



Nanokuličky pro testování i výroba dezinfekce: Covid-19 mění priority v životě i ve vědě

Covid-19 mění naše životy, hodnoty a zvyklosti. Přetížený zdravotní systém v některých zemích, sociální izolace a značné ekonomické důsledky pro mnoho firem a podnikatelů. To je realita tvrdého střetu s neviditelným nepřítelem z Wu-chanu. Nelze ale přehlédnout ani řadu pozitivních věcí, které i v Česku pandemií doprovázejí. Od nevidané solidarity a pomoci mezi lidmi přes obětavost zdravotníků, policistů či hasičů v první linii až po spontánní spolupráci mezi vědci z různých oborů akademického i průmyslového sektoru. Ukazuje se nutnost změny vědeckých priorit, mimořádně rychlých řešení v krátké době, objevují se nové odborné výzvy. Na to vše reaguje také Regionální centrum pokročilých technologií a materiálů (RCPTM).

Vědci z RCPTM se pod taktovkou Ústavu organické chemie a biochemie (ÚOChB) zapojili do vývoje protokolu, který umožní testování na SARS-Cov-2 bez závislosti na dodávkách komerčních chemikálií a testovacích sad ze zahraničí. Ty jsou totiž nedostupné a poptávka po nich mnohonásobně převyšuje nabídku. „Bez účinného a rychlého testování není možné provádět tzv. chytrou karanténu. Byli bychom tak odkázáni na tupá, plošná karanténní opatření, která dusí ekonomiku a brání normálnímu společenskému životu. Klíčovým problémem kapacity testování je pak jeden důležitý krok celé složité procedury, a to izolace virové RNA, která je nezbytná pro citlivé stanovení přítomnosti viru ve vzorku odebraném z pacienta. V naší laboratoři Pavel Šácha a jeho spolupracovníci proto vypracovali originální metodu izolace virové RNA, která byla úzkým hrdlem celého procesu. Využili při tom jako naprosto nezbytné komponenty magnetické nanokuličky z RCPTM,“ uvedl Jan Konvalinka z ÚOChB, který řídí vývoj jednotného protokolu testování.

Tým Radka Zbořila z RCPTM zúročil dlouholeté zkušenosti ve výzkumu magnetických nanomateriálů pro biomedicínské aplikace [např. Ulbrich K. et al. *Chem. Rev.* 116, 5338–5431, 2016; Sarigiannis Y. et al. *Biomaterials* 91, 128–139, 2016; Hola K. et al. *Biotechnol. Adv.* 33, 1162–1176] a v rekordně krátké době vyvinul nový typ magnetických sorbentů na bázi nanočástic oxidu železitého s tenkou křemennou slupkou. Tyto kuličky velmi efektivně vážou nukleové kyseliny (včetně virové RNA) a umožňují jejich přečištění a oddělení od ostatních složek směsi působením magnetického pole.

„Jsme rádi, že můžeme pomoci v tomto ambiciózním projektu. V jednom syntetickém cyklu dokážeme připravit množství nanočástic použitelné pro zhruba 100 000 testů. Jsme tak schopni bez problémů zásobovat český a dokonce i zahraniční trh. Oceňuji skvělou zpětnou vazbu od kolegů z ÚOChB a Ústavu molekulární a translační medicíny (ÚMTM) při vyhodnocování účinnosti nanočástic,“ uvedl profesor Zbořil, podle nějž výbornou práci při optimalizaci syntézy odvedl kolega Ivo Medřík.

Úspěšné ověření technologie se uskutečnilo ve Státním zdravotním ústavu v Praze, vyvinuté magnetické sorbenty již testují nebo dokonce používají laboratoře v nemocnicích v Motole nebo Na Bulovce a akademická pracoviště v brněnském CEITECu, pražském BIOCEVu nebo olomouckém ÚMTM. „V současnosti se dává k dispozici všem testujícím laboratorům v České republice na nekomerčním základě a intenzivně se hledá komerční partner, který bude celé soupravy k izolaci RNA vyrábět a dodávat,“ doplnil Konvalinka, který oceňuje spolupráci vědeckých pracovišť.

Obdobně vyzdvihl sepětí vědců i koordinátor tuzemského testování v rámci projektu tzv. chytré karantény a ředitel ÚMTM Marián Hajdúch. „Koronaviru se nelze zbavit, bude se dál šířit, dokud nevznikne kolektivní imunita, nebo nebude vynalezena vakcína. Dostatečné testování je klíčové pro návrhy správných řešení a udržení šíření viru pod kontrolou. Je skvělé, že v této době dokážeme velmi rychle reagovat a využívat vlastní know-how. Ukazuje se obrovský vědecký potenciál spočívající ve spolupráci velkých výzkumných infrastruktur,“ sdělil Hajdúch.

Vědci z RCPTM se současně snaží zhodnotit i letité know-how v oblasti studia antimikrobiálních vlastností nanočástic stříbra. Stáli u pionýrských studií popisujících vysokou antibakteriální [Panáček A. et al. *J. Phys. Chem. B* 110, 16248–16253, 2006] a antifungální aktivitu [Panáček A. et al. *Biomaterials*, 30, 6333–6340, 2009] nanočástic stříbra. Nanočástice stříbra jsou ale účinné i proti široké paletě virů. Také proto se stále častěji skloňují jako možný nástroj pro dlouhodobou dezinfekční a virucidní úpravu povrchů včetně filtrů nebo roušek, ale i plastových nebo kovových materiálů. Pro tyto účely testují pracovníci RCPTM patentovanou technologii umožňující nanočástice ukotvit na jakémkoliv povrchu s využitím vhodných větvených polymerů s redukčními funkčními skupinami. Spolupracují při tom hned s několika průmyslovými partnery. „V těchto dnech jednáme se zástupci brněnské společnosti o licenční smlouvě k využití naší technologie,“ prozradila spoluautorka evropského a amerického patentu Jana Soukupová [J. Soukupová and R. Zboril, *EP 3407715*; *US9505027B2*].

RCPTM v boji s Covid-19 využívá od počátku pandemie nejen sofistikovaná vědecká řešení, ale také velké odhodlání a obětavost pracovníků včetně doktorandů. „Byli to právě doktorandi, kteří jako

jedni z prvních zareagovali na nedostatek dezinfekce a pustili se do výroby. V první fázi jsme využili vlastních zásob a následně i pomoci kolegů z Centra regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum,“ oceňuje zastupující ředitel RCPTM Michal Otyepka. V přípravu dezinfekce se jedna z laboratoří RCPTM proměnila již v polovině března. Dezinfekční roztok odpovídající doporučení Světové zdravotnické organizace následně záměřil například do olomoucké Charity a Klokánku, Hospice na Svatém Kopečku, Lázní Slatinice, Dětského domova Šance, domů s pečovatelskou službou a do mnoha dalších zdravotnických či neziskových sociálních center. Zásilka putovala i pro zdravotníky v Litovli, která se kvůli obavám ze šíření koronaviru ocitla spolu s dalšími dvěma desítkami obcí na Olomoucku v uzavřené oblasti.

O zkušenosti s mícháním dezinfekce se pracovníci RCPTM rozhodli podělit s ostatními. Výsledkem je nový web COVID 19 aneb Jak vyzrát nad pandemií <https://covid.rcptm.com>, kde zájemci najdou důležité informace zaměřené na prevenci onemocnění, především pak na hygienu rukou. Další zaměstnanci RCPTM pomáhají také s administrativou spojenou s testová-

ním v ÚMTM. „Všem, kteří se podílí na zvládnutí současné krize, patří můj obrovský dík,“ dodal Otyepka.

Ruku k dílu se v RCPTM snaží přiložit každý. Například doktorand Lukáš Zdražil, který poslední týdný v laboratoři připravuje dezinfekční roztoky, neustává ani ve vědecké práci. „Část dne připravuji roztoky, poté pracuji na testování našich uhlíkových teček pro využití v solární energetice,“ přiblížil svoji práci mladý doktorand. Také o jeho výzkumu při vývoji tzv. solárních koncentrátorů, ale i nových grantech, zařízeních a výzkumných projektech RCPTM se dozvíte v tomto čísle našeho newsletteru. Příjemné čtení.

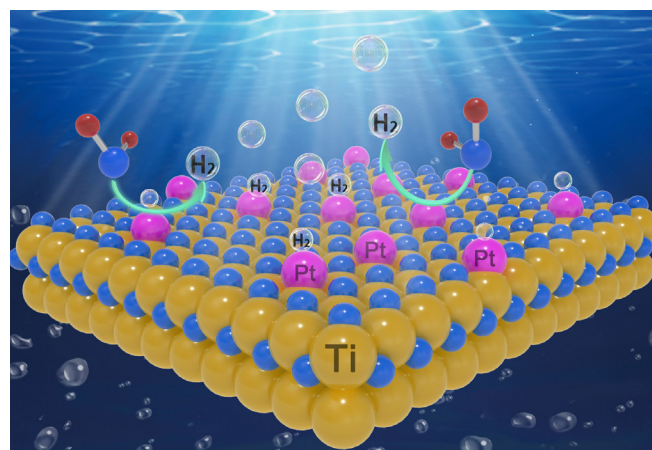
„Chei velmi ocenit skvělou, věcnou a přátelskou spolupráci s Radkem Zbořilem a jeho týmem, bez které by tento úspěch nebyl myslitelný.“

– Jan Konvalinka, ÚOChB

Chemicky ukotvené atomy platiny výrazně zvyšují účinnost TiO_2 při fotokatalytické produkci vodíku

Vědci ze skupiny Fotoelektrochemie RCPTM pod vedením profesora Patrika Schmukiho vyvinuli novou technologii umožňující ukotvení jednotlivých atomů platiny na povrch TiO_2 . Oxid titaničitý je jeden z nejstudovanějších fotokatalyzátorů, který se využívá jako fotoanoda v procesu produkce vodíku pomocí přímého solárního štěpení vody. Platina pak reprezentuje nejčastěji používaný kokatalyzátor přispívající ke zvýšení účinnosti přeměny sluneční energie na vodík. Používá se především ve formě nanočástic různých velikostí a tvarů. Nedávný prudký rozvoj v oblasti syntézy a vlastností katalyzátorů na úrovni jednotlivých atomů (tzv. single atom catalysis) inspiroval vědce k vývoji unikátní technologie založené na částečné redukci TiO_2 ve vodíkové atmosféře za současné tvorby Ti^{3+} a povrchových defektů. Tyto defekty fungují jako chemické pasti pro ukotvení individuálních atomů platiny po jednoduché impregnaci roztokem Pt^{4+} . Metoda dovoluje elegantně kontrolovat hustotu povrchových defektů a tedy i míru pokrytí vrstev TiO_2 jednotlivými atomy platiny. Takto navázané atomy zvyšují fotokatalytickou účinnost oxidu titaničitého až 150krát ve srovnání s obvykle používanými systémy, v nichž je platina ve formě nanočástic nanášena na povrch TiO_2 . Práce publikovaná v časopise *Advanced Materials* navazuje na systematický výzkum RCPTM v oblasti oxidů kovů pro fotokatalytické aplikace včetně přímého solárního štěpení vody [Kment S. et al. *Chem. Soc. Rev.* 46, 3716–3769, 2017; Spanu D. et al. *ACS Catal.* 8, 5298–5305, 2018;

Naldoni A. et al. *ACS Catal.* 9, 345–364, 2019] a v oblasti využití kovů na úrovni jednotlivých atomů v organické katalýze, elektrokatalýze a fotokatalýze [Bakandritsos A. et al. *Adv. Mater.* 31, 1900323, 2019; Gawande M. B. et al. *ACS Catal.* 10, 2231–2259, 2020].

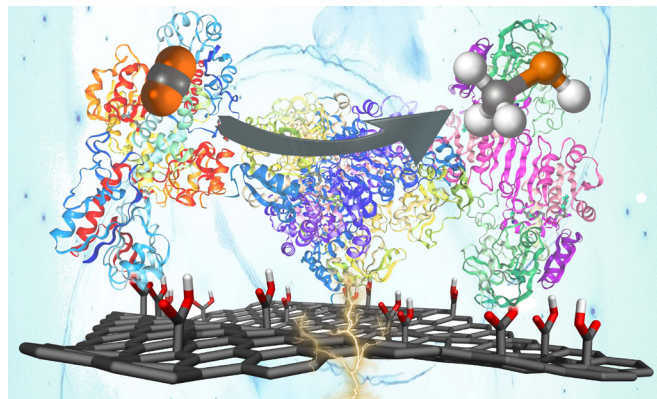


Hejazi S., Mohajernia S., Osuagwu B., Zoppellaro G., Andryskova P., Tomanec O., Kment S., Zbořil R., Schmuki P.: On the Controlled Loading of Single Platinum Atoms as a Co-Catalyst on TiO_2 Anatase for Optimized Photocatalytic H_2 Generation, *Advanced Materials* 2020, in press, DOI: 10.1002/adma.201908505.

Nanobiokatalyzátor pro přeměnu CO₂ na metanol využívá výhod grafenové kyseliny

Efektivní transformace oxidu uhličitého na metanol patří mezi intenzivně studované chemické reakce, neboť umožňuje přeměnu skleníkového plynu na látku, kterou lze využít jako zdroj energie či průmyslovou surovinu. Inspiraci pro tuto reakci lze hledat v živé přírodě, kde organismy dovedou přeměňovat CO₂ na organické látky pomocí enzymů jakožto biokatalyzátorů. Pro samotný proces je nezbytné velké množství energie, kterou uvnitř buněk dodávají speciální molekuly, jako je např. NADH. Vědci z RCPTM a Univerzity Johanna Keplera v Linci si z živé přírody vypůjčili tři enzymy, které katalyzují postupnou tříkrokovou přeměnu CO₂ na metanol, a ukotvili je na povrch grafenové kyseliny. Grafenová kyselina je dvoudimenzionální derivát grafenu, který skutečně vykazuje vlastnosti podobné organickým kyselinám, je zcela biokompatibilní, výborně vede elektrický proud a dovoluje snadné chemické navázání biomolekul na svůj povrch [Bakandritsos A. et al. *ACS Nano*, **11**, 2982–2991, 2017]. Právě enzymy navázané na tento 2D materiál vytvářejí hybridní nanobiokatalyzátor umožňující postupnou přeměnu CO₂ na metanol. Jako zdroj energie výzkumníci místo molekul NADH využili elektrický proud a nanobiokatalyzátor zapojili do elektrického obvodu. Těžili tak ze dvou výhod grafenové kyseliny. Její funkční skupiny sloužily pro kovalentní ukotvení enzymů a její vodivost umožnila transport elektronů z elektrody. Hybridní katalyzátor byl schopen pracovat bez detekovatelné ztráty výkonu po dobu

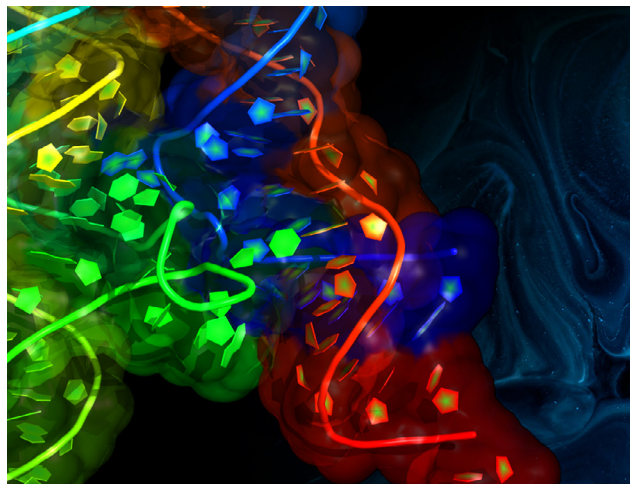
20 hodin a produkovat metanol bez vedlejších produktů. Olomoučtí vědci již v minulosti ukázali možnost využití karboxylovaných derivátů grafenu například při vývoji nových typů superkondenzátorů [Bakandritsos A. et al. *Adv. Funct. Mater.* **28**, 1801111, 2018].



Seelajaroen H., Bakandritsos A., Otyepka M., Zbořil R., Sariciftci N.S.: Immobilized Enzymes on Graphene as Nanobiocatalyst, *ACS Applied Materials & Interfaces* 2020, **12** (1), 250–259.

Mezinárodní tým odhalil unikátní mechanismus fungování RNA přepínačů

Nové poznatky o fungování RNA přepínačů (riboswitchů), tedy částí molekul RNA regulujících expresi genů (převodění uložené dědičné informace do reálné buněčné struktury nebo funkce), přinesl výzkum vědců z RCPTM, Cornellovy univerzity a Univerzity v Michiganu. Díky kombinaci tří unikátních technik jako první popsali mechanismus fungování riboswitchu schopného specificky rozpoznat vazbu manganatého iontu. Ve studii zveřejněné v prestižním časopise *Nature Communications* ukázali, jak vazba tohoto jediného iontu dokáže spustit celou kaskádu procesů a zahájit či naopak zastavit genovou expresi.



RNA přepínače v posledních letech budí velkou pozornost vědců. Jelikož se riboswitches nacházejí zejména v bakteriích včetně patogenních, mohly by se stát např. vhodným terčem pro cílený vývoj nových antibiotik. K tomu je ale nutné pochopit mechanismy jejich fungování. Zatímco velká část RNA přepínačů na sebe váže malé molekuly, které ovlivňují jejich činnost, olomoučtí vědci si spolu s kolegy z USA vybrali ojedinělý RNA přepínač, který v buňce reaguje na vazbu jediného manganatého iontu. Při jeho zkoumání zkombinovali tři techniky – rentgenovou krystalografii, FRET spektroskopii a molekulárně dynamické simulace. Tento postup byl pro popis celého mechanismu fungování riboswitchů využit poprvé. Díky krystalografickým strukturám, o něž se postarali kolegové z Cornellovy univerzity, výzkumníci sledovali statické snímky struktur s atomárním rozlišením v klíčových momentech celého regulačního procesu. FRET experimenty (fluorescenční rezonanční přenos energie) prováděné na Michiganské univerzitě naopak ukázaly globální pohyby uvnitř RNA přepínače. Informace z těchto experimentů se pak podařilo propojit do jednotného celku díky molekulárně dynamickým simulacím, o něž se postarali olomoučtí vědci. Ti tak využili své mnohaleté zkušenosti v oblasti molekulárně dynamických simulací nukleových kyselin a vývoje metod pro jejich popis, které patří dnes mezi světově uznávané standardy pro simulace nukleových kyselin.

Suddala K.C., Price I.R., Dandpat S.S., Janeček M., Kührová P., Šponer J., Banáš P., Ke A., Walter N.G.: Local-to-global signal transduction at the core of a Mn²⁺ sensing riboswitch, *Nature Communications* 2019, **10** (1), 4304.

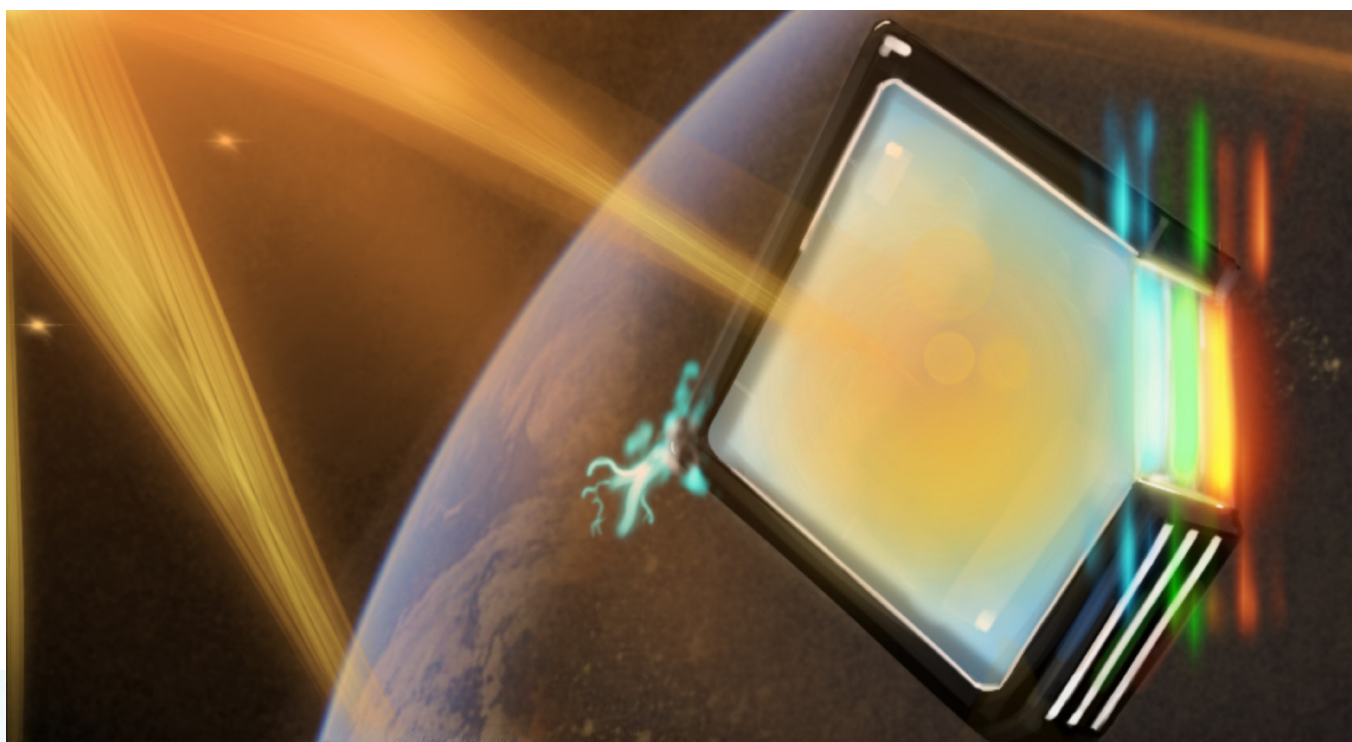
Kvantové tečky nabízí potenciál i v solární energetice

Uhlíkové tečky [carbon dots, CDs] představují biokompatibilní a ekologicky šetrné fotoluminiscenční nanomateriály, jejichž optické vlastnosti lze řídit pomocí velikosti částic, dopace v grafitickém jádru a chemického charakteru povrchových funkčních skupin. Pracovníci RCPTM v minulosti demonstrovali využití různých typů CDs například pro *in vivo* měření teploty v živých buňkách [Kalytchuk S. et al. *ACS Nano*, **11**, 1432–1442, 2017], biozobrazování [Li D. et al. *Adv. Mater.* **30**, 1705913, 2018], fototermální protinádorovou terapii [Bao X. et al. *Light Sci. Appl.* **7**, 91, 2018] nebo při vývoji LED diod [Tian Z. et al. *Adv. Opt. Mater.* **5**, 1700416, 2017] a účinných fotokatalyzátorů [Nandan D. et al. *Green Chem.* **20**, 3542–3556, 2018].

V nedávné době se výzkum vědců RCPTM soustředil na nové optoelektronické aplikace. V časopise Královské chemické společnosti *Nanoscale* popsali konstrukci tandemového

fotoluminiscenčního solárního koncentrátoru [tandem luminescent solar concentrator, TLSC] založeného exkluzivně na uhlíkových tečkách. Jedná se o zařízení, které je schopno „sbírat“ sluneční záření a koncentrovat ho na svých okrajích, kde je solárním článkem převedeno na elektrickou energii. Integrace TLSC do prosklených ploch městských budov by v budoucnu mohla vést k transformaci pasivních fasád na energeticky soběstačné jednotky. Využití levných a ekologicky šetrných CDs emitujících modré, zelené a červené světlo vedlo k sestavení tandemové struktury schopné operovat téměř v celém rozsahu viditelného spektra s externí optickou kvantovou účinností 2,3 procenta. Práce tak otvírá cestu k aplikaci uhlíkových teček v solární energetice.

Zdražil L., Kalytchuk S., Holá K., Petr M., Zmeškal O., Kment Š., Rogach A.L., Zbořil R.: A carbon dot-based tandem luminescent solar concentrator, *Nanoscale* 2020, **12** (12), 6664–6672.



Další významné publikace

Kment Š., Sivula K., Naldoni A., Sarmah S.P., Kmentová H., Kulkarni M., Rambabu Y., Schmuki P., Zbořil R.: FeO-based nanostructures and nanohybrids for photoelectrochemical water splitting, *Progress in Materials Science* 2020, **110**, 100632.

Gawande M.B., Fornasiero P., Zbořil R.: Carbon-Based Single-Atom Catalysts for Advanced Applications, *ACS Catalysis* 2020, **10** (3), 2231–2259.

Sharma R.K., Yadav P., Yadav M., Gupta R., Rana P., Srivastava A., Zbořil R., Varma R.S., Antonietti M., Gawande M.B.: Recent development of covalent organic frameworks (COFs): synthesis and catalytic [organic-electro-photo] applications, *Materials Horizons* 2020, **7** (2), 411–454.

Mohajernia S., Andryskova P., Zoppellaro G., Hejazi S., Kment S., Zbořil R., Schmidt J., Schmuki P.: Influence of Ti^{3+} defect-type on heterogeneous photocatalytic H_2 evolution activity of TiO_2 , *Journal of Materials Chemistry A* 2020, **8** (3), 1432–1442.

Kalytchuk S., Zdražil L., Scheibe M., Zbořil R.: Purple-emissive carbon dots enhance sensitivity of Si photodetectors to ultraviolet range, *Nanoscale* 2020, in press, DOI: 10.1039/d0nr00505c.

Chronopoulos D.D., Medved' M., Potsi G., Tomanec O., Scheibe M., Otyepka M.: Tunable one-step double functionalization of graphene based on fluorographene chemistry, *Chemical Communications* 2020, **56** (13), 1936–1939.

Mallada B., Edalatmanesh S., Lazar P., Redondo J., Gallardo A., Zbořil R., Jelínek P., Švec M., de la Torre B.: Atomic-Scale Charge Distribution Mapping of Single Substitutional p- and n-Type Dopants in Graphene, *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* 2020, **8** (8), 3437–3444.



Niyazi Serdar Sarıçiftçi:

„K boji s viry můžeme přispět i materiálovou vědou a nanotechnologiemi“

Před dvěma lety přednášel na pozvání tehdejšího ředitele RCPTM Radka Zbořila olomouckým studentům v rámci Rudolf Zahradník Lecture Series. Právě tato návštěva včetně setkání se zdejšími vědci byla pro předního fyzikálního a materiálového chemika Niyazi Serdara Sarıçiftçiho z Univerzity Johanna Keplera v rakouském Linci podnětem pro navázání užších kontaktů s tímto pracovištěm. Svoji vědeckou pozornost zaměřuje profesor Sarıçiftçi na řadu témat, jako jsou například elektrochemické redukce oxidu uhličitého a bioorganická elektronika. Proto není divu, že i v RCPTM našel hned několik výzkumných směrů, v nichž bude spolupráce pro obě strany přínosná.

Jak a kdy začala vaše spolupráce s RCPTM?

Bylo to na popud profesora Zbořila, který mě před dvěma lety pozval do RCPTM. Musím přiznat, že před tím jsem Olomouc neznal. Je to nádherné město s bohatou historií ještě z dob Rakouska-Uherska. Tato návštěva na mě udělala neuvěřitelný dojem a následně jsem se rozhodl, že s Olomoucí, respektive RCPTM navážu užší spolupráci. Přišlo mi škoda nevyužít špičkový vědecký institut, který se nachází kousek od rakouské hranice. Pro úzkou spolupráci je to výhodné.

V čem je pro vás spolupráce s RCPTM přínosná a přinesla už nějaké konkrétní výsledky?

Před zahájením spolupráce s RCPTM jsme neměli s grafenem žádné zkušenosti. Výzkum funkcionalizace grafenu, který v tomto vědeckém centru probíhá, je skutečně velkým přínosem pro naši práci. První společná publikace týkající se vývoje nového typu nanobiokatalyzátoru pro transformaci oxidu uhličitého již [vyšla v předním časopise Americké chemické společnosti](#).

Nedávno jste RCPTM znovu navštívil a měl možnost se setkat nejen s vedením centra, ale i vedoucími skupin, vědci a doktorandy. Jak na vás toto setkání zapůsobilo?



Vědecký tým RCPTM je vysoce kompetentní, s jasnými vizemi do budoucna. Nicméně turbulence kolem vzniku vysokoškolského ústavu jsou nešťastné a kontraproduktivní z hlediska vědecké práce. Jeden z výstupů našeho setkání je dohoda o tom, jak bude naše spolupráce fungovat do budoucna, zejména v oblasti využití derivátů grafenu v nanobioelektrokatalýze. Skupina věnující se studiu toxicity nanomateriálů kolem Kateřiny Polákové hraje významnou roli v mých vizích zaměřených na výzkum nových „bioelektronických materiálů“. Také skupina Arise Bakandritsose zaměřená na funkcionalizaci grafenu přímo souvisí s naším výzkumem. Naše společná publikace popisující využití enzymů imobilizovaných na funkcionalizovaný grafen jako nanobiokatalyzátorů už ve světě vzbudila velkou pozornost.

Potýkáme se s pandemií Covid-19. Může tato situace přinést i nové výzvy?

Tato situace je tím největším vychýlením, jaké jsem v životě zatím zažil. Opravdu se musíme začít soustředit na viry, které mohou způsobit takovýto epidemický projev. Tyto vlny budou přicházet znovu a znovu. Jedním z důvodů je skutečnost, že polovina populace žije ve velkých městských aglomeracích. Tento trend se jen tak nezmění a přelidněná města jsou „ideální“ pro přenos nemocí.

My vědci můžeme přispět k tomuto boji nejen lékařským výzkumem, ale i materiálovou vědou a výzkumem v oblasti nanotechnologií. Jednou z velmi perspektivních oblastí je použití nanočástic stříbra, které zabíjejí a inhibují viry. Tyto nanotechnologie tak mohou být využívány v materiálech určených k sanitárním účelům a k prevenci infekcí například v nemocnicích. Toto se samozřejmě musí do budoucna ještě propracovat, ale v této pandemii vidím velkou výzvu pro vědce a také podnět pro spolupráci s RCPTM. Potenciál pro preventivní či diagnostické využití mají totiž další nanomateriály na bázi uhlíku nebo železa.



Za projekt NPU I si RCPTM vysloužilo nejvyšší hodnocení

Vynikající hodnocení. Takový verdikt si vyslechli zástupci RCPTM v závěrečném oponentním řízení projektu programu NPU I Rozvoj Regionálního centra pokročilých technologií a materiálů. Podle členů oponentní rady se pracoviště i díky pětiletému projektu ministerstva školství úspěšně etablovalo jako jedno z předních evropských center chemického, materiálového a optického výzkumu.

Podle závěrečné zprávy je hlavním a zcela zásadním výsledkem projektu vytvoření stabilního výzkumného a vzdělávacího centra, které je vynikající ve všech podstatných ohledech a prokázalo svoji udržitelnost. „Navržené výsledky se podařilo nejen splnit, ale výrazně překročit, v některých případech dokonce o stovky procent. Velmi pozitivní je například vysoká úspěšnost v komercializaci výsledků a získání nadstandardních prostředků ze smluvního výzkumu a licencování patentů,“ konstatoval předseda oponentní rady Vít Kavan z MŠMT.

Splnění všech očekávaných parametrů vyzdvihl i další ze členů oponentní rady Bohuslav Rezek z ČVUT. „V případě RCPTM se podařilo sehnat ty správné lidi, mít dobrý odhad na témata, rozvinout vynikající mezinárodní kontakty a umět výsledky dobře ‚prodat‘ na mezinárodní úrovni. Tedy dostat se do významných zahraničních časopisů a získat pro dosažené výsledky pozornost. Do Olomouce tak jezdí vědci ze zahraničí, což udělalo hodně i pro zviditelnění města, a zdejší univerzita je vnímána jako jeden z bodů rozvoje v České republice v oblasti vědy i transferu technologií,“ uvedl Rezek.

Výsledky RCPTM vysoce hodnotil například i Jaromír Pištora z Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava. „Dosažené úspěchy také poukazují na vizionářský výběr témat hlavním řešitelem projektu profesorem Zbořilem,“ řekl mimo jiné.



V době řešení projektu, tedy v letech 2014 až 2019, se v RCPTM například podařilo zvýšit míru internacionalizace. V současné době činí podíl zahraničních pracovníků 35 procent. Centrum spolupracuje s více než 40 zahraničními vědeckými partnery a desítkami firem. Oproti plánovaným 500 publikacím RCPTM za sledované období eviduje 1500 publikací s průměrným IF 5,33.

„Projekt byl pro nás nesmírně důležitý. Umožnil nám stabilizaci a internacionalizaci výzkumného týmu. Centrum bylo dovybaveno některými špičkovými technologiemi. Projekt navíc nebyl zatížen přílišnou byrokracií a komunikace s kolegy z MŠMT byla velmi pružná,“ uvedl hlavní řešitel Radek Zbořil. Celková dotace činila 236,1 milionů korun.

Do RCPTM míří prestižní evropský grant na podporu mezinárodní spolupráce při výzkumu rakoviny

Vytvoření mezinárodní platformy pro výzkum cílené léčby osteosarkomu je cílem projektu NANO4TARMED z výzvy Twinning prestižního programu Horizont 2020, který získal Václav Ranc z RCPTM. Olomoučtí vědci při něm budou spolupracovat s vědci z Consiglio Nazionale delle Ricerche v Itálii a National University of Ireland Maynooth. Z České republiky uspěly v této výzvě jen čtyři projekty.

Zúčastněné instituce spojuje snaha pokročit ve výzkumu léčby osteosarkomu, který je druhým nejčastějším zhoubným onemocněním kostí. „Kolegové z Irska jsou vynikajícími odborníky na vývoj léčiv. My v RCPTM dodáme nanočástice, které by mohly sloužit k transportu léčiva k postižené tkáni. To je problematika, které se dlouhodobě věnujeme. A partneři z Itálie využijí svých zkušeností s testováním této cílené léčby na nádorových buňkách,“ popsal propojení koordinátor projektu Václav Ranc.

Vedle vlastního výzkumu jde v rámci projektu „Advanced hybrid theranostic nanoplatfroms for an active drug delivery in the cancer treatment“ i o podporu vzájemné spolupráce. „Nejdůležitější je vytvořit výzkumný klastr, tedy jakousi platformu pro spolupráci. Musíme se naučit vzájemně kooperovat a přebírat poznatky jeden od druhého, mimo jiné formou výměnných pobytů, seminářů či workshopů. To v budoucnu zásadním způsobem zvýší naše šance při žádostech o velké evropské granty, díky nimž bychom mohli výzkum dovést do úspěšného konce, tedy k vytvoření účinné strategie léčby

tohoto nádorového onemocnění,“ doplnil Ranc. Celková dotace tříletého grantu přesahuje 19 milionů korun.

Do výzvy Twinning, která se uzavřela loni v listopadu, bylo podáno celkem 439 návrhů, hodnoceno jich bylo 437. Rozpočet výzvy ve výši 69 milionů eur umožnil financování 77 projektů. Cílem výzvy je napomoci překonání rozdílu mezi členskými státy a regiony při rozvoji a využití výzkumného a inovačního potenciálu, podpořit účast v programu Horizont 2020 a přispět k rovnoměrnějšímu šíření excelentního výzkumu v evropském výzkumném prostoru.



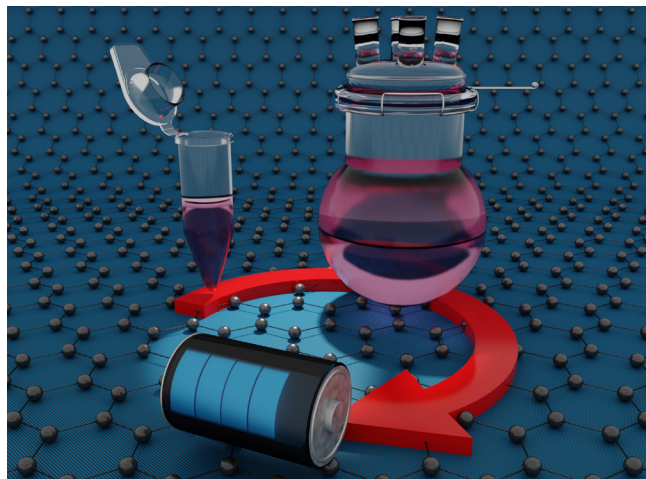
První ERC Proof of Concept v ČR získal Michal Otyepka

Historicky první grant Evropské výzkumné rady (ERC) Proof of Concept zaměřil do České republiky zásluhou zastupujícího ředitele RCPTM Michala Otyepky. Jeho úkolem je připravit dostatečné množství nového uhlíkového elektrodového materiálu a ve spolupráci s komerčním partnerem ověřit jeho využití v zařízeních pro ukládání energie – superkondenzátorech. Zájem o testování projevil významní výrobci z USA i Evropy.

Během ročního výzkumu chce fyzikální chemik zúročit výsledky, jichž dosáhl během řešení grantu ERC Consolidator získaného v roce 2016. „Cílem mého prvního ERC grantu je pochopit chemická pravidla dvojrozměrného světa uhlíkových materiálů a následně hledat nové, superfunkční materiály odvozené od grafenu pro konkrétní využití. Mimo jiné jsme si ověřili, že cílenou chemickou úpravou grafenu můžeme připravovat vhodné elektrodové materiály, které jsou hlavní součástí takzvaných superkondenzátorů využívaných například v automobilovém průmyslu či elektrotechnice. Nyní jeden z vyvinutých materiálů, jenž v laboratorních podmínkách vykazuje velmi slibné výsledky, vyrobíme ve větším množství a ve spolupráci se zahraničním partnerem ho otestujeme v reálných součástkách,“ objasnil Otyepka.

Podle něj se grafenové deriváty pro využití při ukládání energie v superkondenzátorech přímo nabízejí. Jsou totiž lehké, vedou elektrický proud a jsou schopny akumulovat velké množství elektrického náboje. Nový materiál vědci vyvinuli chemickou syntézou z běžně dostupného fluorografitu. „Materiál neobsahuje žádné těžké kovy, jeho příprava je poměrně jednoduchá a spojená s výrazně nižšími energetickými náklady, než je obvyklé u stávajících komerčně využívaných materiálů. Zatímco u nich syntéza běžně probíhá za teploty 600 až 1000 °C, my jsme schopni ji provádět za teploty do 150 °C. Výborných výsledků dosahujeme i v počtu nabíjecích a vybíjecích cyklů, což je další z důležitých parametrů. Zatímco u podobných materiálů dochází k poklesu kapacity po tisíci nabíjecích cyklech, náš materiál vydrží i desítky tisíc cyklů,“ doplnil Otyepka.

Výzkum naváže na aktivity RCPTM a spolupráci s partnery v zahraničí v oblasti využívání uhlíkových nanomateriálů pro ukládání energie [Bakandritsos A. et al. *Adv. Funct. Mater.* 28, 1801111, 2018; Jayaramulu K. et al. *Adv. Mater.* 30, 1705789, 2018; Vermisoglou E. C. et



al. *Chem. Mater.* 31, 4698–4709, 2019; Yang X. et al. *ACS Nano* 12, 7397–7405, 2018], ale především posune výzkum blíže reálným aplikacím.

Dosud vědci běžně připravovali a testovali maximálně gramová množství materiálu, komerčnímu partnerovi ho však budou muset dodat nejméně půl kilogramu. Finanční podpora 3,7 milionu korun jim pomůže zvládnout případné potíže, které přechod z laboratoře do reálných podmínek praxe často doprovázejí. Podle člena Vědecké rady ERC Tomáše Jungwirtha jsou Proof of Concept granty ve srovnání s hlavními granty ERC podpořeny relativně nízkými částkami, ale mají velkou mezinárodní prestiž. „Proof of Concept granty slouží k tomu, aby se některý výsledek z hlavního ERC grantu posunul blíže k aplikacím a mohl tak vzbudit (finančně) podstatnější zájem investorů. Znamená to, že ERC považuje daný výzkum za zajímavý nejen z vědeckého hlediska, ale i z hlediska možného využití v praxi v kratším časovém horizontu,“ uvedl Jungwirth.

Cílem výzvy Proof of Concept je podpořit úspěšné řešitele grantů ERC v nejranější fázi komercializace výstupů jejich výzkumných aktivit. Celkový rozpočet soutěže v roce 2019 byl 30 milionů eur. Celkem bylo v loňském roce vyhodnoceno 498 návrhů s průměrnou úspěšností 40 procent. Výzkumní pracovníci ve 22 zemích získali 200 grantů.

Další granty zahájené v období 10/2019 – 04/2020

MŠMT ERC CZ: Světlem poháněná biorafinerie využívající metakatalyzátory (LL1903)

Rozpočet: 15 697 410 Kč / Realizace: 01. 10. 2019 – 30. 09. 2021 / UP: Alberto Naldoni, Ph.D.

MŠMT: Modernizace a upgrade VVI Nanomateriály a nanotechnologie pro ochranu životního prostředí a udržitelnou budoucnost (Pro-NanoEnvicZ II; CZ.02. 1. 01/0.0/0.0/18_046/0015586)

Rozpočet UP: 9 730 215 Kč / Realizace: 01. 01. 2020 – 31. 12. 2022 / Hlavní řešitel: Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i. / Spoluřešitel UP: RNDr. Václav Ranc, Ph.D.

GAČR Std: Plasmonická katalýza s nanokrystaly nitridu titanu pro udržitelné chemické reakce (20-17636S)

Rozpočet: 6 747 000 Kč / Realizace: 01. 01. 2020 – 31. 12. 2022 / UP: Alberto Naldoni, Ph.D.

TAČR TREND: Vývoj hybridní magnetické složky na bázi nanočástic oxidů železa pro nahrazení pevných permanentních magnetů využívaných v magnetických uzávěrech (FW01010267)

Rozpočet UP: 10 232 431 Kč / Realizace: 01. 01. 2020 – 30. 06. 2023 / Hlavní řešitel: GZ Allure, s.r.o. / Spoluřešitel UP: prof. RNDr. Radek Zbořil, Ph.D., Mgr. Ondřej Malina, Ph.D.

TAČR TREND: Nová generace integrace mikroskopie atomárních sil a elektronové mikroskopie (FW01010183)

Rozpočet UP: 5 261 760 Kč / Realizace: 01. 04. 2020 – 31. 03. 2023 / Hlavní řešitel: NenoVision, s.r.o. / Spoluřešitel UP: prof. RNDr. Michal Otyepka, Ph.D.

Zástupci americké agentury jednali o možné spolupráci

O možnostech vzájemné česko-americké spolupráce diskutovali v závěru loňského roku s pracovníky RCPTM zástupci americké Národní vědecké nadace (National Science Foundation). Setkání se zúčastnilo nejen vedení vědeckého centra a výzkumných skupin, ale i postdoci a doktorandi.

Delegace čtyř programových ředitelů americké National Science Foundation během svého týdenního pobytu v České republice projevila zájem seznámit se s prací Univerzity Palackého a především RCPTM v oblasti nanotechnologií. „Delegaci z americké grantové agentury jsme představili organizaci výzkumu, síť mezinárodních vazeb a výzkumné aktivity RCPTM v oblasti nanotechnologií a nanomateriálů. Na jednání jsme konkretizovali výhody a výzvy vzájemné vědecké spolupráce mezi ČR a USA. Do podnětné diskuse se vedle vedoucích vědecko-výzkumných skupin zapojili také postdoci a Ph.D. studenti působící v našem centru. Hovořili o svých zkušenostech a ptali se na možnou podporu. Věřím, že některé z myšlenek se podaří v budoucnu realizovat,“ řekl zastupující ředitel RCPTM Michal Otyepka.

Národní vědecká nadace je nezávislá vládní agentura v USA odpovědná za podporu základního vědeckého výzkumu zejména poskytováním výzkumných zdrojů. Zařizuje výzkumné granty zejména pro univerzity nebo pro jednotlivce.



RCPTM nabídne partnerům v Kolumbii pomoc při čištění vod

RCPTM by mohlo v budoucnu pomoci s čištěním vod v Kolumbii. Jeho zástupci se s partnery z Universidad Central v Bogotá dohodli na společném projektu, jehož cílem je výzkum a vývoj technologií čištění vod kontaminovaných těžkými kovy pomocí nanomateriálů.

Nápad na vzájemnou spolupráci vznikl během návštěvy prorektora Universidad Central Óscara L. Herrery Sandovala v Olomouci, kterého při prohlídce RCPTM velmi zaujaly prezentované technologie čištění vod pomocí nanočástic železa. „Kontaminace vod je v Kolumbii poměrně značný problém. V souvislosti s rozšířeným kožedělným průmyslem se země potýká se znečištěním vodních toků šestimocným chromem, nelegální těžba zlata zase vede k zamoření prostředí toxickou rtuť,“ vysvětlil vedoucí skupiny Environmentální nanotechnologie Jan Filip.

Loni na podzim se spolu s kolegyní vydali na konferenci na Universidad Central a domluvili se na možnostech spolupráce v rámci projektu, který kolumbijští kolegové připravují. „My můžeme poskytnout odborné zázemí a zkušenosti. V tamních podmínkách

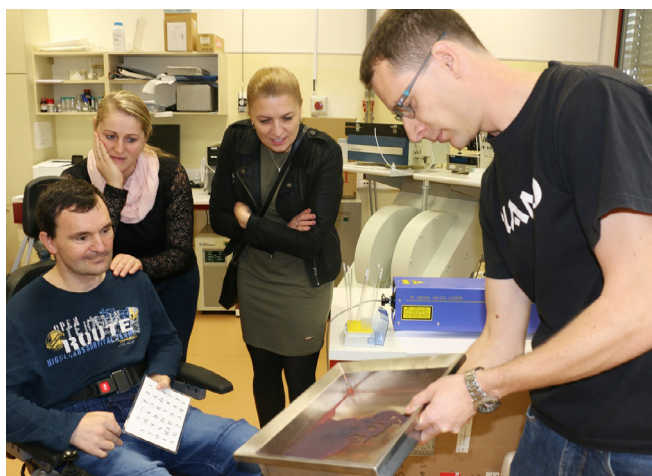
bychom rádi otestovali naše nanočástice, popřípadě vymysleli nové materiály šité na míru tamním environmentálním problémům. Partneri mají o spolupráci eminentní zájem a je zřejmé, že by mohla přinést reálné výsledky ve prospěch obyvatel Kolumbie,“ doplnil Filip. Chystaný projekt má ověřit možnosti nano-bioremediace pro čištění vod. Vědci nejprve navrhnu vhodnou technologii, kterou následně ověří v laboratorním a pilotním měřítku.



Podpora pro Kamila

„Super zážitek“ nebo „krásný den“. Těmito slovy hodnotil listopadovou návštěvu RCPTM Kamil Otčenášek z Cakova, kterého mozková mrtvice připravila o řeč i hybnost končetin. Nepřízní osudu ale čelí s obdivuhodnou vytrvalostí a optimismem a za obrovské podpory rodiny. Statečnost Kamila a jeho ženy Zdeňky byla velkou inspirací i pro zaměstnance RCPTM. Rodinu proto podpořili předvánočním finančním příspěvkem.

Manželé si prohlédli některé z laboratoří včetně špičkových mikroskopů. Díky transmisnímu elektronovému mikroskopu s vysokým rozlišením se poprvé podívali na jednotlivé atomy, pod skenovacím elektronovým mikroskopem pozorovali strukturu svých vlasů. Dozvěděli se, co jsou nanočástice a k čemu slouží, s překvapením sledovali hořící nanočástice železa nebo levitující



magnet. „Nemůžu tomu uvěřit,“ reagoval na nové informace s úsměvem Kamil, který s vědci komunikoval pomocí papírové tabulky s písmenky.

Nadšení z návštěvy neskrývala ani Zdeňka. „Mě věda velmi fascinuje a Kamila takové věci moc baví. Současně jsme rádi, když se takto můžeme někam podívat,“ přiznala žena, která pečuje o manžela a dva syny. I díky jejich podpoře a velké pili při rehabilitaci tak Kamil, jehož počáteční prognóza po prodělané cévní mozkové příhodě byla velmi nepříznivá, dělá pokroky. „Jsme vděční za každou pomoc. Přestože se Kamil hodně snaží a dělá pokroky, je to náročné. Hodně lidí nám píše, že jsme pro ně vzorem. To je obrovská motivace,“ doplnila.

Profesor Zbořil je členem ediční rady časopisu VIEW

Nový interdisciplinární časopis vydávaný společností Wiley je zaměřený na in vitro a in vivo biodiagnostiku s využitím biomateriálů. První číslo vyšlo letos v březnu. Časopis publikuje experimentální i teoretické práce a přehledové články v oblasti například cíleného transportu léčiv, biozobrazování, biomarkerů, biosenzorů, bioinformatiky, výpočetní diagnostiky a nových diagnostických nástrojů.

Radek Zbořil se dlouhodobě věnuje využití například fotoluminiscenčních uhlíkových kvantových teček pro biozobrazování a teranostické aplikace (např. Li D. et al. *Adv. Mater.* 30, 1705913, 2018; Bao X. et al. *Light Sci. Appl.* 7, 91, 2018; Holá K. et al. *ACS Nano* 11, 12402–12410, 2017; Kalytchuk S. et al. *ACS Nano* 11, 1432–1442, 2017; Georgakilas V. et al. *Chem. Rev.* 115, 4744–4822, 2015), ale i zobrazování pomocí nukleární magnetické rezonance a cílenému transportu léčiv s využitím magnetických nanočástic.

„Má role bude především při posuzování prací zabývajících se využitím nanomateriálů v oblasti biozobrazování, senzoriky a příbuzných aplikací,“ říká Radek Zbořil, který je také členem edičních rad časopisů *Applied Materials Today* (Elsevier) a *Scientific Reports* (Nature family).



Chemici Zbořil a Varma jsou opět mezi nejcitovanějšími vědci světa

Ani seznam Highly Cited Researchers 2019 nezůstal bez zástupců RCPTM. Druhým rokem po sobě se do této vybrané společnosti dostal fyzikální chemik Radek Zbořil, svoji pozici z předchozích let v ní potvrdil i chemik Rajender Varma. Seznam nejcitovanějších vědců světa každoročně zveřejňuje společnost Clarivate Analytics v USA, jeho nejnovější vydání obsahuje i jména 23 nositelů Nobelovy ceny.

„Je to ocenění dobrých nápadů a skvělých lidí v RCPTM. Děláme multioborový výzkum s velkým přesahem do aplikací. Díky práci RCPTM se Univerzita Palackého dle citačního indexu normalizovaného na příslušnou vědeckou kategorii [CNCI index dle databáze Web of Science] dostala například v multidisciplinárních materiálových vědách a nanotechnologiích na první příčky v ČR. Ve fyzikální chemii jsme na tom v posledních letech dokonce lépe než univerzity v Cambridge a Oxfordu,“ řekl profesor Zbořil, který v poslední době stál u objevu nejtenčího známého izolantu, nekovových magnetů, první dvoudimenzionální karboxylové kyseliny nebo rezistence bakterií vůči nanostříbru. V seznamu je zařazen v kategorii „Cross-field“.

Za velkou poctu považuje umístění na seznamu Rajender Varma, který působí také v Agentuře pro ochranu životního prostředí v USA (US EPA). „Je to pro mě velká čest být zařazen na tento prestižní seznam vědců. Zastupuji zde také RCPTM a Univerzitu Palackého, kde spolupracuji



s výjimečnými kolegy. Kvalita vědeckých center je postavena v první řadě na osobnostech, které zde pracují a dostanou prostor a podporu rozvinout svůj talent,“ uvedl.

Seznam Highly Cited Researchers 2019 obsahuje přes 6000 jmen výzkumníků z téměř 60 zemí. Jedná se o vědce, kteří v 21 výzkumných oblastech, popřípadě napříč nimi, vzbudili svými pracemi značný ohlas, dosáhli obrovské citovanosti a jsou tedy velkým přínosem pro rozvoj poznání i společnosti. Seznam vznikl na základě analýzy publikací z let 2008 až 2018 podle databáze Web of Science.

Představujeme vědeckou infrastrukturu

Kryomagnetický systém pro Mössbauerovu spektroskopii

V posledních týdnech byl v laboratořích RCPTM instalován nový kryomagnetický systém. V kombinaci s Mössbauerovým spektrometrem vlastní konstrukce umožní provádět Mössbauerovské experimenty při extrémně nízkých teplotách až 1,5 K a v silných magnetických polích až 7 T.

Mössbauerova spektroskopie je v RCPTM hojně používanou přesnou technikou pro studium zejména železo obsahujících materiálů využívaných v medicíně, energetice nebo environmentálních technologiích. Vědci RCPTM se dlouhodobě zabývají vývojem a konstrukcí těchto spektrometrů pro vlastní použití i pro komerční účely. Díky možnosti provádět analýzy v podmínkách nízkých teplot a velkých magnetických polí je možné studovat strukturní a vazebné poměry včetně spinových a valenčních stavů v materiálech obsahujících železo, a to i v případě stopového zastoupení těchto prvků ve vzorku. Nový systém umožní také komplexní popis magnetických vlastností Fe-materiálů včetně stanovení hodnot vnitřních magnetických polí, teplot magnetických přechodů i odlišení magneticky neekvivalentních frakcí. Velká magnetická pole umožní popsat a kvantifikovat jednotlivé strukturní pozice ve spinelových strukturách oxidů železa a odlišit tzv. izostrukturní látky.

Kryomagnetický systém vyvinula a vyrobila britská firma Oxford Instruments. Na rozdíl od svého předchůdce se jedná o tzv. uzavřený systém, který pro svou činnost nevyžaduje pravidelné doplňování kapalného helia, a tím výrazně šetří provozní náklady.



A large, semi-circular, light blue-tinted microscopic image of a material surface, showing various textures, cracks, and small dark spots. It is positioned in the lower right quadrant of the page, partially overlapping the contact information.

**Regionální centrum pokročilých
technologií a materiálů**

Šlechtitelů 27
783 71 Olomouc

Telefon: [+420] 58 563 4973
Email: rcptm@upol.cz
Web: www.rcptm.com
Facebook: www.facebook.com/rcptmcz
Twitter: <https://twitter.com/RCPTM1>

Vydalo: Regionální centrum pokročilých technologií a materiálů, 2020

Foto: Martin Pykal, RCPTM archiv

Grafická úprava: Zoran Kerkez, Ondřej Růžička