



**Matematyczne modelowanie zjawisk, fizyka, chemia, a teraz biologia. Mikroprzepływy, pytania podstawowe i zastosowania. Czy nie miesza się Panu od tego wszystkiego w głowie?**

Nie. Chociaż przyznaję, że spektrum zainteresowań jest szerokie. Zawdzięczam to m.in. Szkole Nauk Ścisłych, fenomenalnej uczelni prowadzonej przez instytuty Polskiej Akademii Nauk, gdzie uczyliśmy się nie tylko z książek, ale też uczestnicząc w pracach badawczych w prawdziwych laboratoriach. Później wyjechałem na staż doktorski na Uniwersytet Harvarda. Tam w grupie prof. George'a Whitesidesa nauczyłem się dwóch rzeczy. Po pierwsze, odkrycia w naukach ścisłych mają znacznie tylko, jeżeli pozwalają przewidywać zjawiska lub konstruować urządzenia.

W mikrokanalach wypełnionych olejem poszczególne krople mogą mieć dowolny skład chemiczny.

Po drugie, prawie niczego nie rozumiemy z ważnych zjawisk, które mamy na wyciągnięcie ręki – od spadającego jabłka, które zafascynowało Newtona, po proces, dzięki któremu to jabłko wyrosło. Przy okazji mogłem zobaczyć ciekawą organizację pracy naukowej, swoisty garaż, w którym każdy student mógł sam projektować swoje eksperymenty. Teraz w podobny sposób organizuję badania w Instytucie Chemii Fizycznej PAN.

#### Co jest przedmiotem waszych badań?

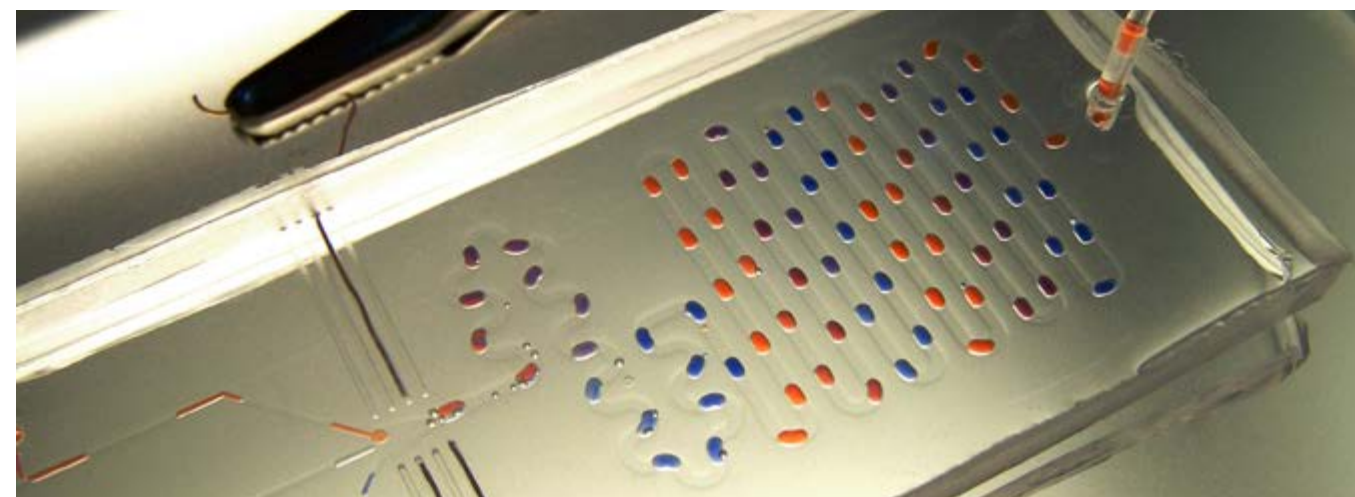
Zajmujemy się fizyką tzw. miękkiej materii. Są to układy, które posiadają strukturę i często bardzo złożone cechy mechaniczne, elektryczne, magnetyczne itd., ale nie są „twardymi” kryształami. Interesujemy się polimerami, ciekłymi kryształami, płynami, a najbardziej – emulsjami, czyli kropelkami. Naszym podstawowym narzędziem pracy są układy mikroprzepływowe. Są to systemy bardzo małych kanalików wyłobionych w szkłe lub polimerach. Światło tych kanalików wynosi od jednej setnej do dziesiątych części milimetra. Projektujemy takie mikrohydrauliczne sieci albo w czystym pomieszczeniu poprzez naświetlanie fotopolimerów, albo stosując mikrofrezowanie. Najbardziej interesuje nas tworzenie kropelek. Malutkich. Największe, z jakimi pracujemy, mają objętość mikrolitra (mniej więcej łąbka szpilki), najmniejsze – kilku pikolitrow (takich zmieściłoby się mnóstwo nawet na czubku szpilki). Staramy się zrozumieć, jak takie krople można tworzyć, w jaki sposób one płyną. Uwielbiamy obserwować mikrożonglerkę dziesiątkami czy tysiącami miniaturowych, ale niezwykle regularnych kropelek.

#### Czy nad tą żonglerką da się zapanować?

Owszem, kontrolowanie kropelek o średnicy ułamka milimetra jest wyzwaniem. Poznajemy fizykę przepływów w tej skali – procesy tworzenia kropelek, ich ruch w kanalikach. Budujemy sterowane komputerowo urządzenia, które pozwalają nam okiełznać złożoność tych procesów i tworzyć mikrokropelki zgodnie z zaprogramowanym protokołem. Umieemy również kontrolować ich ruch, dzielić je na mniejsze, łączyć, prześwietlać i badać, co jest w środku. Wreszcie projektujemy układy, które pozwalają nam wyeliminować komputery. To trochę jak tworzenie mikroprzepływowych pozytywek. W pozytywe w sposób mechaniczny zakodowana jest informacja, np. V Symfonia Beethovena. Aby ją odtworzyć, nie trzeba nic umieć – wystarczy zakręcić korbką. My tworzymy układy mikroprzepływowe, które mają zakodowane protokoły operacji na kropelkach w swojej geometrii – aby wykonać nawet skomplikowane badanie, wystarczy wstrzyknąć płyn do układu.

#### Czy kropelki – a może powinienam powiedzieć „mikrokropelki” – mogą nam się do czegoś przydać?

Chemia, biochemia, mikrobiologia – wszystkie te nauki w praktyce laboratoryjnej posługują się płynami. Pytanie więc sprowadza się do tego: czy warto umieć manipulować bardzo małymi objętościami płynów? Warto. I to z kilku powodów. Po pierwsze, często w biochemii czy diagnostyce medycznej mamy do czynienia z małą ilością próbki, a chcielibyśmy na



niej przeprowadzić możliwie wiele reakcji. Po drugie, zwłaszcza w biotechnologii, czasami chcemy sprawdzić bardzo wiele niezależnych procesów – np. wyszukać najlepsze enzymy z puli miliardów mutantów. Wtedy, siłą rzeczy, im mniejsza będzie pojedyncza reakcja, tym lepiej. Po trzecie, prowadzenie reakcji w bardzo małej objętości ma zalety wykraczające poza oszczędność próbki czy czasu. Malutkie krople mają ogromny stosunek pola powierzchni do zamkniętej w środku objętości – można więc z bardzo dużą efektywnością prowadzić procesy wymagające kontaktu z granicą faz (np. transport przez białka membranowe lub reakcje chemiczne na granicy faz). Mała objętość oznacza też, że szybciej można zaobserwować tworzące się związki chemiczne, bo są w niej „zagęszczone”. Jest to szczególnie korzystne w hodowli i selekcji pojedynczych komórek indywidualnie zamkniętych w kropelkach niewiele większych od nich samych.

#### Jak osiągnąć to w praktyce?

Mamy ogromną satysfakcję, że nasze rozwiązania udaje się wdrażać. W Instytucie Chemii Fizycznej powstały np. dwie firmy technologiczne. Jedna opracowała aparaty do diagnostyki medycznej z kropli krwi, druga – najszybszy na świecie system do identyfikacji patogenów bezpośrednio z próbki fizjologicznej. Członkowie zespołu stworzyli układ, który przeprowadza skomplikowaną procedurę oczyszczenia próbki oraz amplifikacji materiału genetycznego, czyli zwiększenia jego ilości – świadczącego o obecności np. wirusów, bakterii czy antybiotykooporności – w ciągu zaledwie kilkunastu minut.

#### W jaki sposób się to odbywa? Czy mowa jest tutaj ogólnie o bakteriach opornych na antybiotyki, czy o indywidualnych przypadkach zachorowań?

Urządzenie, o którym mówiłem przed chwilą, prowadzi analizy genetyczne – to znaczy jest w stanie wykryć geny umożliwiające bakteriom walkę z antybiotykami. W zastosowaniach klinicznych ważne jest jeszcze sprawdzenie, czy bakterie tę broń wykorzystują. Do tego nie wystarczy analiza genetyczna, trzeba

układ mikroprzepływowy do generowania sekwencji kropelek, każda o innym składzie chemicznym. Kropelki mają objętość około mikrolitra (milionowa część litra).

bakterie namnażać w wielu równoległych hodowlach, każda z innym antybiotykiem i innym stężeniem. Co ciekawe, pojawiło się ostatnio wiele obiecujących doniesień, że tam, gdzie jeden antybiotyk nie jest skuteczny, ich kombinacje lub kombinacje z substancjami pomocniczymi mogą być zabójcze nawet dla najbardziej opornych bakterii. Tylko że tych kombinacji jest naprawdę dużo. To znowu jest szansa dla mikrokropelek. Małych objętości można stworzyć bardzo dużo, potrafimy też programować sekwencje tysięcy kropelek, tak by każda miała inny skład chemiczny. Dodatkowo w małej objętości szybciej można zauważyć, jak prędko przybywa bakterii. Staramy się teraz budować urządzenia pomocne w szukaniu nowych kombinacji leków oraz urządzenia diagnostyczne, które pozwolą wykrywać podatność bakterii z konkretnej próbki (od konkretnego pacjenta) na kombinacje leków.

#### Jak w waszą aktywność wpisuje się Fundacja na rzecz Nauki Polskiej?

Fundacja jest dla mnie najważniejszym mecenasem – wspierała mnie praktycznie od początku mojej drogi naukowej. Tuż po doktoracie otrzymałem stypendium na staż doktorski, potem Fundacja wsparła mój powrót do kraju i organizację grupy badawczej. To istotne, że Fundacja pomaga studentom – zarówno ułatwiając im budowanie infrastruktury i tworzenie środowiska do badań i rozwoju, jak i poprzez nagrody, granty i stypendia wyjazdowe.

Rozmawiała Renata Bubrowiecka

**Prof. Piotr Garstecki** kieruje Grupą Badawczą Mikroprzepływów i Płynów Złożonych w Instytucie Chemii Fizycznej PAN. Został wyróżniony Nagrodą Narodowego Centrum Nauki tytułem Very Important Polish Innovator oraz Orderem Odrodzenia Polski przez prezydenta Bronisława Komorowskiego. Jest autorem ponad stu publikacji naukowych oraz kilkudziesięciu zgłoszeń patentowych. Laureat programów Fundacji na rzecz Nauki Polskiej: KOLUMB (2002), POWROTY/HOMING (2006), TEAM (2008), Mistrz (2012), ERC dla Polski (2012).