



Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk

adres: ul. Kasprzaka 44/52
01-224 Warszawa
tel.: +48 22 3432000
fax/tel.: +48 22 3433333, 6325276
email: ichf@ichf.edu.pl
WWW: <http://www.ichf.edu.pl/>

Warszawa, 31 stycznia 2013

Biologistyka: Jak szybko jeżdżą chemiczne pociągi w żywych komórkach?

*O szybkości procesów chemicznych w komórkach decyduje prędkość poruszania się (dyfundowania) cząsteczek uczestniczących w danej reakcji. Za pomocą uniwersalnej metody, opracowanej w Instytucie Chemii Fizycznej PAN w Warszawie, po raz pierwszy udało się przewidzieć współczynniki dyfuzji wszystkich białek w bakterii *Escherichia coli*. Osiągnięcie ma znaczenie nie tylko dla biologów i chemików, ale również dla... firm transportowych.*

Nie można zrozumieć chemicznych podstaw życia nie wiedząc, z jaką szybkością zachodzą reakcje chemiczne w komórkach. Tempo tych reakcji zależy od prędkości, z którymi cząsteczki uczestniczące w reakcji przemieszczają się (dyfundują) w cytoplazmie. W zespole prof. Roberta Hołysta z Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie (IChF PAN) udało się ustalić – po raz pierwszy – współczynniki dyfuzji dla praktycznie wszystkich białek występujących we wnętrzu bakterii *Escherichia coli*. Opracowaną metodę można zastosować także do innych komórek.

Ruch cząsteczek chemicznych w komórkach trochę przypomina to, co dzieje się na dworcach kolejowych. Ale już na pierwszy rzut oka widać różnice. „Zwykle pociągi odjeżdżają o ustalonych godzinach, podczas gdy w komórkach transport odbywa się praktycznie cały czas. Dlatego na ogół nie ma sensu pytać, o której odjeżdża pociąg z cząsteczkami danego typu. Za to z całą pewnością jest sens pytać, jak szybko jedzie skład z określoną substancją!”, wyjaśnia prof. dr hab. Robert Hołyst (IChF PAN).

Efektywność transportu związków chemicznych w komórkach stała się inspiracją dla wielu firm transportowych. Mówi się o biologistyce: modelowaniu transportu samochodowego czy kolejowego na wzór tego, co się dzieje we wnętrzu komórek. Jednak prof. Hołyst nie pozostawia złudzeń: „Wszyscy są zachwyceni, bo w komórkach transport jest tak cudownie odporny na zaburzenia. Zapominają, że bierze się on tam właśnie z owych przypadkowych fluktuacji, do tego zachodzących w małej objętości, gdzie mamy do czynienia z lepkością zależącą nie tylko od środowiska, ale także od rozmiarów próbnika! Życzę powodzenia tym, którzy procesy zachodzące w tak fizycznie odmiennym środowisku chcą przenosić na nasze drogi. Biologistyka działa świetnie, ale tylko we wnętrzu komórek!”

Badania w IChF PAN, przeprowadzone dzięki grantom Narodowego Centrum Nauki, Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz programom Fundacji na rzecz Nauki Polskiej i opublikowane w czasopiśmie „Bioinformatics”, koncentrowały się wokół tempa dyfuzji cząsteczek białek w cytoplazmie bakterii *Escherichia coli*.

„Lepkość wewnątrz komórek ssaków jest stosunkowo nieduża, zaledwie 60 razy większa niż wody. Ale bakterie są znacznie mniejsze, wszystko jest bardziej zatłoczone. Lepkość makroskopowa jest tam nawet 26 tys. razy większa niż wody. To dramatyczna różnica!”, stwierdza dr Tomasz Kalwarczyk (IChF PAN).

Wcześniejsze badania zespołu prof. Hołysta pozwoliły stwierdzić, że lepkość odczuwana przez cząsteczki zależy nie tylko od środowiska, czyli rozpuszczalnika, ale również od rozmiaru i kształtu cząsteczek. Zatem w tym samym środowisku, np. we wnętrzach komórek jednego typu, cząsteczki różniące się kształtem i rozmiarami mogą odczuwać bardzo małą lepkość (nanolepkość) lub ogromną, nawet kilka tysięcy razy większą lepkość makroskopową. Dotychczasowe metody przewidywania wartości współczynników dyfuzji białek w cytoplazmie nie uwzględniały tego efektu.

Doświadczalne określenie tempa dyfuzji związków chemicznych w komórkach bakteryjnych jest i czasochłonne, i trudne. W efekcie na świecie zmierzono współczynniki dyfuzji tylko dla nielicznych związków w komórkach niektórych bakterii. Z tego powodu naukowcy z IChF PAN stworzyli metodę przewidywania wartości współczynników dyfuzji dla różnych substancji i środowisk. W tym celu wykorzystali własne wzory, uwzględniające występowanie nano- i makrolepkości, oraz zebrali kilkadziesiąt znanych z literatury wartości współczynników dyfuzji makrocząsteczek w bakteriach *Escherichia coli*. Na tej podstawie skonstruowano krzywą referencyjną, z której można było odczytać współczynniki dyfuzji pozostałych związków.

Baza danych skonstruowana w IChF PAN zawiera współczynniki dyfuzji dla wszystkich znanych białek występujących w bakteriach *Escherichia coli*. To ponad 6000 makrocząsteczek, na które składa się ok. 4300 kodowanych przez geny łańcuchów aminokwasów oraz ich różne, często wielokrotne połączenia (polimery), tworzone przez te same łańcuchy (homomery), jak i różne aminokwasy (heteromery).

„Z uwagi na łatwość dostępu do danych literaturowych, przygotowaliśmy bazę danych tylko dla białek występujących w bakteriach *Escherichia coli*. Lecz naszą metodę można zastosować do praktycznie każdego rodzaju komórki i każdej cząsteczki chemicznej, na przykład do określenia współczynników dyfuzji cukrów w komórkach ssaczy”, podkreśla dr Marcin Tabaka (IChF PAN).

Materiał prasowy przygotowany w ramach grantu NOBLESSE z działania „Potencjał badawczy” 7. Programu Ramowego Unii Europejskiej.

Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk (<http://www.ichf.edu.pl/>) został powołany w 1955 roku jako jeden z pierwszych instytutów chemicznych PAN. Profil naukowy Instytutu jest silnie powiązany z najnowszymi światowymi kierunkami rozwoju chemii fizycznej i fizyki chemicznej. Badania naukowe są prowadzone w 9 zakładach naukowych. Działający w ramach Instytutu Zakład Doświadczalny CHEMIPAN wdraża, produkuje i komercjalizuje specjalistyczne związki chemiczne do zastosowań m.in. w rolnictwie i farmacji. Instytut publikuje około 200 oryginalnych prac badawczych rocznie.

KONTAKTY DO NAUKOWCÓW:

prof. dr hab. **Robert Hołyst**
Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk
tel. +48 22 3433123
email: rhozyst@ichf.edu.pl

dr **Tomasz Kalwarczyk**
Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk
tel. +48 22 3433231
email: tkalwarczyk@ichf.edu.pl

dr **Marcin Tabaka**
Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk
tel. +48 22 3433123
email: mtabaka@ichf.edu.pl

PRACE NAUKOWE:

„Biologistics – diffusion coefficients for complete proteome of *Escherichia coli*”; Tomasz Kalwarczyk, Marcin Tabaka, Robert Hołyst; Bioinformatics; doi: 10.1093/bioinformatics/bts537

POWIĄZANE STRONY WWW:

<http://www.ichf.edu.pl/>

Strona Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk.

<http://www.ichf.edu.pl/press/>

Serwis prasowy Instytutu Chemii Fizycznej PAN.

MATERIAŁY GRAFICZNE:

ICHF130131b_fot01s.jpg

HR: http://ichf.edu.pl/press/2013/01/ICHF130131b_fot01.jpg

W Instytucie Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie zbudowano bazę danych pozwalającą określić, jak szybko dyfundują białka w komórkach bakterii *Escherichia coli*. Na zdjęciu dr Tomasz Kalwarczyk próbuje dostarczyć informację w zatłoczonym środowisku. (Źródło: IChF PAN, Grzegorz Krzyżewski)

ICHF130131b_fot02s.jpg

HR: http://ichf.edu.pl/press/2013/01/ICHF130131b_fot02.jpg

W Instytucie Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie zbudowano bazę danych współczynników dyfuzji białek w komórkach bakterii *Escherichia coli*. (Źródło: IChF PAN)

MATERIAŁY FILMOWE:

ICHF130131c_mov01.jpg

HR: http://ichf.edu.pl/press/2013/01/ICHF130131c_mov01.avi

Ruch białek w zatłoczonym środowisku. W Instytucie Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie zbudowano bazę danych współczynników dyfuzji białek w komórkach bakterii *Escherichia coli*. (Źródło: IChF PAN)