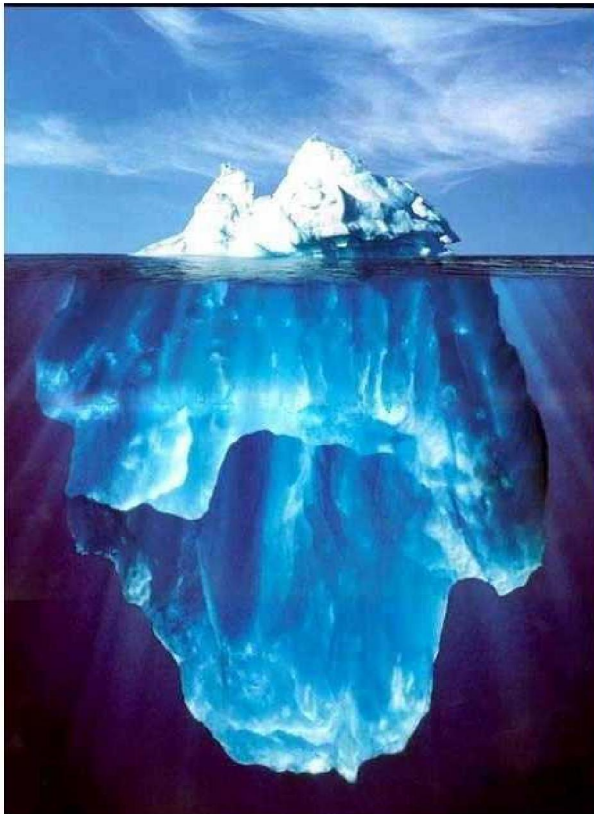


MŮŽE BÝT BIOTECHNOLOGIE PRAKTICKY POUŽITELNÝM NÁSTROJEM PRO ELIMINACI PESTICIDŮ Z VOD?

Martina Siglová, Petr Beneš, Karel Waska,
Richard Ježdík, Miroslav Minařík

EPS biotechnology, s.r.o., V Pastouškách 205, 686 04 Kunovice, CZ



- **Mikropolutanty**
toxické, persistentní a bioakumulativní látky s negativním vlivem na ekosystémy, živé organismy, případně zdraví člověka

**Koncentrace - od ng do μg
 $\mu\text{g/L}$ (10^{-6} g/L); ng/L (10^{-9} g/L)**

Typy a zdroje mikropolutantů

Plošné zdroje

Pesticidy

Aditiva paliv



Bodové zdroje

Léčiva, hormony,
halucinogeny –
látky z finální
spotřeby

Látky z produktů
osobní péče –
látky z výroby i z
finální spotřeby

Látky z různých
výrob – chemický
průmysl, výroba
plastů atd.



Legislativní limity mikropolutantů v ČR

VODA

Povolené limity pro koncentrace PL a jejich metabolitů ve vodách pitných, povrchových, podzemních i v surové vodě pro úpravu na vodu pitnou.

| PITNÁ VODA | SUROVÁ VODA PRO VODU PITNOU | POVRCHOVÁ VODA | PODZEMNÍ VODA |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Pro každou jednotlivou PL a rel. metabolit v pitné vodě 0,1 µg/l (NMH) | Má 3 stupně jakosti a pro každý stupeň mírně odlišné limity | Řídí se tzv. normami environmentální kvality (NEK) | v zásadě pracuje se stejnými limity jako voda pitná |
| Pro aldrin, dieldrin, heptachlor a heptachlorepoxydu= přísnější limit, 0,03 µg/l | Jednotlivá PL a rel. metabolit - 0,1 – 0,5 µg/l a pro jejich sumu 0,5 µg/l | V závislosti na PL - buď nejvyšší přípustná koncentrace PL anebo její celoroční průměrná hodnota , příp. oboje. | |
| Pro sumu jednotlivých PL a jejich relevantních metabolitů - 0,5 µg/l . | Pro aldrin, dieldrin, heptachlor a heptachlorepoxydu= přísnější limit, 0,03 µg/l | NEK pro konkrétní pesticid v nařízení vlády č. 401/2015 Sb. | |

ZEMINA

Legislativně dané limity pro PL neexistují pro zeminy (kromě MP MŽP 1/2014), přestože se v poslední době ukazuje, že právě půdní prostředí je rezervoárem PL a jejich primárním recipientem a voda je až sekundárním příjemcem tohoto znečištění.

Pitná voda v ČR

Zpráva o kvalitě pitné vody v ČR za rok 2017 a 2019

Rok 2017 byl již dvacátým čtvrtým rokem rutinního provozu "Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí" (monitoringu) i jeho Subsystému II "Zdravotní důsledky a rizika znečištění pitné vody".

Zdrojem dat pro výroční zprávu je informační systém PiVo (IS PiVo) provozovaný Ministerstvem zdravotnictví ČR.



Státní zdravotní ústav
Praha, 2018



Do roku 2014
se kvalita pitné vody
setrvale zlepšovala.

Nejproblematictější
= dusičnany.



Od 2015
se kvalita pitné vody
nezlepšuje.

Nejproblematictější
= pesticidy.

limit **0,1 µg/l** pro každý jednotlivý
pesticid nebo jeho metabolit,
s výjimkou aldrinu, dieldrinu,
heptachloru, heptachlorepoxydu,
pro které platí limit 0,03 µg/l. Limit
pro součet pesticidů a jejich
metabolitů je **0,5 µg/l**.

Udělení výjimek – překročení mezních hodnot (2017)

| Ukazatel | Jednotka | Počet oblastí | Počet obyvatel | Limit výjimky v rozmezí | |
|---------------------------------------------|----------|---------------|----------------|-------------------------|--------|
| | | | | od | do |
| <i>Pesticidní látky a jejich metabolity</i> | | | | | |
| acetochlor ESA | µg/l | 55 | 254 739 | 0,10 | 1,50 |
| acetochlor OA | µg/l | 7 | 84 046 | 0,10 | 0,50 |
| desethylatrazin | µg/l | 4 | 389 | 0,10 | 0,40 |
| alachlor ESA | µg/l | 4 | 764 | 1,50 | 3,00 |
| hexazinon | µg/l | 3 | 453 | 0,20 | 0,40 |
| atrazin | µg/l | 3 | 690 | 0,20 | 0,50 |
| chloridazon-desphenyl | µg/l | 1 | 479 | 0,10 | 10,00 |
| chloridazon-methyl desphenyl | µg/l | 1 | 479 | 0,10 | 10,00 |
| MCPP (mecoprop) | µg/l | 1 | 230 | - | 0,40 |
| <i>Ostatní ukazatele</i> | | | | | |
| dusičnany | mg/l | 35 | 10 924 | 60,00 | 120,00 |
| uran | µg/l | 9 | 9 613 | 15,00 | 30,00 |
| nikl | µg/l | 4 | 2 856 | 40,00 | 170,00 |
| antimon | µg/l | 2 | 372 | 15,00 | 20,00 |
| arsen | µg/l | 2 | 273 | - | 20,00 |
| selen | µg/l | 1 | 417 | - | 20,00 |

79
oblastí

341
tisíc

Udělení výjimek – překročení mezních hodnot (2019)

| Ukazatel | Jednotka | Počet oblastí | Počet obyvatel | Limit výjimky v rozmezí | |
|-------------------------------------------------|----------|---------------|----------------|-------------------------|-------|
| | | | | od | do |
| Pesticidní látky a jejich metabolity | | | | | |
| acetochlor ESA | | 67 | 170 282 | 342 tisíc | 2,00 |
| alachlor ESA | | 23 | 9047 | | 4,00 |
| dimethachlor ESA | | 17 | 46595 | | 1,00 |
| acetochlor OA | µg/l | 9 | 85 538 | 0,20 | 0,60 |
| PL celkem | µg/l | 7 | 34039 | 0,80 | 1,00 |
| hexazinon | µg/l | 7 | 1115 | 0,20 | 1,00 |
| metazachlor ESA | µg/l | 5 | 2316 | 0,40 | 1,00 |
| desethylatrazin | µg/l | 3 | 130 | 0,18 | 1,00 |
| atrazin | µg/l | 3 | 440 | 0,20 | 1,00 |
| metolachlor ESA | µg/l | 2 | 283 | 0,50 | 1,00 |
| chloridazon-desphenyl | µg/l | 2 | 543 | 10,00 | 20,00 |

SZÚ Praha, Zpráva o kvalitě pitné vody za rok 2019

http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/monit/voda_2019.pdf

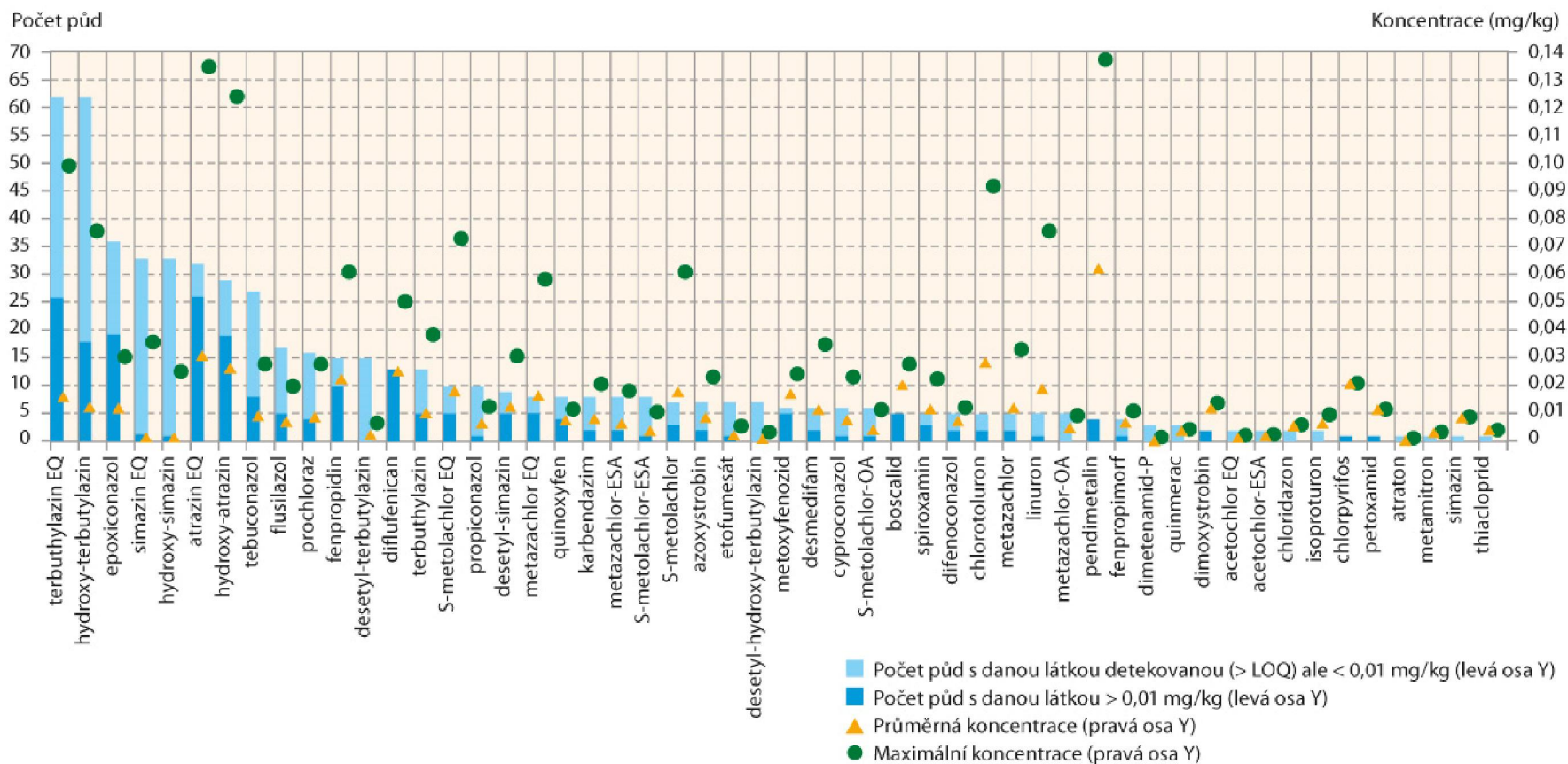
http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/monit/voda_2019.pdf

Koncentrace ostatních hodnocených kontaminantů v pitné vodě často nepřesahují mez stanovitelnosti použité analytické metody. Expozici těmto látkám proto není možno exaktně hodnotit, s jistotou lze však říci, že je menší než 1% expozičního limitu. Akutní poškození zdraví obyvatelstva sledovanými kontaminanty zjištěno nebylo. Expozičním limitem se rozumí odhad každodenní expozice lidské populace (včetně citlivých populačních skupin), která podle současných vědeckých poznatků velmi pravděpodobně nepředstavuje žádné riziko nepříznivých účinků, ani když trvá po celý život jedince.

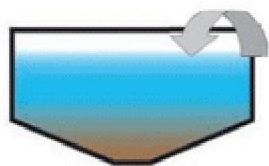
Rezidua pesticidů v orné půdě

výzkum týmu z Centra pro výzkum toxických látek v prostředí (RECETOX) –
vzorky ze 75 lokalit

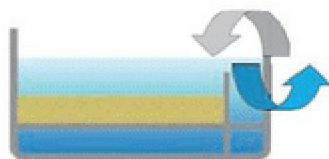
Půda je sekundárním plošným zdrojem znečištění podzemních vod (průsaky látek rozpustných či vázaných na půdní koloidy) a povrchových vod (povrchový odtok látek rozpustných, vázaných na koloidy i na větší erodované půdní částice). V půdách byly nalezeny velmi frekventované produkty rozkladu 2 toxických látek – simazinu a atrazinu, které se už více jak deset let nesmí používat. 51 % sledovaných půd obsahovalo 5 a více pesticidů a 36 % minimálně 3 látky v koncentraci vyšší, než jsou stanovené limity.



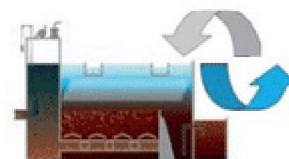
Možnosti eliminace mikropolutantů



Settling



Sand filter



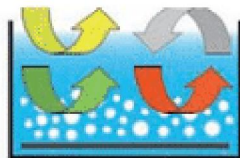
Filtration +
Adsorption



Volatilization



Biodegradation



Biological
treatment



Ultrafiltration



Reverse osmosis



Oxidation



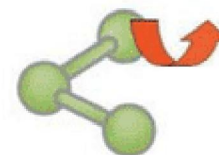
Filtration



Chlorination



UV



Ozonation



Adsorption

EPS a mikropolutanty

Metody dekontaminace a detekce perzistentních chloracetanilidových pesticidů a jejich metabolitů, které jsou legislativně sledované

- *Označení:* TAČR TH03030118
- *Doba trvání:* 2018–2021 (probíhající projekt)
- *Spoluřešitelé:* Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. , ALS Czech Republic, s.r.o.
- *Charakteristika:* **1.** zaměření se zejména na alachlor, acetochlor a jejich relevantní metabolity; **2.** optimalizace moderních výzkumných metod s využitím OMICS přístupu pro cílené získání mikroorganismů využitelných pro dekontaminaci xenobiotik; **3.** získání ověřené technologie na odstraňování pesticidů a jejich metabolitů z vod; **4.** získání validované metody detekce pesticidů včetně metabolitů v půdním prostředí.

Aktivity EPS biotechnology, s.r.o. v roce 2018

- Spolupráce na výběru vhodných lokalit pro odběr matric kontaminovaných PL
- Izolace mikrobiálních degradérů z vod a půd kontaminovaných PL
- Screening těchto taxonů pro potvrzení jejich biodegradačních schopností vůči PL
- Vznik banky lyofilizátů klíčových kmenů společně s databází jejich základních vlastností
- Základní rozdělení taxonů dle biodegradačních vlastností, fenotypových a morfologických charakteristik.



Postup grantu

2018 – založení firemní sbírky pesticidových degradérů, 31 mikrobiálních taxonů

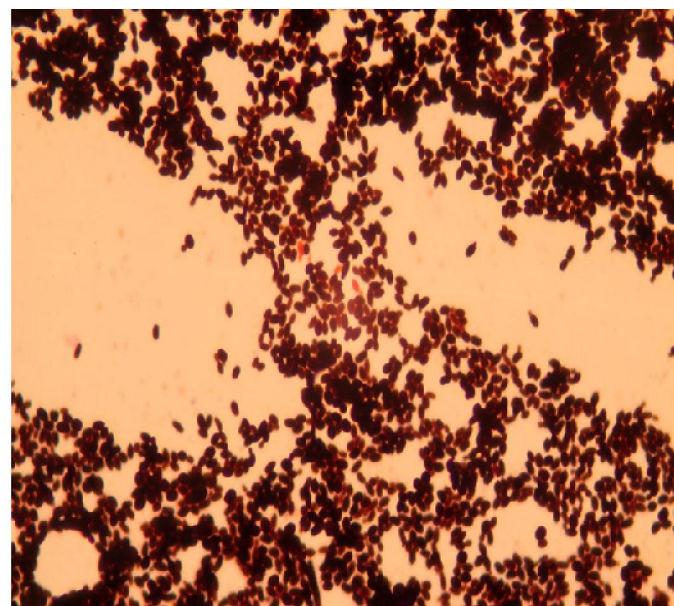
2019 – zaměření se na selekci kmenů s nejvyšším biodegradačním potenciálem a nejlepšími technologickými vlastnostmi – TOP 8

2020 – ověření technologického řešení – kontinuálně průtočný bioreaktor s mikrobiálními degradéry vázanými v biofilmu – TOP 4

2021 – experimentální verifikace různých uspořádání dekontaminačního procesu, role kosubstrátu, spojení biodegradační činnosti mikroorganismů s oxidačními metodami.

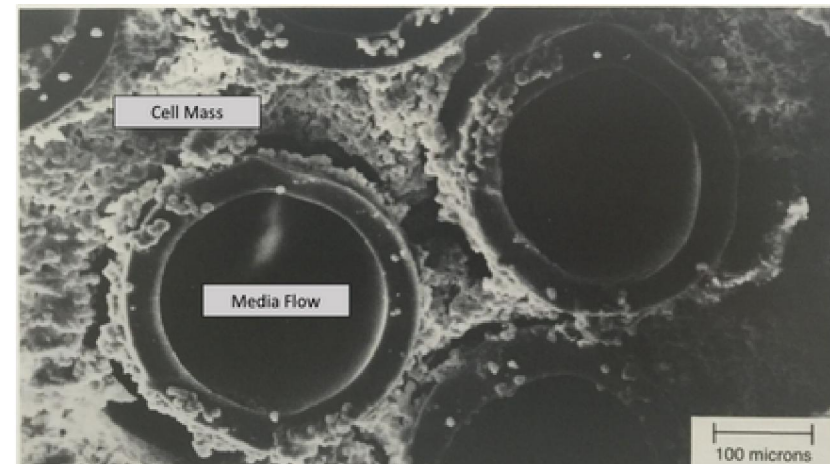
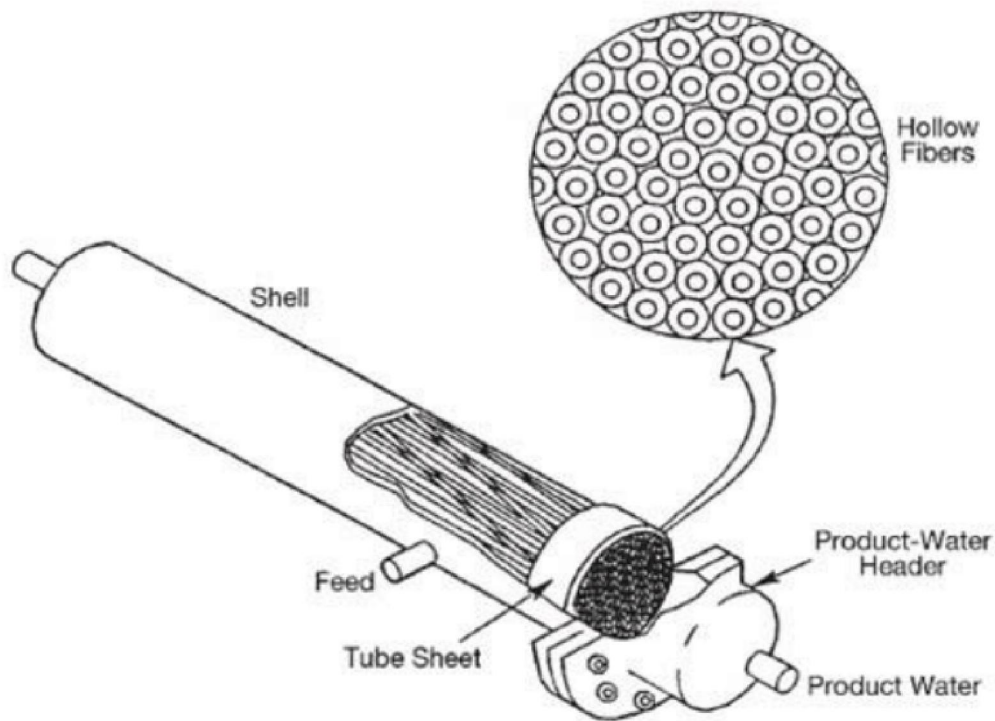
Degradační mikrobiální konsorcium:

| Preparát | Název mikroorganismu | Označení ve firemní sbírce mikroorganismů | Forma skladování | Typ mikroorganismu |
|----------|---------------------------------|-------------------------------------------|------------------|----------------------|
| 1 | <i>Microbacterium testaceum</i> | EPS 1067 | lyofilizát | Bakterie, G+ tyčinky |
| 2 | <i>Brevundimonas diminuta</i> | EPS 1054 | lyofilizát | Bakterie, G- tyčinky |
| 3 | <i>Cyberlindnera suaveolens</i> | EPS 1048 | lyofilizát | Kvasinka |
| 4 | <i>Barnettozyma californica</i> | EPS 1049 | lyofilizát | Kvasinka |



Překonání problémů spojených s příliš nízkou koncentrací kontaminantu

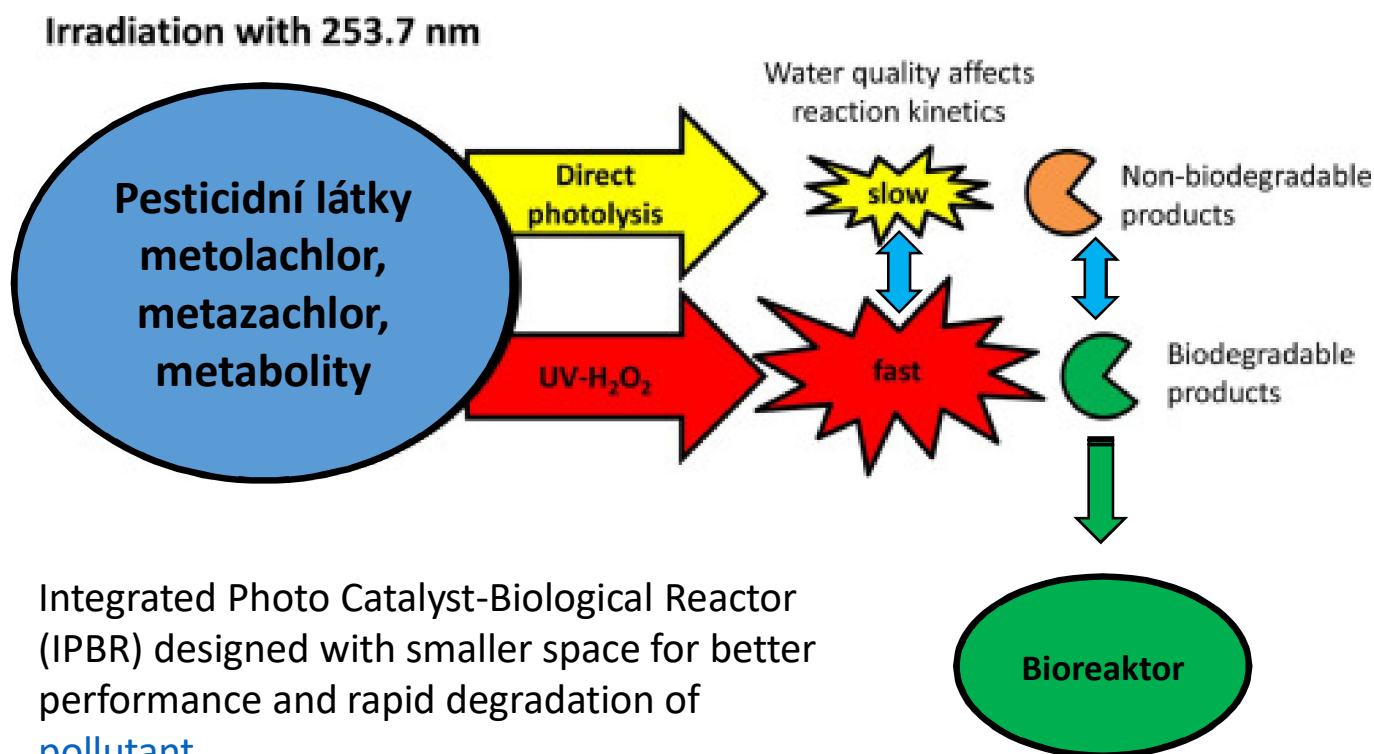
- Zakoncentrování kontaminantu před vstupem do bioreaktoru
- Přídavek kosubstrátu
- Zakoncentrování a biodegradace v rámci jednoho bioreaktoru



Kombinovaný postup eliminace chloracetanilidových pesticidů z kontaminovaných vod a zemin

- *Označení:* TAČR TJ04000226
- *Doba trvání:* 2020–2022 (probíhající projekt)
- *Spoluřešitelé:* Univerzita Pardubice, Univerzita Tomáše Bati Zlín
- *Charakteristika:* **1.** zaměření na stále používané pesticidy ze skupiny chloracetanilidů včetně jejich metabolitů; **2.** návržení a otestování kombinovaného postupu eliminace chloracetanilidových pesticidů z kontaminovaných vod; **3.** návržení bioremediačního přístupu určeného k dekontaminaci zemin; **4.** pomocí molekulárních metod provést identifikaci zástupců mikrobiomu půdy a vody před a po provedení nápravných opatření.

Kombinovaný postup eliminace chloracetanilidových pesticidů z kontaminovaných vod a zemin



Poděkování:

Týmu RNDr. Tomáše Erbana, Ph.D. z VÚRV

Týmu Ing. Taťány Halešové z ALS Czech Republic, s.r.o.

Týmu Ing. Jiřího Palarčíka, Ph.D. z UP

Týmu Mgr. Magdy Janalíkové, Ph.D. z UTB

A v neposlední řadě kolegyním a kolegům z řad EPS biotechnology.

Výsledky projektů TH03030118 a TJ04000226 byly realizovány za podpory TAČR.

Děkuji za pozornost