

Sinice nás přežijí

Jedovaté. Nebezpečné. Přemnožené. To je nejčastější označení sinic. Jiří Komárek však vnímá i jiné jejich vlastnosti: nesmírně přizpůsobivé, životaschopné, fascinující svým stářím na Zemi. „S toxicitou sinic se to podle mě trochu přehání. Přinejmenším u nás v Čechách máme víc otrav z hub než ze sinic,“ hájí objekt svého vědeckého zájmu světově uznávaný algolog, který ve svých 85 letech stále vědecky pracuje v Botanickém ústavu Akademie věd v Třeboni.

text **EVA BOBŮRKOVÁ**

Zelenou řasu coby úžasnou detoxikační látku vzývají všichni „alternativci,“ na řasách si dnes pochutnávají milovníci japonské kuchyně. Nakrmit lidstvo či zvířectvo řasou - toto zadání jste vy vědci dostali již v šedesátých letech. — Tehdy se dostala do módy hromadná kultivace řas, pokusy s cílem zavést průmyslovou výrobu biomasy vznikaly po celém světě. Do řas coby potraviny budoucnosti pro lidstvo nebo alespoň krmivo pro zvířectvo se vkládaly velké naděje. I u nás se započalo s kultivací řas, zabýval se jí doktor Ivan Šetlík na nově zřízeném detašovaném pracovišti Mikrobiologického ústavu v Třeboni. Pracoval jsem tehdy spokojeně v Hydrobiologickém ústavu, ale nakonec jsem se nechal přemluvit,

spotřebovává hodně energie, zpracování také není úplně jednoduché...

Vy jste se ale už od studií zaměřoval spíš na sinice. Tehdy se o nich moc nevědělo... — V mých začátcích bylo velmi omezené poznání celé té obrovské šíře diverzity řas i sinic, převládala názor, že jsou kosmopolitní, tedy že všechny mohou žít všude, ve všech biotopech. Již tehdy jsem o tom pochyboval, ale za své pochyby jsem byl kritizován. Dnes už víme, že naopak většina druhů řas i sinic má velmi vyhraněné ekologické nároky. Právě proto, že zejména sinice jsou organismy vývojově velmi staré, mohou mít i dosti široké areály rozšíření. Jednotlivé druhy se ale vyskytují jen ve velmi vymezených biotopech, které jim

„Několik desítek pacientů dialyzačního centra zemřelo na selhání jater. Ukázalo se, že centrum bere vodu z vodní nádrže, v níž se vyskytují masově toxické druhy sinic *Microcystis*.“

abych k němu do Třeboně přešel a izoloval zde nové kmeny řas, studoval jejich životní cykly a podobně. Pak jsem dokonce vedl oddělení sbírky a izolace kmenů a pracoval na výběru produkčních kmenů. No a od té doby pracuji a žiji v Třeboni.

Jak to s akcí „Řasa“ dopadlo? — Pracuje se na tom dál, ale projekt poněkud utlumilo a zbrzdilo několik okolností - například průmyslová výroba zelené hmoty se ukázala jako velmi energeticky a finančně náročná. Vyžaduje kultivační zařízení, separační jednotky, centrifugy, mnohá další zařízení,

vyhovují (mořský litorál, plankton rybníků, termální prameny, slaniska a mnoho dalších). A samozřejmě existují druhy výlučně tropické nebo omezené jen na polární oblasti, ale řada je zabydlená právě v našem mírném pásmu.

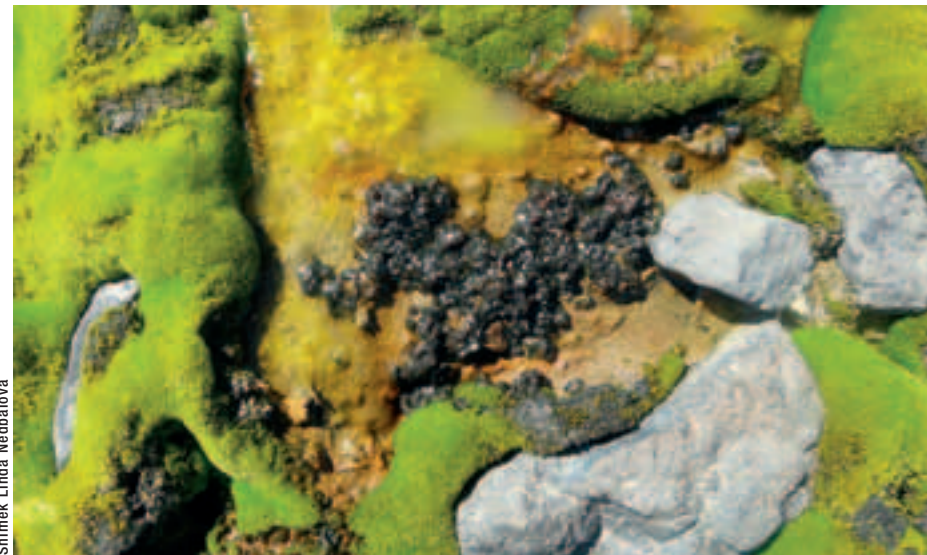
I druhý název sinic - cyanobakterie - prozrazuje, že původní zařazení mezi řasy bylo mylné. Co tedy dnes už všechno víme? — Zařazení sinic mezi řasy způsobila skutečnost, že to jsou jediné bakterie, které mají fotosyntetické pigmenty, zejména chlorofyl *a*, a jsou schopné fotosyntézy, v přírodě mají funkci producentů jako velká většina rostlin. Dnes už je



Snímek Stanislav Vaněk

prokázána genetická spojitost mezi prokaryotními sinicemi a chloroplasty vyšších rostlin, jsou to tedy nejstarší organismy s rostlinným metabolismem. Cyanobakterie hrály velkou roli ve fylogenezi a v dalším vývoji rostlinné složky celého ekosystému světa, což je všeobecně přijímaná symbiotická teorie. A také víme, že se vyvinuly již v raném prekambriu a od té doby si po stamiliony let udržely svou životnost, strukturu a svou podobu, ale zároveň se stále přizpůsobují novému prostředí a vznikají nové druhy.

Jejich životaschopnost a přizpůsobivost je tedy obdivuhodná. — Představují úžasný evoluční a biologický fenomén. Jak to sinice dělají, že po miliony let zůstávají na první pohled nepříliš, přinejmenším morfologicky, pozměněny - což můžeme dedukovat z fosilních nálezů -, se vysvětluje procesem, který by se mohl nazvat variace na dané téma. Nyní převládá pojem „static evolution“, což znamená, že se sinice dokážou přizpůsobit všem myslitelným podmínkám a osídlivat prakticky celou biosféru, dokážou žít v horkých pramenech, některé přežijí zmrazení na absolutní nulu, umějí v sobě srážet uhličitán vápenatý, takže se předpokládá, že velká část vápenců na povrchu země vznikla činností sinic, jako jediné autotrofní organismy jsou schopné vázat vzdušný dusík.



Snímek Linda Nedbatová

POVLAKY SINIC (uprostřed z rodu *Nostoc*) ve vlhkém litorálu antarktických jezer.

Najdeme je tedy v moři, půdě, v tropech, na antarktické pevnině, všude. Vývoj jejich genomu byl z hlediska evoluce evidentně neobyčejně šťastný.

Velké poznání v tomto směru zřejmě přinesla až molekulární biologie. — V mém oboru bylo velkou revolucí už zavedení elektronové mikroskopie, to byla první metoda,

kteřá zcela změnila náš názor na celou tuto skupinu, na její fylogenezi a klasifikaci. Molekulární metody jsou pochopitelně nyní primárním kritériem pro studium a fylogenetickou klasifikaci, v níž nutně došlo k velkým změnám, ale ovšem pro jejich klasifikaci je i nadále nutno brát v úvahu cytomorfologická, ekofyziologická a biochemická kritéria a mezi nimi hledat souvislosti.

Prof. RNDr. JIŘÍ KOMÁREK, DrSc. (*1931)

Narodil se v Brně. Studoval na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity v Brně a později na Katedře botaniky Karlovy univerzity v Praze, kde dokončil doktorské studium u prof. B. Fotta. V roce 1997 získal titul profesora v oboru botaniky na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích. Od roku 1991 působí na katedře botaniky Jihočeské univerzity a na oddělení algologie v Botanickém ústavu Akademie věd ČR.

Je našim předním algologem, zajímal se o životní cykly, ekologii a taxonomii zelených řas a v posledních letech zejména sinic, ale i o společenstva rybníků, extrémních biotopů a funkce řasových společenstev v přirozených i antropogenních biotopech.

Je autorem mnoha významných vědeckých publikací, účastnil se několika vědeckých expedic, hostoval na různých zahraničních univerzitách. Naposledy v roce 2014 mu vyšel třetí díl monografie o sinicích v edici Süßwasserflora von Mitteleuropa v nakladatelství Springer Spektrum.

V roce 2007 získal od Akademie věd ČR Čestnou oborovou medaili G. J. Mendela za zásluhy v biologických vědách, v roce 2012 pak od Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy Cenu F. Běhouňka. Spolu s prof. J. Johansenem z Clevelandu zpracoval sinice do díla *Flora of North America*. Od Americké fykologické společnosti obdržel prestižní cenu G. W. Prescottta a od Fykologické společnosti Jižní Ameriky plaketu za rozvoj fykologie v Jižní Americe.

Kdy jste měl první možnost zažít bohatství druhů řas i sinic v hlavních světových biotopech na vlastní oči? — Tak jistě jsem si o cestách do ostatních zemí, například do vysněné Afriky, mohl v období komunismu nechat jen zdát. Problematika kultivace řas byla zařazena do vědeckého programu tehdejší RVHP, měli jsme tedy možnost poznávat alespoň přírodu členských zemí, pořádali jsme společná sympozia. V osmdesátých letech se pořád ještě mluvilo o kosmopolitních řasách, ale na jedno takové odborné setkání přijel



TRVALE ZAMRZLÉ JEZERO NADĚJE v deglaciované části Antarktidy. Na dně pod ledem se v letním antarktickém období vyvíjejí bohaté kolonie sinic, speciálně adaptovaných na toto prostředí.

i profesor Lund z Anglie a ten mi říkal, jedte se podívat do tropů, uvidíte. V osmdesátých letech jsem se dostal na Kubu, na dva roky, i s rodinou, tam jsem se poprvé setkal s obrovským bohatstvím mořských a tropických organismů, to bylo pro mou práci zásadní.

Po revoluci se vaše možnosti rychle změnil, zkoumal jste sinice dokonce i na Antarktidě. — Antarktida mne lákala hlavně coby extrémní stanoviště, zajímaly mne adaptace některých druhů na prostředí polárních oblastí. Osud mne pak pracovní zavál i do Jižní a Střední Ameriky, bylo to pro mne velmi přínosné a snad i já jsem tam byl užitečný. Dostal jsem například dokonce i plaketu za přínos pro rozvoj hydrobiologie Jižní Ameriky. Teď spolupracujeme hojně s kolegy v Brazílii a také v Peru.

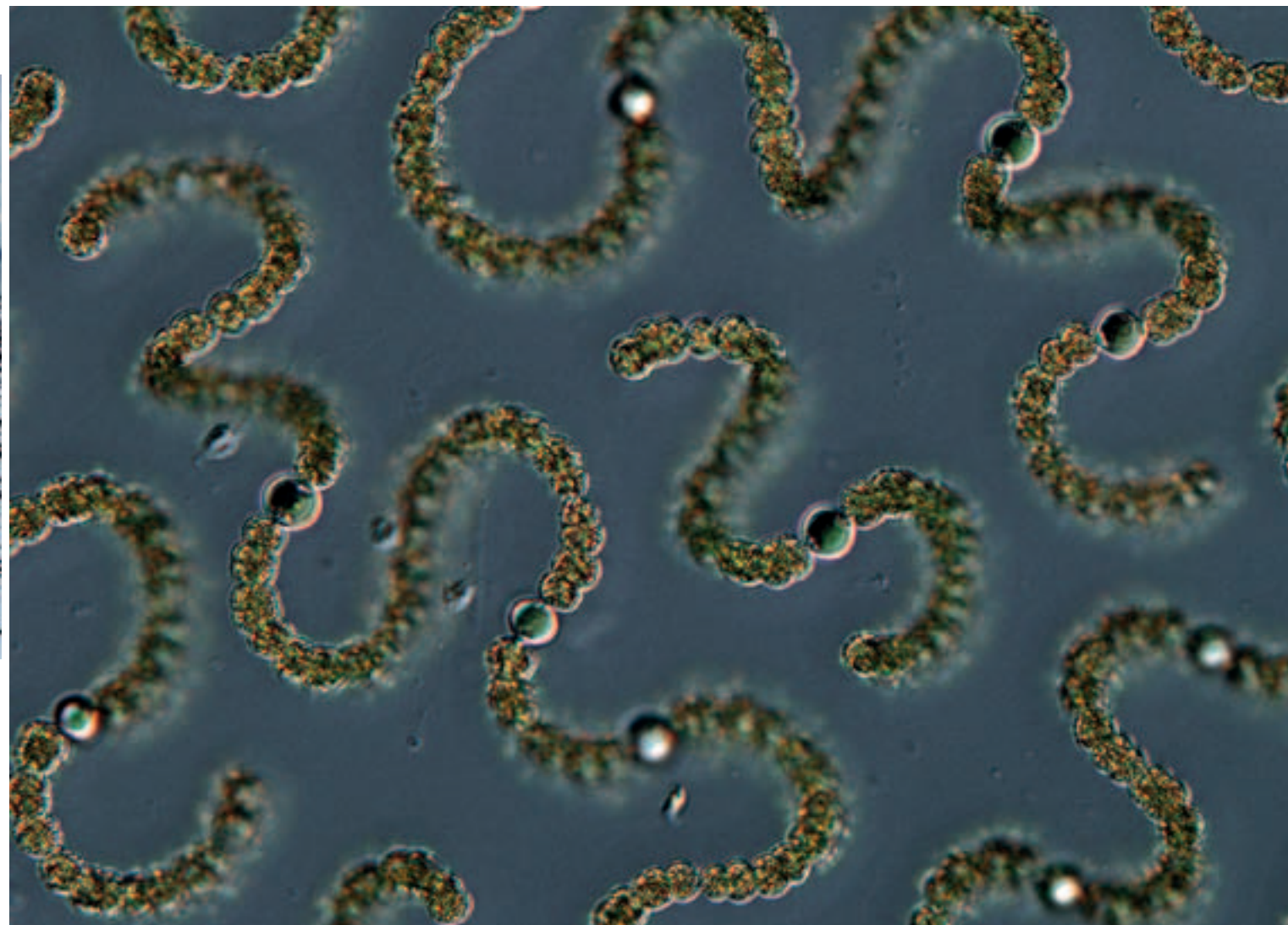
V čem jim mohou čeští algologové pomoci? — Peruánci mají, mezi jinými, problémy se známým jezerem Titicaca, vznikají tam ve velkém „vodní květy sinic“, existuje tu tedy potenciální nebezpečí značného znečištění a eutrofizace tohoto krásného jezera. Před časem jsme byli přizváni též ke studiu mokřadů na severu Belize a řešili, zda je tam ponechat, nebo vysušit. Na jednu stranu tak přijít o zdroj vody, na druhou tam eliminovat komáry. Výsledkem zkoumání mimo jiné bylo, že sinice jsou pro biologii mokřadů velmi důležitým ekologickým prvkem a že tyto bažiny jsou důležité pro zajištění vody pro celou oblast a pro její udržení v ekologické rovnováze, zabráňují vysychání krajiny atd. Takže jsme je

doporučili ponechat, nevím ovšem, jak to nakonec dopadne. Řešili jsme také situaci jezera Atitlán v Guatemale, což je obrovské a krásné vulkanické jezero, až 350 metrů hluboké a velmi významné pro turistiku. I tam se však začal objevovat na hladině rozsáhlý tzv. „vodní květ“ sinic, a to zcela nový druh, obsahující karotenoidy. Květ měl proto ohavnou žlutohnědou barvu. Na nás bylo zjistit, zda jsou tyto sinice toxické, jaké mají vlastnosti, co všechno dělají. Ta sinice z Atitlánu toxická není, ale jak jsme zjistili, vyskytla se poměrně rychle i v jiných krásných, rozsáhlých jezerech v západní oblasti celé tropické Ameriky. Další

„Už jako kluk jsem se koupal v rybnících, které byly plné vodního květu, a nikdy mi to nic neudělalo. U nás by člověk musel asi vypít půlku rybníka, aby na něj ty toxiny zapůsobily.“

zásahy do biologie těchto jezer jsou v rukách příslušných vlád. Tak k takovým problémům býváme přizváni.

V Antarktidě jste rovněž objevil a popsal nové druhy sinic. — Pokud víme, tak v Antarktidě se vyvíjejí každý rok velice charakteristická společenstva sinic, které jsou dokonce jedny z hlavních producentů biomasy, tvoří tam rozsáhlé povlaky a společenstva na deglaciovaných půdách, v mokřadech, potocích a dokonce i na dně věčně zamrzlých jezer. Při jejich zkoumání člověk přijde na všelicos, řada těch antarktických typů je zřejmě



Snímek Petr Znachor

endemických, u některých ještě nevíme, zda podobné genotypy nežijí i v Jižní Americe nebo i v severní polární oblasti. Nacházejí se tam velmi jednoduché i velmi složité bakterie. Jedině sinice ostatně mohou mít stélku složenou z více diferencovaných a funkčně odlišných buněk, mohou mít specifické reprodukční a přichycovací orgány. No a i já jsem

PLANKTONNÍ SINICE z rodu Dolichospermum, která se podílí na tzv. „vodních květech“ v našich rybnících. Na šroubovicovitých vláknecích jsou zřetelné zvláštní buňky – heterocyty, které obsahují nitrogenázu a umožňují sinicím fixovat atmosférický dusík. Ve vegetativních buňkách jsou rovněž patrné tzv. aerotopy, které jsou naplněné vzdušným dusíkem, jsou reverzibilní a umožňují sinicím vznášení i pohyb ve vodním sloupci.

sinice jsou čím dál tím větším problémem v sladkých vodách i v mořích... — Souvisí to s eutrofizací biosféry všude na světě. Započala, když lidé ve velkém začali používat průmyslová hnojiva. Množství fosfátů, které putují do odpadních vod, nárůst koncentrace dusíku a fosforu jsou enormní a všechno toto zvyšuje množství živin pro sinice – a ty na to reagují přemnožením. V posledních desetiletích tento problém narůstá ve všech ekosystémech na celém povrchu Země, ve všech typech vod, zamořena jsou i moře, i ta tropická, která byla považována za poměrně čistá, a samozřejmě se to děje i u nás.

Jaké to může mít důsledky? — Přemnožení sinice se podle jisté teorie dokonce podílely i na vymírání dinosaurů, ale to je zatím jen spekulace. Američtí kolegové teď ale zjistili zajímavý důsledek výskytu jednoho druhu toxických sinic. Sinice rostou na vodních rostlinách, které chutnají kachnám a ty zase loví

orli. A tito orlí umírali na přílišné koncentrace oněch sinicových toxinů nahromaděných v těle kachen. Čili mohou nastat i takové řetězce událostí, které vedou k vymírání některých zvířat. Ale jsou to zatím jen ojedinělé případy, jak to bude dál, asi neví nikdo.

Už se objevily i případy úmrtní dobytka, který pil vodu ze zamořeného jezera. Umírají i lidé? — Jak skutečně a jak moc škodí toxiny produkované sinicemi lidskému zdraví, zatím úplně nevíme. Sinice mohou být občas nepříjemné, existují indicie, že mohou způsobovat alergie, ale jen ojediněle. Při nepříznivé shodě okolností mohou být však skutečně nebezpečné. Jako příklad se vždy uvádí případ z brazilského města Caruaru. Několik desítek pacientů dialyzačního centra zde zemřelo na selhání jater, jiní měli potíže se zrakem... Ukázalo se, že centrum bere vodu z vodní nádrže, v níž se vyskytují masově toxické druhy sinic *Microcystis*,

a že jejich toxiny microcystiny se dostávají i do krve a jaterních tkání postižených.

Jak jste se zmínila, známý je případ z jižní Afriky, kde docházelo k otravám dobytka, který se napájel vodou z napajedla, v němž rostl jedovatý sinicový vodní květ.

Sinice tedy mohou být pořádně nebezpečné. — Cyanobakteriální toxiny mohou být nebezpečné, je třeba výskyt určitých druhů sinic sledovat, na druhé straně není třeba se přehnaně bát, jde o výjimečné případy a u nás se nic takového zatím našťestí moc neprojevílo. A navíc zdaleka ne všechny sinice produkují toxiny. Řada druhů toxigeny vůbec nemá a naopak má pro nás užitečné vlastnosti, kvůli nimž se kultivují a využívají jako biomasa. Nebo nově objevené sinice, které tvoří vodní květy v Jižní Americe, nejenže nemají žádné toxigeny, ale navíc dokážou velmi intenzivně vázat atmosférický dusík.

A vy se koupete bez obav v třeboňských rybnících? — Ale ano. Už jako kluk jsem se koupal v rybnících, které byly plné vodního květu, a nikdy mi to nic neudělalo. U nás by člověk musel asi vypít půlku rybníka, aby na něj ty toxiny zapůsobily. Zatím našťestí nějaké takové drastické případy známy nejsou.

Určitě se mnoho odborníků algologů ale věnuje tomu, jak nás sinic zbavit. — Mapování situace v místech, kde se buď objevují různé druhy sinic, nebo kde se tvoří vodní květ, studovat biologii těchto sinic, klasifikovat je, to umíme. Ovlivnit jejich výskyt nebo množství už tak jednoduché není. Existují speciální pracoviště, u nás Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny v Brně, vede je prof. Ing. Blahoslav Maršálek. Ty se zabývají studiem cyanobakterií i možností kontroly výskytu a omezování vodních květů například na Brněnské přehradě, kde se zrovna bohužel cyanotoxické sinice vyskytují a mohou určitě zdravotní komplikace navodit.

Jednotný recept na „ukáznění“ tedy zatím k dispozici není. — Není, ale ono ani není možné chtít sinice zlikvidovat či celkově potírat, vždyť jsou klíčovou součástí ekosystémů jak v rybníčních systémech, tak všude v půdě. Spíše je nutno upravit obhospodařování vodních nádrží tak, aby byla omezena jejich eutrofizace a přísun živin. V celosvětovém měřítku by bylo možné sinice omezit tím, že se omezí množství živin nebo odstraní podmínky k jejich rozvoji. Ale je toho lidstvo schopné? Neumím si to v současnosti představit. A navíc už jsme zmínili, že sinice jsou mimořádně adaptabilní, rostou v podstatě všude a dovedou se rychle přizpůsobit změněným podmínkám. Proto je to spíš tak, jak uvedl jeden můj kolega na závěr svého referátu: Až na světě všechno zahyne, tak tu zbudou jenom sinice. Ony mohou přežít všelicos, i nás. ●