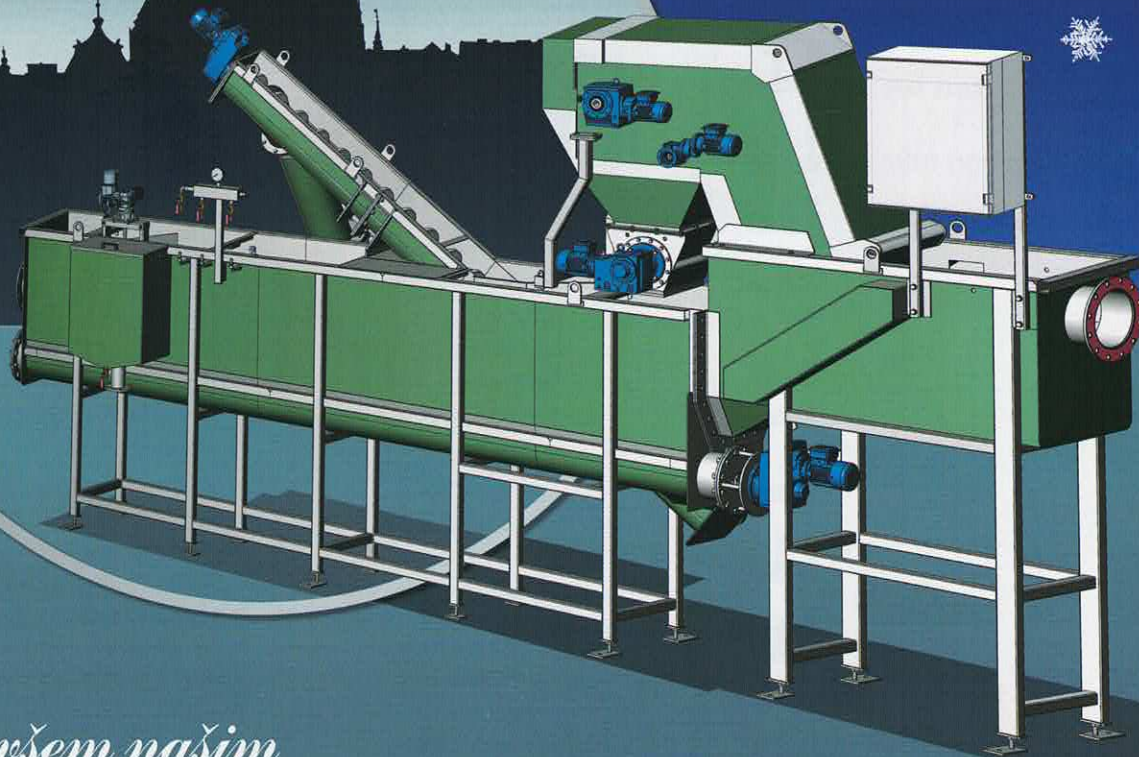




# Fontana®



*Přejeme všem našim  
obchodním partnerům příjemné prožití  
vánočních svátků a těšíme se na spolupráci v novém roce 2024*

*O našich aktivitách se dočtete v lednovém čísle Vodního hospodářství* **Fontana R s.r.o.**

18. 1. Vodárenská infrastruktura a její financování. Praha. Info: [www.vidacon.cz](http://www.vidacon.cz)  
8.-9. 2. Vodárenská biologie 2024. Praha. Info: <https://seminare.ekomonitor.cz>  
24.-25. 4. Podzemní vody ve vodárenské praxi 2024. Rychnov nad Kněžnou.  
Info: [www.podzemni-vody.cz](http://www.podzemni-vody.cz)

**PŘÍLOHA**  
**KRAJINNÝ**  
**INŽENÝR**

nepřípustný, lze ji použít ve variantě s regulovaným odtokem (objekt G1). Pokud je regulovaný odtok zaústěn do povrchových vod, je nutno srážkový odtok předčistit v odlučovači lehkých kapalin a zároveň odstranit těžké kovy a PAU na adsorbentu; pokud je zaústěn do jednotné kanalizace, postačí odlučovač lehkých kapalin.

doc. Ing. David Stránský, Ph.D.<sup>1)</sup>  
(autor pro korespondenci)  
doc. Dr. Ing. Ivana Kabelková<sup>1)</sup>  
Ing. Vojtěch Bareš, Ph.D.<sup>2)</sup>  
david.stransky@cvut.cz

<sup>1)</sup>České vysoké učení technické učení v Praze  
Katedra vodního hospodářství obcí  
Thákurova 7  
166 29 Praha 6

<sup>2)</sup>České vysoké učení technické učení v Praze,  
Katedra hydrauliky a hydrologie  
Thákurova 7  
166 29 Praha 6

*Effective control of the design of stormwater management systems in urbanized areas (Stránský, D.; Kabelková, I.; Bareš, V.)*

#### Abstract

In order to apply the rules of sustainable stormwater management in construction procedures, the public administration needs a tool for the effective control of construction projects. Therefore, as part of the TAČR project, the HDVAsist planning and control web application is being developed, which consists of three interlinked modules: (1) assessment of the availability of stormwater recipients based on local conditions, (2) assessment of a planned construction project with regard to available recipients and the design of the stormwater system in the graphical interface, (3) sizing the stormwater system. The algorithmization is based on currently valid legislation and technical standards.

#### Key words

stormwater management – project control – urbanized areas – public administration

## Probiotické bakterie ve vodním hospodářství

Eliška Maršálková, Blahoslav Maršálek, Marcela Pavlíková, Klára Odehnalová

#### Abstrakt

Téma probiotických mikroorganismů používaných k čištění vody je ve světě velmi živé a aktuální, ale v ČR je informací na toto téma neobvykle málo, i když počet článků ve vědecké literatuře má stoupající tendenci. Zajímavé také je, že ač v ČR toto téma není vědeckou komunitou aktivně řešeno, prodej probiotických přípravků v ČR pro koupací biotopy, včetně veřejných koupacích biotopů, pro požární nádrže, fontány a návesní rybníky, tvoří v jarních a letních měsících 25–30 % tržeb prodejců. Cílem tohoto článku je upozornit na tuto oblast a seznámit čtenáře se základy problematiky, definovat vhodné oblasti použití a poukázat na limity použití probiotických přípravků ve vodním hospodářství.

#### Klíčová slova

bioaugmentace – probiotika – prebiotika – řízení kvality vody – biostimulace

#### Úvod do problematiky

Podíváme-li se na Web of Sciences a zadáme-li klíčová slova *water quality a probiotic bacteria*, ukáže nám tato databáze 1413 publikací, z toho 18 vysoce citovaných, jeden hot paper a 87 přehledových článků. Počet článků má stále stoupající tendenci, za posledních 10 let narostl o 400 %. V této oblasti jsou i stovky patentů.

**Probiotika** jsou definovaná jako životaschopné mikroorganismy, které jsou vnášeny do prostředí (lidský a živočišný organismus, vodní prostředí, půda, komposty, metanogenní procesy bioplynových stanic apod.) s cílem zlepšit cílové parametry (zdravotní stav organismů, odstranění dusičnanů, dusitanů, fosforečnanů, amoniaku, či organických látek, rozklad farmak nebo zvýšení produkce metanu apod.).

**Prebiotika** jsou látky, které podporují růst cílových – tedy jak technologických, tak autochtonních – mikroorganismů, jejichž zvýšený růst má pozitivní efekty na místě aplikace (například podpoří mineralizaci organických sedimentů, a tím zmenší jejich objem). Dále v této oblasti ještě používáme termín **symbiotika** (kombinace probiotik a prebiotik, které mají synergetický účinek).

V této oblasti panuje značná terminologická nejednotnost, takže jak v zahraniční literatuře, tak u nás se lze setkat s termínem **bioaugmentace**, což je širší a v praxi často používaný termín pro cílený vnos mikroorganismů (inokula, preparátů) s cílem dosáhnout požadovaného technologického efektu (rozklad toxických látek při dekontaminacích, odstranění amoniaku v akvakulturách, prevence rozvoje sinic, ale také produkce jogurtů, sýrů, nebo šumivých vín). Termín bioaugmentace je také spojován s termíny **biostimulace**, což je cílený vnos živin a růsto-

vých faktorů pro stimulaci rozvoje autochtonní mikroflóry, takže volně vzato lze spojovat termíny probiotika a bioaugmentace, protože jsou významově blízko sebe, stejně jako pojmy prebiotika a biostimulace.

Vodní hospodářství přináší nemálo příležitostí pro aplikace cílených mikrobiálních kultur. Trend přichází dominantně z lékařského a nemocničního prostředí, kde především v letech pandemie COVID-19 byly nadužívány dezinfekční a biocidní prostředky, což vedlo k rozvoji aplikací probiotických preparátů, které mají obsadit prostředí čekáren a operačních sálů neškodnými mikroorganismy a zabránit tak přirozeně rozvoji patogenů [1]. Obdobně jsou aplikovány biopreparáty s cílem omezit například rozvoj cyanobakterií ve vodním prostředí [2]. Princip, na kterém stojí tato myšlenka, vychází z poznatků, že probiotické bakterie jsou schopny tvořit abundantní populace ve vodním prostředí a při svém růstu spotřebují amoniak, dusičnany, dusitaný a různé formy fosforu, nebo železa, takže tyto živiny již nezbyvají pro rozvoj fytoplanktonu. Výsledkem je vyšší průhlednost vody, což je důležité například pro koupací vody. Další princip, na kterém stojí myšlenka použití probiotických bakterií, je podpora produkce biologicky aktivních látek, jako jsou vitamíny, antibiotika a fytohormony, které stimulují růst vodních rostlin, ale inhibují růst cyanobakterií nebo mikroorganismů působících infekce. Proto jsou probiotika v praxi rozsáhle využívána v intenzivních akvakulturách jako alternativa k používání antibiotik [3]. Intenzivní chovy ryb a akvakultury obecně jsou typickými uživateli probiotických mikroorganismů, protože dobře zvolená kombinace mikroorganismů je schopna kontrolovat formu, koncentraci a recyklaci živin, organických látek, nebo chránit ryby před zdravotními problémy [4, 3].

Principy a mechanismy, které jsou studovány v souvislosti s použitím probiotik ve vodním hospodářství nebo třeba akvakulturách, jsou založeny na kompetici, inhibici, koakci, imunomodulaci, stimulaci, nebo antagonismu [5]. Ještě před deseti lety byla řešena otázka, zda je vůbec možné manipulovat mikrobiální populace v přírodních vodních ekosystémech nebo dokonce v intenzivních akvakulturách, kde jsou především exkrementy ryb a sedimenty nádrží mikrobiálně velmi aktivní. Ukázalo se, že představa dlouhodobě stabilní mikrobiální populace je v přírodních podmínkách nereálná a že mikrobiální populace se dynamicky mění dle aktuální nabídky živin, růstových faktorů a také biotických interakcí. Speciální pozornost byla věnována tzv. quorum-sensing fenoménu, což je regulační mechanismus, kdy mikroorganismy vysílají signální molekuly pro vlastní masový rozvoj populace, pokud se nachází v optimálních podmínkách pro svůj rozvoj. Je jisté, že zatím nerozumíme všem mechanismům, které vedou k faktu, že mikroorganismy vnesené do mikrobiálně bohatého prostředí jsou schopny se prosadit, aktuální vědecká literatura ukazuje [5] a praxe potvrzuje využití benefitů bioaugmentace a probiotických organismů.

#### Typy přípravků a jejich složení

Aktuálně je k dispozici nesmírně široký výběr přípravků pro biotizaci vodních útvarů, které lze rozdělit dle:

#### Konzistence:

- suché, sypké, práškové, granulované, tabletované (ty je nutno hydratovat a aktivovat, ale většinou obsahují dostatek životaschopných

mikroorganismů);

- gely (pozor na expirace a na materiál nosiče);
- imobilizáty do filtrů.

#### Použití:

- vždy, kdykoliv, kdekoliv (nevhodné, neadresné, určeny pro laiky a finanční profit prodejce);
- do filtrů;
- do vody a na sedimenty (nejvhodnější pro běžné použití, zejména pokud jsou širokospektrální, viz níže);
- na kameny, povrchy a dno.

#### Dle složení:

- bakterie a mikromycety - typická sanační bioaugmentace pro rozklad polutantů;
- bakteriální – širokospektrální, tedy více typů bakterií, které na sebe metabolicky navazují – (ideální do jezírek), spotřebují dusík, fosfor, železo ve vodním sloupci, takže omezí rozvoj fytoplanktonu a rozkládají organické látky v sedimentech;
- 1 kmen bakterií (do septiků) **nevhodné pro jezírka**;
- bakterie + enzymy – opatrně – **pro přírodní ekosystémy a koupací biotopy nedoporučujeme, inhibují růst rostlin. Standardně není nutno dodávat enzymy do přípravků, viz níže**;
- enzymy s živinami pro autochtonní bakterie – výrobně levná varianta, mnohdy v cenách jako s živými kulturami, ale průmyslové enzymy mohou poškodit makrofyta a zooplankton;
- živiny pro bakterie (bez enzymů a bakterií) typická prebiotika, nebo biostimulátory pro podporu přírodních procesů – nezabere vždy a všude a je nutno znát alespoň základní hydrochemii a hydrobiologii lokality.

I přes fakt, že v této problematice máme více než 10 let zkušeností a laboratorní možnosti ověřit si počty životaschopných bakterií v přípravcích, nepovažujeme za zcela triviální radit, zda daný na trhu dostupný přípravek bude funkční v konkrétní lokalitě bez toho, abychom měli k dispozici základní hydrochemické a hydrobiologické parametry vody a sedimentů. Přibývá přípravků, které jsou pouze jinak přebalený univerzální produkt s minimální koncentrací bakterií, většinou 1–2 druhů.

Vědecká literatura sice prokazuje, že například různé kmeny rodu *Bacillus* jsou schopny produkovat širokou škálu enzymů rozkládajících např. organické látky v sedimentech, sideroforů zpřístupňujících železo, antibiotik omezujících rozvoj sinic či fekálních bakterií v koupacích biotopech nebo látky posilující imunitní systém ryb a další efekty [6]. Nicméně teoretické předpoklady dynamiky mikrobiálních populací i praktické zkušenosti nabádají k tomu, že je lepší používat probiotika s větší diverzitou mikroorganismů, protože mají větší stabilitu se udržet v aktivním metabolismu. Aktivní metabolismus je v tomto případě klíčové soustředění, protože přírodní dynamika mikrobiálních populací ukazuje, že jednotlivé populace se průběžně střídají v dominanci dle růstových substrátů a biotických vztahů, takže na sebe vzájemně navazují. Proto jsou přípravky založené na více kmenech mikroorganismů funkčnější. Laik může nepřímo poznat tento fakt také na návodu k použití, kde jednodruhové přípravky (jinak vhodné třeba do septiků, jímek, nebo kompostů) je nutno aplikovat do koupacího biotopu, rybníka, či akvakultury každý týden, zatímco profesionální přípravky do vodních ekosystémů stačí aplikovat cca 2–3x za sezonu.

Zcela zásadní vliv na vodní organismy, kyslíkový a živinový režim nádrží má složení přípravků, konkrétně **účinné látky a také aditiva přípravků**. Jde o údaje, které se na etiketách přípravků neobjevují, ale mohou zásadním způsobem ovlivnit funkčnost, nebo mít negativní efekt na vodní ekosystém. Složení bakteriálních kmenů je většinou tajeno jako obchodní tajemství, a ne každý má možnost ověřit např. pomocí PCR testu druhovou rozmanitost. Podstatné zde je to, že čisté a zdravé kmeny probiotických mikroorganismů nemají negativní vliv na rozvoj vodních rostlin a hrubého zooplanktonu. Fakt, že ovlivní strukturu a dynamiku prvoků a vířníků koreluje také se schopností rozkládat cizorodé látky (v případě koupacích biotopů například oleje, opalovací krémy, kosmetiku, v případě vegetačních čistíren odpadních vod také farmaka, účinné látky pracích a mycích prostředků apod). Zde je zcela jednoznačně ve výhodě přípravek, který má vyšší diverzitu mikroorganismů, které na sebe metabolicky navazují a nehromadí se tak metabolity jako např. nitrity a v rámci dynamiky mikrobiálních populací vydrží i vyšší predační tlak vířníků a prvoků.

Za neprobádanou oblast z hlediska hydrobiologického a hydrochemického považujeme **použití prebiotik a mikrobiálních biostimulátorů** pro řízení kvality vody ve vodních ekosystémech a ve vodním



# PF 2024

NECHTE SVÉ SNY  
A PŘÁNÍ STÁT SE  
SKUTEČNOSTÍ!

SKUPINA  
**SEVEROČESKÁ VODA**

**SVS** **SOVK** Severočeská servisní

Severočeská vodárenská společnost a.s. | Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.  
Severočeská servisní a.s.

hospodářství. Praxe je používá nesystematicky a intuitivně, což je zdrojem rozporuplných výsledků, ale tato oblast by si zasloužila vědecký přístup, který určí výhody a limitace jejich použití v různých podmínkách.

Podstatnou informací, kterou by měl uživatel přípravků znát, je fakt, zda přípravek obsahuje **enzymy**, nebo ne. Klasický probiotický přípravek obsahuje dle definice životaschopné mikroorganismy, které vyprodukují dostatek enzymů, a to ve spektru a koncentraci, která odpovídá dané lokalitě. Z hlediska vědeckého tedy není potřeba přidávat enzymy. V praxi se setkáváme především s proteázami, celulázami a amylázami, tedy spektrem, které je běžné a po tunách produkované pro prací prostředky, když se pere při 40 °C. Tyto enzymy jsou levně komerčně dostupné, takže snižují výrobní náklady, ale v probiotických přípravcích nemají opodstatnění a z hlediska ekotoxikologického jsme pozorovali negativní vliv na vodní rostliny (doporučujeme sledovat mladé a aktivní části rostlin) a na strukturu a abundanci zooplanktonu (doporučujeme planktonní síť 25µm).

Většina přípravků obsahuje **aditiva**, která mají podpořit rozvoj bakterií v prvních hodinách při předkultivaci. Je-li koncentrace aditiv adekvátní naředění na cca 5–10 litrů – dle návodu, je to v pořádku, některé přípravky ale obsahují přebytek cukrů (dominantně sacharózy), což zhoršuje kyslíkový režim nádrže a negativně ovlivní mikrobiální strukturu. Některé přípravky používají tzv. **plnidla** pro naředění bakteriálních kultur, především zeolity, mletý vápenec, nebo síran železitý, nebo hlinitý. Při našem průzkumu jsme se setkali také s ječným šrotem, nebo kukuřičným škrobem, které ke kvalitě vody nepřispívají pozitivně. Ve dvou případech jsme se setkali s per-oxo sloučeninami, které mají pomoci zvýšit koncentraci kyslíku, ale vzhledem ke koncentraci peroxidů se blížily spíše dezinfekčním efektům. Lze tedy říci, že spektrum přípravků na trhu je opravdu velké a kvalita je velmi rozdílná, což paradoxně nekoreluje s cenou přípravků.

### Možnosti použití probiotik ve vodním hospodářství

Bioaugmentace a použití probiotik mají široké uplatnění ve vodním hospodářství. Technologicky účinné mikroorganismy a látky stimuluje jejich rozvoj jsou používány například v:

- dekontaminačních technologiích, kde dochází k biodegradaci toxických látek;
  - nitrifikaci a denitrifikaci při čištění odpadních vod (kde jsou používána také prebiotika, tedy dávkování růstových substrátů);
  - okrasných rybníčcích a jezírkách jako prvky zahradní architektury (včetně probiotik do biofiltrů koi-kaprů apod.);
  - vodních prvcích formálního zahradního umění v exteriérech jako jsou fontány, kašny, vodotrysky, kde se dříve používaly biocidní látky;
  - vodních prvcích interiérové architektury (vodopády, jezírka, vodotrysky apod.);
  - koupacích biotopech, a to jak malých, tak veřejných s návštěvností kolem tisíce lidí za den;
  - přestavbách klasických chemických plaveckých bazénů na biotizované plavecké bazény (kde je potřeba doplnit technologie filtrační a sorpční);
  - rybochovných nádržích a intenzivní akvakultuře s cílem zlepšit zdravotní stav ryb a zlepšit hydrochemické a hydrobiologické parametry recyklované vody;
  - rekreačních nádržích a přírodních koupacích vodách s cílem řídit především složení sledovaných parametrů cyanobakterie a fekální bakterie *E. coli*, *Enterokoky*, *Pseudomonas*;
  - snižování objemu sedimentů v přírodních nádržích (mineralizací organických látek);
  - bioaugmentaci a řízení mikrobiální diverzity vegetačních způsobů čištění odpadních vod (biologické stabilizační rybníky, kořenové ČOV apod.);
  - bioaugmentaci septiků a jímek s cílem snížit objem organických látek ve vznosu, zlepšit sedimentaci, snížit objem sedimentů a omezit nežádoucí biofilmy na stěnách a přepážkách;
  - bioaugmentaci přírodních způsobů řízení kvality povrchových vod jako je biotizované haťování, probiotiky fortifikované průcezné hrázky, nebo probiotiky aktivované plovoucí ostrovy;
  - probiotické biotizaci vod chladicích věží jako prevence rozvoje legionel a vláknitých organismů, které působí technické problémy v systému čerpadel a česlí;
- ...a na mnoha dalších místech, zejména všude tam, kde se dříve používaly biocidní prostředky.

### Limity a chyby uživatelské praxe

Je zřejmé, že použití probiotik má své limity, a proto je nutno postavit tuto oblast více na vědeckém základě, protože praxe používá probiotické přípravky často intuitivně, což může přinést nesourodé výsledky. Typickým příkladem zde může být použití probiotických přípravků na biotizaci biofiltrů v koupacích biotopech, biojezírčích a v akvakultuře. Je prokázáno, že použití probiotik na nový, nebo vypraný biofiltr je velmi účinné, ale zaočkovat funkční zarostlý biofiltr je neúčinné [7].

Žádný přípravek, ani sebelepší kombinace mikroorganismů není všespásná a univerzálně použitelná. To je fakt, který by měl mít na paměti každý uživatel probiotických přípravků ve vodním hospodářství, ač na etiketě budou informace přesně opačné. Je potřeba si uvědomit, že princip účinnosti je založen na aktivním růstu populace mikroorganismů a nemá-li mikroorganismus vhodné podmínky k růstu, tak prostě neroste a efekty se nedostaví. Producentům by rozhodně prospělo, kdyby komunikovali s odbornou veřejností, což ostatně platí i naopak. Bylo by možno předejít tak návodům k použití, nad kterými odborník uroní slzu, protože odporují přírodním zákonům. Typickým příkladem je stejný návod na použití stejného probiotika do vody, na sedimenty, komposty a septiky a netýká se to jen použití pro hobby aplikace.

Dalším nešvarem je návod typu „rozmíchat a hned použít“, když jsou jasné experimentální důkazy, že ideální je předkultivace více hodin v podmínkách identických aplikací. Vzhledem k neskutečné variabilitě kvality a funkčnosti různých přípravků jednoznačně doporučujeme, aby před profesionální aplikací, například v přírodní rekreační nádrži, byl realizován hydrobiologický a hydrochemický průzkum a předpokus s vybraným prostředkem, kde se musí prokázat aktivní start inokula v daných podmínkách. Aplikace naslepo jsou ztrátou času, peněz a iluzí o přírodních prostředcích péče o kvalitu vody.



PF 2024

 aquion

Pro nerušený život

Jako další problém limitující využívání probiotických bakterií ve vodním hospodářství je nejednotný postup úřadů. Zatímco koupací biotopy jsou odděleny folií, přírodní koupací vody a rybníky jsou přírodní vodní ekosystémy. Zatímco úřady na Slovensku, v Polsku, Rakousku, či ve Francii mají stanovisko, že jde o přírodní prostředí bez cizorodých látek a patogenů, a proto nepodléhají vodoprávnímu povolování, tak v ČR je vyžadováno vodoprávní řízení s neobvykle rozsáhlým monitoringem, který je vždy dražší než aplikace vlastní. Důsledkem toho je stav, kdy se oficiálně v ČR probiotické přípravky vlastně nepoužívají, ale rybníkáři, golfová hřiště a další skupiny uživatelů si přesto vyměňují zkušenosti s přístupem zahraničních firem k ošetření nádrží v ČR pomocí ekologicky šetrných a ekonomicky výhodných probiotických přípravků.

V neposlední řadě je nutno zmínit používání UV lamp v koupacích biotopech, fontánách, kašnách a dalších vodních prvcích. Chápeme, že historicky byla tato zařízení stavěna s technologií používající biocid, filtr, UV, ale při používání probiotik je UV lampa, pokud je opravdu funkční, škodlivá a návody typu „po aplikaci vypněte na hodinu či na jeden den UV lampu“ jsou tristní, neodborné a zavádějící. Chápeme, že praktik nečte impaktované publikace, ale už před deseti lety bylo publikováno a prokázáno, že funkční UV lampa by měla zabít všechny bakterie, tedy i probiotické [8]. Tvářit se, že to jsou ty hodné, které UV záření nepoškodí, je stejně marné, jako když vidíme, jak se staví za miliony koupací biotopy, které počítají jak s aplikací probiotik, tak se silným zdrojem UV záření. Na druhou stranu jsme přesvědčeni, že spolupráce praktiků s odborníky bude oboustranně prospěšná a k nastartování tohoto procesu má přispět i tento článek.

## Závěr

Cílem tohoto článku je poukázat na zajímavou problematiku a rozpoutat odbornou diskusi na toto téma, které je ve světě velmi aktuální jak pro vědeckou, tak praktickou veřejnost, dynamicky se rozvíjející a v ČR je vědeckou komunitou dosud opomíjená. Tržby za prodej probiotických přípravků v ČR přitom tvoří v jarních a letních měsících významnou část příjmů prodejců, ale přípravky jsou mnohdy používány neodborně, což vede k rozporuplným výsledkům. Naše dosavadní zkušenosti prokazují, že na českém trhu je k dispozici široká škála probiotických přípravků pro vodní hospodářství, ale jejich kvalita,

účinnost a koncentrace životaschopných mikroorganismů se významně liší (od přípravků s minimálními až pozadovými koncentracemi až po profesionální přípravky s deklarovaným množstvím bakterií). Zcela samostatnou problematiku tvoří prebiotika a biostimulační látky, které podporují rozvoj autochtonní, tedy přírodní mikroflóry na dané lokalitě. Aby prebiotika fungovala, je nutno znát základní hydrochemické a hydrobiologické parametry, což není zcela triviální, a neodborné použití může přinést náklady s nulovým efektem. Ač máme v této oblasti více než desetiletou zkušenost, nedovolíme si doporučovat žádný konkrétní přípravek na konkrétní lokalitu bez znalostí hydrochemických a hydrobiologických parametrů vody a sedimentů konkrétní nádrže. Naopak po realizaci vstupních měření a předpokusu lze očekávat, že vybraný přípravek může přinášet významné efekty ekologicky šetrné i ekonomicky přínosné.

Na úplný závěr si dovolueme citaci z článku dánských kolegů, která jasně definuje situaci v této oblasti: „Aplikace probiotických mikroorganismů pro řízení kvality vody přináší nemálo jasných úspěchů v oblasti biocyklů dusíku, fosforu, mikroprvků, dále rozkladu organických látek v sedimentech, podpory zdravotního stavu rybí obsádky, omezení masového rozvoje vodních květů sinic, zlepšení hygienických parametrů fontán a podobně, ale aktuálně je závažně omezeno tím, jak limitované vědecké vědomosti z hlediska dynamiky mikrobiálních populací a biotických interakcí máme a jak jsme je schopni prakticky využívat“ [4]. Z tohoto pohledu lze konstatovat, že praxe předběhla vědu se všemi pozitivními i negativními důsledky pro obě strany. Pojdme přispět k nápravě této situace, bude to přínosné pro všechny.

**Poděkování:** Tato práce vznikla v rámci projektu NAKI III DH23P03O-VV063 Autonomní systémy pokročilých a přírodě blízkých opatření pro režim péče a zlepšení kvality vody v památkách zahradního umění.

## Literatura/References

- [1] Nguyen, Q. V., et al. *Role of Probiotics in the Management of COVID-19: A Computational Perspective*. *Nutrients*, 2022, **14**(2).
- [2] El-Saadony, M. T., et al. *The functionality of probiotics in aquaculture: An overview*. *Fish & Shellfish Immunology*, 2021, **117**: p. 36–52.



# Flos Aquae z.s.

Konzultace a poradenství, analýzy vod a sedimentů  
Návrhy technologií koupacích biotopů  
Řešení specifických problémů kvality vody  
Prevence a řešení problémů rozvoje sinic



- [3] Melo-Bolivar, J. F., et al. *Probiotics for cultured freshwater fish*. Microbiology Australia, 2020. 41(2): p. 105–108.
- [4] Bentzon-Tilia, M.; Sonnenschein, E. C.; Gram, L. *Monitoring and managing microbes in aquaculture - Towards a sustainable industry*. Microbial Biotechnology, 2016. 9(5): p. 576–584.
- [5] Verschuere, L., et al. *Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture*. Microbiology and Molecular Biology Reviews, 2000. 64(4): p. 655.
- [6] Kuebutornye, F. K. A.; Abarike, E. D.; Lu, Y. *A review on the application of Bacillus as probiotics in aquaculture*. Fish & Shellfish Immunology, 2019. 87: p. 820–828.
- [7] Miranda-Baeza, A., et al., *Short-term effect of the inoculation of probiotics in mature bioflocs: Water quality parameters and abundance of heterotrophic and ammonia-oxidizing bacteria*. Aquaculture Research, 2020. 51(1): p. 255–264.
- [8] Angelica Garrido-Pereira, M., et al., *Effect of ultraviolet (UV) radiation on the abundance and respiration rates of probiotic bacteria*. Aquaculture Research, 2013. 44(2): p. 261–267.

Ing. Eliška Maršálková, Ph.D. (autorka pro korespondenci)  
 prof. Ing. Blahoslav Maršálek, CSc.  
 Ing. Marcela Pavlíková, Ph.D.  
 Ing. Klára Odehnalová, Ph.D.  
 eliska.marsalkova@ibot.cas.cz

Botanický ústav AVČR, v.v.i.,  
 oddělení experimentální fykologie a ekotoxikologie  
 Lidická 25, 602 00 Brno

*Probiotic bacteria in water management (Marsalkova, E.; Marsalek, B.; Pavlikova, M.; Odehnalova, K.)*

#### Abstract

The topic of probiotic microorganisms used for water purification is very lively and topical in the world, but in the Czech Republic there is unusually little information on this topic. If we look on Web of Sciences and give the key words water quality and probiotic bacteria, this database shows us 1413 publications, of which 18 is highly cited, one is hot paper and 87 review articles. The number of articles is still on an upward trend, increasing by 400 % in the last 10 years. There are hundreds of patents in this field. It is also interesting to note that although this topic is not actively addressed by the scientific community in the Czech Republic, sales of probiotic products in the Czech Republic for bathing habitats, including public bathing habitats, fire ponds, fountains, and village ponds account for 25–30 % of sales in the spring and summer months. The aim of this article is to draw attention to this area and to familiarize the reader with the basics of this issue, to define suitable areas of application and to point out the limits of the use of probiotic preparations in water management.

#### Key words

bioaugmentation – probiotics – prebiotics – water quality management – biostimulation



## ODBORNÉ AKCE

### O co jste přišli, když jste nebyli na konferenci Nové trendy v čistírenství?

Petra Volavá

**Konference „Nové trendy v čistírenství XXVI“ se stala opětovným setkáním odborníků z oblasti vodního hospodářství, kde byly představeny nejnovější poznatky a inovace v oboru. Tento rok byl program konference rozdělen do tří klíčových sekcí „Komunální odpadní vody“, „Průmyslové odpadní vody“ a „Inovativní technologie“, které reflektovaly stávající výzvy a směřování vodního hospodářství. Více než 200 odborníků – účastníků zaplnilo sál, což svědčí o velkém zájmu o téma konference. A co se během konferenci dozvěděli a o čem se diskutovalo?**

Dopolední blok prvního dne konference byl věnován tématu Komunální odpadní vody. Úvodní přednášku na téma **Testování recyklace vody pro zálivku na ÚČOV** zahájil prof. Ing. Jiří Wanner, DrSc. Profesor představil mezinárodní projekt nazvaný „Používání chytrých řešení ve vodním hospodářství“, do kterého se zapojila i Česká republika. Profesor Wanner dále informoval o snaze prosadit do českého vodního práva nařízení Evropského parlamentu a Rady EU 2020/741, které se týká minimálních požadavků na opětovné využívání vody.

Po profesoru Wannerovi následovala společná přednáška Ing. Radka Vojtěchovského, z ENVI-PUR a Ing. Lenky Procházkové z ČEVAK na téma **ČOV pro malé zdroje znečištění**. Společně představili a zhodnotili praktické zkušenosti s provozováním menších čistíren odpadních vod, jejich výhody i úskalí. Během přednášky zazněly i informace o uhlíkové stopě, která je v současné době velmi diskutovaným tématem

napříč obory. Malé i centrální čistírny vyšly z výpočtů téměř srovnatelně oproti často využívaným septikům a jímčkám, jejichž uhlíková stopa je znatelně vyšší.

Diskuse o regulaci odpadních vod a způsobech, jak minimalizovat negativní dopady na životní prostředí, jsou stále v popředí zájmu. Různé legislativní návrhy a iniciativy jsou vyvíjeny a projednávány, aby se zlepšila udržitelnost a ochrana životního prostředí v Evropské unii. Jednou z nich je i **Směrnice o čištění městských odpadních vod**, její stav popsal detailně ve své přednášce Ing. Filip Wanner, Ph.D.

Mgr. Ing. Lukáš Vidrna z Vodohospodářské společnosti Benešov a.s. představil praktickou spolupráci mezi investorem, provozovatelem, projektantem a zhotovitelem v přednášce **„Od projektu k trvalému provozu – Zkušenosti provozovatele ze stavby čistíren odpadních**

**vod“**. Detailně byla popsána výstavba čtyř čistíren odpadních vod (Kamenice, Čerčany, Libeň a Libeň), kde probíhala intenzifikace ČOV. Tato přednáška poskytla účastníkům zajímavý úhel pohledu na náročnost rekonstrukce čistíren odpadních vody za nepřerušného provozu. Závěrem své přednášky vyzdvihl důležitost komunikace a týmové spolupráce a mezi výše uvedenými subjekty.

Přednáška Ing. Mariky Tringelové z textilní společnosti Tebo o **vlivu spotřebitele na míru znečištění textilních odpadních vod** přinesla zajímavé informace. Dozvěděli jsme se, že textilní výrobky mají čtvrtý největší dopad na životní prostředí, pokud jde o jejich spotřebu, a také, že textilní průmysl je třetím největším odběratelem vody na světě. Věděli jste například, že nejvíce vody se spotřebuje při výrobě černých látek? Ing. Tringelová v návaznosti na to představila „Strategii EU pro udržitelné a oběhové textilní výrobky“ s cílem snížit zátěž životního prostředí výrobou textilu. Tato strategie zahrnuje uvádění na trh výrobků z recyklovaných vláken a nahrazení „rychlé módy“ prodejem kvalitních, udržitelných a cenově dostupných textilních výrobků. Společnost Tebo se angažuje v odpovědných opatřeních, včetně vodního auditu a snahy o snížení spotřeby vody ve vlastním podniku.

Na téma vodního auditu posléze navázala Ing. Žaneta Ťopková, Ph.D. z ENVI-PUR, která vysvětlila **metodikou vodních auditů** a jejich

