

*Josef K. Fuksa,
VÚV TGM, v.v.i.*



BIODEGRADACE SPECIFICKÝCH POLUTANTŮ — ZÁKLADNÍ PODMÍNKY

Fuksa, J.K.: Biodegradace specifických polutantů – základní podmínky
Sanační technologie XVI, Uherské Hradiště 22.5.2013

Podmínky pro biodegradaci:

Organizmy

Substrát

Akceptor elektronu

Prostředí:

- Obecné vlastnosti
- Habitaty
- Teplota
- Transport

DEGRADACE / BIODEGRADACE

- **Mineralizace**

Polutant = substrát $\longrightarrow \longrightarrow \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

- **Degradace**

Polutant = substrát $\longrightarrow \longrightarrow \longrightarrow \text{Produkt}$

- **Polymerace**

Polutant $\longrightarrow \longrightarrow \longrightarrow$

Komplexní a stabilní produkty

Extracelulární enzymy
Reaktivní meziprodukty

Podmínky / vztahy:

- Genetický potenciál společenstva
- Dostupnost polutantu (bioavailability) – rozpustnost, sorpce, fyzikální stav....
- Struktura polutantu – sterický a elektronový efekt.
- Habitat.
- Akceptory elektronu atd.

Genetický potenciál společenstva

Známa struktura:

- = adaptované společenstvo
- = existují (degradační) metabolické dráhy

Adaptace:

- indukce enzymů
- růst „degradujících“ populací

Genetický potenciál společenstva

Neznámá struktura:

- = neadaptované společenstvo
- = nejsou enzymy

Adaptace - genotypové:

- mutace
- genový přenos.

Příjem (uptake) málo rozpustných organických polutantů / substrátů:

- Podíl rozpustný ve vodě.
- Kontakt buněk s „fází“ (fimbrie, hydrofobní povrch buněk).
- Kontakt s „kapičkami“ ($< 1 \mu\text{m}$).
- Surfaktanty \rightarrow emulze \rightarrow vyšší rozpustnost, lepší kontakt atd.

Příjem (uptake) pevných org. polutantů / substrátů:

- Kontakt.
- Podíl rozpustný ve vodě.

Struktura polutantu

Sterický efekt:

Reakční místo pro enzym:

- Přístupné.
- Chráněné (větvení).

Elektronový efekt:

- CH_3 dodává e^- degradace +
- Cl odčerpává e^- degradace -

Faktory prostředí

Akceptor elektronu:

- Aerobní respirace – kyslík.
- Anaerobní respirace – dusičnan, síran, ...
- Fermentace – org. látka.

Dusičnan – akceptor elektronu (N_2 , N_2O),
zdroj dusíku (recyklace DNRA).

KONSORCIA: Společný/sdílený
metabolizmus.

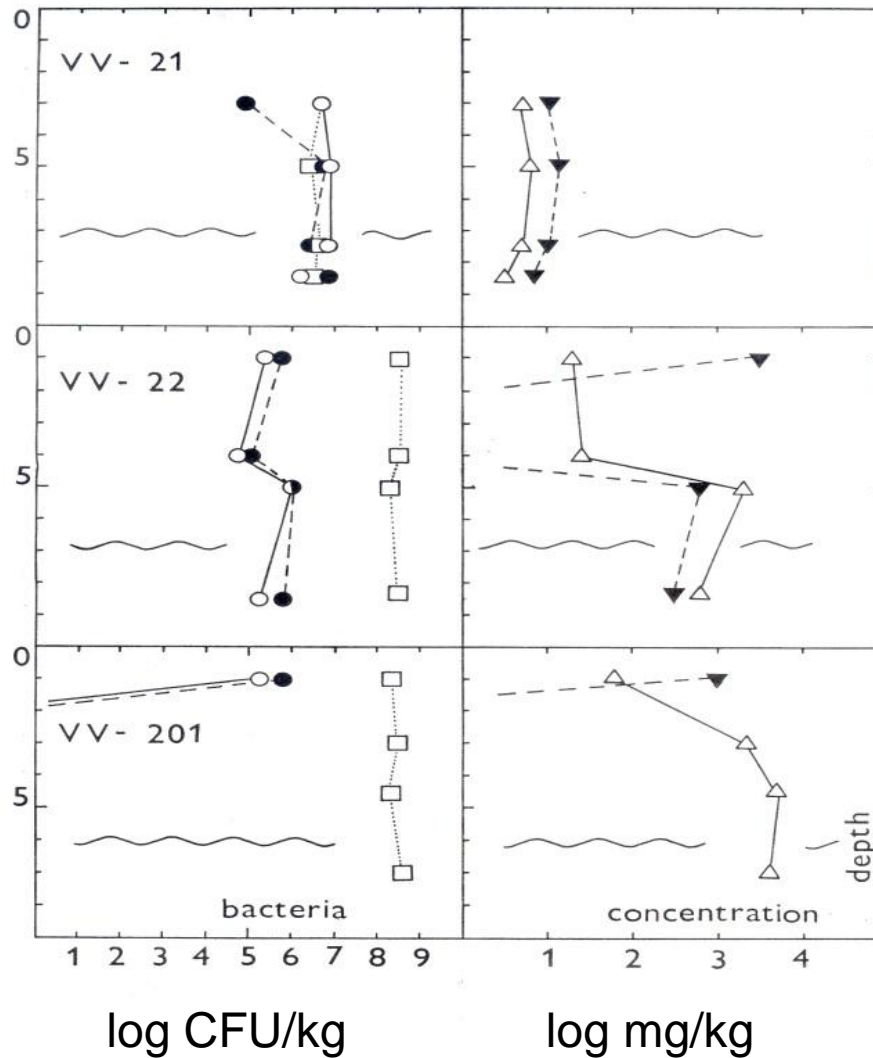
Vertikální stratifikace (Hněvice 1979)

Bakterie:

- PL-5
- NM
- MPA

Koncentrace:

- △ RUH
- ▲ NO₃



Wet weight,
obsah vody cca 10%

Substrát –
zdroj energie heterotrofů:

Může polutant an sich zabezpečit růst
populace/konsorcia???

- Degradace ropných uhlovodíků větš. ANO,
substrát je „energeticky vydatný“,
 β -oxidace probíhá na kyslíku i za denitrifikace
- Ostatní případy většinou NE,
polutant je sekundární substrát.

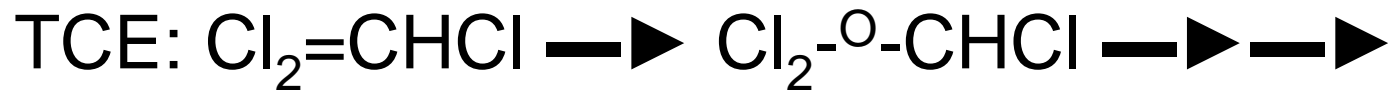
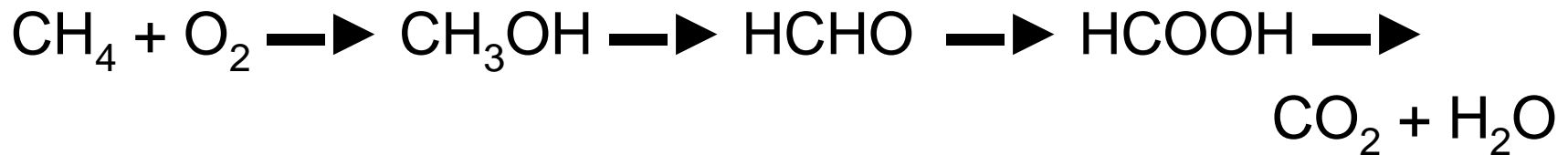
DEGRADACE / BIODEGRADACE

- **Kometabolismus**

Hlavní reakce \longrightarrow **nespecifický enzym** \longrightarrow Produkty

Polutant \longrightarrow \longrightarrow \blacktriangle \blacktriangledown \longrightarrow Produkt X

MM – methanmonooxygenáza (methylotrofie)



Stačí jen polutant ?

Mikrobů, specialistů, které rostou na polutantech **jako na jediném zdroji uhlíku**, není moc (Ps. putida, Alcanivorax borkumensis).

Ve většině případů fungují směsná společenstva a konsorcia, a především utilizace nespecifického Corg + kometabolismus specifických substrátů.

Čili:

Stačí jen někdy (RUH), většinou je nutný primární substrát + polutant.

Nespecifické substráty:

Podporují:

- Obecně růst a diverzitu populací.
- Kometabolismus.
- Diversitu podmínek (gradienty, redox).

Adaptace na exotické substráty:

V přírodě existují „modely“
– např. rozklad ligninu.

Přisedlý růst / biofilm: Ochrana před vyplavením, dlouhá doba expozice, genový přenos, konsorcia atd.

Kontaminované prostředí podzemní vody in situ

Omezené možnosti transportu in situ:

- Mikroorganizmy
- Plyny
- Substráty, polutanty, další látky.

Teplota – stálá a nízká

Nekonečné fázové rozhraní.

Omezené možnosti vzorkování.



Čím můžeme reálně manipulovat ?

Proudění vody: podzemní voda, recirkulace atd.

Transport rozpustných polárních látek – tam i ven.

Transport nepolárních látek – obtížně.

Akceptory elektronu –

střídání aerobní a anaerobní fáze

Doporučení. Pokud spoléháme opravdu na **BIO** degradaci, měli bychom mít jistotu, že:

- Na místě jsou adaptované bakterie a jsou aktivní. Prostředí umožňuje jejich aktivitu.
- Je k dispozici akceptor elektronu.
- Polutant slouží jako primární substrát, nebo je k dispozici primární substrát pro kometabolismus.
- Produkty degradace indikují mikrobiální degradaci.
- Pokud to nefunguje, lze to přenést do kontrolovatelných podmínek na povrch.