

Má časosběrnou paměť, jako kluk hrál fotbal za olomouckou Sigmu, pak ale zjistil, že chce být vědcem. Dnes patří do prestižního jednoprocentního klubu nejcitovanějších světových vědců, a především vede špičkový tým nanotechnologů v Regionálním centru pokročilých technologií a materiálů (RCPTM) na Univerzitě Palackého v Olomouci. Prof. RNDr. Radek Zbořil, Ph.D., nedělí vědu na českou, německou, nebo švédskou, jen na dobrou a špatnou. „V mém vidění světa stojí celá vědecká práce především na myšlenkách. Pak musíte mít skvělý tým lidí, aby tu myšlenku posunuli dál,“ říká.



FOTO: ANNE-SOPHIE HEIST

ROZHOVOR 21. STOLETÍ

Rozhovor č. 1: Za celých 16 let, kdy 21. STOLETÍ vychází, jsme rozhovory nedělali. **Začínáme teď.**

Prof. RNDr. Radek Zbořil, Ph.D.

Věk: 46

Světově uznávaný chemik v oblasti nanotechnologií. Absolvoval zahraniční stáže na univerzitách v USA nebo Japonsku. Od roku 2010 působí jako profesor na Univerzitě Palackého v Olomouci a jako generální ředitel Regionálního centra pokročilých technologií a materiálů v Olomouci. Je členem Učené společnosti České republiky a edičních rad několika světových vědeckých časopisů. V loňském roce byl zařazen americkou společností Clarivate Analytics do seznamu nejcitovanějších chemiků světa. Je autorem téměř 500 publikací a řady evropských i amerických patentů. V roce 2011 obdržel Cenu ministra školství, mládeže a tělovýchovy za mimořádné výsledky v oblasti výzkumu, experimentálního vývoje a inovací.

Profesor Zbořil: Věda míří za hranice nanosvěta

21. STOLETÍ Opravdu vám paměť dovoluje nedělat si poznámky?

Nepamatuji si poradu, kdybych si něco poznamenával. Když mi někdo prezentuje jednou za měsíc výsledky, vybavím si i po letech

Časopis 21. STOLETÍ za celých 16 let, kdy je na trhu, nikdy nepřinášel rozhovory. Nastal čas to změnit, jako se mění sama věda. Už Benjamin Franklin říkal: „Bud napište něco, co stojí za přečtení, ane-

bo udělejte něco, o čem stojí za to napsat.“

V našem zcela prvním rozhovoru jsme se proto bavili s mužem, který má co říct a ve světě mu naslouchají. Pracuje se strukturami, jež nejsou vidět – s nanomateriály.

některé obrázky, detaily. Upřímně, nespátuji v tom nic tak výjimečného. Vnímám to jako schopnost pamatovat si detaily, třeba i nevýznamné, které použijete o mnoho let později při práci na úplně odlišném vědeckém projektu. Tento druh paměti využívám ale výhradně ve vědecké práci. Často zapomenou, kde jsem večer zaparkoval auto (úsměv).

21. STOLETÍ Tak aspoň že ve vědeckém životě to funguje dokonale.

Exkurze do nanosvětla a exkluzivní rozhovor...

- ... o nanotechnologiích
- ... o konkurenceschopnosti české vědy
- ... o cizincích na českých pracovištích
- ... o platech zahraničních vědců
- ... o patentech a milionech

Ano, jako třeba v roce 2006, kdy jsme si povídali s kolegy z Cornellovy univerzity v USA a z výzkumného ústavu Demokritos v Athénách. V té době se začínalo hovořit o takzvaných uhlíkových kvantových tečkách. Nesmírně malých částicích uhlíku s rozměry jednotek nanometrů, které jsou fotoluminiscenční a mohou vyzařovat světlo různé barvy podle své velikosti a chemického složení. Přemýšleli jsme, jak takové svítící objekty jednoduše připravit. A v ten moment jsem si vzpomněl na výzkum z dřívějších let, kdy jsme kovové nanomateriály připravovali teplotním rozkladem anorganických sloučenin, a navrhoval zkusit přenést některé tyto postupy do organické chemie. A zafungovalo to. Uhlíkové nanočástice tak v RCPTM studujeme dodnes. Jsou to pro organismus zcela netoxické objekty, které se z těla přirozenou cestou vyloučí. Testujeme je proto při optickém zobrazování v lékařské diagnostice, dokážeme pomoci nich dokonce měřit teplotu v živých buňkách. Prokázali jsme na zvířecích modelech možnost využití uhlíkových teček v cílené léčbě nádorových onemocnění pomocí fototerminální terapie. Takže někdy se hodí pamatovat si... Drobné detaily z minulosti se mohou stát těmi zmiňovanými velkými impulzy.

21 Zaujalo mě, že v Regionálním centru pokročilých technologií a materiálů (RCPTM) máte možná nejvyšší míru internacionalizace ze všech ústavů v České republice. A vzhledem k tomu, že jste hráli fotbal, použil bych přirovnání ke Spartě. Ta ale dopadla nedobře.

Protože Sparta nedobře investovala do zahraničních posil včetně trenéra. Konkurence ve vědě je stejně jako ve fotbale obrovská. A v oblasti nanotechnologií, které za posledních dvacet let zaznamenaly obrovský boom, obzvláště. Ve světových žebříčcích registrujeme mimořádný vzestup asijských univerzit a výzkumných ústavů z Číny, Jižní Koreje, Singapuru nebo Hongkongu. Nejde jen o kvalitu a počty publikací, ale i rychlý vývoj nových technologií, které pronikají na světový trh. Je to dáno velkými investicemi, které tyto země vkládají do vědců i výzkumné infrastruktury. Vytvářejí tak motivační prostředí pro výzkumníky z celého světa a tvoří se silné mezinárodní tý-

my. Tohle je handicap většiny českých vědeckých ústavů. V RCPTM pracuje ve výzkumných skupinách, které se věnují nanotechnologiím, okolo 50 procent zahraničních vědců. To ovšem vůbec neznamená, že nedáváme prostor „českým odchovancům“. Naopak, máme v týmu výborné postgraduální studenty i výzkumníky z různých míst Česka. Zkrátka vše musí být v harmonické rovnováze. Sparta má nového trenéra. Pokud dokáže vytvořit takovou harmonickou rovnováhu, třeba budeme za nějakou dobu sledovat její velkou jízdu v Lize mistrů. Vše záleží na lidech. Ve vědě i ve sportu.

21 Čím přilákáte do Olomouce vědecké elity?

Není to lehké, přestože Olomouc je nádherné historické a univerzitní město. Vědci ale vždycky přicházejí především za kvalitní vědou, kterou chtějí dělat pod vedením těch nejlepších. Chtějí se ve své kariéře prostě posunout dál. Pokud jim to v jejich oboru nabídne Olomouc, a ne Vídeň, mohou klidně přejít do Olomouce. Samozřejmě je důležité mít také špičkové přístroje, bez nichž se „top“ věda dělat nedá. Významnou roli hraje mzdy, ale i sociální komfort, který zahraničnímu vědci nabídnete. Včetně pomoci s bydlením, zajištěním školky, školy ap.

21 A dokáže internacionalizaci česká věda zaplatit?

Musí to dokázat, pakliže chce být konkurenceschopná. Špičkový vědec přijíždějící do Česka chce mluvit podobnou, jakou by dostal ve Francii nebo Německu. Samozřejmě u nás jsou nižší životní náklady, k tomu přihlíží i samotní vědci, kteří k nám přicházejí.

21 Průměrná mzda vědce v eurech je...?

Nedá se to zobecnit, vždy zohledňujeme vědeckou historii a výkon. Co se týká nejlepších „post-doců“ (absolventi doktorských studijních programů, pozn. redakce), tak se pohybujeme mezi dvěma až třemi tisíci euro. Pokud se bavíme o profesorech, které tu také máme, dostáváme se i násobně výš. Je to ovšem striktně vázané na vědecký výkon.

21 Z jakých zdrojů získáváte finance?

Ty hlavní zdroje jsou tři. Významným příspěvkem je institucionální podpora, což jsou zjednodušeně řečeno finance za vědecké publikace, pakliže protečou složitou cestou z ministerstva přes univerzitu a fakultu až k cíli, tedy k těm, kdo ty publikace vytvářejí. Na Univerzitě Palackého to funguje, ale není to pravidlem všude. Druhým důležitým zdrojem jsou dotace z národních a mezinárodních grantů. Třetí skupinu tvoří příjmy a zakázky od firem, z transferu technologií a licenčních smluv.

21 Ne všechny české vědecké ústavy ale fungují jako RCPTM. Kde jsou největší slabiny české vědy?

I u nás v RCPTM je pořád hodně co zlepšovat. Těch neduhů v českém vědeckém prostoru je hned několik. Pořád mi chybí to silné konkurenceschopné mezinárodní prostředí na všech úrovních. Chceme se posouvat v žebříčcích nejlepších univerzit, zvýšit žalostně nízkou úspěšnost v evropské grantové politice, zvýšit počty nejcitovanějších vědců. A přitom vytváříme faktické nebo administrativní bariéry, aby k nám nepřicházeli ti lepší. Vždycky říkám, že každý z vedoucích skupin, které se u nás v centru

FOTO: ARCHIV



■ Relaxuje sportem a se svými dvěma dcerami.

věnují nanotechnologiím, musí být v dané konkrétní oblasti lepší vědec, než jsem já.

21 Něco na způsob: „Pokud jste v místnosti nejchytřejší, jste ve špatné místnosti“...

Přesně tak. Jen tak se můžou člověk i tým posouvat dál. Chybí nám také komplexní a pracovitý systém podpory vytváření juniorských skupin pro začínající vědce. Mladý mozek má největší potenciál generovat objevné myšlenky. Pokud ve správný moment nedostane příležitost, promarní ji. A nakonec, jak už jsem říkal, Česku, ale i celé Evropě ujíždí „vědecký vlak“ ve srovnání s výkonem v asijských zemích a USA. Proto si myslím, že jediná šance je, aby se ty nejlepší týmy, které spolupracují a mají výzkumný překryv, integrovaly.

21 Proto vzniká, nebo by měl vzniknout, v Olomouci nový vysokoškolský ústav?

Ano, touto cestou se chceme vydat. Věříme, že pokud se spojí tři velké olomoucké ústavy – Regionální centrum pokročilých technologií a materiálů, Centrum regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum a Ústav molekulární a translační medicíny – s partnery z Ústavu organické chemie a biochemie AVČR a Fakultní nemocnice v Olomouci, může vzniknout ústav, který bude konkurenceschopný nejen ve střední Evropě, ale v celosvětovém měřítku. Ředitelé všech ústavů mají společnou filozofii: ne soupeřit mezi sebou, ale spolupracovat. A společně soutěžit se světem.

21 Kdy to bude, kdy „super-ústav“ ožije?

To je spíš otázka na pana rektora a senátory Univerzity Palackého. Ale plyne to... Nese to bohužel spoustu vášní a nečistých praktik. Poslední kolo schvalování by se mělo konat na podzim tohoto roku. Pak by mohl být ústav definitivně schválen a v lednu 2020 začít fungovat. Chci tomu věřit, může to být velký krok v českém vědeckém prostředí a inspirace pro ostatní ústavy a univerzity.

21. století Nemáte rád označení česká věda, přesto: Jak si stojíme?

Rada týmů je na vzestupu. Jsou tady výjimečné osobnosti, které ovlivnily světovou vědu. Parazitolog **Julius Lukeš**, egyptolog **Mirek Bárta**, v oborech, které jsou mi blíží – tedy chemii – určitě organický chemik **Josef Michl**, teoretický chemik **Pavel Hobza**, materiálový vědec **Jiří Čejka**, mezi fyziky **Tomáš Jungwirth** nebo **Pavel Jelínek**, rostlinný genetik **Jaroslav Doležal**. Mimochodem, řada z nich působí také v Olomouci. Těch osobností, které se prosadí mezi světovou elitu, bych našel víc. A může jich přibývat, ale musíme k tomu vytvořit prostředí, třeba systém podpory juniorských skupin, aby mohli růst mladí talentovaní vědci.

21. století V řeči čísel je to ale horší, ne?

Pořád výrazně zaostáváme v ukazatelích excelence, v počtech ERC grantů (*prestižní granty Evropské výzkumné rady*, pozn. red.), počtech Highly Cited Researchers (*seznam nejcitovanějších vědců světa*, pozn. red.), velkých mezinárodních grantech v programech Horizont 2020, které plynou do České republiky. Máme co dohánět v úspěšnosti transferu technologií z akademického prostředí do praxe. Tady jsme na tom skoro nejhůř v celé Evropě.

21. století RCPTM ovšem patentuje, je vidět a je slyšet... Vy sám jste hlavním řešitelem a spoluřešitelem desítek národních a mezinárodních grantových projektů s dotací pro Univerzitu Palackého přes 1,6 miliardy korun. Dá se na vědě opravdu tak vydělat? Je to sice nepochopitelné a něco mimořádného, ale třeba licence a patenty profesora Holého pro Ústav organické chemie a biochemie zajistily nějakých 20 miliard korun...

Patenty patří k vědě zcela neodmyslitelně. Je to ovšem úplně jiný druh vědecké činnosti ve srovnání s publikováním odborných prací. Musíte klást důraz na jiné aspekty spíše směrem k co nejlepší ochraně vašeho výsledku nebo technologie. Je ale třeba říci, že příběh profesora Holého je naprosto solitérní. Výjimečný. Vyvinout léky, které zachraňují životy milionům lidí postižených virem HIV nebo hepatitidou typu B, se nepodaří každý den. V tomto případě si vše krásně sedlo: spolupráce skvělého českého chemika s belgickým lékařem (**Erik De Clercq**, pozn. red.) a odvážným americkým investorem (**John C. Martin**, pozn. red.) podpořená pracovitostí, odvahou a štěstím. V Dejvickém divadle můžete tento úžasný

příběh vidět v inscenaci *Elegance molekuly*. Takže ano, Antonín Holý a Ústav organické chemie a biochemie ukázali cestu, že prvotřídní věda může přinést miliardy samotnému vědci i českým ústavům.

21. století Také několik vašich patentů je registrováno v Americe i Evropě a mají velký potenciál. Jiné technologie, na kterých jste se podílel, už fungují v praxi.

Je pravda, že jsme se významně podíleli na vývoji výroby nanočástic železa a jejich aplikace pro čištění podzemních vod kontaminovaných chlorovanými uhlovodíky, těžkými kovy nebo arzenem. Ta technologie již byla uplatněna na desítkách lokalit v Česku i v Evropě. Loni jsme licencovali evropský patent technologie separace laktoferinu z kravského mléka (*největší koncentrace laktoferinu je v kolostru, v mateřském mléce, pozn. red.*). Jde o mimořádně zajímavý protein, který má unikátní antibakteriální, antivirální a protinádorové účinky. Stávající technologie jeho získávání z mléka jsou přitom poměrně složité a drahé. My jsme použili vhodně chemicky upravené magnetické nosiče, a dokážeme tak celý proces výrazně zlevnit a zefektivnit.



■ Špičkovou vědu mohou dělat jen špičkoví vědci. Radek Zbořil si většinu kolegů vybírá sám, nebo jeho „sous chefové“ jednotlivých oddělení.

Nicméně s výzkumem jsme začínali někdy okolo roku 2013. Teprve letos se dostanou první kilogramy laktoferinu, produkované naší technologií, ke spotřebitelům. Ta cesta od výsledku přes patent a podpis licenční smlou-

Bakteriální rezistenci k nanočásticím stříbra lze zabránit

Bakterie vs. nanostříbro: 1:2

Bakterie mají výhodu milionů let evoluce. Aby dokázaly přežít, učí se, umějí se přizpůsobit a bojovat. A způsobují globální antibiotickou krizi.

Profesor Zbořil nám ukazuje titulní stránku časopisu *Nature Nanotechnology*. Na obrázku je vizualizace bičíkaté bakterie, která si vyvinula obranný mechanismus vůči nanočásticím stříbra. Úplně na začátku byla bakterie bezbranná. Jednotlivé nanočástice nanostříbra úspěšně útočily a bakterie zabíjely. „Když jsme ovšem disperzi nanočástic použili opakovaně, bakterie najednou začaly přežívat. Dokázaly ze svých bičíků vyslat chemickou protizbraň, která způsobila shluknutí nanočástic a ztrátu jejich účinku.“

PŘEV RATNÝ OBJEV Z OLOMOUCE

Byli to právě vědci z Regionálního centra pokročilých technologií a materiálů (RCPTM) ve spolupráci s kolegy z Lékařské fakulty Univerzity Palackého a Centra regionu Haná, kteří objevili unikátní obranný mechanismus bakterií vůči nanočásticím stříbra. A také to, jak těmto rezistentním bakteriím sebrat ochranné štíty. Převratný objev zveřejnil v lednu na titulní straně časopisu *Nature Nanotechnology*. Šlo o vůbec první publikovanou práci výhradně českých autorů v tomto nejprestižnějším

světovém periodiku v oboru nanotechnologií.

Využitím nanočástic vzácného kovu v biologických aplikacích se olomoučtí vědci zabývají přibližně 20 let. V souvislosti s jeho stále častějším využíváním v komerčních výrobcích si ale logicky museli klást otázku, zda si bakterie vůči opakovaně aplikovanému nanostříbru nevyrobí ochranný štít, podobně jako se jim to povedlo u řady antibiotik. Bohužel měl pravdu. Po zhruba pěti letech výzkumu přišla odpověď – bakterie si sice rezistenci vytvoří, ale lze jí poměrně snadno čelit.

POMOC GRANÁTOVÉHO JABLKA

„Je dobře známo, že nanočástice stříbra ztrácejí

vy až po moment, kdy si koupíte první produkt, je strašně dlouhá.

21 Jak dlouhá?

V tomto případě se bavíme o šesti letech. V jiných oblastech, zejména medicíně, výzkumu a vývoje léčiv, je ta doba ještě výrazně delší.

21 Co jiné zajímavé objevy a patenty?

Máme například evropský patent se zaměřením na specifickou kontrolu autenticity produktů a včasnou diagnostiku pomocí nanomateriálů. Chceme tento patent využít při kontrole potravinářských produktů, zejména lihovin. Velmi rychle a jednoduše tak můžeme zkontrolovat, zda nedochází k pančování lihovin. Na bázi stejného patentu umíme dělat včasnou diagnostiku některých důležitých látek v moči, krvi nebo mozkomíšním moku. Dokážeme například velmi rychle a spolehlivě diagnostikovat, zda je pacient postižen infekcí patogenními bakteriemi, které způsobují závažnou meningitidu. V těchto případech se standardně k diagnostice používají kultivační testy, které trvají několik dnů. Pomocí patentované technolo-

gie to dokážeme během několika minut. Na podobném principu pracujeme na rychlé a jednoduché diagnostice boreliózy.

21 Z kapky krve?

Ano. Je to metoda využívající specifické nano-kompozity a poměrně jednoduchou analytickou metodu. Rychlá a včasná diagnostika je v těchto případech zásadní pro zahájení správné antibiotické terapie. Tady opravdu cítíme velký potenciál. Už se našli i dva investoři, věřím, že jsme na správné cestě.

21 Když už jste začal ty bakterie. Zaujímá vás výzkum nanostříbra právě v boji proti bakteriím. Loni jste se dostali dokonce i na obálku nejprestižnějšího vědeckého časopisu v oboru nanotechnologií Nature Nanotechnology.

Náš výzkum v oblasti nanostříbra začal mnohem dříve, už v roce 2006. Tehdy jsme ve spolupráci s kolegy z Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci poprvé popsali a kvantifikovali účinnost různě velkých nanočástic stříbra proti široké škále bakterií včetně vysoce rezistentních kmenů. Tato práce je

nou evropským i americkým patentem, která dovoluje ukotvit nanočástice stříbra silnou chemickou vazbou na různých materiálech včetně plastů, kovů či textilií a brání tvorbě bakteriálních filmů. O její využití už projevila zájem řada firem v Evropě.

„Tímto směrem se obecně chceme ubírat, neboť pevné navázání nanostříbra zabrání agregaci nanočástic, a tudíž vzniku bakteriální rezistence na bázi flagelinu. Současně nedovolí, aby se nanočástice uvolnily do organismu nebo životního prostředí,“ nastínil další vývoj ředitel RCPTM Radek Zbořil.

Tým vědců z Olomouce v minulosti publikoval celou řadu zásadních prací, v nichž popsal například vysokou aktivitu nanočástic stříbra také proti kvasinkám nebo možnost znovuobnovení účinnosti antibiotik vůči multirezistentním bakteriím při současném podání nanostříbra ve velmi nízkých koncentracích, které jsou netoxické pro savčí buňky. ■

ZÁSADNÍ PATENTY

Olomoučtí vědci také vyvinuli technologii chráně-

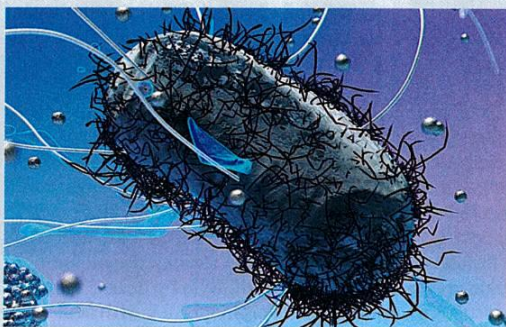
dodnes považována vědeckou komunitou za pionýrskou a patří k nejcitovanějším v dané oblasti (přes 1500 citací; pozn. redakce). Myslím, že to byla částečně tato publikace, která odstartovala boom v hledání alternativních cest v boji s globální antibiotickou krizí. Také díky ní a některým návazným studiím se dnes produkty obsahující nanostříbro využívají zejména v lokální antimikrobiální terapii v desítkách produktů v medicíně, ale i kosmetice. V té práci v Nature Nanotechnology, kterou jste zmiňoval, jsme objevili, že bakterie si dokážou vytvořit rezistenci i na nanostříbro. Podstata této rezistence je ovšem úplně odlišná než v případě antibiotik a my jsme ukázali, že ji lze snadno zabránit přidáním některých přírodních látek (více v podvalu na straně 60–61). Nyní zkoušíme kombinovat velmi malá množství nanostříbra s některými antibiotiky, abychom znovuobnovili jejich účinnost vůči rezistentním bakteriím. Výsledky jsou víc než slibné, ale jsme teprve u zvířecích modelů.

21 Dotkl jste se citací. Nedávno jsme psali o nejcitovanějších českých vědcích. Jste v posledních letech jednoznačně nejcitovanějším českým vědcem, co se týče počtu citací v daném roce. Co to pro vás znamená?

Citovanost je logickou odpovědí na kvalitu vědecké práce. Je to jako u spisovatele. Když jeho knihy nikdo nekupuje a nečte, je něco špatně. A když už jsme tu měli ta sportovní přirovnání: Každý fanoušek hokeje sleduje kanadské bodování v NHL. A určitě nikdo z hráčů, trenérů nebo fanoušků nepochybuje o tom, že těch 20 nejlepších jsou opravdu ti nejlepší světoví hokejisté. Citovanost je ovšem velmi výrazně odlišná v různých vědních oblastech, protože v nich jednoduše pracují různé počty výzkumníků. Obecně je proto větší citovanost ve vědách přírodovědných a medicínských než ve vědách humanitních a společenských.

Vím také, že nerad děláte tlustou čáru mezi aplikovaným a základním výzkumem. Ale přece: Které vaše objevy zásadně změnily pohled na svět kolem nás? Nebo kterých si vy sám nejvíc vážíte? Udělali jsme velký kus práce v pochopení dvoudimenzionální chemie a využití 2D materiálů. Ještě před patnácti lety, což je ve vědě nesmírně krátká doba, nikdo netušil, že nějaké dvoudimenzionální materiály existují. Objev grafenu, jediné atomární vrstvy uhlíku, kolegy z Manchesteru (A. Geim a K. Novoselov, Nobelova cena za fyziku v r. 2010, pozn. redakce) otevřel dveře k pochopení velmi specifických pravidel ve světě dvou dimenzí. My jsme tak chemickými úpravami dvoudimenzionálních uhlíkových materiálů dokázali připravit například nejtenčí izolant na světě, nekovové 2D magnety, citlivé senzory DNA a jiných biomolekul, mimořádně účinné sorbenty dovolující odstranit toxické organické látky z vody nebo nové typy tzv. superkondenzátorů pro ukládání elektrické

ILUSTRACE: RCPTM



■ Bičíkatá bakterie pomocí svých bičíků uvolňuje protein flagelin (modré závoje), který snižuje odpudivé síly mezi částicemi. Tím se částice nanostříbra začnou shlukovat.

svůj antimikrobiální efekt, pokud se začnou shlukovat ve větší částice – agregáty. Zjistili jsme, že právě na tuto slabinu nanočástic dokážou bičíkaté bakterie úspěšně zaútočit. Při opakovaném podání nanostříbra začnou produkovat ze svých bičíků protein flagelin, který nejprve snižuje odpudivé síly mezi částicemi a poté jako lepidlo způsobí shlukování nanočástic a následně ztrátu antibakteriálních vlastností,“ popsal ojedinělý mechanismus rezistence první autor, doc. RNDr. Aleš Panáček, Ph.D. Rezisten-

ci lze poměrně snadno překonat přidáním látek, které potlačují tvorbu a uvolňování flagelinu. Ty jsou obsaženy například v extraktu z granátového jablka. „Pokud se takový extrakt aplikuje společně s nanočásticemi stříbra, bakterie netvoří flagelin, čímž ztratí odolnost vůči účinkům nanočástic stříbra,“ vysvětlil doc. RNDr. Libor Kvítek, CSc., který je průkopníkem výzkumu nanostříbra v Olomouci.

Chemické reakce a molekuly pod mikroskopem

Budova RCPTM stojí na kraji Olo-mouce, **vyrostla v roce 2012** za stovky milionů s vybavením za podobnou částku.

Když ji profesor Zbořil se svým týmem pomáhal dokončovat, objevily se problémy s elektromagnetickým polem kvůli hlavní železniční trati Ostrava–Praha. Museli tyto síly odclonit, i proto, aby třeba transmisní elektronový mikroskop za 50 milionů korun fungoval dokonale. Po-

FOTO: RCPTM



■ Budova RCPTM vypadá nenápadně, až uvnitř pochopíte unikátnost ústavu.

„Tedy jsme tady tři a naše těla už zvyšují teplotu v místnosti natolik, že bychom nedosáhli při měření potřebných atomárních rozlišení,“ říká profesor Zbořil.

CHCE TO HODNĚ HELIA

Celá staletí probíhaly chemické reakce v kapalně, plynné nebo pevné fázi. Několik posledních let ale lze pod mikroskopem, který pracuje v režimu vysokého vakua a za extrémně nízkých teplot, pozorovat, jak probíhají chemické reakce molekul pouze na povrchu vhodného materiálu. Tedy bez okolního prostředí. Je možné teplem nebo světlem indukovat chemickou reakci a sledovat, jak vznikají nové chemické vazby a zanikají staré. Vědci mohou zobrazit a popsat strukturu původních i vznikajících molekul. „To bylo dříve možné pouze za pomoci nepřímých, většinou spektroskopických technik. Je to úplně nový pohled na chemii a nová možnost, jak se dívat na

chemické reakce,“ říká mi Radek Zbořil v další místnosti, kde stojí dva unikátní rastrovací tunelové mikroskopy. Jeden stojí přibližně 20 milionů. Pracují ve vysokém vakuu a díky chlazení kapal-

ným heliem při velmi nízké teplotě přibližně 4 Kelvinů (0 K je teplota absolutní nuly, tedy naprosto nejnížší teplota, která je fyzikálně definována, pozn. red.). „Tady vycházíme z jednotlivých molekul, a pokud jim dodáme vhodnou energii, dokážeme je vzájemně chemicky pospojovat do takovýchto nádherných řetězků – jedná se o jednodimenzionální polymer s výjimečnými elektrickými vlastnostmi,“ ukazuje mi. Mikroskopy pracují každý den, 365 dní v roce. „Tato zařízení jsou fascinující, ale musejí u nich být lidé, kteří tomu rozumějí, kteří mají nápady, kteří vědí, co dělají.“ Konkrétně v RCPTM pracuje pod vedením doc. Jelínka skupina španělských mikroskopiků. Umějí to, co jen hrstka lidí v Evropě. V jiné místnosti podávám vyškubnutý vlas řecké operátorce, aby ho „vyfotila“ pro změnu rastrovacím elektronovým mikroskopem. Za chvíli od ní dostávám na flashdisku snímek s jemnými detaily mého vlasu. ■

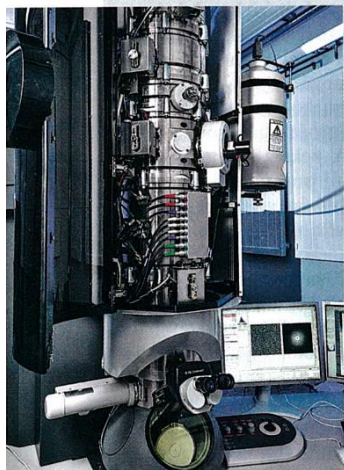


FOTO: RCPTM

■ Elektronovým mikroskopem se podíváte až na samou podstatu materiálu – na atomy.

mocí něho sledují detailní strukturu nanomateriálů. Potřebují k tomu zdroj napětí dosahující až 300 000 voltů. Kolem dokola na zdech visí něco jako radiátory. Jde o chladičské zařízení. V místnosti se nesmí změnit teplota o víc než 0,2 stupně Celsia, jinak by to narušilo měření.

energie. Pochopili jsme ta odlišná chemická pravidla ve 2D světě a snažíme se je využít všude tam, kde naši planetu a společnost „tlačí bota“ – zdroje energie, životní prostředí, zdraví obyvatel. Tedy už asi víte, proč nemám rád dělení na základní a aplikovaný výzkum.

Vědec by měl vždycky vidět širší rozměr svého bádání.

21 Kdybych parafrázoval Gauginův obraz *Odkud přicházíme? Kdo jsme? Kam směřujeme?* jinými slovy:

Kam se nanověda ubírá? Třeba v horizontu 10 let...

Nanotechnologie zbořily dogma, že pevná fáze musí nutně existovat ve formě pravidelně uspořádané trojrozměrné krystalové struktury. Hovořili jsme o fluorescenčních kvantových tečkách, které považujeme za nula-dimenzionální (0D) struktury. Nebo o dvoudimenzionálním grafenu. Jednodimenzionální uhlíkové trubice jsou díky své mimořádné pevnosti již součástí stovek produktů na trhu od sportovního náčiní až po automobilový a letecký průmysl. Zkrátka nanotechnologie nás vpusťly do říše materiálů nižších dimenzí s úchvatnými vlastnostmi. V tomto světě ovšem pořád především bádáme a 90 % výsledků je prozatím v laboratořích, kde se snažíme tyto materiály co nejefektivněji vyrábět a maximálně využít jejich možnosti. Produkty a technologie, které jsou v praxi, tvoří jen jednotky procent z potenciálu, který nanotechnologie skýtají. Těch deset let bude proto potřeba právě k transferu výsledků z laboratoře do praxe. Osobně vidím největší pokrok ve vývoji nových nanomateriálů pro výrobu a ukládání energie (solární cely, baterie, superkondenzátory, vodíková energie, pozn. red.). Také v medicíně už nazrává doba pro uplatnění tzv. teranostiky – tedy současné terapie i diagnostiky s využitím jednoho typu média.

21 A kdybyste měl být ve výhledech ještě odvážnější?

Nanosvěttem to nekončí. Naše těla a svět kolem nás není složen z nanočástic, ale z molekul. Jsou to právě molekuly, které zachraňují lidské životy ve formě léků, anebo nás zabíjejí v případě toxických molekul v životním prostředí. Bylo by úžasné umět využít nanomateriály právě k ovlivnění vlastností molekul a atomů. Udělat z nemagnetických molekul magnetické, „rozsvítit“ je změnou jejich optických vlastností, učinit je biologicky aktivními, aby mohly fungovat v biomedicíně. To je cesta, kterou chci kráčet já ve své vědecké práci, a mám pocit, že tudy bude mířit spousta dalších týmů ve světě. Jak říkají Angličané – „beyond nanoworld“.

21 Za hranice nanosvěta...

Přesně tak. Důležité je, že již máme některé experimentální důkazy o smysluplnosti této na první pohled bláznivé vize. Loni jsme s kolegy z Fyzikálního ústavu AVČR a ÚOChB demonstrovali, že dokážeme měnit magnetické vlastnosti molekul, pokud je umístíme na chemicky upravený dvoudimenzionální grafen. Podobně dokážeme na 2D uhlíkový polštář ukotvit jednotlivé atomy kovů, které pak s rekordní účinností urychlují řadu důležitých reakcí třeba ve farmacii. Proto věřím, že pomocí nanomateriálů budeme jednoho dne umět řídit, alespoň částečně, ještě menší a důležitější svět kolem nás – svět molekul a atomů. ■

JAN ZELENKA