

Vědci dokážou novým mikroskopem zobrazit pohyblivý hologram

Jana Žďárská

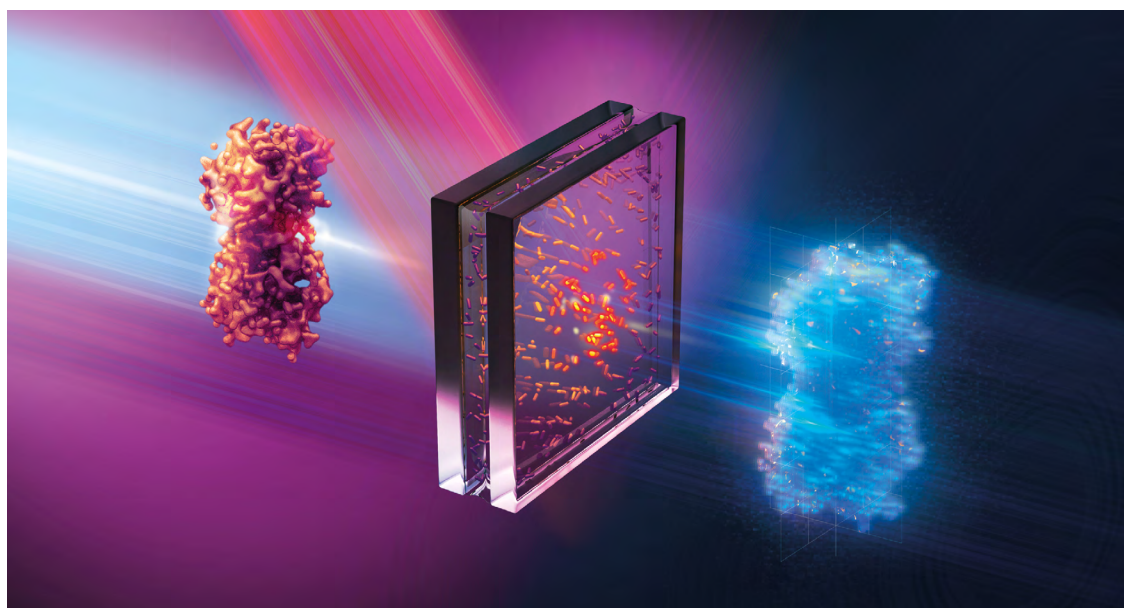
Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8; zdarskaj@fzu.cz

Procesy, které řídí chování a život buněk, jsou velice rychlé a pomíjivé. Technologie vyvinutá výzkumníky z Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR umožňuje prostřednictvím optického mikroskopu poskládat z neustále se pohybujícího vzorku trojrozměrný obraz. Tímto způsobem lze detailně pozorovat biologické struktury o velikosti několika desítek nanometrů.

Výzkum nového týmu Nano-optika pod vedením Mgr. Marka Piliarika, Ph.D., se zaměřuje na získávání nových poznatků o interakci světla s hmotou na nanoskopické úrovni pod hranicí difrakčního limitu světla a vývoji nových experimentálních metod k řešení aktuálních otázek v biologii, biofyzice a chemii. K tomu využívá celou řadu experimentálních metod, zaměřených převážně na analýzu jednotlivých nanočástic nebo molekul. Badatelé v laboratořích využívají optickou mikroskopii, laserovou spektroskopii, kvantovou optiku, optiku blízkého pole a plazmoniku. Tyto vědecké metody dále kombinují s rozličnými měřicími technologiemi a také s moderními chemickými a bioanalytickými metodami a biotechnologiemi.

Čerstvě vyvinutá mikroskopická metoda s novou technologií modulátoru světla využívá tzv. prostorový modulátor světla, který pracuje s odezvou pouhých 70 mikrosekund a umožňuje tak zobrazit trojrozměrnou hloubku pozorovaného vzorku. „Tato ultracitlivá metoda posouvá možnosti optické mikroskopie až na úroveň jedné molekuly, což dosud nebylo možné,“ říká Marek Piliarik, vedoucí vědeckého týmu Nano-optika Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR.

Čím menší detaily totiž vědci pozorují, tím rychleji se vzorek pod mikroskopem mění. „Avšak rychlost, kterou bylo potřeba zaostřovat na pohybující se molekuly, převyšovala více než stonásobně možnosti i těch nejlepších modulátorů světla. Toto omezení jsme vyřešili novou



Obr. 1 Zjednodušené znázornění funkce prostorového modulátoru fáze. Modrý paprsek světla zobrazuje biomolekulární strukturu. Červený paprsek ovlivňuje průchod modrého paprsku speciální vrstvou prostorového modulátoru fáze (uprostřed), aby vznikl virtuální „holografický“ obraz (ztvárněn vpravo). Ilustrační obrázek: NeuronCollective



Obr. 2 Badatelé v laboratořích využívají optickou mikroskopii, laserovou spektroskopii, kvantovou optiku, optiku blízkého pole a plazmoniku.

technologie prostorového modulátoru světla za pomoci velmi rychlých změn teploty,“ vysvětluje Marek Piliarik.

Teplotní efekty jsou obvykle spojeny s mnohými nežádoucími projevy, jako je mechanická nestabilita, přechodové efekty a pomalá odezva. Nicméně uzavřením teplotních změn do mikroskopických struktur a zajištěním dostatečného odvodu tepla lze tyto nežádoucí důsledky zcela eliminovat.

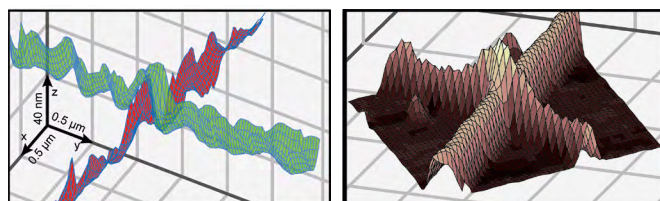
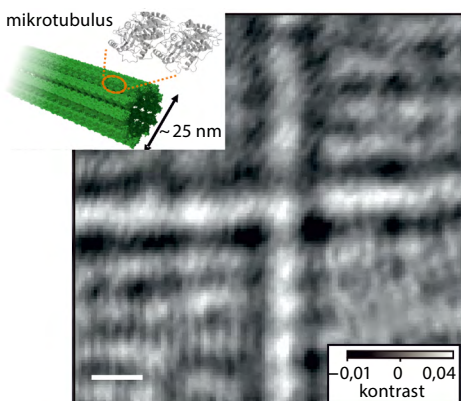
A co tato metoda může přinést za výsledky? Odpovědí se brzy dočkáme, protože tuto metodu v současné době zkoušejí biotechnologové z AV ČR. Předpokládá se, že tato metoda může najít uplatnění napříč obory, od vědeckých mikroskopů a teleskopů až po spotřební elektroniku. Rychlost odezvy, ale také absence nežádoucího rozptylu a dosažená stabilita metody nabízejí nesčetné aplikace v optických zobrazovacích zařízeních, zejména při pozorování dynamických procesů nebo funkcí živých soustav.

Výhody zmiňované technologie vyzkoušeli vědci ve spolupráci s kolegy z Biotechnologického ústavu AV ČR. Zaměřili se na mikrotubuly, které patří k nejdynamičtějším součástem buněk. V procesech, jako jsou pohyb nebo dělení, hraje klíčovou roli protein značený jako Ase1, který proplétá mikrotubuly mezi sebou. Jeho neustálý rychlý pohyb vědce vždy fascinoval a bylo vel-

mi obtížné jej detailně popsat a pochopit. A výsledek? Pozorování pomocí nového mikroskopu dokázalo osvětlit, jak Ase1 protein zdolává komplexní trojrozměrné sítě mikrotubulů. Nyní chtějí vědci popsat tuto fascinující buněčnou mechaniku ještě detailněji.



Marek Piliarik, Ph.D., vystudoval fyziku na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy v Praze, kde v roce 2008 obhájil doktorskou disertační práci v oboru Kvantová optika a optoelektronika. Mezinárodní zkušenosti sbíral na Washingtonské univerzitě v Seattlu (USA), švýcarském ETH v Curychu a Institutu Maxe Plancka v Erlangenu (Německo). V roce 2016 založil výzkumný tým Nano-optika na Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR, získal Fellowship Jana Evangelisty Purkyně a prestižní grant ERC-CZ. Je autorem 42 publikací v impaktovaných časopisech, pěti kapitol v knihách a tří patentů. Jeho práce dosud zaznamenaly přes tři tisíce citačních ohlasů.



Obr. 3 Interferenční obraz dvou zkřížených mikrotubulů na podložním sklíčku v mikroskopu (vlevo) a zrekonstruovaný 3D profil snímané geometrie (uprostřed) porovnaný s referenčním snímkem z mikroskopu atomárních sil (vpravo).