

### [Akceptuje](#)

W ramach naszej witryny stosujemy pliki cookies w celu świadczenia państwu usług na najwyższym poziomie, w tym w sposób dostosowany do indywidualnych potrzeb. Korzystanie z witryny bez zmiany ustawień dotyczących cookies oznacza, że będą one zamieszczone w Państwa urządzeniu końcowym. Możecie Państwo dokonać w każdym czasie zmiany ustawień dotyczących cookies. Więcej szczegółów w naszej [Polityce Prywatności](#)

[Portal](#) [Informacje](#) [Katalog firm](#) [Praca](#) [Szkolenia](#) [Wydarzenia](#) [Porównania międzylaboratoryjne](#)  
[Kontakt](#)



**[Laboratoria](#)**  
**[.net](#)**  
**[Innowacje](#)**  
**[Nauka](#)**  
**[Technologie](#)**

[Logowanie](#) [Rejestracja](#) [pl](#)

Newsletter

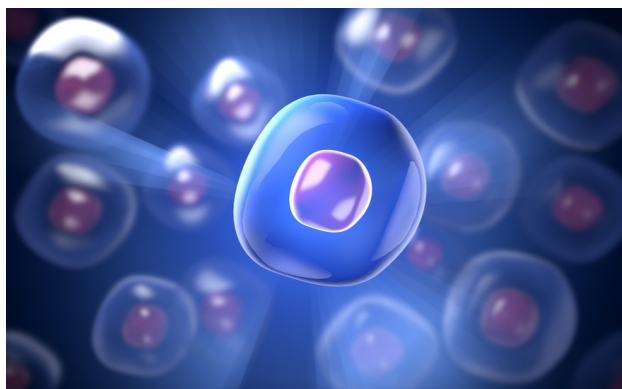
zapisz się



- [Nowe technologie](#)
- [Felieton](#)
- [Tygodnik "Nature"](#)
- [Edukacja](#)
- [Artykuły](#)
- [Przemysł](#)

[Strona główna](#) > [Felieton](#)

## Czy mierzymy na poziom kwantowy?



Biologia już od dawna nie jest prostym

**kolekcjonowaniem roślin czy klasyfikacją następnych gatunków zwierząt. Powoli, ale nieubłaganie ewoluje w kierunku kwantów. I do dalszego rozwoju będzie potrzebowała fizyków oraz chemików, a także odrzucenia wielu aktualnych paradygmatów.**

## **Mirosław Dworniczak**

Jeszcze na przełomie XIX i XX w. biolog miał dość proste życie. Wędrował sobie po świecie, znajdował jakieś nowe gatunki zwierząt czy roślin, opisywał je, klasyfikował i swoje odkrycia opisywał w czasopismach czy książkach, zdobywając uznanie innych uczonych. W tym samym czasie fizyka przeżywała prawdziwą rewolucję. Uznano atomową teorię materii, odkryto elektromagnetyczną naturę światła, a także sformułowano założenia mechaniki kwantowej oraz teorii względności. Te odkrycia zainspirowały do poszukiwań także chemików, którzy stworzyli podstawy chemii kwantowej (Heisenberg, Schrödinger), modelowania molekularnego czy też teorie opisujące przebieg reakcji chemicznych (Arrhenius, Eyring).

Na samym początku XX w. pojawiło się pojęcie biochemii. W 1953 r. Watson i Crick odkryli strukturę helikalną DNA, co rozpoczęło erę biologii molekularnej. Bardzo szybko znaleziono powiązania między kwasami nukleinowymi a białkami, odkrywając „chemiczny szyfr życia”. Wtedy też pojawiły się pierwsze próby powiązania biologii z poziomem submolekularnym – na razie tylko w ramach rozważań stricte teoretycznych.

W 1963 r. Per-Olov Löwdin, chemik teoretyk ze szwedzkiego uniwersytetu w Uppsali, opublikował pracę pt. „Tunelowanie protonu w DNA i jego implikacje biologiczne”. W artykule tym zwrócił uwagę na teoretyczną możliwość występowania efektu tunelowego (patrz ramka) w przypadku protonów wiążących dwie nici DNA. Było to przerzucenie kolejnego pomostu pomiędzy kwantowym poziomem submikro a poziomem makro, czyli biologią klasyczną. Praca ta jednak nie spotkała się ze zbyt szerokim oddźwiękiem w środowisku – być może dlatego że w tamtych czasach nie istniały metody eksperymentalne, które pomogłyby zweryfikować te hipotezy.

## **Fizyk i biolog pracują razem**

Jakiś czas temu spotkało się dwóch naukowców reprezentujących różne dziedziny wiedzy, ale mających wspólną wizję i chęć połączenia wysiłków w celu przerzucenia kolejnych pomostów pomiędzy fizyką kwantową a biologią. Profesor genetyki molekularnej John Joe McFadden był już autorem wydanej w 2000 r. ciekawej książki „Ewolucja kwantowa”. Z kolei fizyk teoretyczny Jim Al-Khalili napisał kilka książek o czarnych dziurach, jądrach atomowych oraz kwantach. Jednym z efektów ich kilkunastoletniej współpracy jest wydana w 2014 r. niesamowicie ciekawa książka „Życie na krawędzi. Era kwantowej biologii” (polskie wydanie: Prószyński 2016).

Nie pretenduje ona oczywiście do miana podręcznika biologii kwantowej – na taką pozycję trzeba będzie zapewne jeszcze kilka lat poczekać – ale można w niej znaleźć sporo bardzo ciekawych informacji zarówno dla biologów, jak i fizyków czy chemików. Wydaje się, że najistotniejszą sprawą jest coś, co można nazwać jednym z fundamentów życia: zależność pomiędzy mechanizmem dziedziczenia a poziomem kwantowym. Co prawda nadal brak na to mocnego jednoznacznego dowodu, ale coraz więcej poszlak wskazuje na to, że sporo mutacji zachodzących w organizmach

żywych nie jest związanych z oddziaływaniem na poziomie makro - np. przez promieniowanie - ale ich źródłem jest efekt tunelowy, który można wyjaśnić wyłącznie na poziomie kwantowym.

W tej samej książce autorzy opisują także wiele innych efektów kwantowych, mających olbrzymi wpływ na organizmy żywe. Jednym z przykładów może być zjawisko magnetorecepcji, czyli zdolności niektórych organizmów żywych do orientowania się w odpowiedni sposób względem ziemskiego pola magnetycznego. Wiemy o motylach czy ptakach, które odbywają corocznie bardzo długie wędrówki, kierując się zmysłem magnetycznym. Coraz więcej dowodów wskazuje, że magnetorecepcja związana jest z obecnością w organizmach barwników z grupy kryptochromów, a dokładniej mówiąc - z tworzeniem par oddziałujących ze sobą rodników (rodnik to cząsteczka chemiczna mająca tzw. niesparowany elektron), które są połączone dzięki efektowi splątania kwantowego. Bardzo prawdopodobne, że właśnie ono pozwala motylom, ptakom czy nawet niektórym ssakom na detekcję bardzo słabego stałego pola magnetycznego Ziemi, a co za tym idzie - nawigację.

Inną istotną sprawą, nad którą pochyłili się autorzy, jest kwestia niesamowitej szybkości reakcji katalizowanych przez enzymy. Wytlumaczenie jej na bazie standardowych modeli reakcji chemicznych było niemożliwe. Są one po prostu zbyt szybkie. Jeśli jednak weźmiemy pod uwagę możliwe efekty kwantowe (znowu - efekt tunelowy), wszystko zaczyna pasować. Bardzo podobny mechanizm odpowiada także za procesy oddychania komórkowego. Mówiąc w skrócie - żyjemy tylko dzięki efektom kwantowym.

### **Sztuczka z fotosyntezą**

Jednym z podstawowych procesów zachodzących w organizmach żywych jest fotosynteza. Na poziomie makro wszystko jest proste - w szkole się uczymy, że pod wpływem światła zachodzi reakcja  $\text{CO}_2$  z wodą, dając cząsteczkę glukozy i tlen. Jeśli jednak zejdziemy niżej, do poziomu chloroplastów, sprawa się komplikuje. Wzbudzona cząsteczka chlorofilu, dzięki której może zajść proces fotosyntezy, jest oddalona od centrum reakcji, do którego musi przekazać energię. Problem polega na tym, że chlorofil nie wie, w którą stronę tę energię wysłać, a więc w zasadzie efektywność tego transferu powinna być niska. Tymczasem z badań doświadczalnych wiemy, że jest bardzo wysoka. Jak to się dzieje? Okazuje się, że tutaj też trzeba się posłużyć mechaniką kwantową. Energia jest przekazywana w postaci tzw. ekscytonu, czyli kwazicząstki złożonej z elektronu i dziury elektronowej (dziura elektronowa to wolne miejsce po elektronie; można ją traktować jako coś w rodzaju cząstki - nośnika wirtualnego ładunku dodatniego). W 2007 r. zostały wykonane dość skomplikowane doświadczenia modelowe, które jednoznacznie dowiodły, że ekscyton utworzony dzięki energii światła porusza się w wielu kierunkach, trafiając w końcu tam, gdzie powinien, niezależnie od obranej drogi. Brzmi dziwnie i zaskakująco? Tak musi brzmieć, bo to jest poziom kwantowy i tam nic nie wygląda normalnie. W dodatku dosłownie brzmieć, ponieważ w tych eksperymentach zarejestrowano zjawisko, które nazywamy kwantowym dudnieniem. Można je próbować przyrównać do dwóch strun gitary, które są prawie idealnie nastrojone. Jeśli obie wprawimy w ruch, usłyszymy właśnie dudnienie. Ekscyton błądzi w poszukiwaniu centrum reakcji, ale jest to błędzenie kwantowe, co powoduje, że energia nie ulega rozproszeniu, tylko dociera na miejsce bez większych strat. Doświadczenia te są uznawane za jeden z kamieni węgielnych biologii kwantowej. W ciągu kilku lat wiele innych zespołów opublikowało prace doświadczalne, w których potwierdzono, że fotosynteza w różnych układach opiera się na przenoszeniu energii bazującym na zjawiskach czysto kwantowych.

**Więcej w miesięczniku „Wiedza i Życie” nr [07/2016](#) »**

<http://laboratoria.net/felieton/25747.html>

**Informacje dnia:** [Zdrowych i Pogodnych Świąt Bożego Narodzenia Zapraszamy na wyjątkową edycję Targów PCI Days 2025! Zawał już dawno przestał być chorobą mężczyzn Świąteczna apteczka Radioaktywny pluton się nie ukryje Złoty Medal Chemii przyznany po raz 14 Zdrowych i Pogodnych Świąt Bożego Narodzenia Zapraszamy na wyjątkową edycję Targów PCI Days 2025! Zawał już dawno przestał być chorobą mężczyzn Świąteczna apteczka Radioaktywny pluton się nie ukryje Złoty Medal Chemii przyznany po raz 14 Zdrowych i Pogodnych Świąt Bożego Narodzenia Zapraszamy na wyjątkową edycję Targów PCI Days 2025! Zawał już dawno przestał być chorobą mężczyzn Świąteczna apteczka Radioaktywny pluton się nie ukryje Złoty Medal Chemii przyznany po raz 14](#)

## **Partnerzy**