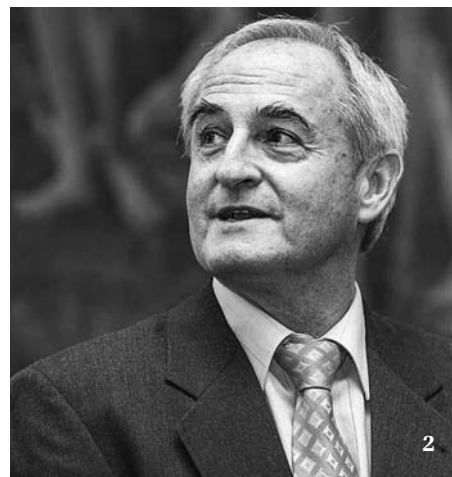


# Rozhovor s hydrobiologem Karlem Šimkem, držitelem medaile G. J. Mendela



2

Prof. Karel Šimek absolvoval Přírodovědeckou fakultu Univerzity Karlovy v Praze (1979), kde získal titul RNDr. a později CSc. V r. 1989 pracoval jako postdoktorand na univerzitě v Arlingtonu, USA. Habilitoval se na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích (1997), v r. 2003 byl jmenován profesorem hydrobiologie na Univerzitě Karlově. Titul doctor honoris causa mu byl udělen na francouzské Univerzitě Blaise Pascala v Clermont-Ferrand za mimořádné vědecké výsledky v oboru limnologie (2010). V r. 2015 rovněž dostal čestnou oborovou medaili Gregora Johanna Mendela za zásluhy v biologických vědách, udělovanou Akademií věd České republiky. Prof. Šimek patří k nejvýznamnějším českým hydrobiologům. V Hydrobiologickém ústavu Biologického centra AV ČR, v. v. i., se zabývá vztahy mezi mikroorganismy ve sladkých vodách a hlavně mezi rozpuštěnými organickými látkami, bakteriemi, prvky a řasami. Specifickými tématy jeho výzkumu jsou potravní vztahy mezi bakteriemi a prvky, selektivita prvků při vychytávání určitých druhů bakterií ve vodním prostředí a rychlost toku organického uhlíku od mikrobů do vyšších trofických úrovní. Svá bádání, ať jde o laboratorní kultivační modely, nebo o přirozené vodní ekosystémy, vždy zasazuje do kontextu širších souvislostí hydrobiologie. Moderní molekulárněbiologické metody kombinuje s klasickými metodami, zejména fluorescenční mikroskopií. V této oblasti mikrobiální ekologie sladkých vod patří dlouhodobě ke světové špičce, což dokumentuje jeho bohatá publikační činnost (více než 110 impaktových publikací) a vysoká citační odezva (více než 3 800 citací, H-index 37 patří k nejvyšším mezi českými ekology).

**O vědcích se předpokládá, že bádají nad teoretickými otázkami a žijí často bez užší vazby na běžný život, jak je to v Tvém oboru?**

Problematika čistoty vod a biologické procesy probíhající v přehradních nádržích, které jsou klíčovými výzkumnými tématy Hydrobiologického ústavu, mají velmi těsnou vazbu na náš každodenní život. Za zmínku určitě stojí fakt, že v České republice více než polovina obyvatelstva je zásobována pitnou vodou z přehradních nádrží. Naši nejdůležitější modelovou lokalitou pro výzkum se tak stala vodárenská nádrž Římov, která je i v zahraničí považována za jednu z nejlépe studovaných nádrží na světě.

**A co výzkum interakcí mikroorganismů ve vodách, v čem spočívá jeho význam?**

Můj výzkum a práce celé naší skupiny je zaměřena na vzájemné působení (interakce) mikroorganismů odpovědných za procesy samočištění ve sladkých vodách. Tento pojem zní trochu technicky a poměrně často ho používají i politici diskutující o ochraně prostředí. Ne každý si však uvědomuje, že jeho podstatou je činnost těch nejmenších mikroorganismů v přírodě, která ve výsledku vede ke sníže-

ní zákalu vody při současném zlepšení její průhlednosti a kvality. Ve skutečnosti je v přírodě rozklad biomasy stejně důležitý jako jeho produkce, jde o určitou dynamickou rovnováhu mezi těmito procesy.



1

**Můžeš tyto pojmy, případně jejich souvislosti, podrobněji vysvětlit?**

Zcela zásadní jsou interakce mezi rozpuštěnými organickými látkami a bakteriemi, které jako jedny z mála mikrobů mají schopnost využít tyto látky a zabudovat je do biomasy rychle rostoucích buněk. Rozpuštěné látky se tak přeměňují na pevné částice bakteriálních buněk nebo vloček vznášejících se ve vodě – tedy potravu, jíž se mohou živit drobní prvoci, ale také filtrující vířníci a některé perloočky, kteří tuto potravu z vody vychytají a pohlcují. Alternativně mohou být bakterie napadeny viry-bakteriofágy, kteří je svou genetickou výbavou infikují a přinutí genetický aparát bakteriálních buněk, aby produkoval nové virové částice. Ty jsou posléze uvolňovány do vodního prostředí společně s fragmenty buněk, jež byly viry lyzovány. Popsané procesy zásadně ovlivňují toky a koloběh organického uhlíku a limitujících živin (zejména fosforu a dusíku) a jsou shodné pro kontinentální vody i pro mořské ekosystémy, byť se tyto ekosystémy liší složením mikrobiálních společenstev. Společnou charakteristikou těchto společenstev je, že mikroorganismy nevidíme pouhým okem, měří od 0,2  $\mu\text{m}$  (bakterie) do přibližně 40–50  $\mu\text{m}$  (většina planktonních prvků) a můžeme je pozorovat a studovat pouze s využitím speciálních mikroskopů a pomocí nových molekulárních metod v kombinaci s fluorescenčními barvivami (viz obr. 1–5 na str. 76 tohoto čísla Živy).

**Když zavedeme řeč na bakterie, viry a prvky, většina laické veřejnosti zpozorní a předem očekává, že jejich výskyt je spojen s negativními vlivy na vodní prostředí.**

Opak je však pravdou, jenom pro ilustraci – v 1 ml vody z nádrže Římov, která představuje zdroj pitné vody pro ca 600 tisíc obyvatel, je v závislosti na sezoně přibližně 2–7 milionů bakterií, 8–30 milionů virů, několik tisíc heterotrofních bičíkovců, desítky buněk nálevníků a řádově tisíce buněk různých řas. Díky interakcím těchto skupin mikrobů se kvalita vody vlastně

**1** Jan Kubečka, ředitel Hydrobiologického ústavu Biologického centra AV ČR, v. v. i., se věnuje především studiu role ryb v údolních nádržích a jezerech.

**2** Karel Šimek působí na Hydrobiologickém ústavu jako vedoucí Oddělení mikrobiální ekologie vody.

zlepšuje směrem od přítoku do nádrže (obecně bohatšího na živiny v přítékající vodě) v jejím podélném profilu (délka této kaňonovité nádrže je 13,5 km) směrem k přehradní hrázi. Dochází tedy k příjmu rozpuštěných organických látek a živin přinášených řekou, jejich zabudování do biomasy bakterií, která je dále pohlcována řadou predátorů, zejména drobnými druhy bezbarvých heterotrofních bičíkoviců nebo také nálevníků. Tím se většina organického znečištění nebo rozpuštěných organických produktů řas převede do biomasy a postupně se přes prvky a menší zooplankton dostává do potravního řetězce, jehož vrchol tvoří velký zooplankton jako perloočky a posléze ryby. Jde tedy o žádoucí a naprosto přirozený proces, který probíhá bez vlivu člověka; a početné mikroorganismy jsou přítomny ve všech typech povrchových vod. Jinými slovy, samočištění představuje tzv. pozitivní ekosystémovou službu, kterou mikrobi v řekách, přehradách a dalších povrchových vodách dělají „zadarmo“ bez našeho přispění.

### Je tomu tak vždy, že si bakterie se znečištěním poradí s pozitivním dopadem na ekosystém?

V podstatě bakterie zahrnují neuvěřitelnou škálu druhů s různými typy metabolických drah a jejich růstový potenciál je proto obrovský, a tak prakticky vždy zareagují rychlostí úměrnou stupni znečištění. Problém je, že člověk tyto procesy a přirozené rovnováhy silně ovlivňuje – zvyšující se produkci potravin a organických látek, která se ve svém důsledku projeví neúměrným zatížením povrchových vod. Produkci organických látek provází odpovídající úroveň mikrobiální aktivity. Často je překročena únosná míra zatížení organickými látkami, bakterie a další heterotrofní mikroorganismy pak při svém růstu vydýchají kyslík rozpuštěný ve vodě tak rychle, že probíhají i hnilobné procesy za nedostatku kyslíku – to je negativní stránka. Snadno si toho můžeme např. povšimnout u intenzivně obhospodařovaných rybníků za vysokých letních teplot, kdy se musí rybníky uměle provzdušňovat, jinak dochází k úhynu ryb.

### Téma zní komplexně, pokrývají vaše výzkumné aktivity všechny aspekty?

Máš pravdu, jde o složité vztahy v planktonu povrchových vod, jejichž studium lze uskutečnit pouze v týmové spolupráci mnoha specialistů. V posledních 25 letech se účastníme řady mezinárodních výzkumných projektů, např. s kolegy z Francie, Španělska, Rakouska, Švýcarska a Německa. Je to však také atraktivní téma pro mladé vědce i ze zahraničí (v naší skupině máme asi třetinu výzkumníků z jiných zemí) z Rakouska, Švýcarska, Indie a Chorvatska. Veškerá komunikace v týmu se tudíž odehrává v angličtině.

### Které z těchto otázek řešíte specificky na vašem pracovišti?

V poslední době se zabýváme především výzkumem několika skupin rychle rostoucích bakterií v planktonu, které využívají k růstu produkty mikroskopických řas, avšak současně je velice rychle požírají prvoci. Zásadní otázka zní, jak rychle je biomasa produkovaná bakteriemi odstraňo-



vána a které organismy se na tom podílejí. Hlavní predátory bakterií představují heterotrofní bičíkovicí (většinou 2–5  $\mu\text{m}$  velcí) a malé druhy nálevníků (12–25  $\mu\text{m}$ ). Tito prvoci jsou výrazně selektivní a přednostně odstraňují zejména některé skupiny rychle rostoucích bakterií, nejde tedy pouze o náhodné „spásání“ všech buněk bakterií. Žír prvoků tak významně ovlivňuje složení společenstev bakterioplanktonu (souhrn bakterií vznášejících se ve vodním sloupci). Např. již v řádu několika hodin či jednoho až dvou dní po experimentálně vyvolané změně v predačním tlaku prvoků můžeme pozorovat rychlý posun v druhovém složení bakterioplanktonu. Souvisí to s faktem, že jak bakterie, tak drobní bičíkovicí v přírodních podmínkách rychle rostou a rozmnožují se buněčným dělením v řádu několika hodin či dní. Tím nastává velmi dynamická rovnováha mezi společenstvy bakterií a jejich predátory, kde zásadní je rychlost růstu jednotlivých druhů bakterií na specifických organických substrátech přítomných v prostředí a jejich mortalita navozená selektivní predací prvoků. Otázky spojené s potravní selektivitou prvoků při vylučování určitých skupin bakterií a obecné studium rychlosti toku organického uhlíku od mikrobů do vyšších trofických úrovní patří mezi hlavní témata výzkumu naší skupiny s řadou publikačních výstupů v prestižních časopisech, které jsou hodně citovány v zahraničí.

### Jestliže jde o tak drobné mikroorganismy, jak lze tyto procesy kvantifikovat?

Často používáme různé fluorescenční barvy, kterými bakterie můžeme označit, případně lze pomocí tzv. genetických RNA-sond odlišit i jednotlivé druhy a posléze je detekovat ve fluorescenčním mikroskopu (obr. 1 a 2 na str. 76). Zavedli jsme i metodický postup, který umožňuje detekci jednotlivých genotypů bakterií přímo v potravních vakuolách bičíkoviců a nálevníků (obr. 3–5 na str. 76), aniž bychom jakýmkoli způsobem manipulovali s přírodním vzorkem. Je to opět jeden z často citovaných výstupů naší práce. Představte si to, jako když se „rozsvítí“ v potravní vakuole pouze buňky bakterií, které přísluší jenom k danému taxonu, definovanému specifickou

**3** Předseda Akademie věd ČR prof. Jiří Drahoš předal 9. prosince 2015 Karlu Šimkovi čestnou oborovou medaili G. J. Mendela za zásluhy v biologických vědách. Vpravo prof. RNDr. Petr Heinzl, DrSc., oceněný medailí Ernsta Macha za zásluhy ve fyzikálních vědách. Snímky V. Černocho, Kancelář AV ČR

sekvencí bází v RNA. Jde o ideální postup při studiu odstraňování určitých skupin bakterií prvoky. Prvoci vytvářejí pohybem bičíků a brv proudy vody, jejichž pomocí efektivně koncentrují potravu – bakterie – z vody. Pro ilustraci rychlosti žíru prvoků: drobní bičíkovicí odstraní z vody 10–100 bakterií za hodinu, menší druhy nálevníků vylučují a konzumují i několik tisíc bakteriálních buněk za hodinu – neuvěřitelné rychlosti. Tento proces je klíčový i v procesech biologického čištění odpadních vod.

Naopak vodní bakterie vyvinuly mnoho zajímavých životních strategií, jak uniknout predaci, nebo ji významně snížit – změnou velikosti, tvaru buněk, povrchových vlastností – stávají se tak např. pro malé prvoky obtížně pohltitelné či stravitelné. Existuje zde téměř nepřehledná škála různých adaptací, které zvyšují pravděpodobnost přežití druhu. Jednou z velmi rozšířených a zásadních strategií vodních bakterií je růst rychleji, než vznikají ztráty populace tohoto druhu vyvolané žírem prvoků nebo virovou infekcí. To však vyžaduje odpovídající metabolické a genetické vybavení, které umožňuje rychlé reakce na změny v prostředí, predačním tlaku a v koncentraci substrátů a živin.

### Jak se takové bakterie vlastně studují?

Existují molekulární metody, kterými můžeme bakterie studovat i bez jejich izolace do čisté, tj. jednodruhové kultury. Získat čistý kmen bakterie z planktonu však dodnes patří k opravdovému umění v mikrobiální ekologii, protože bakterie v přírodních vodách žijí ve velice nízkých koncentracích substrátů a jen neochotně se dají adaptovat na organicky bohatá média, která umožňují napěstovat dostatečný počet a biomasu určitého kmene. Za zmínku stojí, že dokonce méně než 5 % všech druhů vodních bakterií bylo doposud izolováno!

V mnoha případech je však naprosto nezbytné a zcela zásadní ověření poznatků z molekulárních metod na reprezentativních kmenech z určité skupiny. Tak lze skutečně efektivně spojit molekulární metody se studiem substrátových preferencí a ekologie jednotlivých druhů bakterií.

Jak jsem již naznačil, v posledních 15 letech je náš výzkum zaměřen na rychle rostoucí bakterie, jejichž rozvoj se úzce váže na růst fytoplanktonu, neboť využívají organické látky uvolňované do vody živými řasami v rozpuštěné podobě, nebo se živí přímo biomasou odumírajících řas. Typicky rostou na široké škále organických substrátů – díky velkému genomu (tj. velikost genetické informace, která definuje jejich metabolické a jiné schopnosti). Někdy se tomu v mikrobiologickém žargonu dokonce říká metabolické IQ bakterií. Jednou takovou důležitou skupinou, již jsme jako první na světě izolovali a popsali, jsou bakterie rodu *Limnohabitans*. Nejdříve byly její kmeny izolovány kolegou z laboratoře, který začínal jako můj doktorand. Různé druhy těchto bakterií jsme poté našli v nádržích a jezerech v Čechách a Rakous-

ku. V současné době máme jejich celosvětově unikátní sbírku kmenů z několika kontinentů, která umožňuje rychlý postup při studiu jejich ekologických vlastností v kontextu s genetickou výbavou. Díky obecně velkému růstovému potenciálu (odpovídá i velikosti genomu) a vysoké mortalitě navenožené žírem prvků představují také ideální modelovou skupinu pro studium rychlosti toku organických látek rozpuštěných ve vodě přes tyto bakterie do prvků a posléze do vyšších trofických úrovní.

Je zajímavé, že při detailním studiu genomu rodu *Limnohabitans* se ukázalo, že tato skupina, doposud považovaná za striktně heterotrofní, obsahuje řadu podskupin, v jejichž genomu najdeme i geny pro využití fotosyntézy. Není však zatím jasné, za jakých environmentálních situací bakterie „přepne na jiný pohon“ a využije alternativní typ metabolismu a získávání energie.

### **Co nám obor mikrobiální ekologie vody přináší a čím může být zajímavý pro studenty?**

Jde o fascinující mikrosvět s úžasnou dynamikou růstu a mortality mikrobů, kde

lze použít širokou škálu experimentálních postupů v kombinaci s rychle se rozvíjejícími metodami molekulární biologie, a tak studovat např. konkurenci o zdroje a boj o přežití mikrobiálních druhů, rychlost odstraňování organických látek z vody, nebo také eliminaci nežádoucích druhů bakterií. Tyto děje v „mikrosvětě“ kolem nás jsou zásadní pro kvalitu povrchových vod včetně zdrojů pitné vody. Pohybujeme se zde vlastně na hraně mezi základním a aplikovaným výzkumem. Je zřejmé, že zdroje kvalitní pitné vody nezajistíme pouze technickými opatřeními nebo často drahými technologickými postupy, a znalost biologie a mikrobiálních procesů zde má a v budoucnu bude mít nezastupitelné místo. Vyniká to v kontextu s ubývajícím zdroji kvalitní pitné vody jako strategické suroviny na pozadí klimatické změny, která se již projevuje ohromnou nevyrovnaností srážkových poměrů i ve střední Evropě.

**Děkuji Ti za rozhovor.**

**S poděkováním a gratulací k ocenění se připojuje i redakce Živy.**

Pavel Kovář, Karel Prach

## **Jiřina Slavíková v ekologii rostlin a geobotanice – zastavení při devadesátce**

Dožít se 90 let stojí za připomenutí, zvláště při plné duševní svěžesti (a jen s malou korekcí na věk též tělesné). A také když je na místě oprávněný pocit, že oslavenec zanechal ve svém oboru nezanedbatelnou stopu po stránce vědecké, pedagogické i společenské. Doc. RNDr. Jiřina Slavíková, CSc., rodačka z Kutné Hory (\*16. ledna 1926), maturovala na reálném gymnáziu v Pardubicích v r. 1945. Poté studovala na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze, kde získala v r. 1950 titul RNDr. Už o rok dříve však začala odbornou dráhu jako asistentka prof. Jaromíra Kliky na Vysoké škole chemicko-technologické a spolu s jeho pracovní skupinou přešla v r. 1951 na PřF UK. Jaromír Klika (viz Živa 2012, 4: LXVII–LXVIII) byl především fytoecolog a znalec vegetace – pod jeho směřováním se J. Slavíková v rámci oboru geobotanika věnovala rekonstrukci rostlinných společenstev a obecně postglaciálnímu vývoji vegetace. Využívala analytické metody k rozpoznání fragmentů dřev pohřbených ať už přírodními procesy, nebo vlivem lidské činnosti v minulosti. Její studie určování dřevin podle uhlíků z archeologických lokalit patřily u nás k průkopnickým. Na jedné straně si pod Klikovým vedením osvojila znalosti curyšsko-montpelliérské fytoecologické školy, na druhé straně její zájem cílil k ekologickým a ekofyziologickým aspektům života rostlin. V r. 1965 obhájila kandidátskou dizertační práci na téma Ekologie savé síly kořenů jasanu a jeho průvodních bylin. Aktivně se zúčastnila mezinárodních



ekologických setkání vědců, mimo jiné na botanickém kongresu v Seattlu. Bylo to spojeno s pobytem v USA (1968–69), kdy měla možnost pracovat ve fytozonu (růstové komoře s kontrolovanými podmínkami) na univerzitě v Durhamu, což znamenalo v té době vzácnou příležitost získat důležité mezinárodní zkušenosti v oboru (díky krátkodobému politickému uvolnění doma).

Jiřina Slavíková (žáky většinou jmenovaná Jiřinka) získala docentský titul až jako satisfakci po r. 1989, bohužel jen nedlouho před odchodem do důchodu. Její zásluhy o udržení a rozvoj geobotaniky, resp. rostlinné ekologie v období 70. a 80. let 20. stol. na Přírodovědecké fakultě UK oceňují všichni, kdo v blízkosti prožili období normalizace a případně mohli v oboru

navázat na její aktivity za nových podmínek. Likvidační tendence vůči geobotanickému zaměření v rámci katedry botaniky ze strany odtud vzešlého normalizátora, po r. 1968 prorektora UK Radovana Hendrycha, byly už vícekrát popsány (např. Preslia 1995, 67: 311). V postupně personálně oslabovaném geobotanickém oddělení musela J. Slavíková zvládnout a zajistit pro tehdejší studenty také kvalitní externí školitele nebo konzultanty, což nebyla v době ideologicky motivovaných represí a všeobecného „šmírování“ snadná záležitost. Dokonce i za vyhrčené situace, když R. Hendrych zakázal vypisovat témata diplomových prací zaměřená geobotanicky, našly se dílčí cesty, jak se diskontinuitě ve výchově geobotaniků vyhnout. Diplomových prací vedla Jiřinka za dobu svého působení na fakultě přes 40. Napsala (s přispěním mladších spolupracovníků) ve své době významnou učebnici Ekologie rostlin (Státní pedagogické nakladatelství, Praha 1986).

V její době neexistoval grantový systém financování vědy, výzkum byl odkázán na shora přidělenou porci peněz tzv. státního plánu základního výzkumu. Zajistěte ne úplný, ale přesto výmluvný je přehled témat, na nichž pod vedením nebo spoluvedením J. Slavíkové geobotanický tým se svými studenty během let pracoval: mapování rekonstruované vegetace státu (pod koordinací Geobotanické laboratoře, později Botanického ústavu tehdejší Československé akademie věd v Průhoncích) – okresy Kutná Hora a Kolín; ekologický výzkum vegetace Českého středohoří („projekt Oblík“); rekonstrukce vývoje vegetace od konce doby ledové analýzou dřevních makrozbytků z archeologických vykopávek; ovlivnění, obnova a funkce vegetace na území hlavního města Prahy a specifické soustředění na synantropní vegetaci pražské aglomerace. Pomohla zaštitit projekt studia zákonitostí vegetační sukcese na úhorech Českého krasu, který vedl