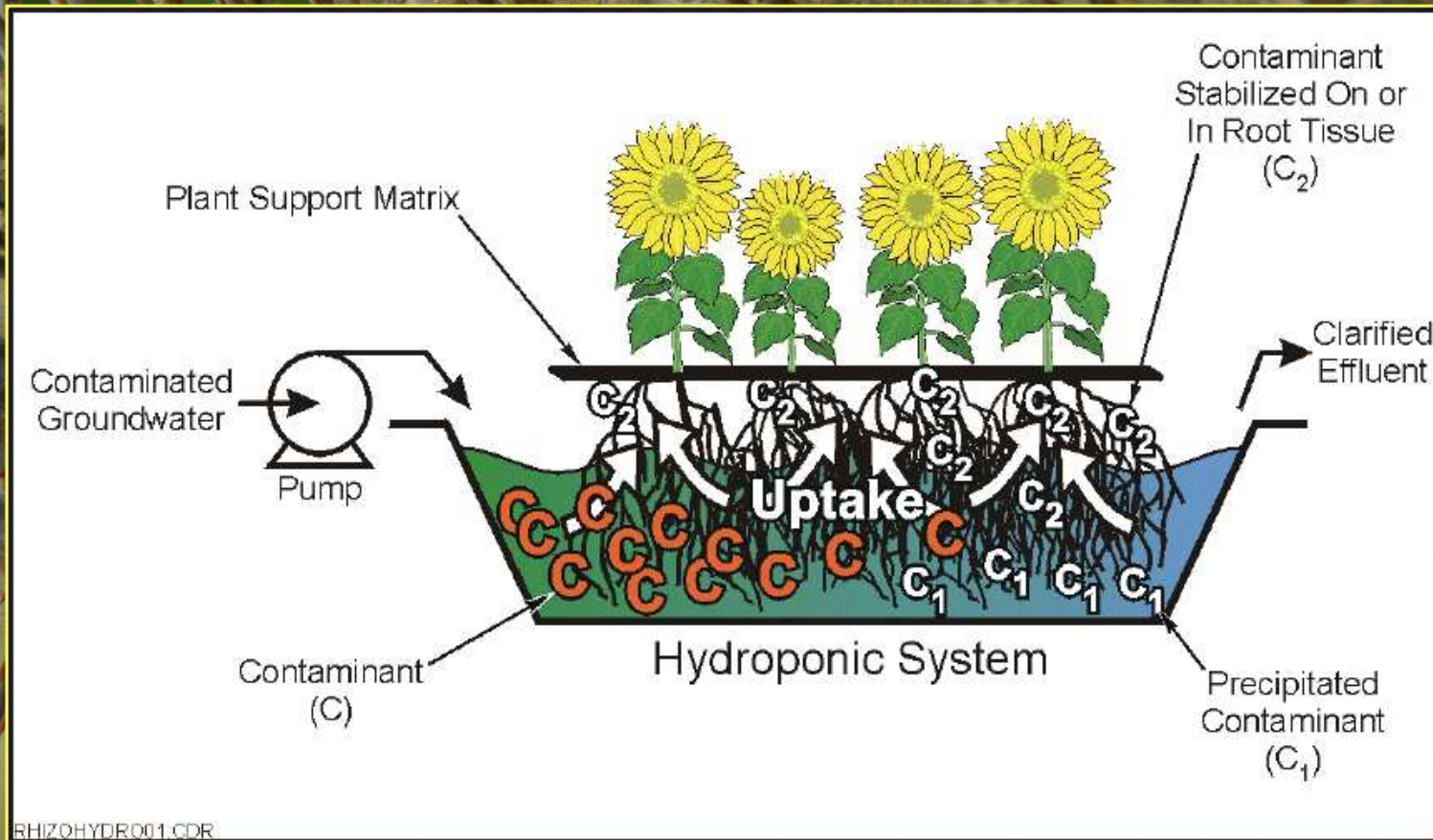




TYPY FYTOREMEDIACE

Rhizofiltrace anorganických látek

Petr Soudek - Fytoremediace II.



BHIZOHYDR001.CDR





PILOTNÍ UMĚLÝ MOKŘAD

Petr Soudek - Fytoremediace II.



Typha latifolia
Phragmites australis
Carex buxbaumii
Juncus inflexus
Iris pseudacorus



KOŘENOVÝ SYSTÉM *TYPHY* ROSTOUCÍ V KONTEJNERECH



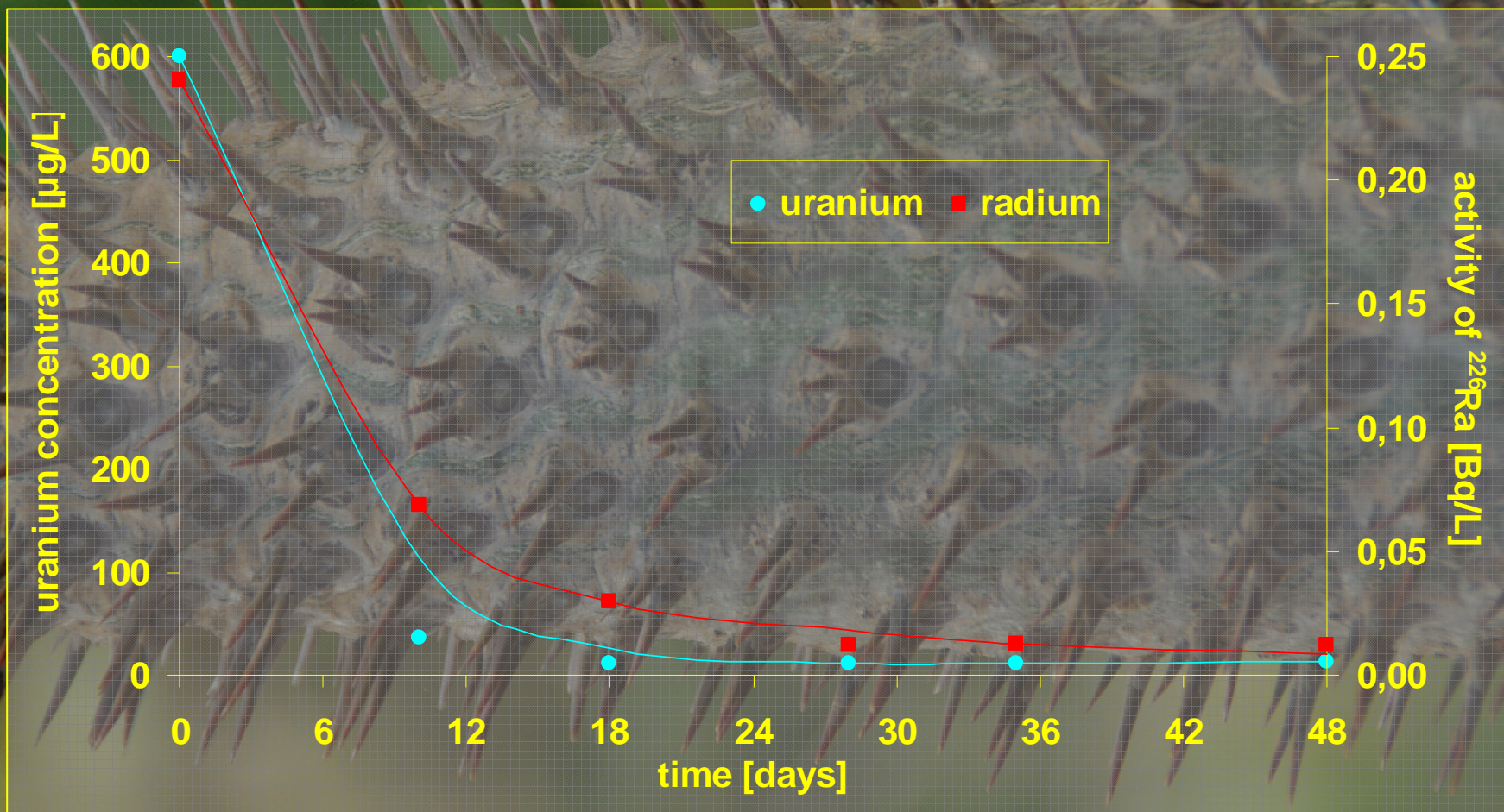
Petr Soudek - Fytoremediace II.





AKUMULACE URANU A ^{226}Ra

Petr Soudek - Fytoremediace II.





AKUMULACE URANU V ROSTLINÁCH

Total 765 mg of U in drainage water

		biomass [kg]	concentration [mg/kg]	amount of U [mg]
<i>Phragmites australis</i>	upper parts	0.36	1.1	0.396
	roots + rhizome	1.33	4.1	5.453
<i>Typha latifolia</i>	upper parts	0.24	0.6	0.144
	roots + rhizome	0.54	9.0	4.860
total		2.47		10.853

Total 694 mg of U in sludge (98.5 %)

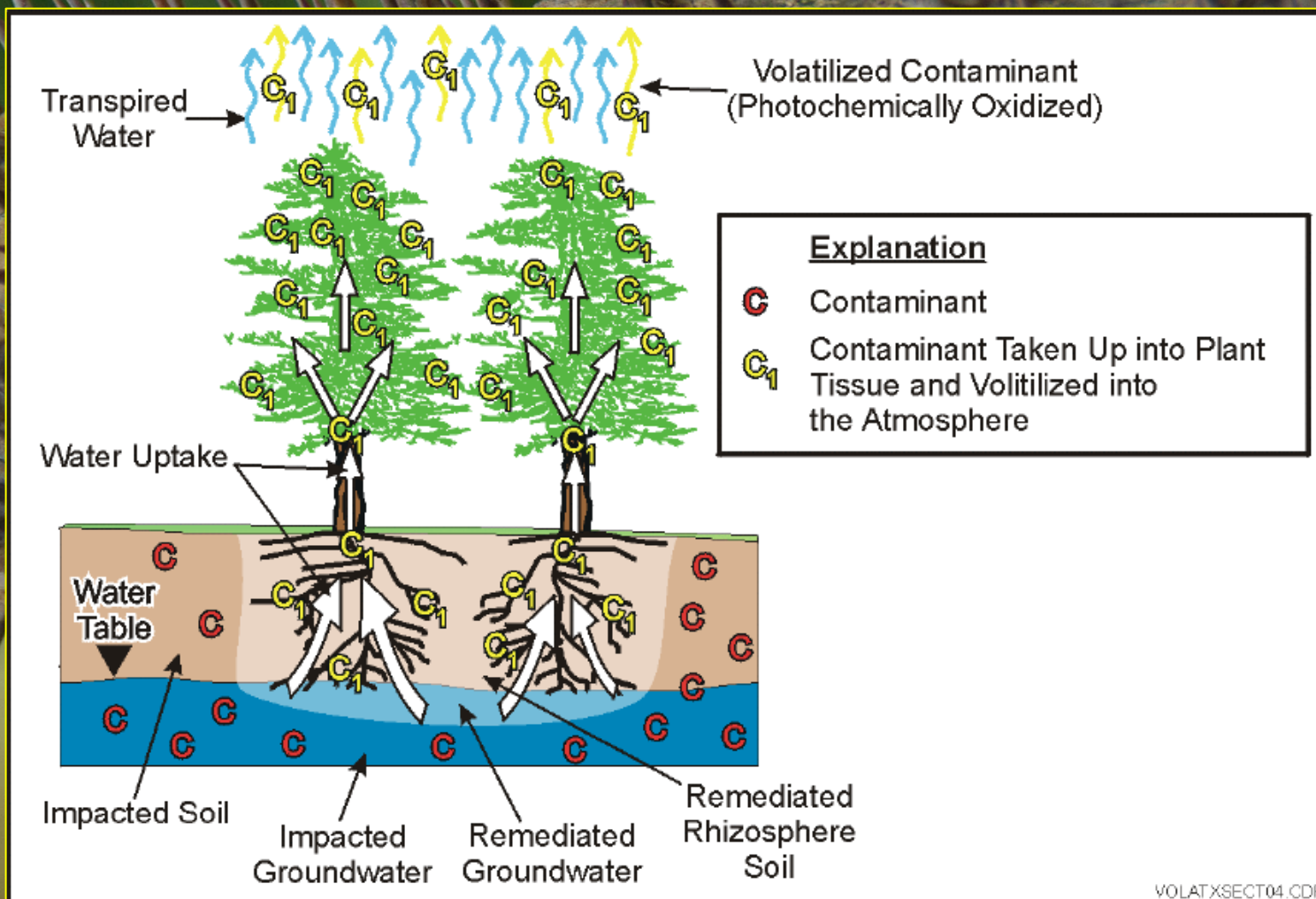




TYPY FYTOREMEDIACE

Fytovolatilizace organických (nebo anorganických) látek

Petr Soudek - Fytoremediace II.



VOLATXSECT04.CDR





DISTRIBUCE ^{125}I VE SLUNEČNICI



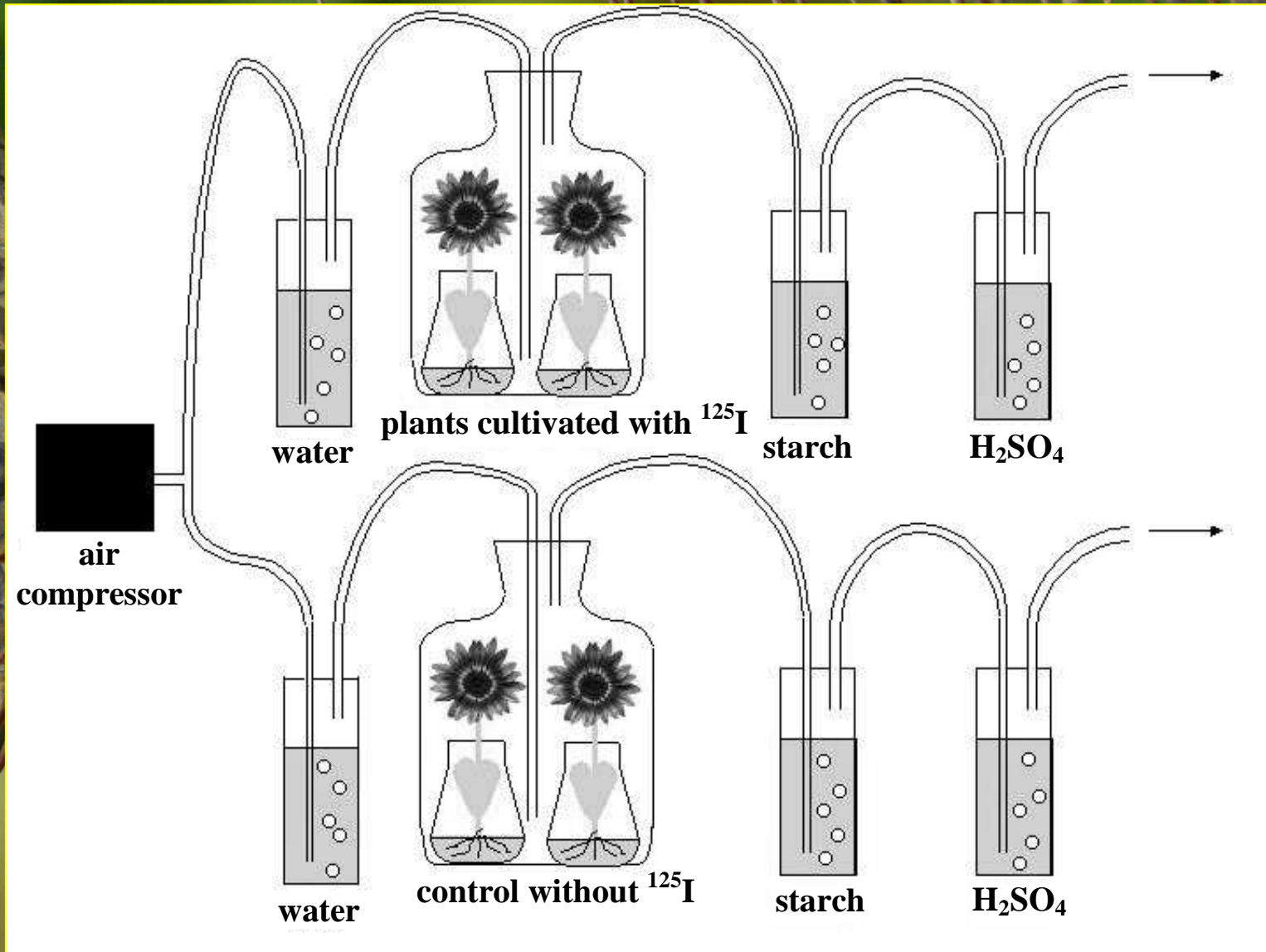
carrier ^{125}I



non-carrier ^{125}I



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



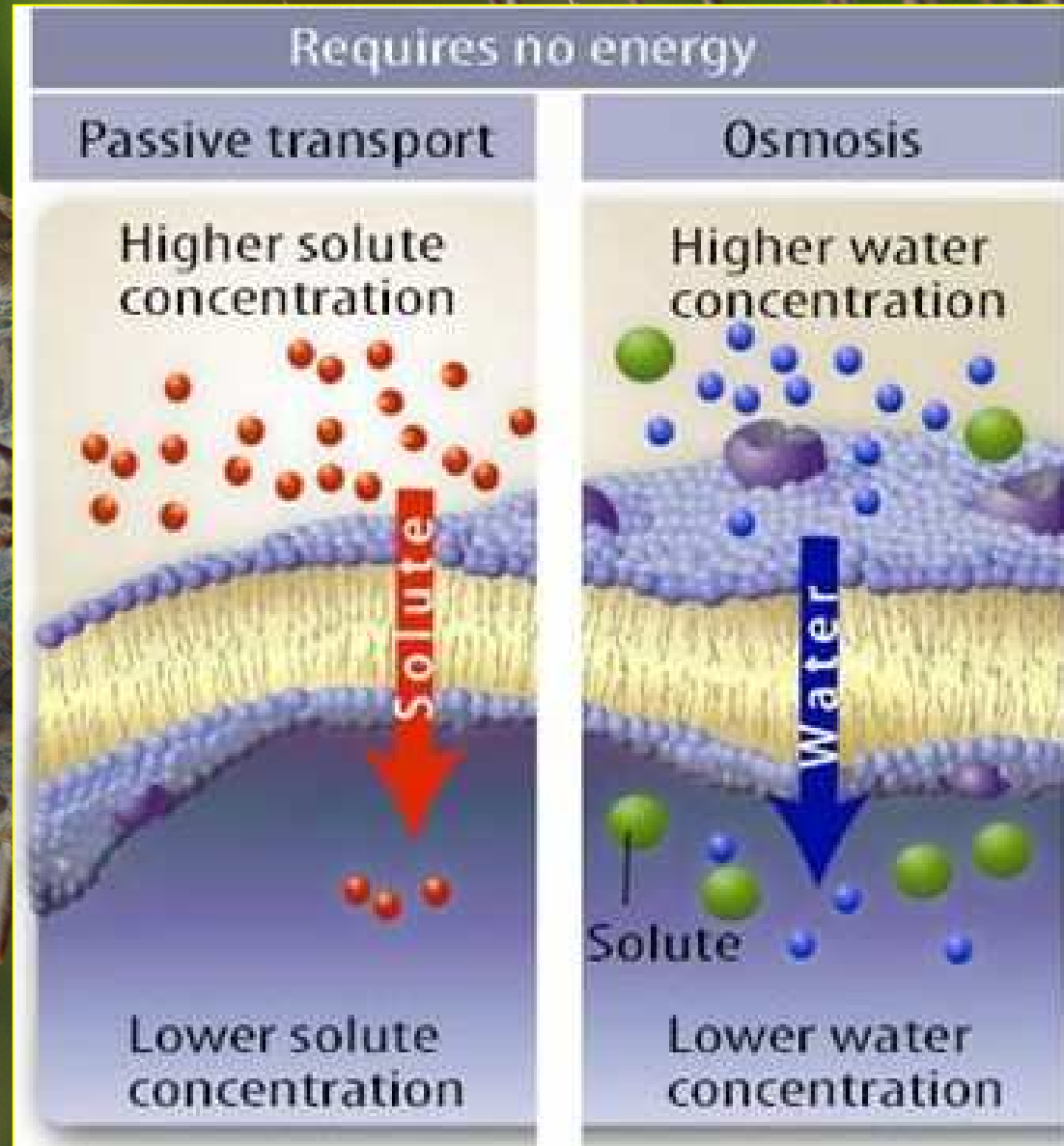
IN SITU





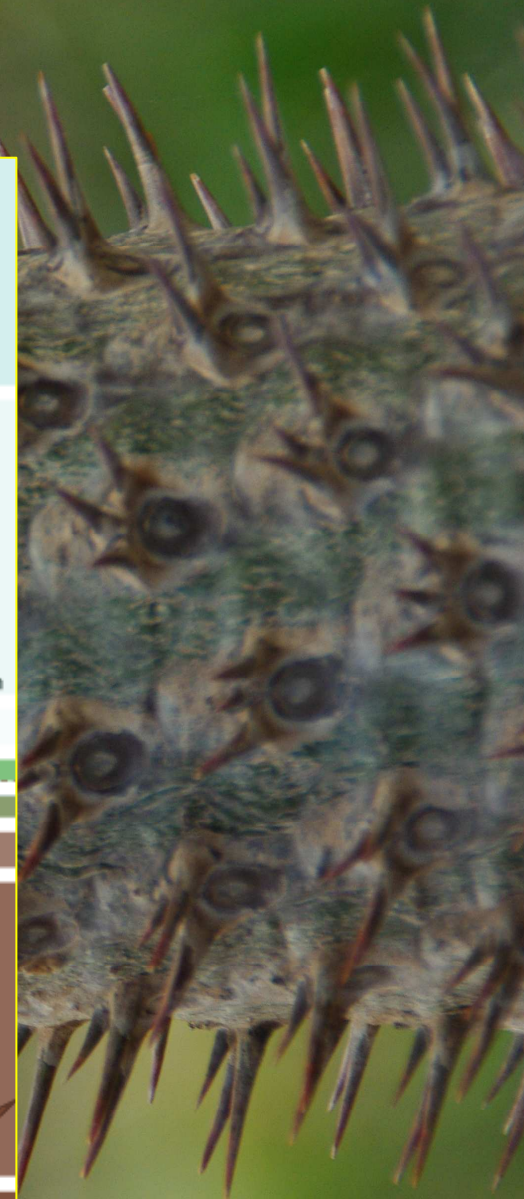
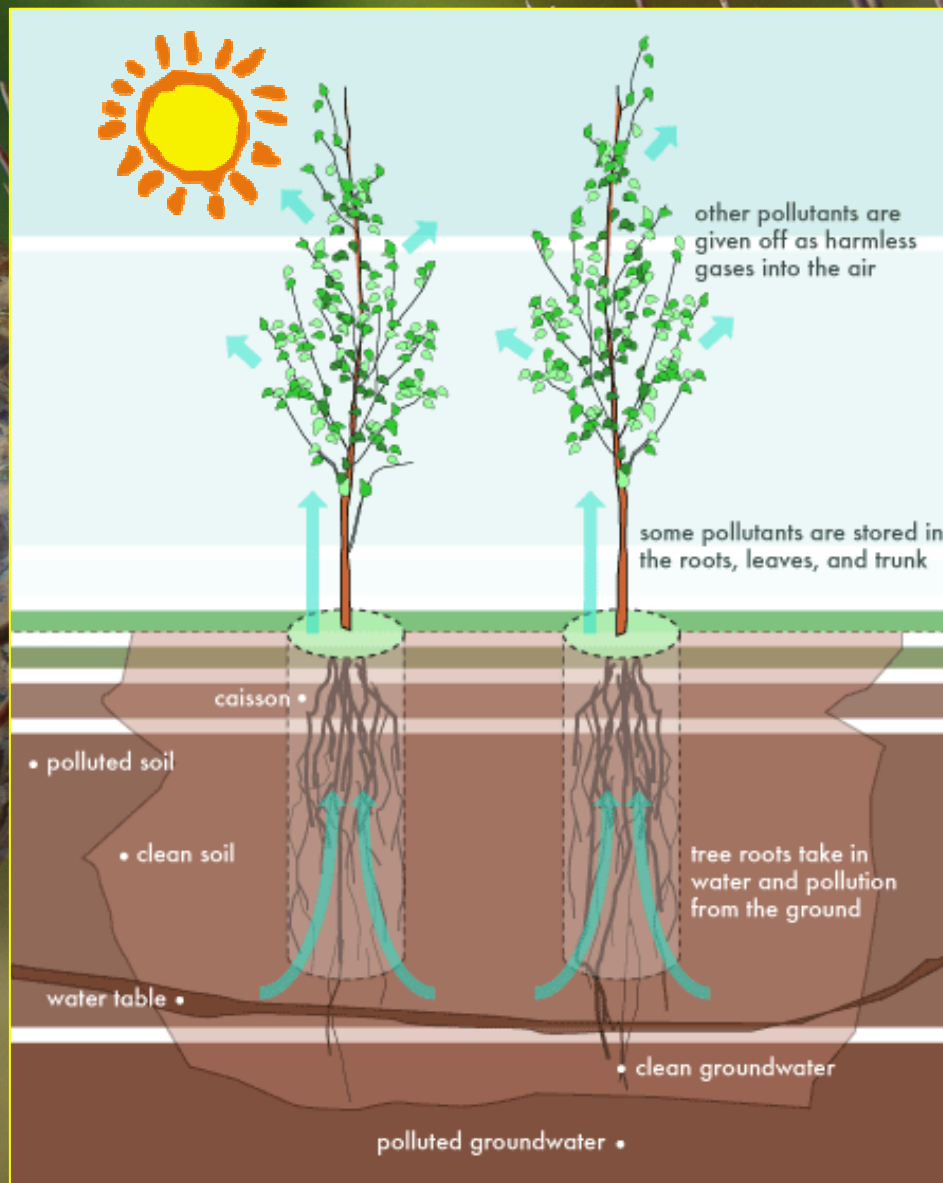
PASIVNÍ

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





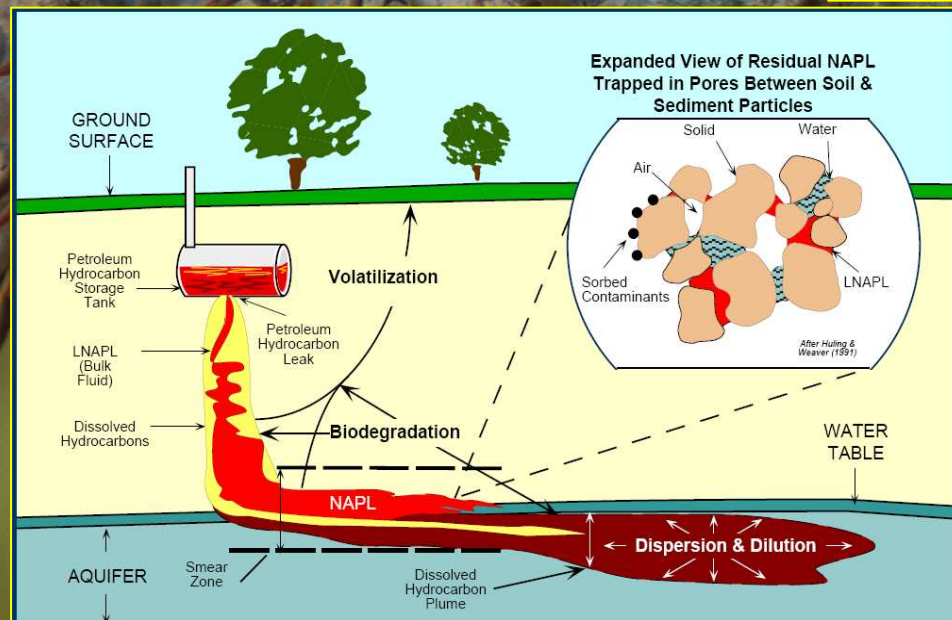
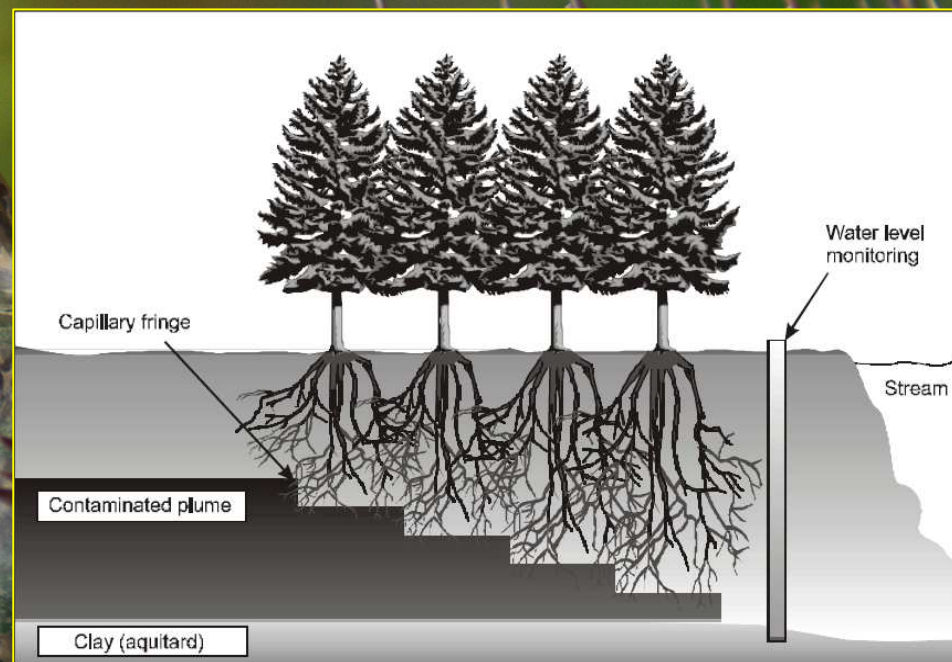
POHÁNĚNA SOLÁRNÍ ENERGIÍ





RYCHLEJŠÍ NEŽ PŘÍRODNÍ ATENUACE

Petr Soudek - Fytoremediace II.

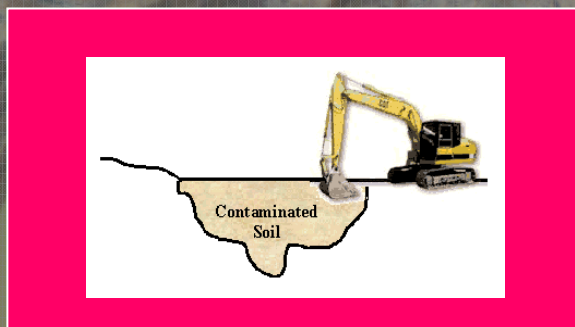




SNÍŽENÍ VZDUŠNÝCH A VODNÍCH EMISÍ

Porovnání množství
odpadu (404.7 m²)

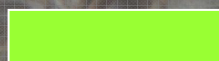
Bagrování



30 000 tun

Fytoextrakce

Biomasa

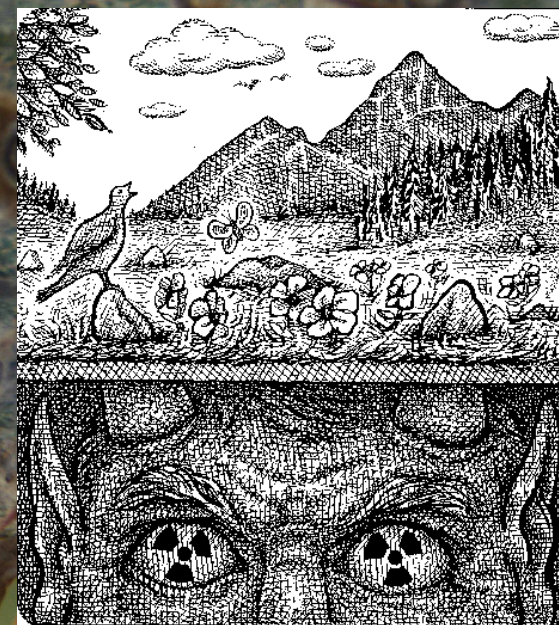


1 200 tun

Popel



120 tun





PŮDA ZŮSTÁVÁ NA MÍSTĚ

Petr Soudek - Fytoremediace II.



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

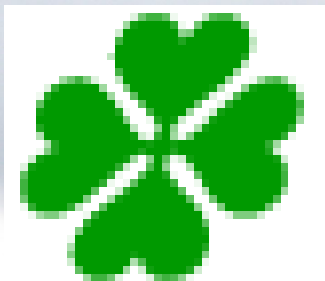
Finanční výhodnost fytořemediace (rhizosférové bioremediace) půdy s využitím hustě kořenících travin v porovnání jinými technikami (E. Drake, Exxon, Anandale, NJ)



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



Folsomia candida

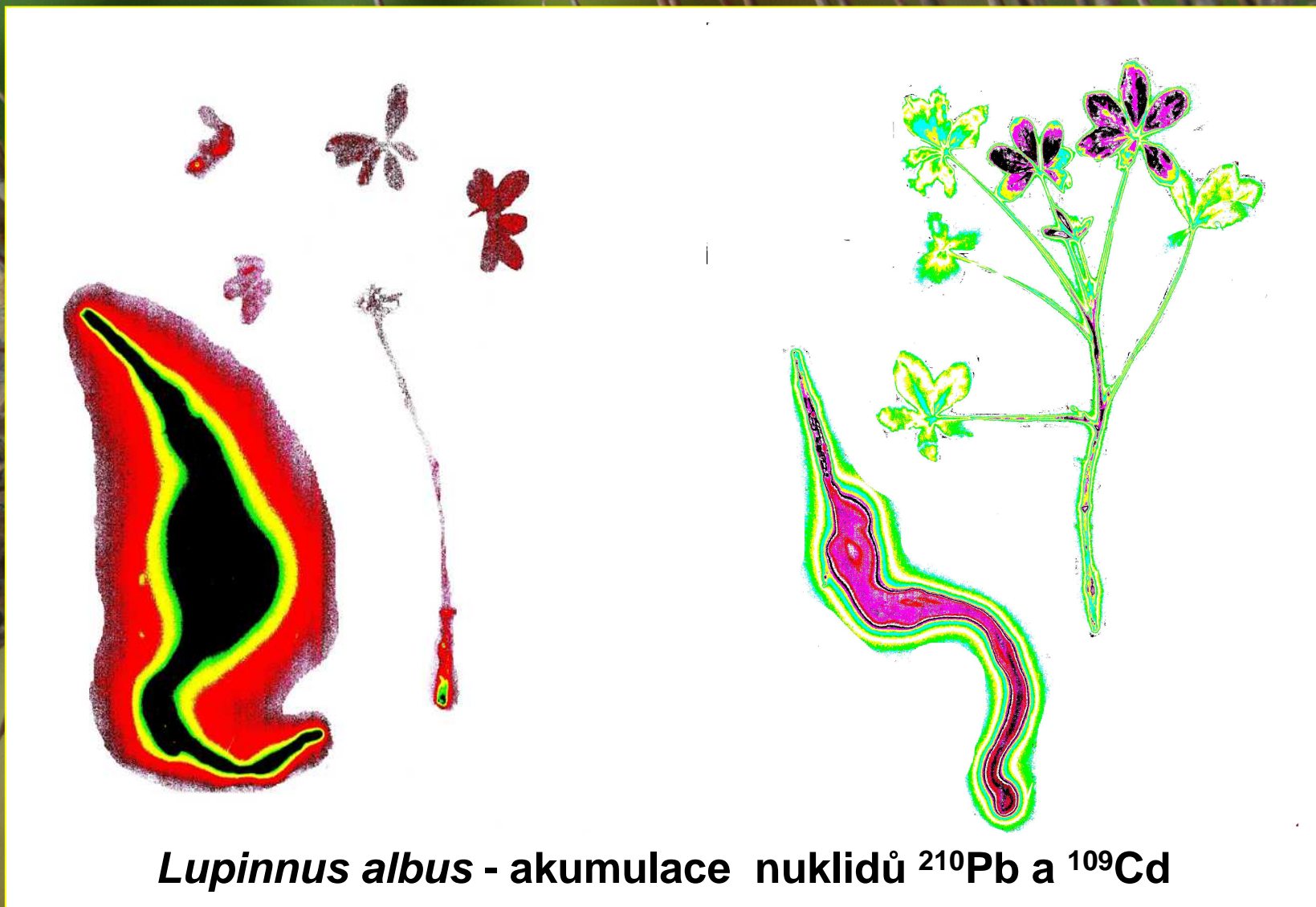


Sinapis alba



Enchytraeus crypticus

NÍZKÝ TRANSPORT KONTAMINANTŮ Z KOŘENŮ DO NADZEMNÍ ČÁSTI



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



MALÉ ROZMĚRY ROSTLIN VHODNÝCH K REMEDIACI

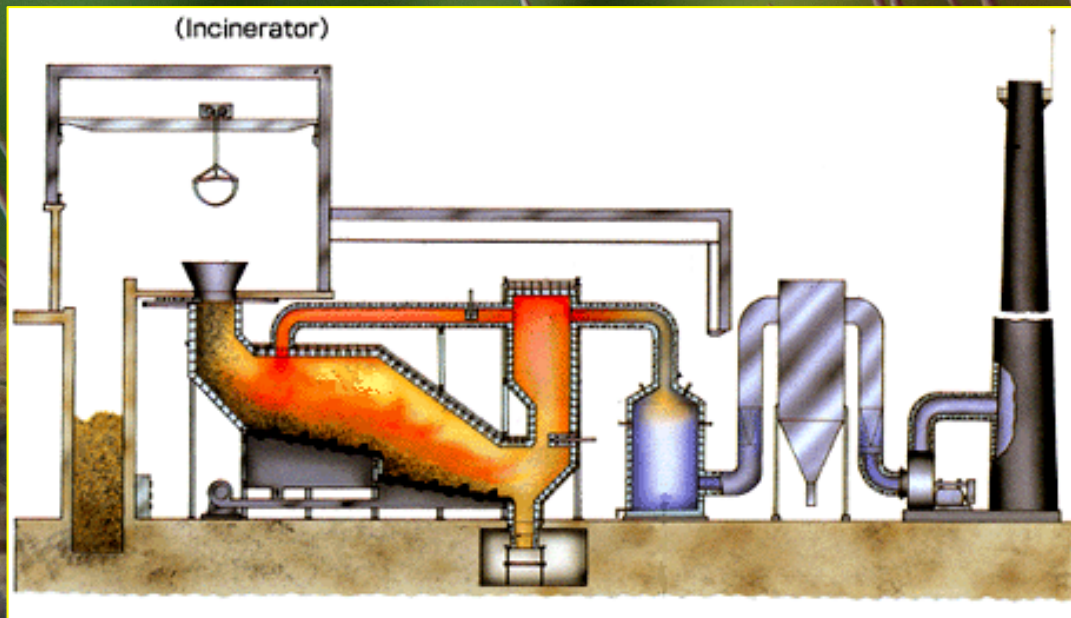
Petr Soudek - Fytoremediace II.



NAKLÁDÁNÍ S KONTAMINOVANÝM ROSTLINNÝM ODPADEM



Petr Soudek - Fytoremediace II.



Spalování



Kompostování



NEOBEZNÁMENOST ÚŘEDNÍKŮ S TECHNOLOGIÍ



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





NEBEZPEČÍ KONTAMINACE POTRAVNÍHO ŘETĚZCE

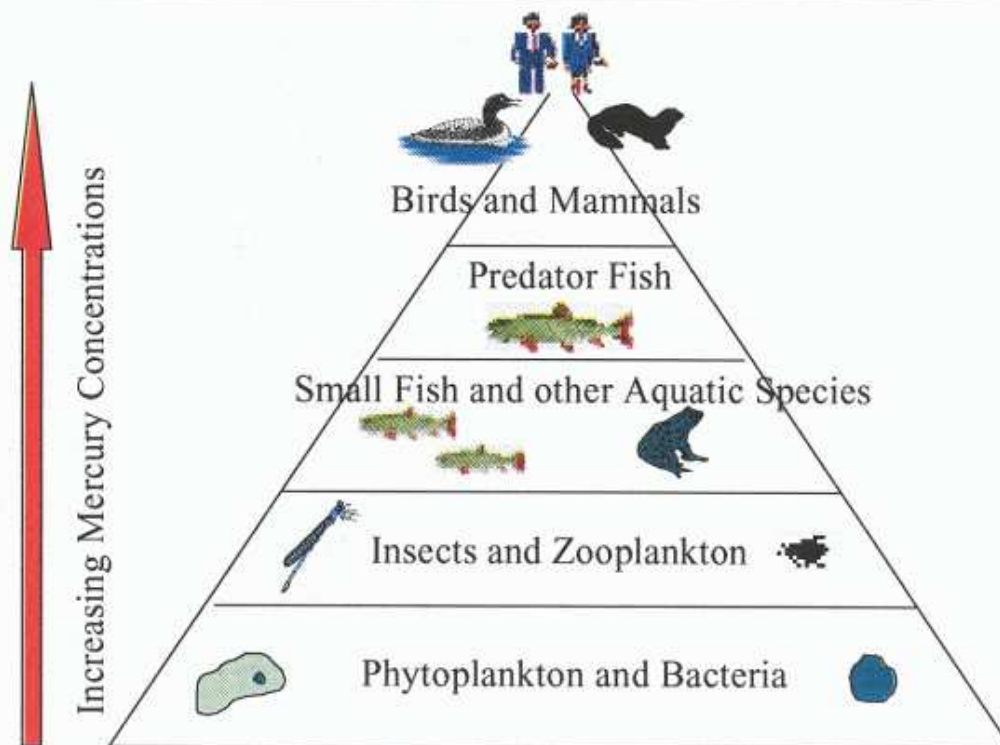


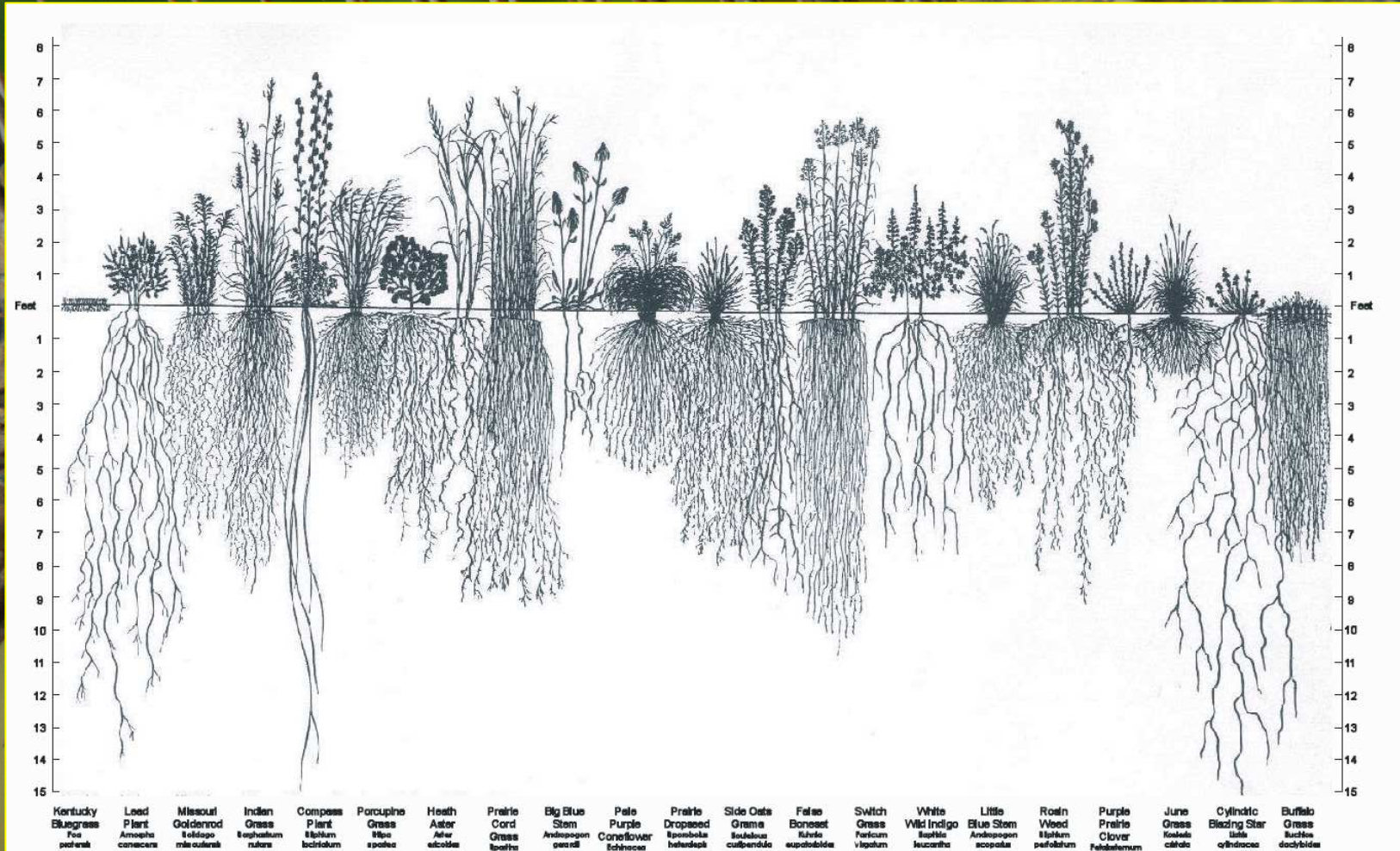
Figure 1. Accumulation of mercury in the food chain.

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



KONTAMINANTY POD DOSAHEM KOŘENOVÉ ZÓNY

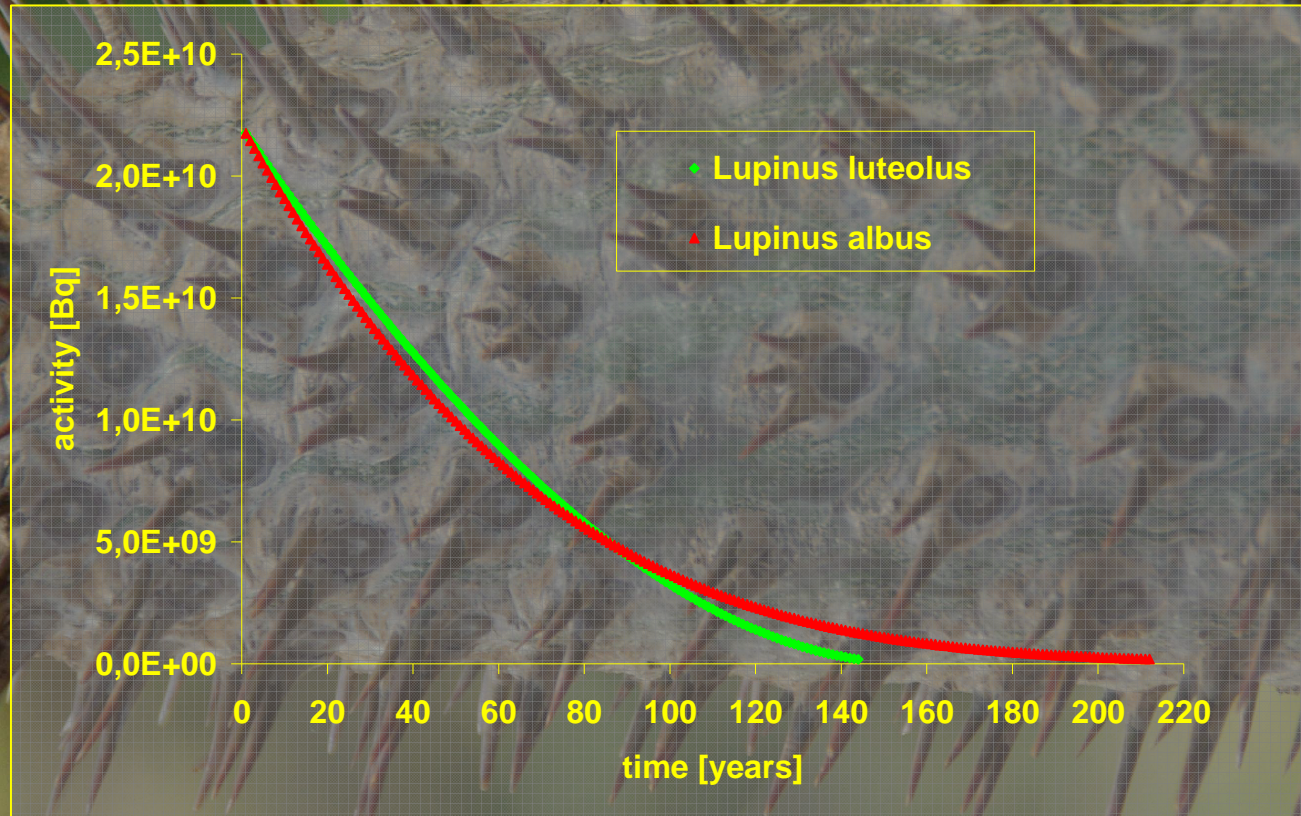
Petr Soudek - Fytoremediace II.





DLOUHODOBÝ PROCES

Petr Soudek - Fytoremediace II.





KONTAMINANT JE V BIOLOGICKY NEDOSTUPNÉ FORMĚ





CHYBÍ ROSTLINY VHODNÉ PRO REMEDIACI

Rostliny pro
remediaci



Thlaspi calaminare



Helianthus annuus

Příjem těžkých kovů

Produktce biomasy

