

ROZHOVOR

VÝZKUM FOTOSYNTÉZY MÁ POMOCI V BOJI S CO₂

Superorganismy z Třeboně

V malebné třeboňské krajině, na dohled od rybníka Svět a turisticky oblíbené Schwarzenberské hrobky, se rodí vědecký zázrak, na který Evropská unie uvolnila 60 milionů korun. Peníze bude po šest let čerpat ALGATECH, vědecké pracoviště Mikrobiologického ústavu Akademie věd, které je špičkou ve výzkumu mikroskopických řas, sinic a fotosyntetických bakterií. **Profesor RNDr. JOSEF KOMENDA (55), CSc., DSc.,** se svým týmem uspěl s návrhem na výzkum upravených organismů, které mají vylepšenou fotosyntézou pomáhat spotřebovávat nebezpečný oxid uhličitý.



Foto: David Pelálek / MAFRA

■ Jsme v Třeboni. Všude kolem nás jsou rybníky. Má to nějakou souvislost s tím, že pracoviště, které se zabývá řasami a sinicemi, sídlí právě tady?

Myslím, že žádná taková souvislost tady není. V šedesátých letech minulého století centrum zakládal přední český rostlinný fyziolog profesor Ivan Šetlík. Po různých anabázích, kdy musel z Prahy pryč a fungoval například v Košicích, nakonec zakotvil v Třeboni a vybudoval tuhle dnes velmi uznávanou vědeckou instituci. Centrum nejprve fungovalo v jiné části Třeboně a pak se přestěhovalo sem, do unikátních prostor Opatovického mlýna. Ten byl tehdy ve velmi dezolátním stavu. Po roce 1948, kdy byl zabaven původním majitelům, se z něho postupně stal sklad místního statního statku, takže si asi dovedete představit, jak to vypadalo.

■ A jak jste se tady ocitl vy?

Profesor Šetlík byl člověk, kterému učaroval výzkum řas a sinic ve všech svých aspektech. Měl výborné vědecké výsledky, jeho jediný problém ale spočíval v tom, že byl příliš velký perfekcionista. Svoje výzkumy se snažil neustále cízlovat, a proto je publikoval poměrně omezeně a často v málo citovaných vědeckých sbornících z konferencí. U nás by to dnes už nebylo možné, ve vědě teď opravdu platí publish or perish (anglicky publikuj nebo zhyň, pozn. red.). Měl cit pro vybirání lidí a sestavování týmu, navíc nám dával velkou volnost ve výzkumu, což postupně přineslo výsledky. Já osobně jsem ho měl jako oponenta diplomové práce při mém studiu na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze. Když mi pak nabídl možnost odejít za ním do Třeboně, neváhal jsem. Jsem člověk z vesnice, pocházím z Bystřice u Benešova. Měl jsem sice možnost zůstat v Praze, ale bylo to tehdy trochu politicky podmíněvané a mně se tam stejně nelíbilo. Přestěhoval jsem se do Třeboně a jsem tu už 32 let. Nechtěl jsem, dnes jsme v ALGATECH dohromady tři profesori. Vedle mě ještě šéf centra biofyzik profesor Ondřej Prášil a v Laboratoři řasové biotechnologie působí i profesor Jiří Masojídek, který mě na počátku mé kariéry v Třeboni teoreticky i prakticky zaučoval do práce v místních laboratořích.

■ Příslušnost ALGATECH k absolutně vědecké elitě dokazuje i v ČR nevidaný grant 60 milionů korun od Evropské rady pro výzkum, který se uděluje na „špičkový bada-



telský výzkum směřující za hranice poznání v daném oboru". S jakým projektem jste uspěl?

Když to hodně zjednoduším, tak s fotosyntézou a s genetickým vylepšením vlastností některých organismů, které tuto reakci mají ve své výbavě.

„Bez fotosyntézy by následoval rychlý konec.“

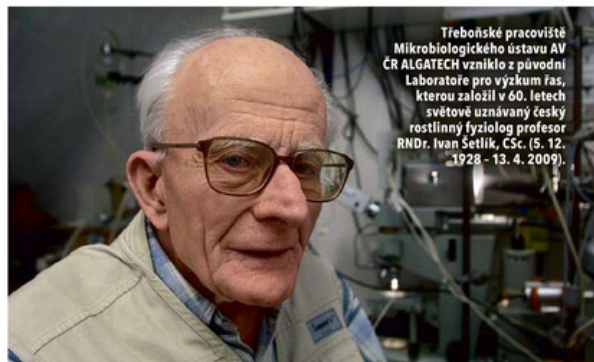
■ Proč právě fotosyntéza?

Fotosyntéza je klíčový přírodní proces na této planetě. Je vlastně zodpovědná za kyslík v atmosféře, za to, co dýcháme. Ale nejen to, prakticky za veškerou biomasu, která roste, takže za potraviny rostlinného původu. Díky ní máme také valnou část energie, kterou dokážeme využívat. Uhlí nebo ropa jsou prostě také výsledkem tohoto procesu.

A když se podíváte na takzvané alternativní zdroje, tak jedním z hlavních je fotovoltaika, což je v podstatě náš primitivní pokus o využití světla, který se nedá s důmyslností fotosyntézy srovnávat. Prostě bez ní by život na této planetě neexistoval, a kdyby se zastavila, tak by následoval velmi rychlý konec.

■ Proč se ale snažit o její vylepšení, o větší účinnost?

Jedním z důvodů může být fakt, že lidská populace se neustále zvětšuje, a ukazuje se, že během zhruba padesáti let bude velmi vážný problém lidstvo nakrmit. To je jedna z klíčových otázek, která nás v budoucnu čeká. Změna klimatu navíc přináší zhoršující se podmínky pro život řady organismů včetně rostlin. Kvůli změnám jsou ve stále větším stresu a následkem toho ztrácejí produktivitu. V takové chvíli vyprodukují zmiňované biomasy mnohem méně. Stres může fotosyntetický aparát v podstatě degradovat až natolik, že přestává fungovat.



Třeboňské pracoviště Mikrobiologického ústavu AV ČR ALGATECH vzniklo z původní Laboratoře pro výzkum řas, kterou založil v 60. letech světově uznávaný český rostlinný fyziolog profesor RNDr. Ivan Šetlík, CSc. (5. 12. 1928 – 13. 4. 2009).



Historická budova Opatovického mlýna stojí od 18. století jen pár desítek metrů od hrází treboňských rybníků. Dnes už se tam obilí nemele, sídlí tam moderní výzkumné centrum řasových biotechnologií ALGATECH.

V neposlední řadě je také důležitým motívem tohoto výzkumu narůstající množství oxidu uhličitého v atmosféře. A co jej spotřebovává?

■ Ze školy si pamatují, že právě fotosyntéza.

Správně. Takže jeden z vedlejších produktů, ve který můžeme při našem výzkumu doufat, je i to, že nové typy organismů by mohly zajistit i vyšší pohlcování CO₂. I když neexistuje přímá úměra mezi efektivnějším pohlcováním světla a vyšší spotřebou CO₂ během fotosyntézy, významný nárůst této spotřeby lze předpokládat.

■ Pokud si dobře pamatují, tak při fotosyntéze mimo jiné vzniká cukr...

Výsledným produktem je i cukr. Možná si pamatujete z chemie na reakci CO₂ s H₂O (kyslíčník uhličitý a voda, pozn. red.), při které vzniká sloučenina C₆H₁₂O₆, což je glukóza neboli cukr, a navíc se uvolní i kyslík O₂.

■ Uf, tak to bych už dohromady nedal.

Nedělám jen výzkum, ale učím i na Přírodovědecké fakultě Jihočeské univerzity. V úvodu do biochemie pro doktorandy, kteří třeba dělají biofyziku a molekulární biologii a biochemie není pro ně úplně vlastně předmět, pokládám základní otázku, na které poznám, jak na tom se znalostí základů fotosyntézy jsou. Zda samotný kyslík při ní vznikne z vody nebo z oxidu uhličitého.

■ Jestliže jde o chyták, tak asi z vody, i když bych čekal spíše z CO₂.

Máte pravdu, to je správná odpověď.

■ Můžeme se vrátit k vašemu novému výzkumu? Jestli to správně chápou, tak rostliny by po genetické úpravě dokázaly pohlcovat větší množství CO₂. Je to tak?

Sluneční energie a zářivý výkon, který dopadá na zeměkouli, je mnohem vyšší, než dovedou jednotlivé druhy organismů využít při fotosyntéze. Absorbují jen určitou část světelného spektra. Modré světlo, červené světlo a další. Například rostliny a řasy mají v pohlcovaném spektru tuhle mezeru (ukazuje na graf, kde je zelená barva), což je mimochodem důvod, proč je vidíme zelené. Sinice mají pohlcované spektrum spolejitější, mají v sobě ještě další pigmenty vedle chlorofylu (zelený pigment v rostlinách, který v průběhu fotosyntézy absorbuje energii světelného záření a používá ji k syntéze sacharidů z oxidu uhličitého a vody, pozn. red.), takže jsou dost efektivní. Pak ale existují třeba purpurové bakterie, které zase

„Fotovoltaika je primitivní pokus o fotosyntézu.“

obsahují jiný pigment, bakteriochlorofyl. A ten absorbuje záření až do hranice 900 nanometrů, tedy v jiném spektru než kytky, řasy a sinice. Kdyby se tohle podařilo spojit dohromady, tak by nárůst energie, který je organismus schopný pohltnout, mohl být v desítkách procent.

■ Snažíte se zkrátka uměle rozšířit možnost pohlcovat širší světelné spektrum. Přesně tak. Ale nejenom kvůli vyššímu pohlcování CO₂. Může to být dobré třeba za podmínek, kdy má fotosyntetický organismus málo světla. Množil by se a rostl pomaleji. Když bude moci využít širší spektrum, tak přežije i s menší porcí světelné energie.

To využít je prostě mnohem širší. Zkusím nějaké přirovnání – třeba k trychtýři. Představte si organismus jako lahev, do níž světelná energie stéká nálevkou. Stejně jako při dešti zachytíte do širšího trychtýře více kapek, tak i tady větším trychtýřem zachytíte více fotonů a můžete ji tak snáze a rychleji naplnit. V pomyslné lahvi se pak fotosyntézou přeměňuje světelná energie na chemickou.

■ Specializujete se na sinice. Takže tyhle pokusy budou probíhat právě na nich?

Tento evropský grant je zaměřený na interdisciplinární spolupráci mezi jednotlivými vědeckými týmy. My patříme mezi absolutní špičku ve výzkumu řas a sinic, ale žádali jsme o podporu dohromady s německým kolegou profesorem Dario Leisterem, který vede molekulární biologii rostlin na univerzitě v Mnichově a jeho doménou je regulace fotosyntézy v různých organismech. V jeho laboratoři se už podařilo předat řadu fotosyntetických genů z kytok do sinic, kde i fungují. Třetím účastníkem je profesor Neil Hunter z anglického Sheffieldu, což je přední výzkumník a specialista na purpurové bakterie. Každý se zabýváme fotosyntézou z trochu jiného úhlu, ale máme toho hodně společného. Budeme využívat odlišné, ale vzájemně se doplňující metodiky a dávat výsledky dohromady. Na vypracování projektu jsme se domluvíli vloni v létě na kongresu Evropské biochemické federace v Praze a v obhajobě jsme uspěli. Stejně peníze na příštích šest let obdrželi tak i jejich pracoviště.

■ Takže výsledkem má být nějaký nový superorganismus?

No, dá se to tak nadneseně říct, ale myslím, že společně vyrobíme nějakou novou

ovanou kytku, kterou už můžete za pár let vysadit na poli a pomocí jejího pěstování dosáhnete větších výnosů. V naší laboratoři se specializujeme na sinice a ty mají v tomto ohledu jednu podstatnou výhodu. Na rozdíl od rostlin patří mezi organismy s jednoduchou buněčnou strukturou, kterým se říká prokaryoty. Jsou to jednobuněčné organismy a každá jejich buňka je v podstatě stejná. Existují sice třeba vláknité sinice, kde je jedna buňka vedle druhé, ale opět každá je většinou stejná. Také proto se dají sinice poměrně jednoduše geneticky manipulovat a používají se v tomto směru jako modelové organismy pro výzkum fotosyntézy. Navíc mají ještě jednu velkou výhodu třeba oproti rostlinám. Buňky se velmi rychle dělí, takže kmeny, s nimiž pracujeme, mají dobu zdvojení šest až deset hodin, záleží na podmínkách pěstování. Reálně tak můžete získat mutanta v řádech i několika týdnů. To je důležitá okolnost, protože pokud chceme ovlivňovat fotosyntetický aparát, musíme přenášet desítky genů.

■ Jak se do nich nová genetická informace vpravuje?

Oproti složitějším buňkám máme výhodu. Nepotřebujeme náročné technologie k tomu, abychom informaci vložili na konkrétní místo. Sinice je vlastně svoji strukturou jen trochu složitější bakterie. A ty jsou velmi flexibilní a chytré. Dokážou si třeba části DNA uložit a využít tehdy, když se dostanou do jiných podmínek a kdy je to pro ně výhodné.

„Ve výzkumu sinic a řas patříme k naprosté špičce.“

■ Takže budete sinici trápit nevidným prostředím, teplotou a podobně, abyste zjistili, zda dokáže konkrétní gen přijmout?

V podstatě ano. Když ji dáte do podmínek, kde má problémy, tak je schopná velice rychle udělat spontánní mutace, které udělají fotosyntetický aparát produktivnější a méně náchylný k poškození. Samozřejmě to má své meze, pokud bychom stresové podmínky přehnali, organismus se už ne-

dokáže přizpůsobit a zahyne. Kolega Dario Leister z Mnichova pro tuto metodu rád používá pojem „adaptabilní zrychlená evoluce“. Vystavením extrémním podmínkám dojde k řadě mutací najednou, my pak odebereme vzorky a zjistíme, kde se v genomu tyto mutace nacházejí. Spousta peněz se v tomhle výzkumu utratí právě za sekvenování genomů (čtení DNA, pozn. red.). To lze opět s úspěchem provádět u sinic, které mají malý genom, u rostlin bychom to zatím nezaplatili.

■ Budete za ty peníze pořizovat i nějaké nové vybavení?

Asi čtyři miliony korun budou sloužit na zdokonalení našeho konfokálního mikroskopu, což je nejdokonalejší optický mikroskop, který ještě pracuje se světlem a nefunguje na elektronové bázi.

■ Všiml jsem si, že tady máte velké množství džinů. Láká je sem tenhle program?

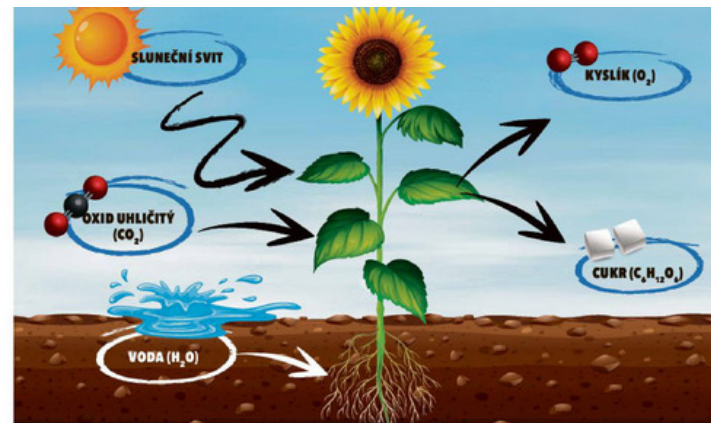
Ne, to je dlouhodobý trend. Fungují tady zdejší specializované laboratoře a pracuje zde sto lidí ze všech koutů světa. Najdete zde doktorandy z Asie, Jižní Ameriky, různých států Evropy. Díky různým evropským grantům jsme mohli nasadit na české poměry ve vědecké sféře i vyšší mzdovou hladinu, ale pořád to není srovnatelné s vyspělými státy Evropy nebo světa, takže ti lidé v sobě musí mít velké zaujetí pro věc a chuť bádát právě s námi.

■ Kdy můžete mít první výsledky?

Zatím připravujeme zahájení samotného projektu. Před pár dny ho schválili, ale čeká nás procedura podepisování smluv a dalších dokumentů. S výzkumem musíme začít do půl roku po vyhlášení, takže předpokládám, že se s Mnichovem a Sheffieldem shodneme na datu prvního dubna. Od té chvíle poběží šestiletý grant. V některých věcech je poměrně vysoký stupeň rizika, že se k plánovaným cílům třeba ani nedostaneme. Na druhou stranu už máme nějaké předběžné výsledky, což je vždy výhodou. Třeba kolega Hunter z Sheffield University už dokázal úspěšně vpravit syntézu hlavního fotosyntetického barviva chlorofylu do *Escherichia coli*, což je taková ta nejobyčejnější bakterie, s níž se v laboratořích pracuje.

■ A vaše očekávání?

Zase to popíši zjednodušeně. Kdyby se nám díky pigmentu z bakterií podařilo rozšířit tu zmiňovanou pomyslnou nálevku třeba u sinic, to by byl úspěch. Obnáší to ce-



Jak probíhá fotosyntéza: rostlina vstřebává ze země vodu a z ovzduší oxid uhličitý a za pomoci energie ze slunečního svitu je přetvoří na cukr a kyslík.

lou řadu problémů, nejde jen o to vpravit na místo gen, ale zajistit, aby správně fungoval. Každá buňka má aparát, který si všechno cizí jakoby osahá a případně zlikviduje. My musíme dokázat, aby se to nestalo a nálevka zůstala stabilně široká.

■ Když vidím kácení pralesů nebo třeba v ČR kůrovcovou kalamitu, která devastuje velké množství stromů, může je tohle v absorpci CO₂ nahradit?

Naše štěstí je, že polovina fotosyntetické produkce probíhá v oceánech a polovina na souši. I kdybychom zlikvidovali veškerou vegetaci, tak pořád ještě máme 50 procent, které jsou ve vodě. Samozřejmě

nechci říct, že by nám to stačilo nebo že se nemáme zaměřovat na úbytek zelené plochy na souši. Problém ale je, jak si nově zasažené stromy poradí s horkými léty a vůbec změnou klimatu. Tenhle výzkum by mohl jednou i výrazně pomoci s jejich odolností proti stresu.

■ Ve vašem centru se zaměřujete na výzkum řas - nedají se využít i při plánování cestech na Mars nebo při případné snaze o výstavbu stanice na Měsíci?

Tyhle snahy samozřejmě byly a budou. Při letu Vladimíra Remka (jediný český kosmonaut se do vesmíru podíval v březnu 1978, pozn. red.) jsme připravovali ta-

kovy malý aparát, v němž se pěstovaly řasy. On ho tenkrát bral s sebou nahoru. Už tenkrát si vědci uvědomovali, že bude potřeba odebírat CO₂, který kosmonauti vydechují, a produkovat kyslík. Plně soběstačné by tohle ale nikdy nebylo, nyní se to dělá úplně jinak. Ale i dnes se při plánování cest člověka na jinou planetu o fotosyntéze velice silně uvažuje. Možná i to je důvod, proč jsme ten grant dostali. Prostě se ukazuje, že fotosyntéza je něco, do čeho by lidé mohli vkládat větší naději.

Josef Hynpl



Vědecký tým prof. RNDr. Josefa Komendy, CSc., DSc., se zabývá výzkumem fotosyntézy. „Sluneční energie a zářivý výkon, který dopadá na zeměkouli, je mnohem vyšší, než doveďou jednotlivé druhy organismů využít při fotosyntéze,“ vysvětluje s tím, že by rád „donutit“ rostliny, aby byly výkonnější. „Nárůst energie, který je organismus schopný pohltit, by mohl být v desítkách procent.“



lci-strana

DVOJÍ RADOST S HELLO PŮJČKOU!

222 000 Kč

4,7%
garantovaný úrok

Hello bank!

by Cetelem

S naší akční půjčkou budete mít radost hned dvakrát. Nejen že si splníte své sny, ale spolu s námi ještě pomůžete dětem nebo životnímu prostředí...

www.hellobank.cz

Platnost akce od 1. 10. do 30. 11. 2019.

Reprezentativní příklad: Úvěr ve výši 222 000 Kč: trvání úvěru 67 měsíců, měsíční splátka 3 773 Kč, roční průměrná úroková sazba 4,70 %, RPSN 4,80 %, celková splatná částka 252 781 Kč, vztahuje se k úvěrové smlouvě uzavřené 17. 10. 2019 s první splátkou 17. 11. 2019, poplatek za uzavření smlouvy 0 Kč. Pro informaci: Informativní a mohou se měnit dle aktuálního posouzení klienta bankou. Poskytovatelem úvěru je banka BNP PARIBAS PERSONAL FINANCE (která v ČR poskytuje obchodní značku Hello bank! by Cetelem). Neposkytujeme „radu“ ve smyslu § 85 zákona o spotřebitelském úvěru ani úvěry v cizí měně. Spotřebitel je povinen splnit bance nebo zprostředkovateli úvěru úplné a pravdivé informace nutné pro posouzení úvěruschopnosti, jinak úvěr banka neposkytne. Touto reklamou nevzniká právní nárok na poskytnutí úvěru.

Téma 45/2019, 18-22