



Tisková zpráva

Čeští vědci přispěli k vývoji nové třídy jednorozměrných organických vodičů

Olomouc (22. dubna 2020) – Mezinárodní tým vědců za účasti výzkumníků z Regionálního centra pokročilých technologií a materiálů (RCPTM) Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci a Fyzikálního ústavu (FZU) AV ČR v Praze navrhl a experimentálně potvrdil možnost přípravy jednorozměrných vodivých polymerů na bázi uhlíku. Vzhledem k tomu, že uhlík je jedním z nejdostupnějších prvků, vykazují nové polymerní vodiče v porovnání s běžnými kovovými vodiči potenciálně nejen nižší výrobní náklady, ale také větší stabilitu a lepší možnosti řídit jejich materiálové vlastnosti. Společná práce českých, španělských a švýcarských vědců, kterou publikoval tento týden časopis *Nature Nanotechnology*,¹ představuje nový přístup k vývoji nekovových vodičů využitelných v solární energetice, optických technologiích či nanoelektronice. O významu práce svědčí fakt, že editoři časopisu *Nature Nanotechnology* věnovali článku [speciální komentář](#) News & Views.

„Výhodou nových polymerů je možnost řídit jejich elektronické a optické vlastnosti a očekávaná vyšší stabilita oproti stávajícím vodivým polymerům, které jsou obohaceny cizími prvky. Jejich syntéza je navíc jednoduchá a snadno opakovatelná. Možnost konstrukce stabilních uhlíkových vodivých polymerů otevírá nové možnosti pro miniaturizaci a zvýšení výkonu řady elektronických součástek,“ řekl Pavel Jelínek, který vede český tým.

Kovové vodiče, které jsou v současné době nedílnou součástí většiny komerčních elektrických a elektronických zařízení, vedou elektrický proud pomocí volných elektronů v jejich strukturách. Organické molekuly na bázi uhlíku a vodíku ve většině případů volné elektrony neobsahují a chovají se jako izolanty. Jsou ovšem známy organické vodiče, tzv. vodivé polymery, které vedou elektrický proud díky obohacení jinými prvky. Tyto cizí prvky dodávají nebo odebírají ze struktury uhlíkových polymerů elektrony, čímž vzniká potřebný volný elektrický náboj odpovědný za vysokou elektrickou vodivost. Za objev těchto polymerů byla v roce 2000 udělena Nobelova cena za chemii. Výhodou polymerních vodičů oproti běžným kovovým vodičům je nenáročnost jejich výroby a snadné zpracování běžnými technologiemi, lepší mechanické vlastnosti a možnost ladit jejich elektrické i optické charakteristiky. Některé z nich proto našly uplatnění v organických LED diodách, solárních článcích, tranzistorech nebo různých typech senzorů. Naopak hlavní nevýhodou stávajících vodivých polymerů je jejich nízká chemická a tepelná stabilita, která souvisí s přítomností cizích prvků v jejich struktuře. Řada laboratoří ve světě se proto snaží o přípravu nových typů vodivých polymerů, které by cizí prvky neobsahovaly. Jako prvním se to podařilo právě česko-španělsko-švýcarskému týmu.

„V naší práci jsme studovali tzv. π -konjugované polymery, které jsou charakteristické střídáním jednoduchých a dvojných vazeb mezi atomy uhlíku. Nicméně vhodnou volbou základních stavebních jednotek polymeru lze připravit jednorozměrný systém, který se

nachází v blízkosti fázového přechodu, na základě kompenzace vnitřního mechanického napětí polymeru a jeho elektronové struktury. Právě s použitím správných výchozích molekul vznikl vysoce vodivý polymer s volnými elektrony bez nutné přítomnosti cizích prvků. Tento přístup k syntéze 1D vodivých polymerů může vést k vývoji nové generace organických vodičů pro molekulární elektroniku,“ uvedl Jelínek.

Syntéza 1D polymerních řetězků probíhala na povrchu zlata. Chemickou strukturu a elektrické vlastnosti vědci zkoumali pomocí rastrovacího mikroskopu s chemicky upraveným hrotem, který umožňuje zobrazení jednotlivých molekul (obr. 1.) „Vodivé polymery byly připraveny nanosením vhodných molekul, které vyvinuli španělsí kolegové, na povrch zlata. Jejich následné tepelné zpracování vedlo k tvorbě dlouhých 1D řetězků bez jakýchkoliv strukturních poruch. Základní stavební jednotky polymerů byly vzájemně propojeny uhlíkovými můstky. Elektrické vlastnosti 1D polymerů lze navíc ladit právě vhodnou volbou základních stavebních jednotek a posunout se například k vývoji 1D organických polovodičů. Vyvinuté polymery by mohly nalézt uplatnění nejen při vývoji molekulární elektroniky, ale i nových optoelektronických zařízení nebo organických solárních cel,“ říká Bruno de la Torre působící ve FZÚ a RCPTM.

Výsledky studie navazují na spolupráci španělského a českého týmu, která v nedávné minulosti vedla k vývoji chemických protokolů pro syntézu polymerů, jejichž příprava není možná pomocí běžných postupů.² „Práce v Nature Nanotechnology ukazuje unikátní možnosti chemie na površích, kde se uplatňují odlišná chemická pravidla oproti reakcím probíhajícím v kapalném nebo plynném prostředí. Lze tak připravit zcela unikátní materiály, jako jsou právě 1D molekulární vodiče s vlastní vodivostí vyplývající přímo z jejich struktury. Tyto poznatky by mohly pomoci k řešení řady dalších vědeckých výzev a přípravě nové generace nízkodimenzionálních struktur se zcela novými optickými, magnetickými a elektrickými vlastnostmi,“ dodává Radek Zbořil z olomouckého RCPTM.

Reference:

¹ B. Cirera, A. Sánchez-Grande, B. de la Torre, J. Santos, Sh. Edalatmanesh, E. Rodríguez-Sánchez, K. Lauwaet, B. Mallada, R. Zbořil, R. Miranda, O. Gröning, P. Jelínek, N. Martín, D. Eciija, *Tailoring topological order and π -conjugation to engineer quasi-metallic polymers*, Nature Nanotech. (2020) DOI: 10.1038/s41565-020-0668-7.

² A. Sánchez-Grande, B. de la Torre, J. Santos, B. Cirera, K. Lauwaet, T. Chutora, S. Edalatmanesh, P. Mutombo, J. Rosen, R. Zbořil, R. Miranda, J. Björk, P. Jelínek, N. Martín and D. Eciija, "ANGEWANDTE CHEMIE INTERNATIONAL EDITION vol. 58, iss. 20, pp. 6559-6563, 2019. DOI: 10.1002/anie.201814154.

Kontaktní osoby:

Pavel Jelínek

Fyzikální ústav AV ČR | RCPTM

E: jelinekp@fzu.cz | M: 734 353 740

<https://www.nature.com/articles/s41565-020-0668-7>

Radek Zbořil

Univerzita Palackého | RCPTM

E: radek.zboril@upol.cz | M: 775 733 378