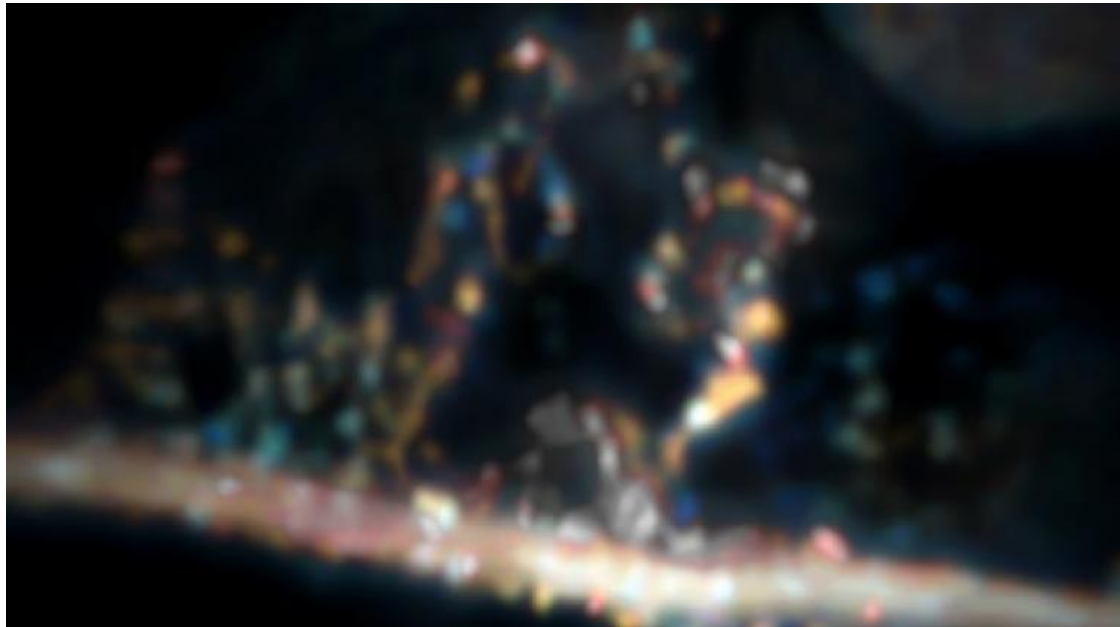




Wiadomo, jak przejrzeć mikroskopem optycznym przez pierzynkę tkanki



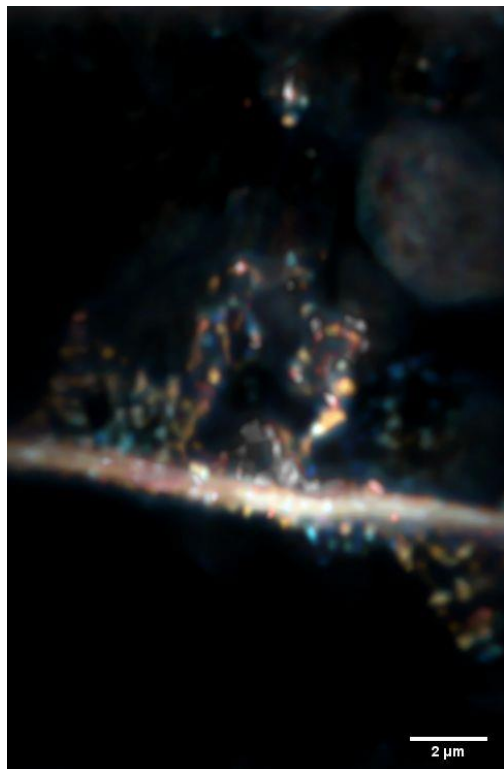
Neuryt i synapsy (okrągłe elementy dołączone do „gałęzi”). Próbka obrazowana mikroskopem optycznym znajduje się na głębokości 80 mikrometrów – pod powierzchnią innych komórek. Źródło: **dr Piotr Zdańkowski**,

ACS Nano <https://doi.org/10.1021/acsnano.9b05891>

Polscy badacze pokazali, jak za pomocą mikroskopu optycznego obrazować nanostruktury ukryte pod rekordowo grubą "pierzyną" tkanki. Rozwiązanie to pozwoli podglądać, co się dzieje w komórkach w ich naturalnym otoczeniu.

Klasyczne metody mikroskopii optycznej pozwalały oglądać w dużym powiększeniu tylko to, co dzieje się w wierzchniej warstwie badanej próbki - a więc to, co znajduje się tuż przy szkiełku mikroskopu. Tymczasem biolodzy czy medycy chcieliby oglądać z dużą rozdzielczością również to, co kryje się wewnątrz tkanki - na pewnej głębokości próbki. Bo dopiero tam - w naturalnych warunkach, pod "pierzynką" z innych komórek - zachodzą czasem takie procesy, których jeszcze nie rozumiemy. W tej sytuacji z pomocą przychodzą naukowcy z Politechniki Warszawskiej, wspierani przez ekspertów z University of Dundee w Wielkiej Brytanii i University of Technology Sydney w Australii.

"Opracowaliśmy mikroskop optyczny, który pozwala na oglądanie struktur i komórek w nanoskopijnej skali, ukrytych pod innymi komórkami" - mówi PAP **dr Piotr Zdańkowski z Wydziału Mechatroniki Politechniki Warszawskiej.**



Neuryt wraz z dołączonymi do niego synapsami (okrągłe elementy dołączone do „gałęzi”). Próbka obrazowana mikroskopem optycznym znajduje się na głębokości 80 mikrometrów – pod powierzchnią innych komórek.

*Źródło: **dr Piotr Zdańkowski**,*

ACS Nano <https://doi.org/10.1021/acsnano.9b05891>

Informuje, że pod mikroskopem będzie można oglądać nawet obiekty o średnicy 0,2 mikrometra, przykryte tkanką o grubości równej 80 mikrometrów (0,08 milimetra). A to oznacza, że badany obiekt może być ponad 400 razy mniejszy niż grubość tkanki, która go przykrywa. To rekord!

A przekładając to na makroskopową skalę to tak, jakby księżniczka była w stanie dojrzeć ziarnko grochu stojąc na czubku stosu pierzyn i materaców.

MIKROSKOPIA STED

W swoich badaniach naukowcy używają superrozdzielczego mikroskopu fluorescencyjnego z wymuszonym wygaszaniem emisji (STED). To mikroskop, w którym próbkę oświetla się światłem widzialnym (a więc nie np. elektronami czy promieniami rentgenowskimi). **Dr Zdańkowski** samodzielnie zbudował takie urządzenie. A instrumentów o takiej optyce - jak mówi - jest na świecie zaledwie kilka.

W mikroskopii STED, aby oglądać bardzo niewielki obiekt biologiczny, trzeba go najpierw wyznakować - spowodować, że przyczepi się do niego fluoryzująca cząsteczka. Kiedy oświetla się próbkę, np. niebieskim światłem lasera, marker zaczyna świecić na zielono. A za pomocą dodatkowych technik można jeszcze bardziej wyklarować obraz.

Za rozwój technik w zakresie mikroskopii STED m.in. jej twórca, Stefan Hell, otrzymał nagrodę Nobla z chemii w 2014 r.

ODWRÓCIĆ ZNIEKSZTAŁCENIA

"My proponujemy kolejne usprawnienie urządzenia" - mówi **dr Zdańkowski**. Dzięki zastosowaniu elementów optyki adaptacyjnej, znanych i szeroko wykorzystywanych w astronomii, można oglądać struktury dotąd niedostępne dla ludzkiego oka. Co więcej, stosując sprytnie algorytmy odszumiania, można dodatkowo oddzielić ważne informacje od szumu.

„Szum skutecznie potrafi zamaskować struktury niewielkich rozmiarów, dlatego tak ważna jest jego sprawna numeryczna minimalizacja” - dodaje **dr Maciej Trusiak**, jeden ze współautorów prac.

Zespół **dr. Zdańkowskiego** pokazał, jak oglądać nanostruktury komórek macierzystych (takie jak neuryty), ukryte pod grubą pierzynką z innych komórek macierzystych. Badania, których pierwszym autorem jest dr Zdańkowski - ukazały się w prestiżowym czasopiśmie ACS Nano.

ANTYASTYGMATYZM

Kiedy ktoś ma astygmatyzm (jedna z aberracji optycznych), jego oko zniekształca obraz, przez co nie widzi on najlepiej. Aby to skorygować, pacjent dostaje soczewki, które tak zniekształcą obraz, że zerują zniekształcenie w oku. Podobne rozwiązanie – wprowadzenie aberracji, aby zniwelować aberracje - wykorzystuje w swoim mikroskopie **dr Zdańkowski**.

"Obraz, który przechodzi przez komórki, jest zdeformowany" - mówi **dr Zdańkowski**. Wyjaśnia, że komórki są w miarę przejrzyste, ale mają inną (i lokalnie zmienną) gęstość niż powietrze. A światło, podróżując przez tkankę, wielokrotnie się załamuje. "Możemy jednak komputerowo wyliczyć, jakie jest to zniekształcenie światła - tzw. aberracja, która rozmywa obraz" - mówi. A wtedy można zamodelować światło oświetlające obiekt, aby w kamerze powstał obraz tak wyraźny, jak to tylko możliwe.

Do oświetlenia próbki w rozwiązaniu z PW nie wystarczy zwykłe światełko lampki czy lasera. Będzie to raczej światło lasera, które przejdzie najpierw przez dostosowaną do danej tkanki mapę aberracji. Dzięki temu światło może pokonać dość skomplikowaną drogę z mikroskopu do badanej struktury i ze struktury do kamery mikroskopu, ale za to obraz będzie bardziej klarowny. Etap projektowania dotyczy zatem nie tylko samego układu optycznego i numerycznych algorytmów rekonstrukcji obrazu ale także "uszycia na miarę" kształtu wiązki oświetlającej.

Zmiana oświetlenia będzie więc tu analogiczna do sytuacji założenia soczewki przez osobę z astygmatyzmem: błąd się wyzeruje.

WYŚCIG TRWA

"Możliwe jednak, że za jakiś czas ktoś nas wyprzedzi i pokaże, jak oglądać próbki jeszcze mniejsze i na jeszcze większych głębokościach. Dlatego tak ważne jest odpowiednie finansowanie badań naukowych, aby wciąż być liczącym się graczem w tym wyścigu" - podsumowuje naukowiec.

Badania zostały w części sfinansowane z grantów europejskich Marie Curie Actions (PHOQUS) i krajowych OPUS Narodowego Centrum Nauki i NAWA.

PAP - Nauka w Polsce, Ludwika Tomala