

Fytoremediace organických xenobiotik



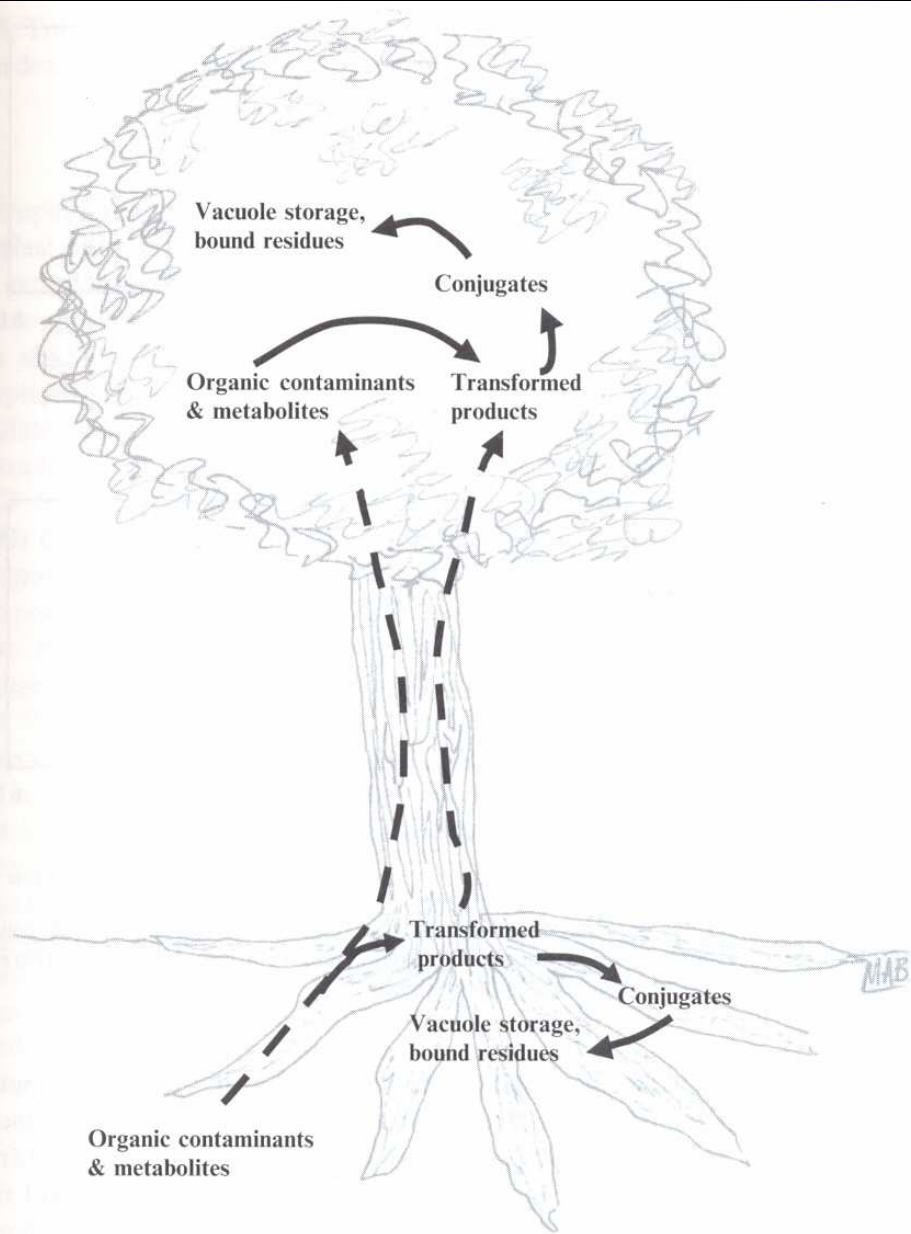


Figure 2-1 Impact of “green-liver metabolism” on organic pollutants in phytoremediation applications. Solid lines represent cellular-level metabolism, as a part of the green-liver concept. Dashed lines represent plant-scale transport into and through different plant tissues.

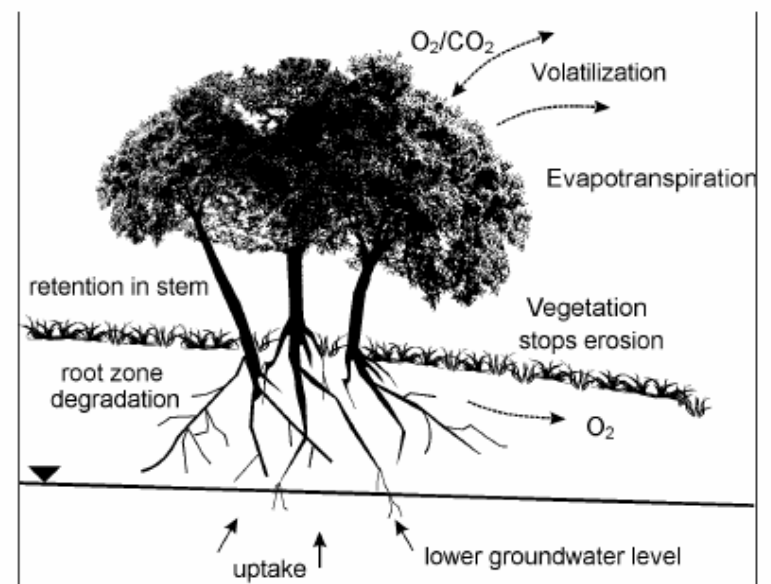


Fig. 1: Relevant processes during phytoremediation; adapted from Black (1999)

Rhizosféra

- ❖ mnoho mikroorganismů je s rostlinami s symbiotickým vztahu
- ❖ bakterií je v rizosféře do vzdálenosti 1mm od kořínků cca $1,2 \times 10^{11}$ na cm^3 což je až 100x víc než v okolní půdě
- ❖ některé bakterie jsou schopny překonat vazby kontaminantu, které ho činí biologicky nedostupným, nebo produkují látky jako enzymy, surfaktanty nebo emulgátory, které mohou zvyšovat desorpci
- ❖ rostliny rostoucí na kontaminované půdě zvyšují degradaci organických xenobiotik rhizosféře zejména tím, že svými exudáty vyživují biodegradující bakterie, dále např. prorůstání kořínků půdou napomáhá uvolňování látek a migraci mikroorganismů

Příjem a transport organ. pol. rostlinou

závisí na polaritě xenobiotika, velmi polární látky těžko difundují skrz membránu a jejich příjem je tak omezen, velmi lipofilní rychle pronikají do membrány kořenových buněk, kde se pak ukládají, nejvyšší příjem je látek s log Kow 0,5-3, k akumulaci dochází metodou iontové pasti- kationty se pevněji vážou na jíl, čímž brání příjmu

MRP-obecně zodpovědny za příjem, tok a uložení širokého spektra látek s vysokou molekulovou hmotností, toxických látek vznikajících v důsledku vlastního metabolismu a xenobiotik

AtMRP2-transportuje do vakuoly glutathionové konjugáty, ale netransportuje žlučové kyseliny

AtMRP1-trans.GS-konjugáty xenobiotik včetně herbicidů a anthokyanů

AtMRP3-trans. GS-konjugáty kadmia a chlorofylových katabolitů

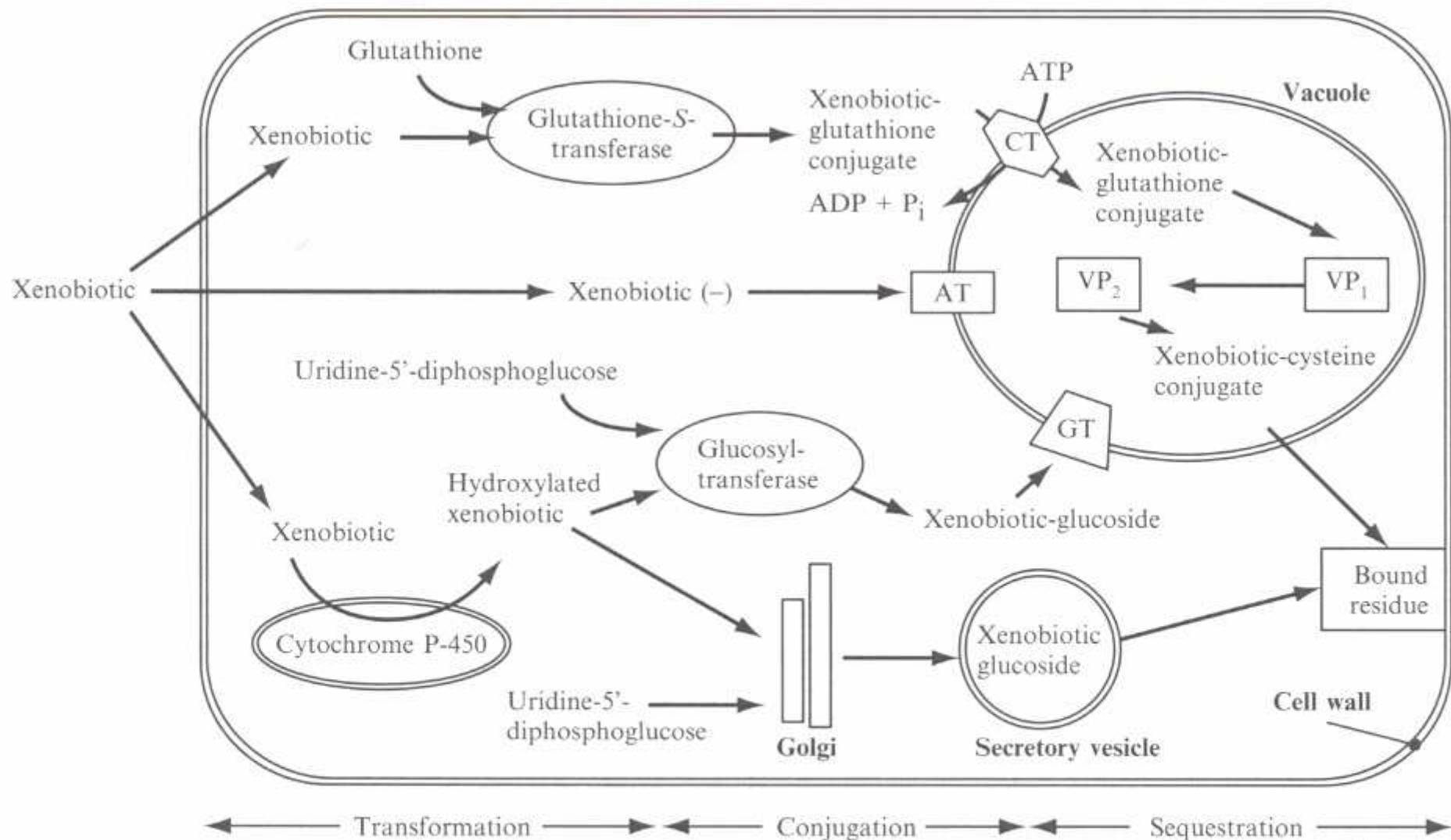


Figure 2-4 Enzymatic functions responsible for the metabolism of xenobiotic compounds. Several metabolic reactions take place in or associated with individual organelles or compartments. Abbreviations — CT: glutathione conjugate transporter; AT: ATP-dependant xenobiotic anion transporter; GT: ATP-dependent glucoside-conjugate transporter; VP: vacuolar protein. Adapted with permission from Coleman *et al.* (1997).

xenobiotika:

Herbicidey, pesticidy

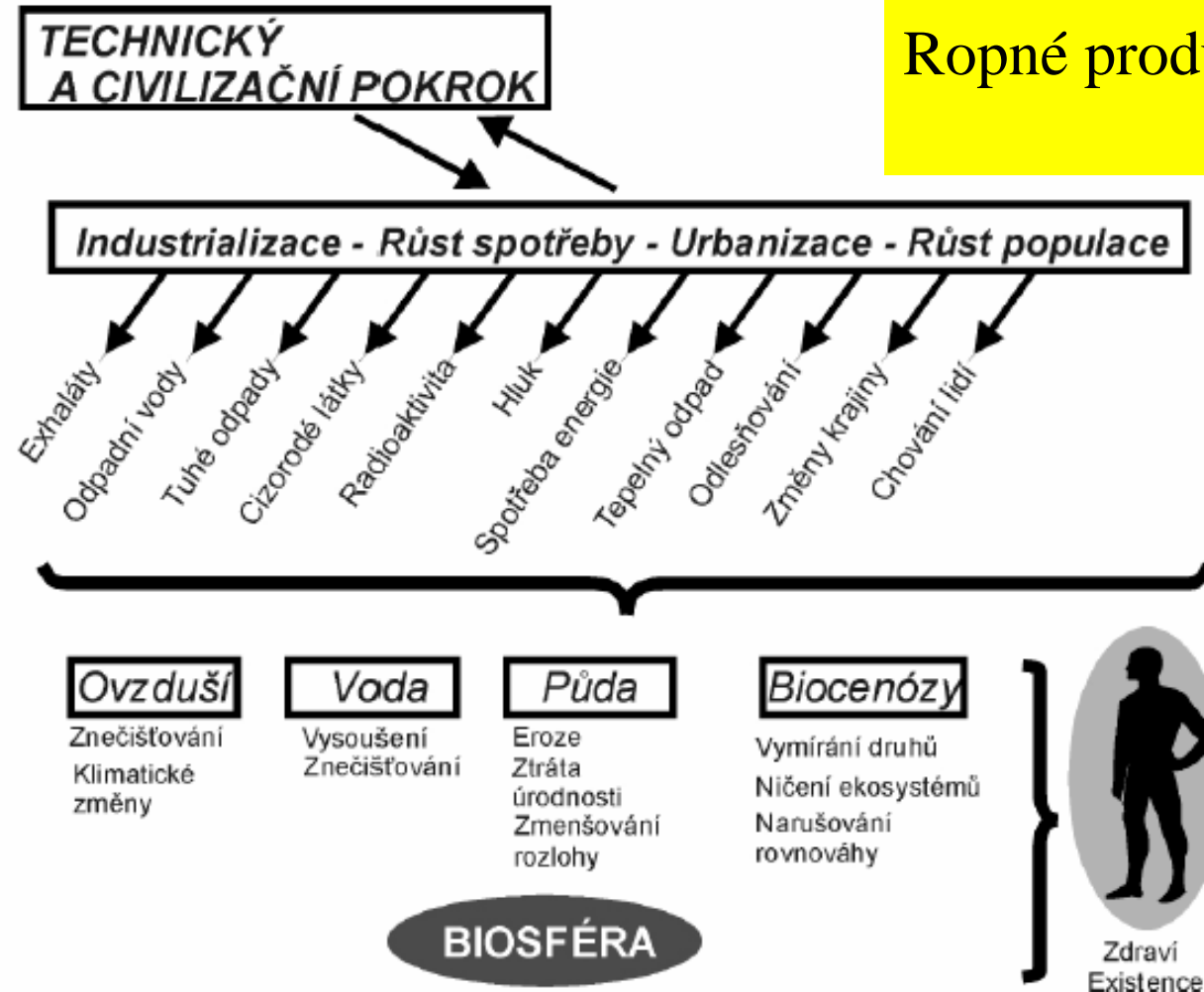
PCBs

PAH

Halogenová organická rozpouštědla

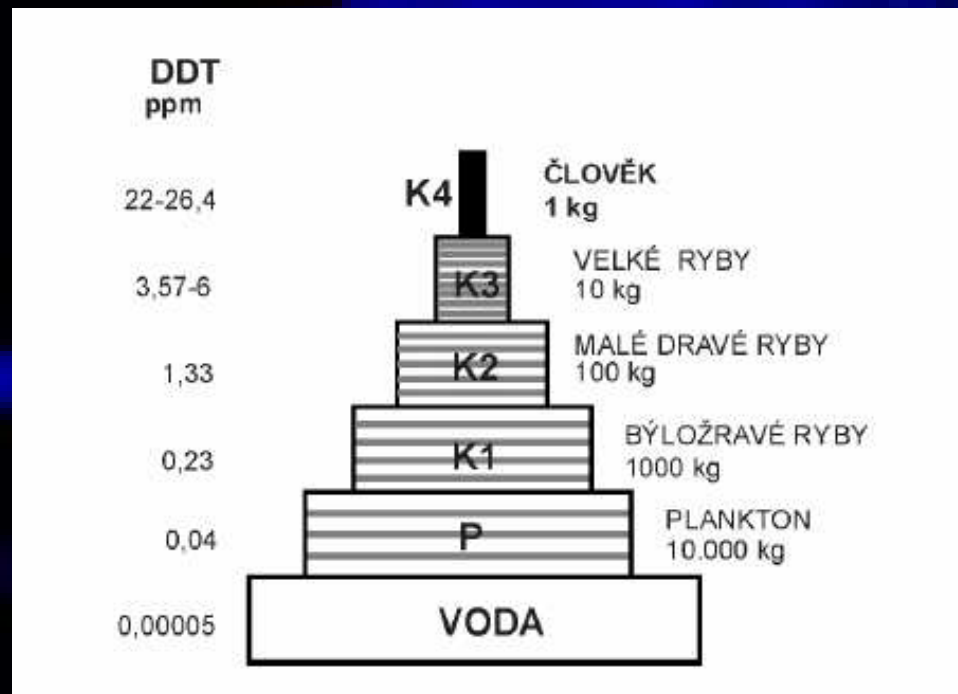
Nitroaromáty

Ropné produkty



Pesticidy (*insekticidy, herbicidy, fungicidy, zoocidy*)

pesticidy např. (TOCP (tri-o-cresylphosphat), DDT (dichlorodiphenyltrichloroethane) a jejich metabolické produkty přijímá velké množství zem.plodin



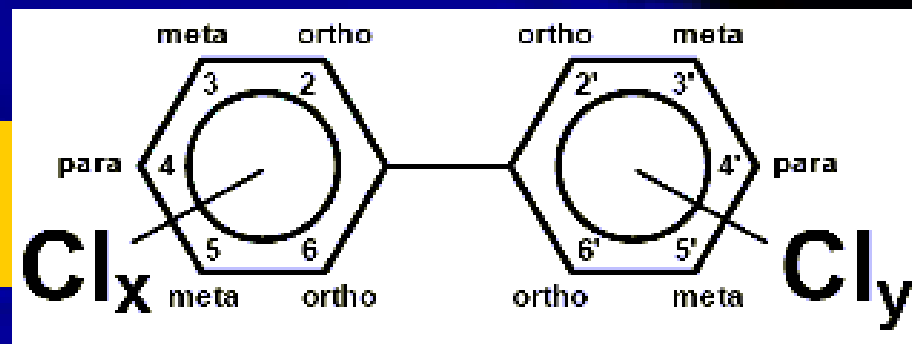
Spolana Neratovice (DDT)

Tabulka.1: Přehled plevelů s rezistencí vůči triazinovým herbicidům na území ČR

Laskavec ohnutý	1985	triaziny
Laskavec Powelův	1989	triaziny
Merlík bílý	1986	triaziny, chloridazon, lenacil
Merlík tuhý	1989	triaziny, chloridazon, lenacil
Rdesno blešník	1987	triaziny, chloridazon, lenacil
Rdesno červivec	1989	triaziny, chloridazon, lenacil
Turanka kanadská	1987	triaziny, paraquat, diquat
Starček obecný	1988	triaziny, chloridazon, lenacil
Lipnice roční	1988	triaziny
Ježatka kuří noha	1994	atrazine, simazine
Bér zelený	1994	atrazine, simazine
Bytel metlatý	1998	atrazine, sulfonylmočoviny
*/Chenopodium pedunculare	1998	atrazine**/

Polychlorované bifenyly (PCB)

Vzorec



- ❖ Používaly se do transformátorových a kondenzátorových olejů, do barev, plastifikátorů, ale třeba také na propisovací papíry a do inkoustů
- ❖ 1984 zakázána jejich výroba i v tehdejším Československu
- ❖ dodnes v transformátorech a kondenzátorech
- ❖ vedlejší produkty v řadě průmyslových výrob (například v hutnictví, při spalování odpadů, v chemické výrobě různých sloučenin chlóru anebo ve spalovacích motorech automobilů při spalování olovnatého benzínu atd.)
- ❖ v prostředí detekovány poprvé v roce 1966 společně s DDT
- ❖ Toxický charakter PCBs (i ve velmi nízkých koncentracích) byl definitivně prokázán až v 70. letech minulého století
- ❖ Nyní se PCB do životního prostředí dostávají například v důsledku požárů a úniků z uzavřených systémů (transformátorů, kondenzátorů a dalších), z barev či omítek s obsahem PCB, z úložišť odpadů s obsahem PCB, spalováním odpadů s obsahem PCB

Fytoremediace PCB

- ❖ lipofilní povaha PCB napomáhá tendenci akumulace v tukových ložiscích, čímž může vstupovat do potravního řetězce
- ❖ 1. PCB degradující bakterie-1973 *Achromobacter*- dnes izolace enzymů, sekvenace genů-expresní vektory
- ❖ primární produkty u rostlin –hydroxychlorobiphenyly x konečný produkt aerobní bakteriální degradace PCB-kyseliny chlorbenzoové
- ❖ zvýšení úrovně exprese cytochromů P-450 a peroxidas

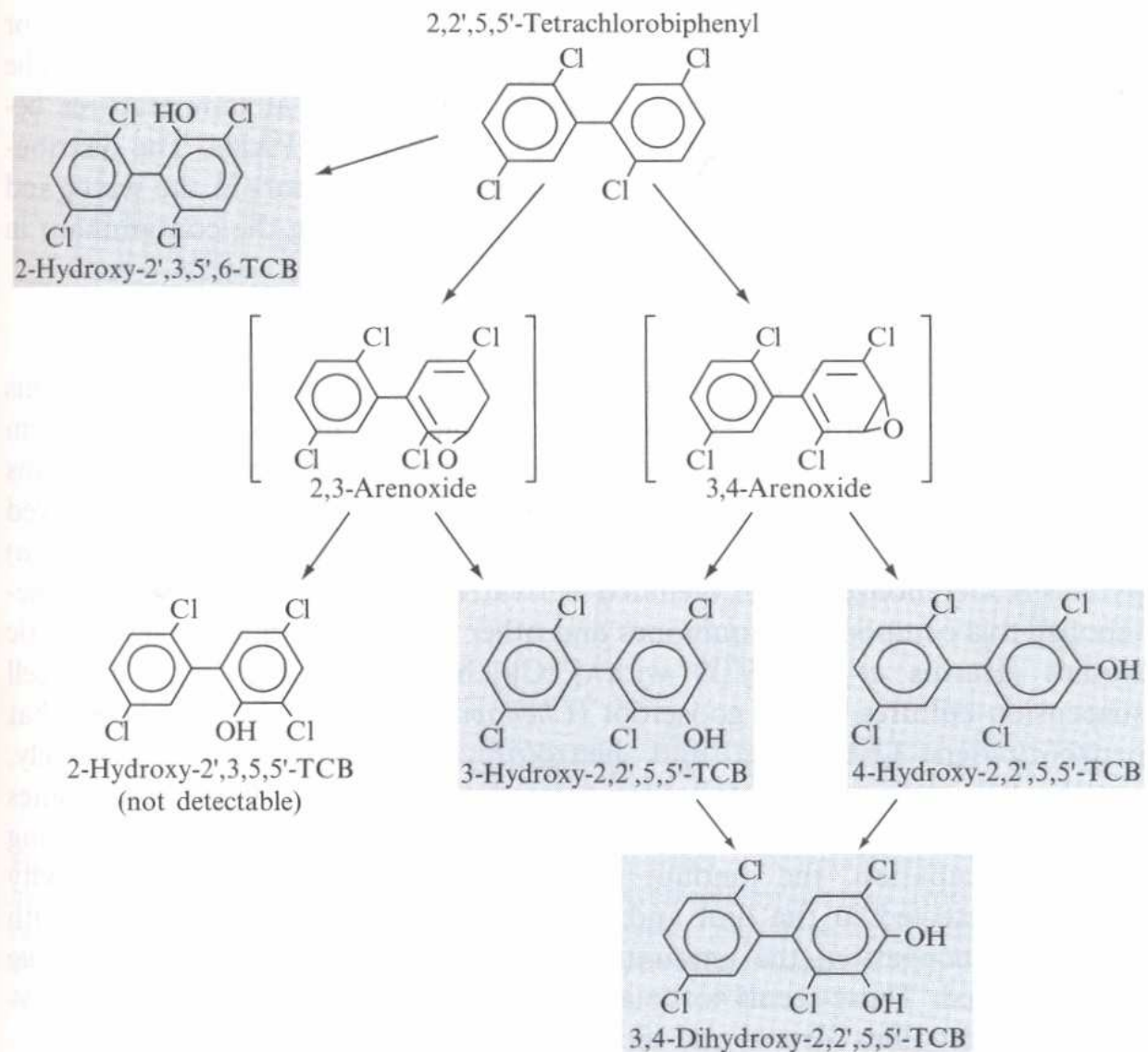
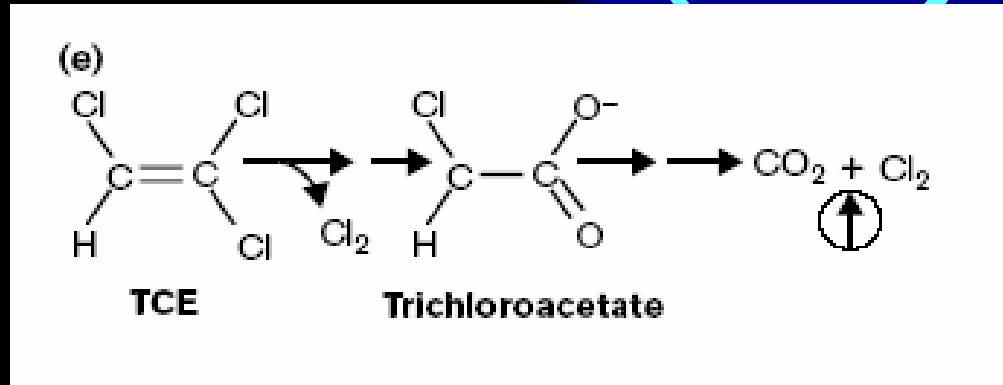


Figure 9-4 Metabolism of PCB 52 (2,2',5,5'-tetrachlorobiphenyl) in plants. The shaded metabolites have been detected in cell cultures of various plant species, the others are known from animal metabolism but are not detectable in the investigated cell cultures.

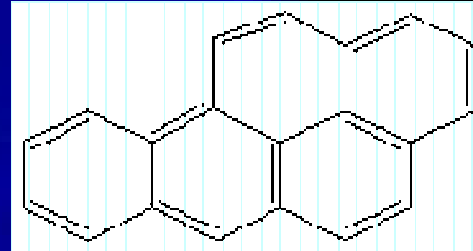
Halogenovaná organická rozpouštědla (TCE)



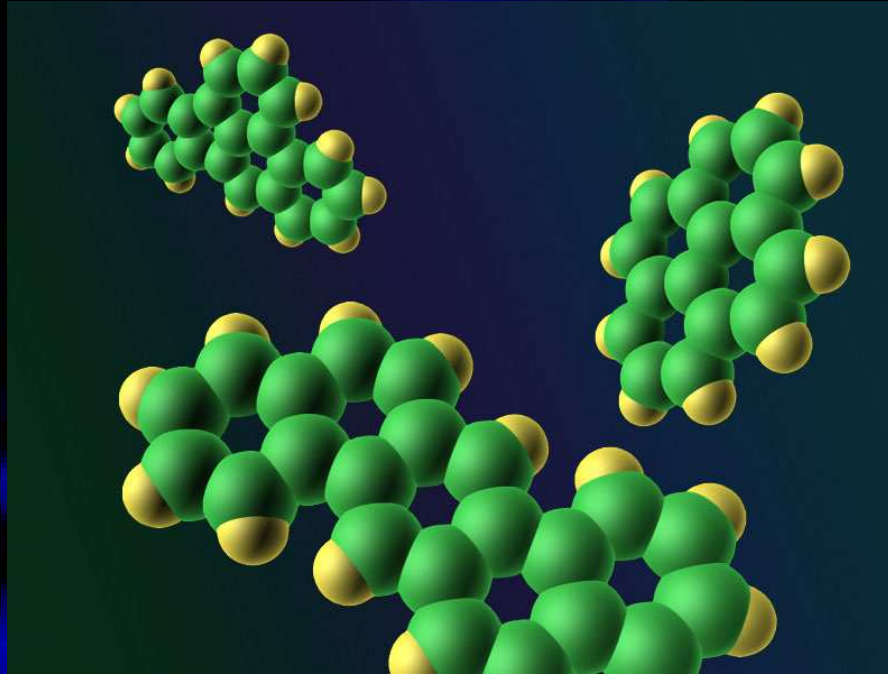
hybridní topoly

- ❖ rostliny obsahují nespecifické alifatické dehalogenázy, které jsou schopny degradovat trichlorethylen (TCE) a příbuzná chlorovaná rozpouštědla
- ❖ *in vitro* topoly aktivně přijímaly TCE a degradovaly na trichlorethanol nebo dichloracetat a nakonec CO₂, za 10 dní mineralizováno 10% TCE z media
- ❖ v Oregonu byly topoly použity pro snížení migrace TCE

polycyklické aromatické uhlovodíky (PAHs)



- ❖ představitele perzistentních organických polutantů (POPs)
- ❖ mají výraznou schopnost vázat se na pevných sorbentech nebo částicích (prach) i v živých organismech
- ❖ naftalen, acenaftalen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benz(a)antracen, chrysen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(123cd)pyren, dibenz(ah)antracen, a benzo(ghi)perylene
- ❖ především ze spalování fosilních paliv



le [mg.l⁻¹]

- ❖ beno(a)zpyren-nejkarcinogenější, rostliny ho metabolizují na chinony a další oxidační deriváty- na procesu se podílejí cytochromy P-450
- ❖ flourantén- jeden z nejrozšířenějších, mutagenní, rostliny ho téměř nepřijímají, absorbuje se pouze na povrch kořenů
- ❖ pyren- *kostrava a proso* -30% mineralizace

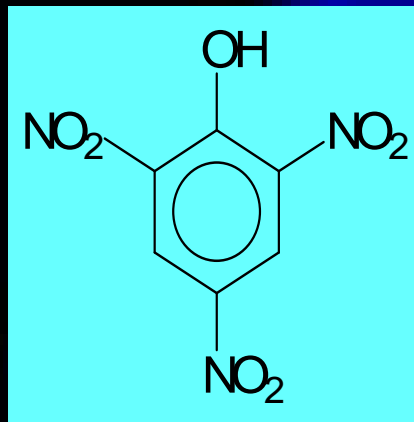
Table 1. Growth of different plant in vitro culture strains with regard to fresh wt and dry wt within 14 days of incubation in the presence of polycyclic aromatic hydrocarbons and polychlorinated biphenyls.

Species/strain	Fresh wt (% of inoculum)			Dry wt (% of inoculum)		
	Control	PAH	PCB	Control	PAH	PCB
Tomato/To	307	215	206	292	187	189
Soybean/S (PC-1026)	522	538	653	418	271	284
Wheat/W (PC-0998)	236	164	117	193	187	137
Birch/Bk22	263	290	129	319	318	129
Mulberry/Mr15	241	178	211	213	174	213
Barley/Hv (PC-1118)	399	238	338	249	219	244
Nightshade/SNC-90	269	267	273	265	233	246

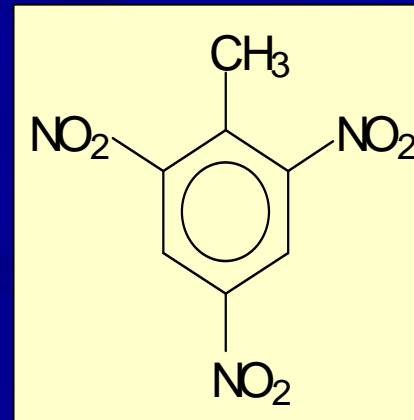
Table 2. Average of remaining content of polychlorinated biphenyls (Delor 103) and individual polycyclic aromatic hydrocarbons after 14 days cultivation with the mixture of in vitro culture strains of different plant species

Species/strain	Residual PAH content (% of control)				Residual PCB content (% of control) Delor 103
	Acenaphth.	Phenanthr.	Anthracene	Pyrene	
Tomato/To	7	46	0	73	92
Soybean/S (PC-1026)	7	25	0	83	78
Wheat/W (PC-0998)	0	4	0	13	78
Birch/Bk22	0	79	1	73	95
Mulberry/Mr15	0	59	64	86	95
Barley/Hv (PC-1118)	2	54	8	37	82
Nightshade/SNC-90	69	100	58	95	85

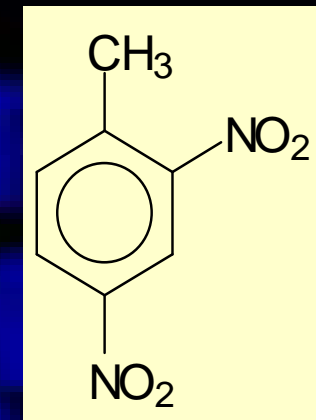
Výbušniny



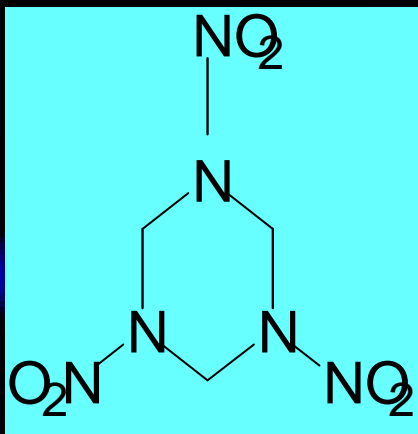
2,4,6-trinitrophenol
(picric acid, TNF)



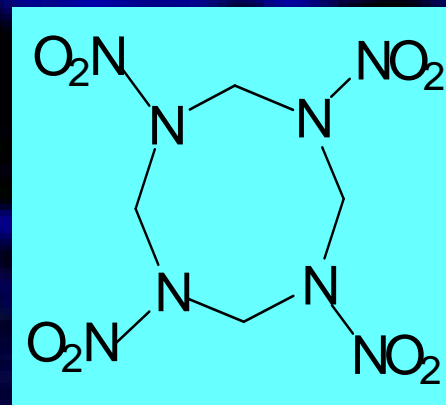
2,4,6-trinitrotoluene
(tritol, TNT)



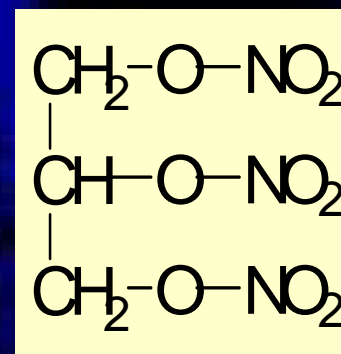
2,4-dinitrotoluene
(DNT)



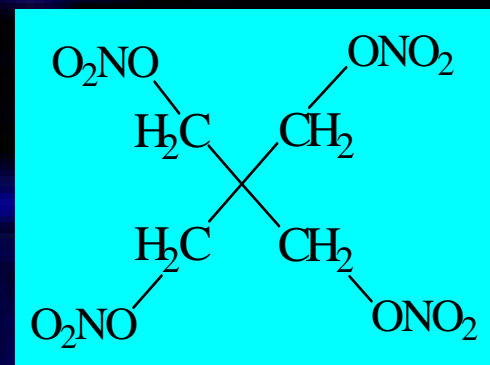
1,3,5-trinitro-
1,3,5-triazine
(RDX)



1,3,5,7-tetranitro-
1,3,5,7-tetrazocine
(HMX)



glycerol
trinitrate
(GTN)



pentaerythritol
tetranitrate
(pentrit, PETN)

výskyt

➤ **Vojenské prostory**

Libavá, Doupov, Boletice, Milotice,
Ralsko-Mladá

➤ **Muniční sklady**

➤ **Továrny**

Semtín, Vsetín, Vlašim, Polička

nejčastěji se vyskytující - TNT, RDX, NG

- způsobuje anémii
- poškozuje jaterní tkáň
- dráždí pokožku
- způsobuje šedý zákal
- potenciální lidský karcinogen
- ovlivňuje nervový systém
- potenciální lidský karcinogen

➤ vazodilatační účinky



Znečištění vody



~110 mg/kg TNT
5 mg/kg ADNTs



~10 mg/L TNT
5 mg/L ADNTs

Fytoxicita TNT a DNT

TNT (0,93 mg.g⁻¹)



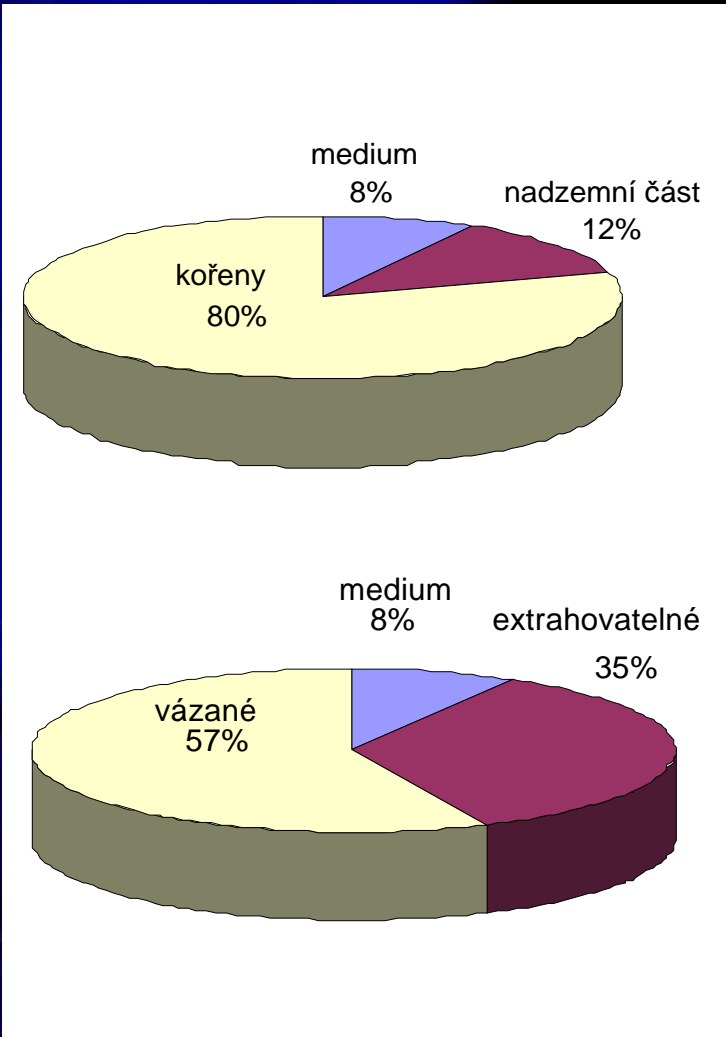
DNT (4,75 mg.g⁻¹)

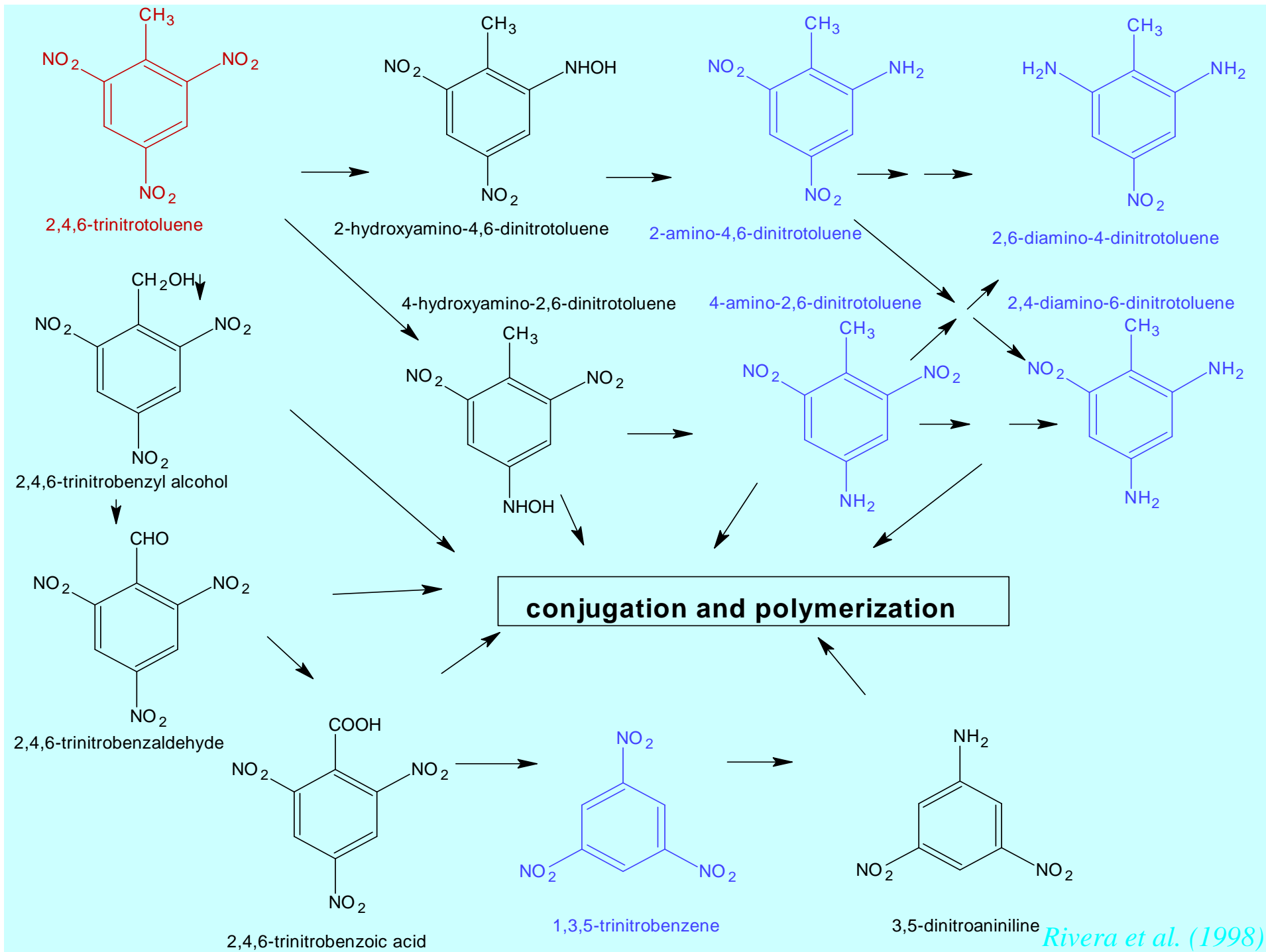
kontrola

Distribuce radioaktivity (^{14}C -TNT) mezi mediem, kořeny a nadzemní částí u *in vitro* kultivovaných regenerantů *Senecio jacobaea*



Autoradiogram *Senecio jacobaea*

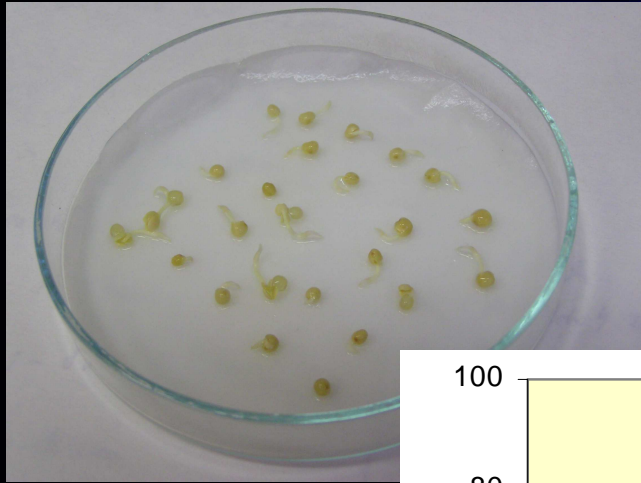




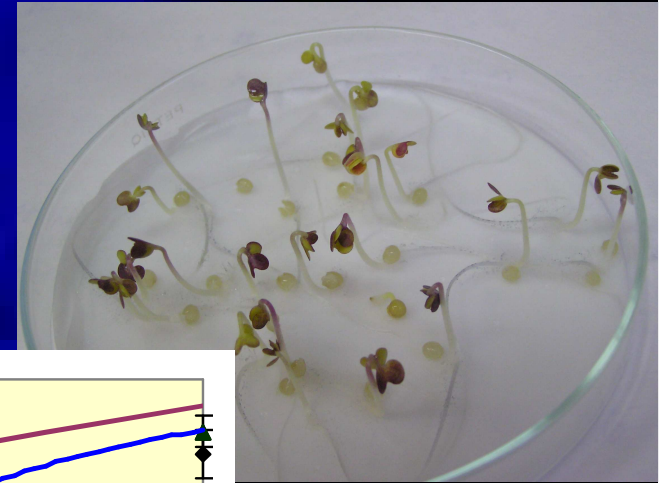
Rivera et al. (1998)

Toxicita nitrosloučenin a jejich degradačních produktů

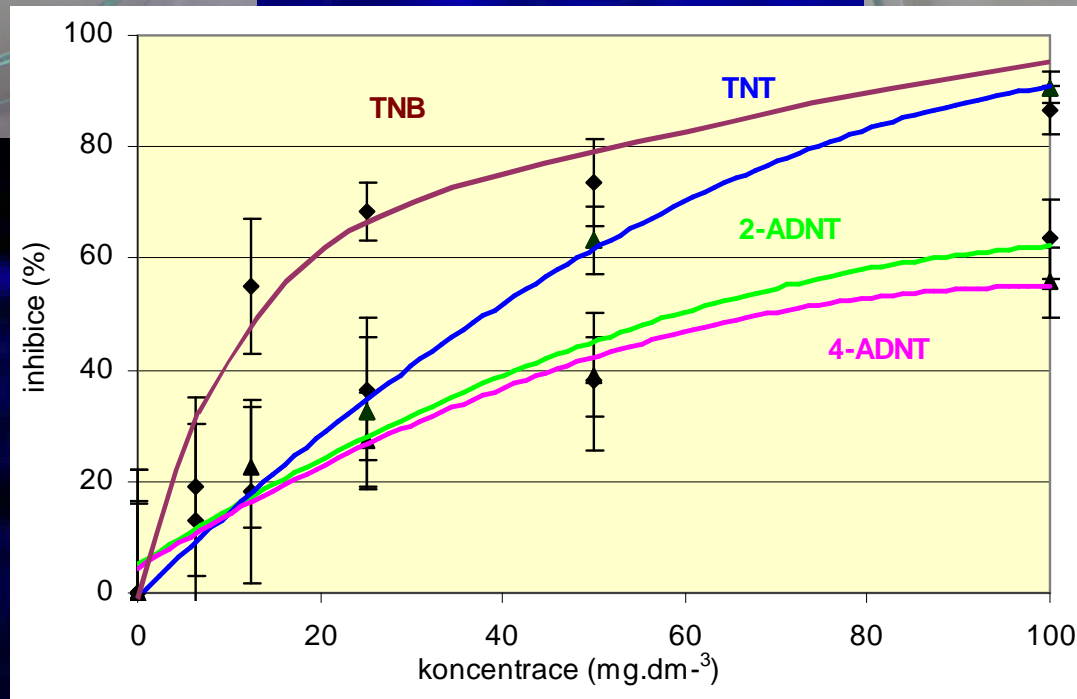
dle normy ISO 7346 jako inhibice růstu primárního kořene klíčících rostlin *Sinapis alba*



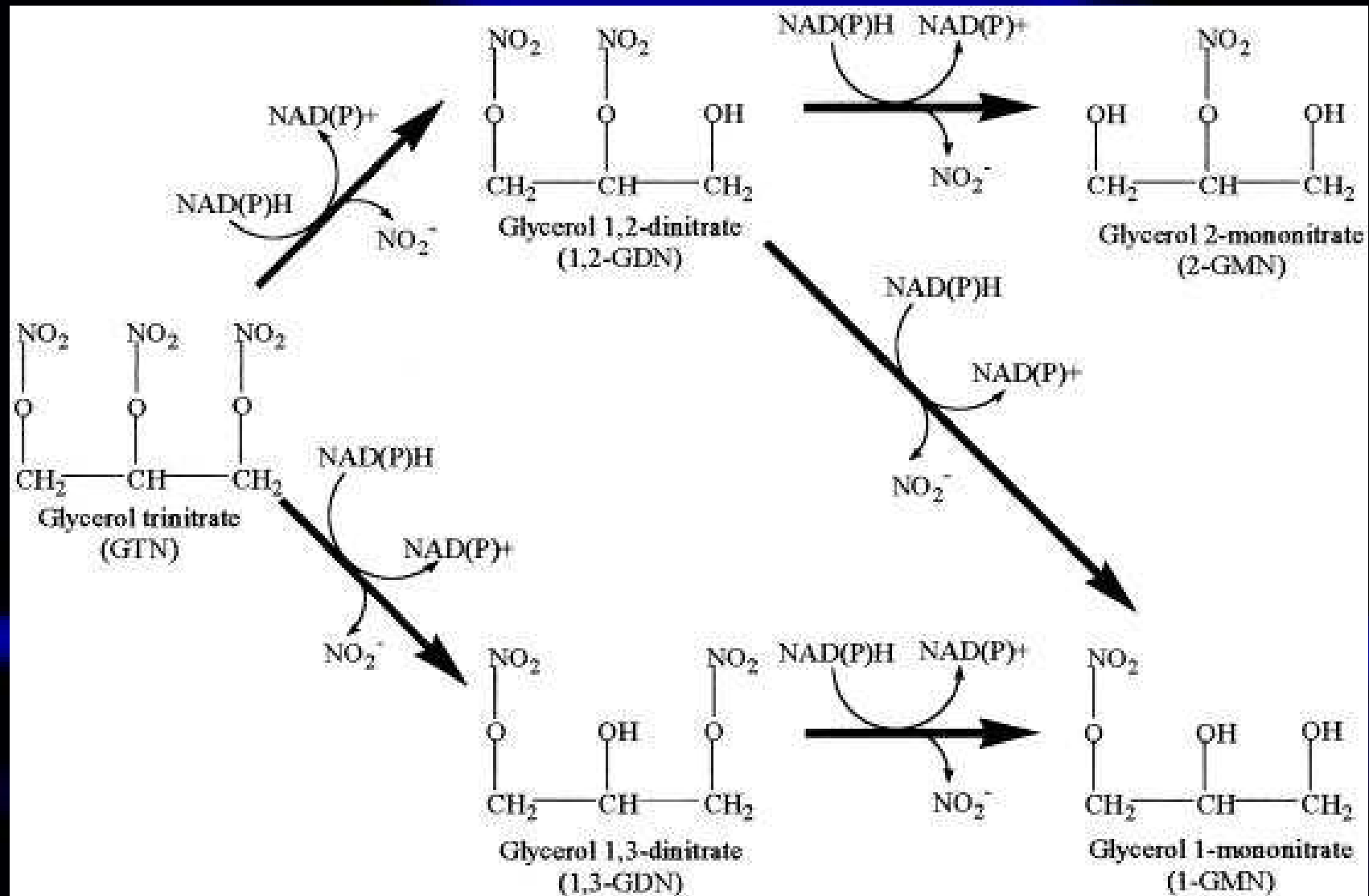
TNT 100mg/l



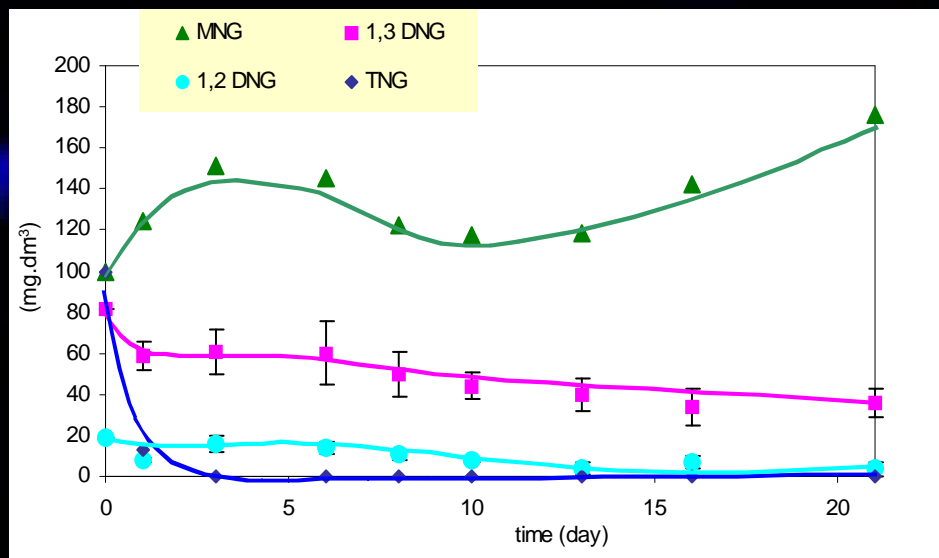
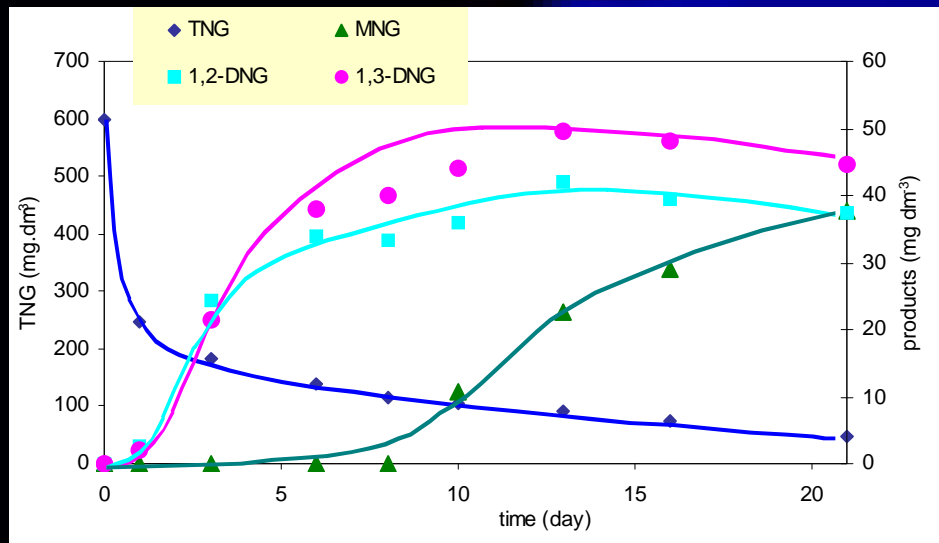
kontrola



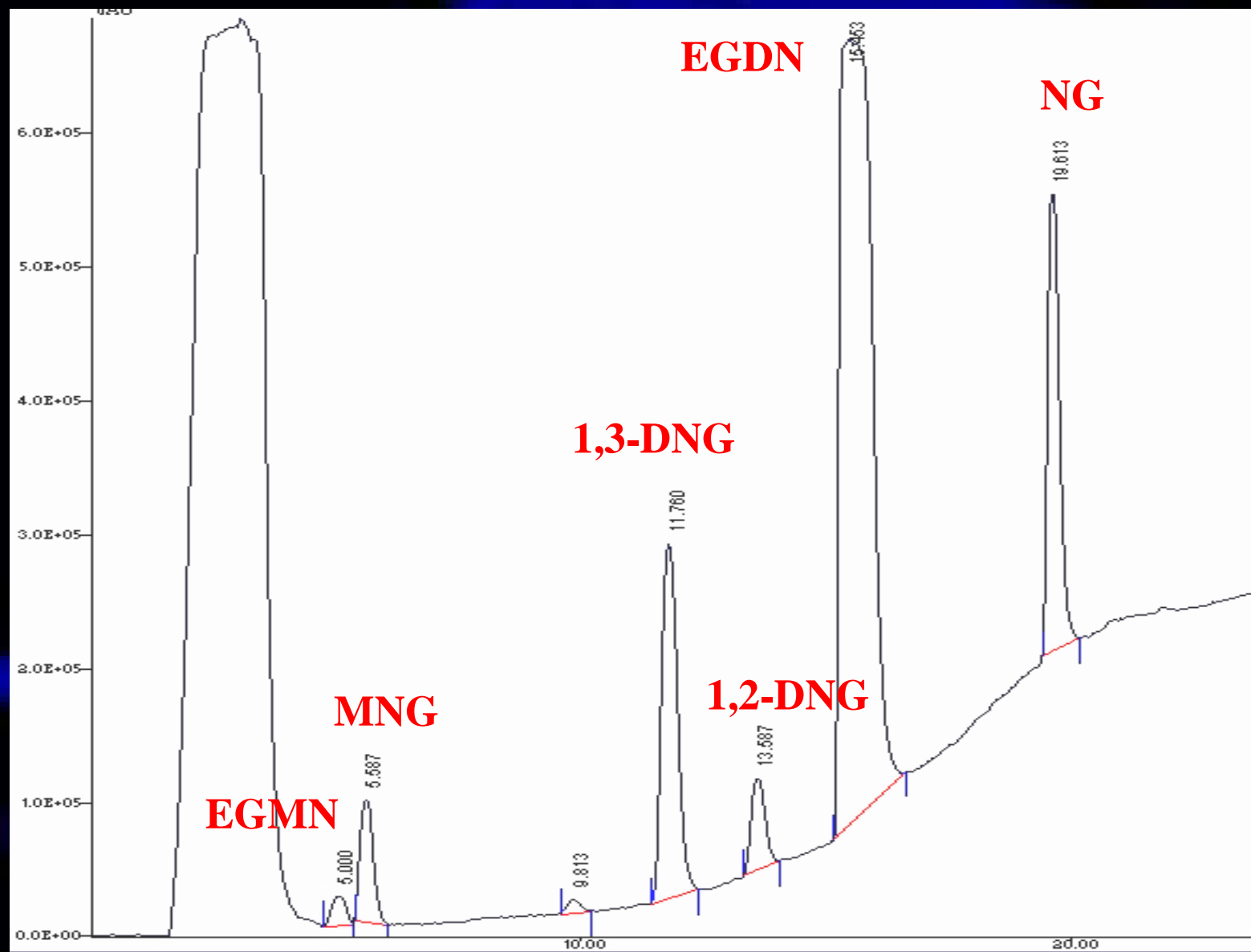
Degradační cesta TNG



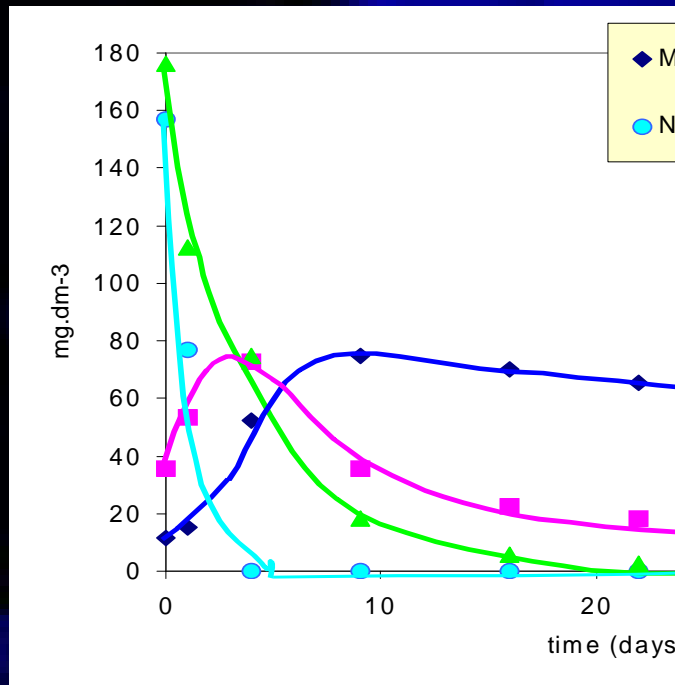
Degradace TNG *in vitro* pěstovanými regeneranty *Juncus inflexus*



Obsah nitroesterů v odpadní vodě

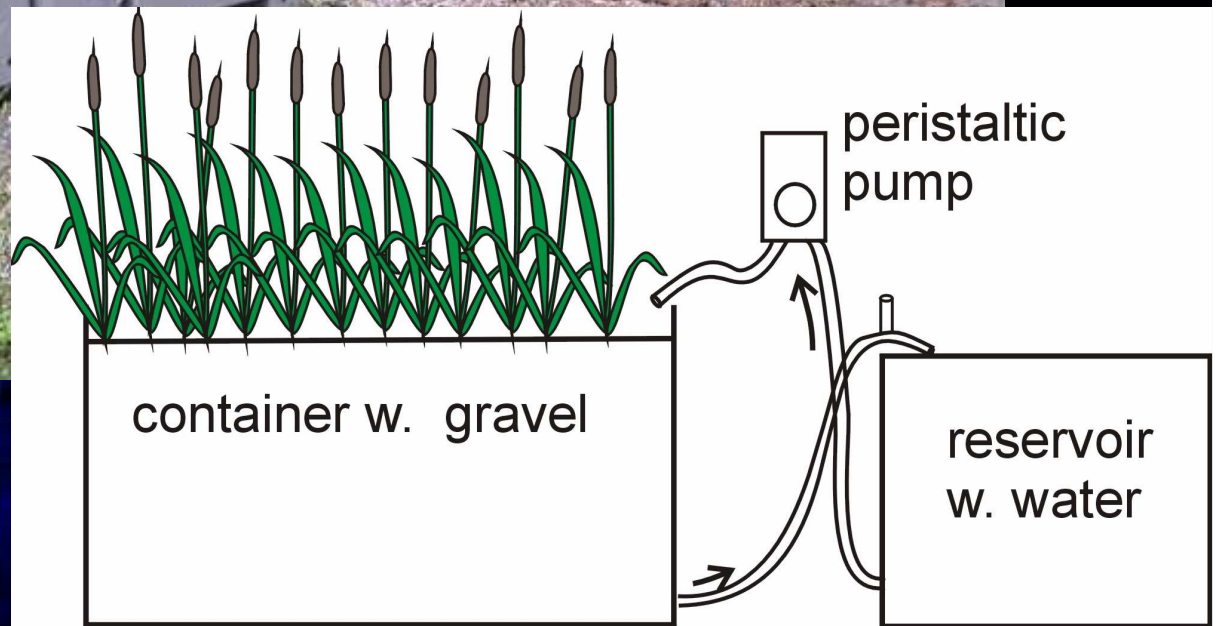


Degradace odpadní vody *in vitro* kultivovanými regeneranty rákosí



- 10 ml of the waste water added to 40 ml of medium in every magenta box
- the initial concentration of NCs 560 mg/L
- the medium was sampled during 42 days

Umělý mokřad





Juncus inflexus



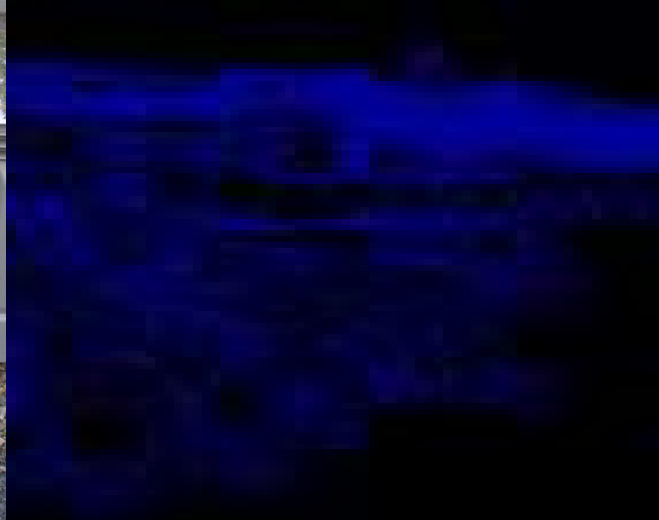
Iris pseudacorus



Phragmites australis



Typha laxmanii



Děkuji za pozornost

