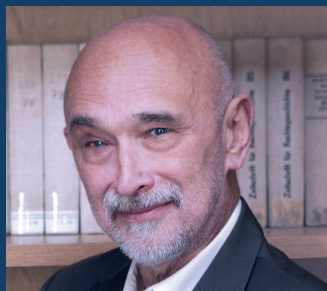




Fundacja na rzecz
Nauki Polskiej



2022

Laureaci Nagród

Fundacji na rzecz Nauki Polskiej



Fundacja na rzecz
Nauki Polskiej

2022

Laureaci Nagród

Fundacji na rzecz Nauki Polskiej

Wspierać najlepszych, aby stali się jeszcze lepsi

Warszawa 2022

Nagrodę FNP mogą otrzymać: uczeni, których osiągnięcie zostało dokonane w Polsce, uczeni pracujący poza granicami Polski, pod warunkiem, że dokonali odkrycia naukowego potwierdzonego publikacjami afiliowanymi w polskiej jednostce, oraz uczeni, których osiągnięcie dotyczy problematyki polskiej.

Nagrody są przyznawane w czterech obszarach: nauk o życiu i o Ziemi, nauk chemicznych i o materiałach, nauk matematyczno-fizycznych i inżynierskich oraz nauk humanistycznych i społecznych. Przyznaje je Rada FNP. Wysokość nagrody dla jednego laureata wynosi 200 tys. zł.

W roku 2022 Nagrody FNP zostały przyznane po raz 31.

Grono laureatów, łącznie z tegorocznymi nagrodzonymi, liczy obecnie 113 osób.

Dzięki towarzyszącemu Nagrodom Fundacji zainteresowaniu środowiska naukowego i mediów osiągnięcia laureatów Nagród FNP zyskują społeczne uznanie, przyczyniając się tym samym do promocji i budowania prestiżu polskiej nauki.

Chcielibyśmy, aby osoby laureatów, ich zaangażowanie w pracę badawczą i konsekwencja w realizowaniu powołania uczonego stanowiły wzór oraz inspirację dla wszystkich pokoleń uczonych.

**L A U R E A C I
N A G R Ó D
F N P
2 0 2 2**

W OBSZARZE NAUK O ŻYCIU I O ZIEMI:

prof. Marcin Nowotny

*z Międzynarodowego Instytutu Biologii Molekularnej
i Komórkowej w Warszawie*

za wyjaśnienie molekularnych mechanizmów
rozpoznawania uszkodzeń DNA oraz ich naprawy

W OBSZARZE NAUK CHEMICZNYCH I O MATERIAŁACH:

prof. Bartosz Grzybowski

*z Instytutu Chemii Organicznej PAN w Warszawie
i Ulsan National Institute of Science and Technology w Ulsan
(Republika Korei)*

za opracowanie i empiryczną weryfikację algorytmicznej
metodyki planowania syntezy chemicznej

W OBSZARZE NAUK MATEMATYCZNO-FIZYCZNYCH I INŻYNIERSKICH:

nagrody nie przyznano

W OBSZARZE NAUK HUMANISTYCZNYCH I SPOŁECZNYCH:

prof. Adam Łajtar

z Wydziału Archeologii Uniwersytetu Warszawskiego

za interpretację źródeł epigraficznych, ukazującą religijne
i kulturowe aspekty funkcjonowania średniowiecznych
społeczności zamieszkujących Dolinę Nilu



Prof. Marcin Nowotny

Laureat Nagrody FNP 2022
w obszarze nauk o życiu i o Ziemi
za wyjaśnienie molekularnych
mechanizmów rozpoznawania
uszkodzeń DNA oraz ich naprawy

Urodził się w Warszawie w 1973 roku. Studia na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego ukończył w 1998 roku. Stopień doktora uzyskał w 2002 roku w Instytucie Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN w Warszawie, a habilitację jedenaście lat później w Instytucie Biochemii i Biofizyki PAN w Warszawie. Tytuł profesora otrzymał w 2020 roku.

W latach 2003–2008 pracował w Narodowych Instytutach Zdrowia (National Institutes of Health, NIH) w Bethesda w USA. W roku 2008, po wygraniu międzynarodowego konkursu, został szefem Laboratorium Struktury Białka w Międzynarodowym Instytucie Biologii Molekularnej i Komórkowej w Warszawie.

Dorobek naukowy prof. Nowotnego był wielokrotnie nagradzany. Do otrzymanych przez niego najważniejszych nagród i wyróżnień należą: Nagroda Prezesa Rady Ministrów za pracę doktorską (2003), EMBO Installation Grant (2003), Howard Hughes Medical Institute Early Career Scientist Award (2012), Krzyż Kawalerski Orderu Odrodzenia Polski (2013) oraz stypendium Academia Europaea Burgen Scholar (2013). W marcu 2020 roku prof. Nowotny wraz z 18 partnerami z Europy otrzymał grant Exscalate4CoV z programu Horyzont 2020 na poszukiwanie skutecznej terapii przeciwko wirusowi SARS-CoV-2.

Obok działalności naukowej prof. Nowotny angażuje się również w organizację nauki w Polsce. W latach 2018–2020 pełnił funkcję członka, a następnie przewodniczącego Komitetu Polityki Naukowej przy Ministrze Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Jest także członkiem wielu międzynarodowych towarzystw naukowych, takich jak Academia Europaea czy European Molecular Biology Organization. Jest laureatem programów Fundacji na rzecz Nauki Polskiej: START, Idee dla Polski, Stypendia Konferencyjne oraz TEAM.

Badania prof. Marcina Nowotnego dotycząca zależności między strukturą a funkcją białek przetwarzających kwasy nukleinowe – DNA i RNA. Są to białka, które uczestniczą w syntezie, przetwarzaniu oraz utrzymaniu stabilności kwasów nukleinowych.

Prace prof. Marcina Nowotnego wnoszą fundamentalny wkład w poznanie molekularnych mechanizmów powstawania uszkodzeń DNA oraz ich naprawy. Za badania w tym obszarze otrzymał nagrodę Fundacji na rzecz Nauki Polskiej 2022.

W trakcie życia organizmu materiał genetyczny kodowany w DNA i znajdujący się w jego komórkach ulega różnym uszkodzeniom. Dochodzi do nich podczas dzielenia się komórek, a także wskutek działania różnych czynników środowiskowych, takich jak np. promieniowanie ultrafioletowe czy obecność różnych szkodliwych związków chemicznych. W każdej komórce codziennie powstaje wiele tysięcy takich usterek. Dlatego komórki są wyposażone w skomplikowane i niezwykle precyzyjne mechanizmy naprawcze, które na bieżąco rozpoznają i usuwają uszkodzenia w DNA. Inaczej błędy gromadzące się w strukturze kwasów nukleinowych uniemożliwiłyby sprawne funkcjonowanie komórek, a w konsekwencji tkanek, organów i całych organizmów. Zaburzenia w naprawie DNA, czyli brak stabilności DNA, są jednym z powodów powstawania i rozwoju nowotworów, chorób neurodegeneracyjnych, a także starzenia się.

Prof. Marcin Nowotny opisał strukturę, scharakteryzował funkcję i wyjaśnił mechanizm działania kilku kluczowych dla biologii komórki białek i kompleksów białkowych, które wchodzą w interakcje z kwasami nukleinowymi i uczestniczą w naprawie DNA. Wyniki tych prac zostały opisane w wysoko cytowanych publikacjach naukowych.

Jedną z grup enzymów uczestniczących w naprawie DNA, którą opisał prof. Nowotny, są tzw. resolwazy, czyli białka zaangażowane w jedną ze ścieżek naprawy DNA – tzw. rekombinację homologiczną DNA. Jest to ważny proces, zachodzący w komórkach wszystkich organizmów zawierających DNA, od wirusów po ludzi, polegający na wymianie pewnych fragmentów DNA pomiędzy dwoma homologicznymi (podobnymi lub identycznymi) cząsteczkami tego kwasu. Rekombinacja homologiczna jest uniwersalnym, wszechobecnym mechanizmem stosowanym przez komórki m.in. do dokładnej naprawy pęknięć obu nici DNA, które są wyjątkowo niebezpieczne dla komórki. Aby spełniła swoje zadania, rekombinacja homologiczna nie może

być niedokładna ani powodować mutacji. Prof. Nowotny zbadał i scharakteryzował strukturę i funkcję resolwazy bakteryjnej o nazwie RuvC, uczestniczącej w rekombinacji homologicznej. Badania te pozwoliły na zrozumienie mechanizmu działania tego enzymu, które polega na koordynowaniu nacięć w niciach DNA.

Inne opisane przez prof. Nowotnego białka biorące udział w naprawie DNA to m.in. nukleazy (czyli enzymy rozcinające nić DNA) o nazwach SLX1 oraz Rad2. Są to enzymy działające w komórkach eukariotycznych, do których należą m.in. komórki ludzkie. Nukleaza Rad2 jest zaangażowana w wycinanie fragmentu DNA zawierającego uszkodzenie. Na tym nie kończy się obszar badań prof. Nowotnego nad enzymami oddziałującymi z DNA w różnych ścieżkach naprawy genomu – liczba i zakres tych białek scharakteryzowanych przez laureata jest imponujący.

Do określania struktury białek i ich kompleksów z DNA prof. Nowotny wykorzystuje najnowsze metodologie biochemiczne w połączeniu z krystalografią rentgenowską, a ostatnio także mikroskopią elektronową w reżimie kriogenicznym (cryo-EM).

Badania naukowe dotyczące działania białek naprawiających DNA nie tylko zwiększają nasze zrozumienie tego, co dzieje się wewnątrz komórek, ale mają też duże znaczenie praktyczne. Ponieważ uszkodzenia DNA przyczyniają się do powstawania i rozwoju m.in. nowotworów i chorób neurozwyrodnieniowych, białka naprawiające te uszkodzenia i utrzymujące stabilność genomu mogą stać się celami do tworzenia leków skutecznych w terapiach tych chorób. Wiadomo, że komórki nowotworowe mają zakłócone mechanizmy naprawy DNA, przez co są bardziej wrażliwe na jego uszkodzenia, nie potrafią sobie z nimi radzić i umierają. Wiele z obecnie stosowanych leków przeciwnowotworowych uszkadza DNA i w ten sposób doprowadza do śmierci komórek nowotworowych. Możliwość jeszcze mocniejszego zablokowania mechanizmów naprawczych w komórkach nowotworowych zwiększyłaby skuteczność działania leków onkologicznych. Jest to stosunkowo nowa koncepcja i obiecująca ścieżka rozwoju leków przeciwnowotworowych, w którą doskonale wpisują się badania prowadzone przez Laureata Nagrody FNP.

Z prof. Marcinem Nowotnym rozmawia Patrycja Dołowy

PATRYCJA DOŁOWY: Nagrodę Fundacji na rzecz Nauki Polskiej otrzymałeś za wyjaśnienie molekularnych mechanizmów rozpoznawania uszkodzeń DNA oraz ich naprawy. To obszar biologii, ale na początku była chemia.

MARCIN NOWOTNY: Dla mnie zarówno chemia, jak i biologia są absolutnie fascynujące. Pracuję na pograniczu obu dyscyplin. Biologia strukturalna, którą się zajmuję, jest jednym z najlepszych przykładów tego, jak biologia i chemia właściwie stanowią jedność. W biologii strukturalnej badamy procesy biologiczne na poziomie pojedynczych atomów. Sprawdzamy, jak cząsteczki biologiczne są zbudowane, jak pojedyncze atomy się w nich układają i jak to chemiczne ułożenie wpływa na procesy, w których cząsteczki biorą udział w komórce. Moja droga naukowa polegała na świadomym dążeniu, krok po kroku, do takiego etapu, w którym obie dyscypliny mogę scalać w swoich badaniach w jedno.

Byłeś tego świadomy, zaczynając studia na Wydziale Chemii UW?

Już na trzecim roku studiów. Dostałem wtedy stypendium i pojechałem na roczny staż do Stanów Zjednoczonych. Kursy, w których tam wziętem udział, wykłady, na które chodziłem, to była biologia, łącznie z biologią komórki. Tu, w moim gabinecie, gdzie rozmawiamy, wciąż mam na półce kultowy podręcznik *The Molecular Biology of the Cell*, z którego się uczyłem w Stanach. Pożerałem go. Był 1995 rok. Już w połowie studiów wiedziałem, że będę chciał łączyć te dyscypliny. Moja praca magisterska była wykonywana częściowo na Wydziale,

a częściowo w Instytucie Nenckiego, w pracowni prof. Macieja Nałęcz, który bardzo mnie wspierał, pod opieką prof. Adama Szewczyka. W tym instytucie potem robiłem doktorat z biochemii białek. Moim promotorem był prof. Jacek Kuźnicki.

Masz poczucie, że wiele mu zawdzięczasz?

Byłem w dość szczęśliwej sytuacji – miałem wybór, w której pracowni chcę realizować doktorat. I bardzo świadomie wybrałem pracownię Jacka Kuźnickiego po tym, jak zapoznałem się z jego pracami, z charakterem i rodzajem badań naukowych, które realizował. To była biochemia białek na wysokim poziomie – dużo biologii molekularnej opartej na nowoczesnych metodach przygotowywania rekombinowanego DNA. Prężna, nowoczesna pracownia. Zostałem w niej tak wyszkolony, że gdy w 2003 roku pojechałem na staż podoktorski do Narodowych Instytutów Zdrowia (NIH) w Bethesda w Stanach Zjednoczonych, mimo że zaczynałem pracę w nowej dyscyplinie – biologii strukturalnej, to moje umiejętności w żaden sposób nie odbiegały od tego, co umieli moi nowi koledzy. Krystalografia była dla mnie nowa, ale z biochemii białek, oczyszczania byłem świetnie przygotowany. Tutaj chcę też wspomnieć prof. Annę Filipek, od której dużo się nauczyłem. W laboratorium Jacka panowała atmosfera oparta na tym, że nauka i jej jakość są najważniejsze. Koncentrowaliśmy się na tym, co naprawdę istotne.

A wyposażenie laboratorium? Mieliście dostęp do najnowocześniejszych metod? Chyba musiała być wtedy różnica między nauką w Polsce a w Stanach?

Narodowe Instytuty Zdrowia, a kiedy tam pojechałem, to były ich złote czasy, to miejsce, gdzie naukowo wszystko jest możliwe. Możesz sobie wyobrazić, co byłoby ci potrzebne do badań naukowych, i to jest zapewnione. Jest tam na przykład taki „supermarket”: bierzesz koszyk i idziesz alejkami z gotowymi żelami do analizy białek, roztworami. Nie musisz tych żeli i roztworów robić. Bierzesz to, czego potrzebujesz, wrzucasz do koszyka, idziesz do

laboratorium i robisz doświadczenia. Oczywiście, że była różnica w warunkach pracy. A jednak w pracowni Jacka w Instytucie Nenckiego było naprawdę bardzo dobre finansowanie i nie odczuwaliśmy braków czy ograniczeń. Gdy coś było potrzebne, to się to po prostu zamawiało. Oczywiście w Polsce wiele się zmieniło przez te 25 lat, kiedy pracuję naukowo. Lecz i dziś tak jest, i wtedy tak było, że ci, którzy są naprawdę skupieni na nauce, na jej jakości, dobrze publikują, robią ciekawe rzeczy, nie mają problemu z finansowaniem. Mają warunki zbliżone do kolegów za granicą. Ogólne niedofinansowanie nauki w Polsce jest faktem, natomiast dzięki FNP, NCN czy innym źródłom finansowania ci, którzy koncentrują się na nauce, mogą pracować w dobrych warunkach.

Czy w Stanach też miałeś ważnych mentorów?

Walter Chazin, później zresztą szef rady Międzynarodowego Instytutu Biologii Molekularnej i Komórkowej w Warszawie, bardzo mnie wspierał, gdy jeszcze robiłem doktorat. Byłem u niego na kilku stażach na Uniwersytecie Vanderbilt w Stanach. To on skierował mnie na staż podoktorski do Wei Yang – mojej przyszłej mentorki. Dużo zawdzięczam i jemu, i jej. Z Wei Yang wciąż mamy dobre bliskie relacje. U niej w laboratorium nauczyłem się myśleć z perspektywy biologii strukturalnej: rozwiązywać i interpretować struktury przestrzenne białek, także w kontekście kompleksów z kwasami nukleinowymi. Pod względem merytorycznym tamten pobyt w Stanach właściwie zdeterminował resztę mojej kariery naukowej, bo wyjeżdżając na staż podoktorski, zmieniłem tematykę badań. U Jacka Kuźnickiego zajmowałem się białkami wiążącymi wapń, u Wei zacząłem prowadzić badania strukturalne białek, które oddziałują z kwasami nukleinowymi – RNA i DNA.

Czyli zajęłeś się tym, co później w różnych kierunkach i na różnych poziomach rozwijałeś w swojej pracy naukowej.

Tak, do tej pory kontynuuję badania w tych obszarach. U Wei badałem białko – RNazę H – wykrywające bardzo specyficzny

rodzaj kwasu nukleinowego, w którym jego dwa rodzaje łączy się ze sobą. Jedną z nici podwójnej helisy jest nicią RNA, a druga – nicią DNA. Takie kwasy nazywa się hybrydami RNA-DNA. Występują one w pewnych konkretnych sytuacjach w komórce, np. wtedy, kiedy DNA jest kopiowane podczas podziałów komórki lub kiedy geny są odczytywane. Występują też na niektórych etapach namnażania się retrowirusów, takich jak wirus HIV. RNaza H jest głównym enzymem, który rozpoznaje te mieszane kwasy nukleinowe i tnie nić RNA. Na przełomie lat 80. i 90. Wei, jako doktorantka, rozwiązała pierwszą strukturę przestrzenną tego białka. To była przełomowa praca, ponieważ do rozwiązania tej struktury zastosowała nową, wtedy zupełnie przełomową metodę rozwiązywania struktur opartą na atomach selenu. Technika ta stała się potem podstawowym narzędziem w rozwiązywaniu struktur przestrzennych białek. Chodziło o konkretne rozwiązywanie problemu fazowego – to techniczny etap rozwiązywania struktury, który jest bardzo trudny. Metoda użyta przez Wei spowodowała, że stało się to dużo łatwiejsze. Tysiące laboratoriów na świecie zaczęło stosować tę metodę.

Świetnie trafiłeś!

Przez kilkanaście lat wiadomo było, jak to białko – RNaza H – wygląda, ale nikt nie był w stanie zrozumieć, jak działa. Co się dzieje, gdy już przyczepi się do kwasu nukleinowego, który ma rozciąć. Pracując u Wei, rozwiązałam pierwsze struktury przestrzenne RNazy H, która związała kwas nukleinowy. Dzięki temu mogliśmy wyjaśnić, w jaki sposób białko „wie”, że jedna nić to jest RNA, a druga to DNA. Byliśmy w stanie z ogromną precyzją, bo te struktury były rozwiązywane z bardzo dużą rozdzielczością, czyli dużą liczbą szczegółów, zobaczyć, jak działa chemia tego cięcia RNA. To było dość przełomowe odkrycie. Również dlatego, że RNaza H jest blisko spokrewniona z całą masą innych enzymów, które robią podobne rzeczy – przecinają kwasy nukleinowe. Wiedza, którą myśmy posiadli, jeśli chodzi o sposób działania tego enzymu, okazała

się uniwersalna. Jednym z takich enzymów jest na przykład Cas9, stanowiący centralny element technologii CRISPR-Cas9, za którą niedawno została przyznana Nagroda Nobla. Okazuje się, że wszystkie te enzymy używają bardzo podobnej chemii do przecinania kwasu nukleinowego i że w te reakcje zaangażowane są dwa jony metalu dwuwartościowego, konkretnie magnezu.

To naprawdę przełomowe badania.

I trampolina, która pozwoliła mi rozwinąć własną działalność badawczą. Te odkrycia spowodowały też, że to był bardzo produktywny *post-doc*, miałem na koncie sporo publikacji i z takim CV mogłem wiele zdziałać. Mogłem na przykład kontynuować karierę w Stanach.

Nie chciałeś?

Chciałem. Rozwahałem to. Mogłem. Ale ciągnęło mnie do powrotu do Polski. Również z osobistych względów – tęskniłem za Polską po prostu. Jednak tak naprawdę główną szansą i powodem, który skłonił mnie do tego, żeby wrócić, było powstanie Międzynarodowego Instytutu Biologii Molekularnej i Komórkowej w Warszawie. Jacek Kuźnicki był jego dyrektorem właściwie od początku. Dla niego nauka i jej jakość zawsze były najważniejsze i ta filozofia stała się podstawą funkcjonowania instytutu. Zostały stworzone bardzo dobre podstawy prawne jego działania, to było dobrze wymyślane. Instytut stwarzał doskonałe warunki do pracy naukowej.

Do tej pory instytut jest wyjątkowym miejscem uprawiania nauki w Polsce.

W tej chwili w mojej dyscyplinie istnieje już kilka miejsc o podobnym sposobie działania do naszego. Jednym z pionierskich był Instytut Biotechnologii i Biologii Molekularnej na Wydziale Biologii UAM w Poznaniu. Jest Małopolskie Centrum Biotech-

nologii na UJ w Krakowie, Instytut iMOL PAN w Warszawie. Trzeba dodać, że FNP też robi bardzo dużo dla propagowania nowoczesnych zasad działania instytucji naukowych, np. przez bardzo cenny program Międzynarodowych Agend Badawczych. Ten sposób działania stopniowo przenika do kolejnych instytucji, natomiast jest to proces bardzo powolny, jeśli patrzymy na cały system. W Polsce to jest nadal unikatowe, natomiast sposób działania MIBMiK to na Zachodzie absolutne ABC. Rzeczy, których nie trzeba nikomu tłumaczyć.

Na przykład?

Na przykład to, że istnieje klarowna struktura grup badawczych. Bardzo jasny podział, kto odpowiada za jaką część badań. Albo to, że kierownicy grup badawczych są zatrudniani w otwartym międzynarodowym konkursie i mają pełną swobodę prowadzenia swoich badań, ale biorą za ich efekt pełną odpowiedzialność. To, że w kluczowych dla Instytutu kwestiach, takich jak na przykład decyzja o zatrudnieniu kierowników czy ewaluacja ich działalności, wiodącą rolę odgrywa międzynarodowy komitet doradczy. Akurat w MIBMiK skupia on wielkie nazwiska, łącznie z laureatami Nagrody Nobla. W krajach, w których nauka jest na bardzo wysokim poziomie, to są sprawy oczywiste. Ważne jest również, że przytłaczająca większość działalności w naszych pracowniach jest finansowana ze źródeł grantowych. I nie odkrywam Ameryki, mówiąc z przekonaniem, że to się sprawdza. I na Zachodzie, i u nas. Instytut znowu dostał kategorię A+, możemy być dumni z naszych osiągnięć.

Macie wymierne wyniki – publikacje, nagrody.

Ale to jest też doskonałe miejsce do pracy – świetne środowisko pod względem wyposażenia, warunków, tego, że administracja instytutu jest niesamowicie profesjonalna i przyjazna, co jest rzadkością w polskim systemie. To wszystko bierze się właśnie stąd, że w naszym instytucie wyznajemy podobną hierarchię wartości, w której efektywność prowadzenia

badani naukowych, a co za tym idzie – efektywność wydawania publicznych pieniędzy, jest na absolutnie pierwszym miejscu. I wszystko jest temu podporządkowane. Gdyby nie istnienie Międzynarodowego Instytutu, nie wiem, czy zdecydowałbym się na powrót do Polski. Miałem wielkie szczęście, że tak to się poukładało. W 2006 roku był konkurs, który wygrałem. Przyjechałem w styczniu 2008 r. i zacząłem organizację pracowni. Miałem puste laboratorium i musiałem to wszystko zbudować od podstaw.

Zebrać zespół?

Tak, i zdobyć środki na badania, to część naszej pracy. Przez pierwsze kilkanaście lat utrzymywaliśmy się głównie z grantów zagranicznych, np. fundacji Wellcome Trust z Wielkiej Brytanii, potem z grantu ERC i programu dla naukowców na wczesnych etapach samodzielnej kariery Howard Hughes Medical Institute.

Dzięki tym grantom przez wiele lat prowadziłeś badania, których rezultaty są niezwykle cenione na świecie. Wróćmy do białek działających na kwasy nukleinowe.

Każda komórka niesie przepis na swoją budowę. Ten przepis to jest genom. W bardzo długiej cząsteczce DNA, czyli kwasu dezoksyrybonukleinowego, pod postacią długiego ciągu znaków złożonego z czterech literek zapisana jest instrukcja budowy każdej komórki. DNA to substancja chemiczna – długa nić, która może ulegać uszkodzeniom – na przykład pękać. Mogą się też do niej przyczepiać różne grupy chemiczne. To się może dziać pod wpływem różnych czynników, np. promieniowania ultrafioletowego. Gdy pojawiają się uszkodzenia, o ile nie zostaną naprawione, komórka przestaje funkcjonować. Nie jest w stanie produkować białek, które są potrzebne do jej normalnego funkcjonowania. Jeśli komórka przetrwa, a uszkodzenia nie zostaną w sposób poprawny usunięte, to nasz przepis może zacząć kumulować literówki, czyli mutacje. A te są

bardzo groźne, bo mogą rozregulować całe funkcjonowanie komórki. Mogą uszkodzić albo zaktywować jakiś czynnik, który reguluje np. namnażanie się komórek. Taki proces ma miejsce u wyższych organizmów w procesie nowotworzenia. Pojawiają się mutacje, potem kolejne, które pogłębiają ten proces, aż wreszcie pojawiają się komórki, które się dzielą w sposób niekontrolowany i powstaje nowotwór. A więc procesy, które badamy, mają znaczenie zupełnie podstawowe. Zachowanie integralności przepisu – materiału genetycznego jest kluczowe dla przetrwania komórki. Dlatego każdy żywy organizm posiada całą paletę różnych bardzo efektywnych mechanizmów wykrywania i naprawy uszkodzeń w DNA.

O jakiej efektywności mówimy?

W ciągu dnia w jednej ludzkiej komórce mogą się pojawić nawet setki tysięcy uszkodzeń DNA i one są naprawiane, a komórki dalej funkcjonują. Naszym celem było zrozumienie, jak te procesy zachodzą. Użyliśmy do tego metod biologii strukturalnej. Określiśmy struktury przestrzenne na poziomie poszczególnych atomów dla białek, które są w to zaangażowane, szczególnie u bakterii, ale również w niektórych przypadkach u wyższych organizmów – u ludzi. Określiśmy strukturę białka, które skanuje DNA bakterii i sprawdza, gdzie coś potencjalnie jest nie tak, gdzie struktura i stabilność DNA jest zaburzona. To białko potrafi wykrywać ogromną liczbę bardzo różnych, chemicznie zupełnie ze sobą niespokrewnionych uszkodzeń DNA. Zastanawialiśmy się, jak to się dzieje. Okazało się, że to białko tak naprawdę sprawdza elastyczność DNA, próbuje je trochę odkształcić. Uszkodzone DNA jest mniej sztywne, więc kiedy to białko znajdzie taki elastyczny region, „zaprasza swoich kolegów” – następne białka, które weryfikują, czy rzeczywiście coś tam źle działa. Te następne mechanizmy – weryfikacji przez kolejne enzymy też opisaliśmy. To przykład tylko jednego z projektów, który zrealizowaliśmy. Określiśmy strukturę przestrzenną enzymu, który jest RNazą H, ale specjalną. Okazało się, że w materiale genetycznym, który normalnie składa się

z DNA, znajdują się też rybonukleotydy, czyli elementy budulcowe RNA. RNA zwykle bierze udział w odczytywaniu materiału genetycznego, a nie jego przechowywaniu. Rybonukleotydy łatwo reagują z wodą. Przez to w miejscu ich występowania kwas nukleinowy często pęka. Więc jeżeli jest ich bardzo dużo w DNA i nie są usuwane, materiał genetyczny staje się kruchy i to jest bardzo groźne.

Udało się Wam określić mechanizm działania RNazy H, która wykrywa te pojedyncze rybonukleotydy DNA i zaczyna proces ich usuwania?

Ten mechanizm jest bardzo ciekawy, bo różnica między RNA a DNA jest niewielka – polega na obecności jednej dodatkowej grupy chemicznej w RNA złożonej z atomu tlenu i z atomu wodoru. A nasze białko znajduje to miejsce występowania RNA i bardzo specyficznie nacina kwas nukleinowy dokładnie w tym miejscu, tak żeby kolejne białka mogły dokonać usunięcia tego nukleotydu. To, jak to się dzieje, było wielką zagadką, którą udało się rozwikłać dzięki określeniu struktury przestrzennej białka przyczepionego do tego fragmentu DNA z pojedynczym rybonukleotydem. Właśnie dzięki temu, że nasze metody, czyli krystalografia białek, a obecnie mikroskopia elektronowa w reżimie kriogenicznym, pozwalają określać strukturę budowy cząsteczek na poziomie poszczególnych atomów z ogromną precyzją. Jesteśmy w stanie zrozumieć chemię, która tam się odbywa, jak cząsteczki najpierw wiążą się ze sobą, jak zaczynają się kleić do siebie w specyficzny sposób, który zapewni właściwy rezultat, a następnie, jak zachodzi sama chemia reakcji wycinania rybonukleotydu.

Czyli wracamy do połączenia między biologią a chemią, które dopiero pozwala zrozumieć. Dzięki mikroskopii elektronowej podglądacie życie na poziomie molekularnym.

Mikroskopia elektronowa istnieje już ponad wiek i od jakiegoś czasu używa się jej do podglądania białek. Jednak przez lata

wiodącą metodą, która pozwoliła określić struktury dziesiątek tysięcy białek, była krystalografia. Polega na tym, że używa się mikrokryształ białka, oświetla się go promieniowaniem rentgena i ze wzoru, jaki powstaje na skutek załamania tego promieniowania w kryształ, można obliczyć położenie poszczególnych atomów. Metoda ta ma jednak kilka technicznych trudności. Najważniejszą z nich, która bardzo ogranicza jej zastosowanie, jest konieczność uzyskania kryształów. Nie każde białko jest w stanie takie kryształy tworzyć. A im bardziej skomplikowane białko czy kompleks białek, tym trudniej upakować je w kryształ, bo cząsteczka staje się bardziej nieregularna i elastyczna. Wyobraźmy sobie układanie jabłek w skrzynce. Im bardziej owoce będą się różnić kształtem między sobą, tym trudniej będzie je upakować. Tylko jeśli wszystkie jabłka będą miały identyczny kształt i identyczną strukturę, będzie można je regularnie, łatwo ułożyć. Tak samo jest z kryształem. Alternatywą dla krystalografii była mikroskopia elektronowa. Pozwalała uzyskiwać ogromne powiększenia – o dziesiątki tysięcy razy, a to już są powiększenia, które pozwalają na kliszy fotograficznej albo na detektorze kamery uzyskać obrazy pojedynczych cząsteczek białek. Jednak ta metoda też była obciążona problemami.

Na czym one polegały?

Tak powiększone obrazy były bardzo niewyraźne i struktury, które uzyskiwano, miały bardzo mało szczegółów. W zasadzie były to tylko zarysy cząsteczek. Nie do końca wiadomo dlaczego, ale cząsteczki drgają w próbce i to rozmywa obraz. Mniej więcej koło roku 2013 pojawiły się pierwsze struktury, które udało się określić z bardzo dużą rozdzielczością. Było to możliwe nie tylko dzięki stopniowemu rozwojowi mikroskopu elektronowego, który stał się bardziej stabilny, a elementy optyczne doskonalsze, ale pojawiły się też bardzo czułe kamery, pozwalające na szybką rejestrację obrazów. Dzięki tym kamerom można było rejestrować nie tyle obrazy z kilkusekundową ekspozycją, ile filmy – poszczególne klatki, na przykład 24

klatki na sekundę. Gdy takie klatki nałoży się odpowiednio na siebie, można poradzić sobie z rozmażanym obrazem. Do tego pojawił się specjalny *software* do przetwarzania danych i nagle zaczęliśmy z użyciem mikroskopu uzyskiwać takie rozdzielczości, z taką liczbą szczegółów, jaką dawała krystalografia.

I to był przełom?

Ogromny. Nazwano to rewolucją rozdzielczości – *resolution revolution*. Pojawiło się całe nowe pole określania struktur przestrzennych. Takim koronnym przykładem, jednym z najbardziej spektakularnych, jest spliceosom. To taka maszyna w komórkach wyższych organizmów, w ludzkich też, która, nie wnikając w szczegóły, odpowiada za jeden z kluczowych etapów odczytywania informacji genetycznej. Święty Graal biologii strukturalnej. Przez wiele lat ludzie próbowali zrozumieć, jak jest zbudowany spliceosom. Nie udawało się uzyskać kryształów, bo jest to cząsteczka bardzo skomplikowana, złożona z kilkudziesięciu białek i RNA. A potem przyszła ta rewolucja w mikroskopii elektronowej i nagle kilka grup na świecie, które od lat pracowały nad tym zagadnieniem, w ciągu dosłownie kilku lat uzyskało atomowe obrazy wszystkich istotnych etapów działania spliceosomu. Dziś już wiemy, jak dokładnie działa ten niesamowicie skomplikowany mechanizm. Przypuszczam, że będzie za to Nobel. Zresztą za samą mikroskopię elektronową wysokiej rozdzielczości już została przyznana ta nagroda, w 2017 roku. Fascynujące, jak szybko od momentu wdrożenia tych metod.

Takich przełomowych wyników badań, i w Stanach, i w Polsce miałeś wiele. Czy gdy dokonujesz przełomu, myślisz od razu o tym, że to się do czegoś przyda, czy to bardziej satysfakcja naukowca, który odkrywa ciekawe rzeczy?

Mam głębokie przekonanie, że jedną z najsilniejszych sił napędowych nauki jest zwykła ciekawość badacza. Ta ciekawość jest zaspokajana przez badania podstawowe. Gdy idziemy

po górach, jesteśmy ciekawi, co będzie, gdy wejdziemy na szczyt czy przełęcz, co tam dalej widać. To jest to, co mnie napędza. Bez 20 czy 30 lat badań podstawowych nad mRNA, dzięki którym zrozumieliśmy dokładnie, jak ta cząsteczka funkcjonuje, nie mogłyby powstać chociażby nowoczesne skuteczne szczepionki przeciw COVID-19. Czyli to nie jest tak, że badania podstawowe, nawet jeżeli są napędzane „tylko” przez czystą ciekawość, są mniej użyteczne. Pewien Hiszpan badał jakieś zupełnie egzotyczne mikroorganizmy, archeowce żyjące w słonych grzęzawiskach i odkrył, że u niektórych z nich powtarza się w genomie pewna sekwencja. Zaczął to eksplorować. W konsekwencji odkryto CRISPR. Nigdy nie wiadomo, co absolutnie przełomowego przyniosą badania, które wydają się egzotyczne czy niszowe.

Jak słynna meduza i białko GFP.

Warunkiem jest, by były to badania podstawowe robione na dobrym, merytorycznym poziomie, by były oryginalne, a nie odtwórcze i przyczynkowe. Oczywiście istnieje też obszar badań, który jest całkowicie nakierowany na zastosowania medyczne, techniczne, inżynierskie. Jeżeli się nad tym zastanowimy, nauka i technologia to jest prawdopodobnie jedyny oręż, który mamy w tej chwili w naszym zasięgu, mogący nas uratować przed zagrożeniami, z którymi się zmagamy. Gdy mówimy o pandemiach, to nie chodzi tylko o szczepionki, ale też o leki, o epidemiologię, która uczy, jak pandemiczne się rozprzestrzeniają, o nauki społeczne, które pozwalają zrozumieć, jak to wpływa na społeczeństwo. Obronność, zapobieganie zmianom klimatu – to wszystko opiera się na technologii. Nauka pozwala nam spojrzeć bardziej optymistycznie w przyszłość. To, co robimy w naszym laboratorium, na razie nie przekłada się na wynalazki. Ale używamy naszych narzędzi, by wspierać firmy farmaceutyczne w procesie tworzenia nowych leków. Współpracujemy z wieloma firmami biotechnologicznymi w Polsce i za granicą, w Stanach. Nasza metodologia jest bardzo potrzebna w procesie tworzenia leków, wręcz niezbędna,

bo lek to mała cząsteczka chemiczna, która przykleja się do białka i np. coś blokuje. Trochę jak ziarnko piasku rzucone w tryby. Jeżeli chcemy, żeby to ziarnko piasku przyczepiło się w konkretnym miejscu, żeby blokowało jak najskuteczniej, musimy tę cząsteczkę w jakiś sposób modyfikować i najlepiej, kiedy mamy ją wyświetloną na ekranie komputera i wiemy, że musimy zmienić jakąś grupę chemiczną, żeby to działało lepiej. Firmy farmaceutyczne czy biotechnologiczne bardzo chętnie z nami współpracują. Mamy z nimi wspólne publikacje i jest to niezwykle satysfakcjonujące. Nawet jeśli nasz wkład to tylko mała cegiełka. Uważam, że naukowcy odpowiadają przed społeczeństwem, które finansuje ich działalność. Społeczeństwo powinno mieć korzyści z ich pracy. I one są – to szczepionki na wirusa SARS-CoV-2, leki przeciw wirusowi HIV. AIDS była śmiertelną chorobą jeszcze 20 lat temu, a w tej chwili jest chorobą chroniczną, na którą trzeba brać leki do końca życia, ale żyje się normalnie. To jest triumf nauki.

Dokonujący się na naszych oczach.

Takich triumfów nauki, które przekładają się na ratowanie czy poprawienie jakości życia ludzi, jest sporo.

Badania mechanizmów molekularnych uszkodzeń i reparacji genów, które prowadzisz, też mogą znaleźć istotne zastosowanie.

W odległej perspektywie – być może. Duża część badań nad mechanizmami naprawy DNA, które prowadzimy w naszej pracowni, dotyczy systemów bakteryjnych. Same mechanizmy wykrywania uszkodzeń DNA i ich naprawy są bardzo podobne u bakterii i u wyższych organizmów – eukariontów. Natomiast szczegóły i białka, które są zaangażowane w ten proces, są zupełnie inne. Nie wiemy, jak systemy bakteryjne zmieniły się, wyewoluowały w systemy u wyższych organizmów. Na razie chcemy zrozumieć, jak działają. Może będzie

tak jak w przypadku tego Hiszpana. Ale to jest w tej chwili nie do przewidzenia.

Wyobrażam sobie, że badania nad tak podstawowymi mechanizmami mogą się przydać chociażby do tworzenia nowych leków, w terapiach.

Jeżeli zablokujemy procesy naprawy DNA w bakteriach, to ich komórki przestaną się dzielić, nie przetrwają. Tak jak powiedziałem, białka, które biorą udział w tym procesie u bakterii i u człowieka, są zupełnie inne, więc może będzie można blokować proces, który występuje tylko u bakterii, a jest niezbędny dla ich życia. Są takie próby. Warto pamiętać, że oporność na antybiotyki jest już w tej chwili ogromnym problemem na świecie, a za kilkadziesiąt lat będzie to gigantyczne wyzwanie, które niestety będzie zabierać więcej istnień ludzkich niż COVID. Są raporty, które to analizują.

Znów, by rozwiązać ten problem, może być potrzebna współpraca. Dla Ciebie współpraca naukowa jest ważna?

Jest kluczowa. Nie liczyłem tego nigdy dokładnie, ale większość moich publikacji naukowych powstała we współpracy. Bardzo często jest tak, że nie mamy warsztatu badawczego, żeby zbadać np. funkcjonowanie jakiegoś białka w komórkach bakteryjnych. Udajemy się wtedy do laboratorium, które się w tym specjalizuje, i nawiązujemy współpracę, w której np. my określamy strukturę przestrzenną jakiegoś białka, a nasi współpracownicy projektują doświadczenia, w których weryfikują, czy to rzeczywiście w komórce tak działa. Czy chemia, którą widzimy w naszych strukturach, przekłada się na funkcjonowanie organizmu? Najczęściej tak, i jesteśmy w stanie sprawdzić na różnych poziomach, czy nasze hipotezy są słuszne. W nauce istotna jest masa krytyczna wiedzy. Tego w Polsce brakuje – nasza nauka jest mała. Naukowców, którzy zajmują się jakąś konkretną dziedziną na wysokim poziomie, jest niewiele. Oczywiście współpracujemy, i w kraju, i międzynarodowo, ale

interakcje np. na jednym kampusie są nie do zastąpienia. I tutaj wracamy do tematu finansowania nauki, ale też promowania jakości w nauce w Polsce.

Dlatego angażujesz się w politykę naukową? Przewodniczyłeś Komitetowi Polityki Naukowej przy Ministrze Nauki i Szkolnictwa Wyższego, jesteś członkiem wielu międzynarodowych towarzystw naukowych.

To być może zabrzmie górnolotnie, ale moim zdaniem uprawianie nauki w Polsce na najwyższym poziomie jest elementem polskiej racji stanu. Czy nauka w naszym kraju powinna być jak najlepsza? Odpowiedź jest oczywista. Czy systemowo w Polsce trzeba coś zmienić? Myślę, że najważniejsze jest przebudowanie hierarchii wartości w istniejących instytucjach tak, aby jakość nauki była wartością nadrzędną. W Polsce istnieje kilka doskonałych elementów systemu. Jednym z nich jest Fundacja na rzecz Nauki Polskiej, która dla promowania doskonałości w nauce i najwyższej jakości badań zrobiła być może najwięcej. Zresztą nawet motto Fundacji dokładnie o tym mówi: „Wspierać najlepszych”. Jest Narodowe Centrum Nauki, które działa według najlepszych światowych standardów i odegrało w systemie nauki rolę transformacyjną – nauczyło naukowców, żeby się starać o granty. System grantowy to jeden z elementów, które przyciągają do Polski ambitnych młodych ludzi, chcących tu prowadzić niezależną działalność badawczą. Mają świetne wyniki, wiedzę, głowę pełną pomysłów i chcą tu wracać. Tylko mają często kłopot, żeby znaleźć instytucję, w której chcieliby pracować. W polskim systemie kluczowe jest tworzenie nowych instytucji od podstaw, opierając się na hierarchii wartości, o której mówię. Ostatnio w naszym instytucie mieliśmy konkurs na nową pracownię. Ponad 50 kandydatów. W efekcie stworzyliśmy dwie pracownie zamiast jednej. W naszym systemie jest też niestety sporo uciążliwych elementów, jak np. prawo zamówień publicznych, które powinno być zmienione, czy archaiczny system państwowych stopni i tytułów, habilitacji i profesur, który powinien zniknąć. Wszyscy naukowcy

idą pod górę po bardzo stromym szlaku, ale polscy niosą do tego worek kamieni. Jest jeszcze jedna ważna sprawa. W Stanach wartością będącą wysoko w hierarchii jest promowanie swoich następców. Dla profesorów w Stanach Zjednoczonych sukcesy ich wychowanków są równie ważnym osiągnięciem jak ich własne sukcesy. Prezentują swoje wykłady i mówią: „Mój wychowanek jest profesorem tu i tam – wychowałem następne pokolenie”. W Polsce czasami trend jest wręcz przeciwny.

A Ty wychowałeś następne pokolenie?

Jeden z moich wychowanków jest profesorem w New Delhi na uniwersytecie i w instytucie naukowym. Jestem z tego bardzo dumny. Pierwsze prace z własnego laboratorium już opublikował. Moi doktoranci są na stażach podoktorskich. Kilka osób pracuje w firmach i używa narzędzi, których się nauczyli – generujemy *know-how*. Jako obywatel chciałbym żyć w kraju, w którym sfera działalności publicznej, jaką jest nauka, jest uprawiana na wysokim poziomie i profesjonalnie zorganizowana, a pieniądze na nią przeznaczone są wydawane efektywnie, w taki sposób, aby społeczeństwo coś z tego miało: choćby nowoczesną gospodarkę opartą na wiedzy, a nie prostych zasobach.



Prof. Bartosz Grzybowski

Laureat Nagrody FNP 2022
w obszarze nauk chemicznych
i o materiałach za opracowanie
i empiryczną weryfikację
algorytmicznej metodyki
planowania syntezy chemicznej

Urodził się w 1972 roku w Gdyni. W 1995 roku ukończył studia chemiczne na Uniwersytecie Yale w Stanach Zjednoczonych, a następnie w 2000 roku doktoryzował się na Uniwersytecie Harvarda, w tym samym kraju. Przez kolejne lata pracował w Stanach Zjednoczonych na Uniwersytetach Harvarda i Northwestern. W 2014 roku objął stanowisko profesora chemii (*Distinguished Professor*) w UNIST (Ulsan National Institute of Science and Technology) w Korei i został kierownikiem grupy badawczej w tamtejszym Instytucie Nauk Podstawowych (IBS, Institute for Basic Science). Jednocześnie od 2014 roku prof. Grzybowski nadzoruje prace laboratorium badawczego w Instytucie Chemii Organicznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie.

Jest autorem prawie 300 prac z dziedziny chemii, fizyki i biologii, które były cytowane ponad 32 tys. razy (indeks Hirscha 81).

Został wyróżniony kilkunastoma najważniejszymi amerykańskimi i europejskimi nagrodami naukowymi dla najwybitniejszych chemików, m.in.: Nagrodą Amerykańskiego Towarzystwa Chemicznego (American Chemical Society Division of Colloid and Surface Chemistry Unilever Award), Nanoscience Prize, Nagrodą Feynmana w kategorii nanotechnologii, Nagrodą Miękkiej Materii Królewskiego Towarzystwa Chemicznego w Londynie, Pew Fellowship, Sloan Fellowship i Nagrodą NIH ASPIRE. W 2015 roku został członkiem brytyjskiego Królewskiego Towarzystwa Chemicznego. Reprezentował Polskę na 23. Kongresie Solvaya, jako pierwszy polski wykładowca od czasu Marii Skłodowskiej-Curie. Został zaproszony do wygłoszenia wykładu plenarnego na Światowym Kongresie Chemii – IUPAC World Chemistry Congress w Hadze w 2023 roku.

Ambicją prof. Bartosza Grzybowskiego jest przekuwanie nauki w praktyczne zastosowania, dlatego założył kilka firm – start-upów o łącznej kapitalizacji około miliarda dolarów.

Jego aktualne zainteresowania badawcze skupiają się wokół wspomaganej komputerowo syntezy chemicznej, sztucznej inteligencji stosowanej w chemii organicznej oraz odkrywaniu nowych reakcji i nowych leków.

Najważniejsze dotychczasowe odkrycia prof. Bartosza Grzybowskiego dotyczą komputerowo zaplanowanej syntezy organicznej oraz wykorzystania sztucznej inteligencji do przewidywania przebiegu reakcji chemicznych i odkrywania nowych związków mogących znaleźć zastosowanie jako leki. Za te osiągnięcia prof. Grzybowski został uhonorowany Nagrodą Fundacji na rzecz Nauki Polskiej 2022.

Prof. Grzybowski był jednym z pierwszych naukowców zajmujących się chemią organiczną, który uznał, że nadszedł czas na wykorzystanie metod obliczeniowych i opracowanie narzędzi, które mogą przewidzieć realne i wyraźnie lepsze drogi do syntezy trudnych cząsteczek organicznych. Ideę tę rozwijał przez kilkanaście lat, od czasów doktoratu na Uniwersytecie Harvarda, efektem czego było stworzenie oprogramowania Chematica oraz Allchemy opartych na teorii sieci, sztucznej inteligencji i głębokim uczeniu maszynowym (*deep learning*), jak również elementach chemii kwantowej. To programy, które gromadzą ogromną liczbę typów reakcji chemicznych i ich powiązań, uczą się ich, a następnie znajdują optymalne ścieżki syntezy pożądaných związków. Dzięki dostępowi do katalogów firm produkujących związki chemiczne algorytmy te są m.in. w stanie wskazać drogę najprostszej syntezy konkretnego złożonego związku z tanich i łatwo dostępnych substratów. Potrafią też zaplanować syntezy bardzo skomplikowanych i nigdy przedtem nieotrzymanych związków naturalnych, a dla wcześniej syntezowanych cząsteczek mogą wskazać rozwiązania „obchodzące” istniejące patenty. To prawdziwy przełom w tej dziedzinie – metodyka opracowana przez prof. Grzybowskiego prowadzi do osiągnięcia pożądanego celu, tzn. skutecznych i wydajnych dróg otrzymywania cząsteczek, których synteza w innym przypadku wydawałaby się prawie niemożliwa. Chematica i Allchemy to swojego rodzaju „kolektywny mózg chemiczny”, który nie tylko planuje optymalne ścieżki syntezy, ale znajduje też reakcje typu „one-pot” (czyli zachodzące w jednym naczyniu reakcyjnym). Sprzyja to ekonomizacji całego procesu.

Prof. Grzybowski zbudował systemy Chematica i Allchemy i eksperymentalnie pokazał, że możliwe jest komputerowe, automatyczne planowanie syntezy związków organicznych, co jest osiągnięciem o zdecydowanie większym niż tylko akademickim zna-

czeniu. Oprogramowanie stworzone przez prof. Grzybowskiego i kierowany przez niego zespół w ICHO PAN znalazło już zastosowanie w przemyśle i jest obecnie wykorzystywane w co najmniej 30 globalnych firmach chemicznych i farmaceutycznych.

Największą praktyczną wartością opracowanej przez prof. Grzybowskiego metodologii będzie, i w pewnym stopniu już jest, znalezienie realnych i opłacalnych dróg otrzymywania skutecznych i wysokiej jakości farmaceutyków do leczenia obecnie nieuleczalnych chorób. Kilka zaprojektowanych w ten sposób syntez oczekuje już na zatwierdzenie przez amerykańską Agencję Żywności i Leków (Food and Drug Administration, FDA) do wykorzystania w zrobotyzowanej produkcji leków do zastosowania w leczeniu COVID-19. Drugim, równie ważnym zastosowaniem jest planowanie syntez tak, by w jak największym stopniu wykorzystać odpady z jednych procesów jako materiały do innych – w ten sposób wpisując się w światowe zapotrzebowanie na „zieloną chemię” i „chemię zamkniętego obiegu”.

Dodatkowo algorytmy stworzone przez laureata Nagrody FNP nie ograniczają się tylko do planowania syntez z użyciem już istniejącej wiedzy chemicznej (znanych już typów reakcji). Odpowiednio poinstruowane maszyny potrafią uczyć się tzw. kroków mechanistycznych, które odwzorowują elementarne ruchy elektronów, będące podstawą każdej reakcji chemicznej. Łącząc takie elementarne kroki, algorytm Allchemy jest w stanie odkrywać zupełnie nowe typy reakcji.

Co ważne, badania nad wszystkimi tymi aspektami są poparte walidacjami laboratoryjnymi – badaniami, które potwierdziły, że planowane przez algorytmy ścieżki syntez czy nowe reakcje faktycznie zachodzą z dobrą wydajnością.

Stworzone przez prof. Grzybowskiego programy Chematica i Allchemy to wybitne odkrycia, odpowiadające na najbardziej aktualne wyzwania naszych czasów, ponieważ zbiegają się z szybkim rozwojem wykorzystania sztucznej inteligencji zarówno w chemii, jak i materiałoznawstwie. Są to też osiągnięcia na wskroś interdyscyplinarne, w których chemia spotyka się z zaawansowaną matematyką, teorią kwantową, biologią, farmacją i inżynierią oprogramowania.

Z prof. Bartoszem Grzybowskiem rozmawia Anna Mateja

ANNA MATEJA: Decyzja o studiowaniu w Stanach Zjednoczonych dla człowieka, który miał 18 lat, kiedy w Polsce skończył się komunizm i nie było pieniędzy na nic, nie tylko na badania naukowe, była wówczas – że zapytam nieco sarkastycznie – naturalnym wyborem?

BARTOSZ GRZYBOWSKI: Odpowiem najzupełniej poważnie: tak. W Polsce nie było wówczas żadnych perspektyw na uprawianie poważnej nauki, co wiedziałem z pierwszej ręki, bo od moich rodziców, którzy byli chemikami. Od małego chciałem natomiast spróbować życia za oceanem, więc uczyłem się angielskiego, a że mama w okolicach mojej matury była w USA na stażu podoktorskim, pojechałem do niej i na miejscu złożyłem aplikację do kilku uczelni, m.in. w Princeton, Yale, Massachusetts Institute of Technology. Kończył się pierwszy semestr na Uniwersytecie Gdańskim, gdzie studiowałem chemię i matematykę, gdy zaczęły przychodzić powiadomienia o otrzymaniu stypendium z miejsc, do których aplikowałem w USA. Wybrałem Yale, bo ich studia pierwszego stopnia (czyli nasze magisterskie) pozwalały na znaczące poszerzanie zainteresowań. Najważniejsza była oczywiście chemia, ale miałem też zajęcia z filozofii i historii, nauczyłem się tam francuskiego, a jeszcze lepiej rosyjskiego...

Przyjechał Pan z kraju, gdzie rosyjskiego osoby z Pana pokolenia uczyły się co najmniej osiem lat!

Ale płynnie nauczyłem się mówić w tym języku dopiero tam – taki paradoks. Po trzecim roku studiów, między wykładami

i pracami w laboratorium, napisałem pracę na temat gotyku flamandzkiego, bo na zajęcia z historii sztuki też uczęszczałem. Z możliwości studiowania na MIT zrezygnowałem właśnie dlatego, mimo że chcieli mnie przyjąć od razu na drugi rok, że idąc wedle ich programu, studiowałbym w zasadzie tylko chemię. W jaki sposób mógłbym wtedy postuchać wykładów na przykład na temat francuskiego rokoka, które także mnie wtedy interesowało?

W Polsce dziedzinę naukową, którą chcemy się zajmować, wybieramy w wieku 19 lat.

Nigdy nie byłem entuzjastą profilowanej edukacji. Bo właściwie dlaczego, studiując chemię, miałem odłożyć książki historyczne czy zaprzestać rozgrywek brydżowych? Te aktywności rozwijają mnie intelektualnie dokładnie tak samo jak godziny spędzone na syntezie związku w laboratorium. Od zawsze wiedziałem, że będę naukowcem – i to chemikiem z matematycznym zacięciem – tym bardziej nie zależało mi na odcinaniu się od innych dziedzin.

Studia w Yale skończył Pan z wyróżnieniem *summa cum laude* w 1995 roku.

I różne uczelnie zapraszały mnie do napisania doktoratu właśnie u nich. Jeździłem więc po USA, korzystając z tych zaproszeń, wiedząc jednak, że pracę doktorską chcę pisać tylko na Harvardzie. Promotorem mojego doktoratu został prof. George Whitesides, którego prace dotyczą m.in. spektroskopii jądrowego rezonansu magnetycznego, chemii metaloorganicznej, samoorganizacji molekularnej czy nanotechnologii. W 2011 roku jego indeks Hirscha – miernik oceny znaczenia wszystkich prac naukowych autora – okazał się najwyższym wśród żyjących chemików. George, poza tym, co mi dał jako świetny naukowiec, nauczył mnie utilitarnego traktowania nauki. Odpowiedź na pytanie: „dlaczego się tym zajmujesz?” była dla prof. Whitesides’a kluczowa. Stwierdzenie, że „temat jest

interesujący, więc czemu nie?” to było dla niego za mało, bo taki temat wcale nie musi być ważny, a przecież „nauka to nie uprawianie hobby”. Publikowanie wyników w pismach niższej rangi niż „Nature” czy „Science” uważał za zawracanie głowy. Jeżeli wyniki są naukowo istotne, mają się przedrzeć przez sита recenzentów najlepszych czasopism naukowych. Tak się nauczyłem, że w nauce trzeba stawiać istotne pytania i robić to, co ma znaczenie, a jeśli jest to niemożliwe i w efekcie uprawia się naukę na pół gwizdka, lepiej dać sobie spokój i znaleźć inną robotę, choćby w banku inwestycyjnym.

Zdaniem Whitesides’a wiedza pozyskiwana dzięki metodzie naukowej ma się przekładać na sposób funkcjonowania świata. Nawet publikacje w „Nature” czy „Science”, choć to osiągnięcie i osobista przyjemność, nie stanowią końca drogi. Trzeba zakładać firmy, które znajdą zastosowanie dla twierdzeń naukowych. Uważał, że to część kontraktu społecznego między naukowcami a społeczeństwem finansującym ich działalność.

Nie każda wiedza znajdzie od razu zastosowanie, nawet jeśli jest naukowo istotna.

Zgadza się, ale świadomość znaczenia odkrycia, nawet jeśli jemu współcześni nie mają narzędzi, by je wykorzystać, z reguły jednak jest. Na pewno w chemii, jeśli nowa wiedza nie znajduje zastosowania, to znaczy, że nie jest to – mówiąc kolokwialnie – nic wielkiego.

Opracowanie i doświadczone potwierdzenie możliwości planowania syntezy związków chemicznych przy użyciu algorytmów, co doprowadziło Pana do napisania oprogramowania Chematica – to zdecydowanie coś wielkiego. Nagroda Fundacji na rzecz Nauki Polskiej jedynie potwierdza znaczenie pracy, dzięki której synteza nowych związków stała się procesem możliwym do zaprogramowania. Dla czeg prof. Elias James Corey, który wiele lat przed Panem

pracował nad możliwością wykorzystania matematycznych metod obliczeniowych w syntezie, doszedł do wniosku, że realizacja tego zamierzenia jest właściwie nie do wykonania?

Wiedział, o czym mówi, bo spędził nad tym problemem 25 lat. Prof. Corey, który otrzymał Nobla z chemii w 1990 roku za rozwinięcie metodologii syntezy organicznej, pracował na tym samym piętrze Wydziału Chemii i Biologii Chemicznej Uniwersytetu Harvarda co ja. Pojawiłem się u niego w 2000 roku, gdy miałem 28 lat i, kończąc doktorat, szukałem pomysłu na dalszą pracę.

„Eksploracja kombinatoryczna” – odpowiedział mi prof. Corey, gdy zapytałem go o główny problem wykorzystania algorytmów w syntezie. Wychodził z założenia, że proces tworzenia nowego związku chemicznego wymaga rozważenia wszystkich możliwych sposobów, w jaki może on powstać. A że syntezy przeprowadza się – mówiąc potocznie – w kilkudziesięciu krokach i wykonanie każdego z nich daje za każdym razem 100 kolejnych możliwości, wystarczy przeprowadzić prosty rachunek, żeby ocenić, co nas czeka. Jeżeli wykonanie jednej syntezy to między 20 a 50 kroków, to znaczy, że 100 trzeba podnieść na przykład do potęgi dwudziestej albo pięćdziesiątej. Otrzymujemy wynik wyższy od liczby atomów we Wszechświecie...

Zakładano napisanie odpowiedniego oprogramowania, więc nie wykonywano by tego „na piechotę”.

Oprogramowanie zawierające wszystkie możliwe reguły i reakcje chemiczne nie zmieniało zasady działania, która była taka, jak opisałem. A gdyby jednak nie wykonywać tych wszystkich kroków i nie mnożyć możliwości? Z brydża, w którego gratem wiele lat, znałem tzw. drzewka kombinacji, czyli oparte na rachunku prawdopodobieństwa rozważania na temat ewentualnych posunięć przeciwnika i moich na to odpowiedzi. Prawdopodobnych scenariuszy rozwoju sytuacji jest zawsze skoń-

czona liczba, ale nikt nie uczy się ich na pamięć – w konkretnej sytuacji ocenia się, która strategia jest bardziej obiecująca niż pozostałe. Wracając do syntezy: do napisania oprogramowania trzeba było wykorzystać teorie grafów i teorię sieci, bo pracujące w taki sposób algorytmy potrafią wybrać spośród milionów czy miliardów możliwości te, które pozwolą zaprojektować pożądaną syntezę.

Możliwość wykorzystania wyższej matematyki w syntezie chemicznej zaczęła mi chodzić po głowie już w 1997 roku, kiedy obserwowałem sześć meczów szachowych między Garrym Kasparowem a komputerem Deep Blue, skonstruowanym przez firmę IBM. Komputer uczestniczył przecież w tej rozgrywce, opierając się na zasadach matematyki. W 2001 roku rozpocząłem pracę, która trwała kilkanaście lat.

W efekcie powstało oprogramowanie Chematica – narzędzie zbudowane dzięki wykorzystaniu sztucznej inteligencji i teorii sieci. Program, wyposażony w wiedzę na temat związków i reguł obowiązujących w chemii, znajduje najprostszą drogę przeprowadzenia syntezy poszukiwanego związku.

Pracę rozpoczęliśmy od skodyfikowania reguł istniejących w chemii do formatu, który komputer byłby w stanie odczytać. Do tego dołożyliśmy tzw. funkcje oceny, umożliwiające szacowanie przydatności danych reguł dla konkretnych związków i etapów syntezy. Za sprawą takiego rozwiązania możliwości wyboru ścieżek syntezy było już zdecydowanie mniej niż w sytuacji eksplozji kombinatorycznej, ale wciąż były ich miliony. Dla tak wielkich zbiorów nie lada wyzwaniem jest samo przeliczenie w jakimś praktycznie skończonym czasie wszystkich cech molekularnych, na podstawie których algorytm decyduje się wykonać konkretny syntetyczny „krok”. Ale i na to udało się znaleźć odpowiednie algorytmy i heurystyki.

Praca trwała ponad dekadę. Można było odnieść wrażenie, że straciłem rozum, tyle czasu poświęcając pracom, których

efekt był niepewny. W amerykańskiej nauce dziesięć lat to cała epoka, a jeśli naukowiec przez dwa lata nie umieści niczego w „Nature” czy „Science”, to znaczy, że albo nie ma nic do powiedzenia, albo się skończył. Jednocześnie robiłem więc inne rzeczy, na przykład z nanotechnologii, na które pozyskiwałem granty i z tego utrzymywałem moją grupę badawczą.

I nikt Panu nie powiedział, że praca nad wykorzystaniem algorytmów w syntezie to hobby, a nie nauka?

Nie powiedziano, ale tak mnie traktowano. Wiele razy mi powtarzano, że przecież Corey próbował i mu nie wyszło... Spokój do prowadzenia tych badań odzyskałem w Polsce, gdy w 2013 roku zostałem pracownikiem Instytutu Chemii Organicznej PAN. Początki nie były łatwe, ale zaczęliśmy w końcu pozyskiwać granty, przez osiem lat do budżetu badań dorzucała się armia USA. Kapitałem trudnym do znalezienia gdzie indziej byli jednak młodzi ludzie, których tu spotkałem: pracowici, z pasją, głodni sukcesu.

W USA nie ma takich studentów?

Są, ale wielu z nich, gdy pojawiało się w moim laboratorium – człowieka, który jednak już miał publikacje w tych wysoko notowanych pismach naukowych – było przekonanych, że za rok, góra dwa zdarzy się taka publikacja także im. A potem, z takim osiągnięciem w portfolio, bez trudu znajdą intratną posadę. Pracować parę lat i to ciężko na jedną publikację, choćby i w „Nature” czy „Science”, to dla nich zdecydowanie za długo. Sukces ma być szybki i olśniewający – taka jest presja. W Polsce moim młodym współpracownikom (teraz tworzymy firmę) dałem słowo honoru, że publikacje w tych pismach ich nie ominą, ale będziemy musieli na to sporo pracować. Zaufali mi. Obietnicę spełniłem po siedmiu latach, bo artykuły w „Nature” i „Science” zaczęły się pojawiać około 2020 roku.

Czyli w 20 lat od pierwszych rozmów z prof. Coreym na temat trudności z zastosowaniem algorytmów w syntezie. W USA nie dostałby Pan tego czasu?

Mój pierwszy grant na badania pozyskany w tym kraju był pięcioletni i mogłem go przedłużyć. Potem granty były maksymalnie trzyletnie, ale wciąż istniała możliwość wydłużenia ich realizacji. Później czas rozliczenia grantu stał się nieprzekraczalny. Wyjeżdżając, miałem za sobą kilkanaście grantów zrealizowanych w rytmie: jeden kończę, czas aplikować o kolejny. Otrzymywane nagrody były o tyle ważne, że czasami były finansowe i otrzymywałem na przykład ćwierć miliona dolarów na dowolny cel badawczy. Łapałem chwilę oddechu, ale prędzej niż później musiałem wracać do kołowrotka grantów i sprawozdań. Tak żyją wszyscy naukowcy w USA, dlatego niewielu chce się zajmować kwestiami bardziej fundamentalnymi, których nie można rozwikłać w trakcie grantu trwającego nie dłużej niż dwa–trzy lata.

Reasumując: w USA nikt nie dał Panu czasu na pracę nad oprogramowaniem, którego zastosowanie pozwala czas zaoszczędzić.

I to jeszcze jak! Chemik, planując syntezę nowego związku, przeznacza – zależnie od skali problemu – od kilku godzin do kilku tygodni na studia nad literaturą. Na myślenie i poszukiwania. Tymczasem Chematica po zaledwie kilku minutach przedstawi mu nawet 100 planów syntetycznych interesującego go związku. Naukowiec nie musi znać cen substratów potrzebnych do jego uzyskania, bo Chematica ma w zasobach także katalogi ich cen, przeliczone na odpowiednią walutę. Możliwe jest więc obliczanie kosztów syntezy i wybieranie opcji najbardziej korzystnej. Znajomość cech patentów pozwala Chematicie ocenić, na ile synteza poszukiwanego związku jest odmienna od tego, co już jest produkowane, i wybrać rozwiązanie bez udziału patentu, którego kupno znacząco podwyższa koszty produkcji. Do tej pory zajmowały się tym sztaby prawników firm, którzy oceniali, na ile nowe związki są oryginalne.

Chematica to jednak nie maszynka, która łącząc wiedzę z różnych źródeł, pełni rolę monstrialnej bazy danych. Najważniejszy jest algorytm, bo on pozwala, na podstawie tego, co już wiemy, tworzyć nową wiedzę chemiczną. W taki sposób działa też inny wymyślony przeze mnie i mój zespół pakiet obliczeniowy – Allchemy, który na przykład, po przeczesaniu miliarda możliwych reakcji chemicznych, wykorzystując jako materiały startowe odpady przemysłowe, wskazał możliwości syntezy niemal 300 leków. Człowiek nigdy by nie przebrnął przez takie ilości reakcji.

Do czego więc jest potrzebny człowiek przy przeprowadzaniu syntezy związków chemicznych, jeśli mamy takie algorytmy jak Chematica czy Allchemy?

Na przykład do tego, co było na początku: do wykonania trwającej wiele lat benedyktyńskiej pracy wyposażania sztucznej inteligencji w odpowiednio sformatowane dane. Nie wystarczy wpisać teksty, choćby i miliona publikacji, bo zdarzają się w nich błędy, a komputer może niewłaściwie zinterpretować wykres czy schemat. Tylko człowiek potrafi też ocenić celowość i efektywność działania algorytmu, czyli wejść do laboratorium i sprawdzić, na ile plan syntezy podany na przykład przez Chematikę jest możliwy do zrealizowania. Walidacja – eksperymentalne potwierdzenie zgodności założeń z przewidywanymi wynikami – w przypadku Chematiki i Allchemii zabierała mnóstwo czasu w końcowym etapie pracy nad nimi. Co jednak ważne, potwierdziliśmy działanie algorytmów. Po nas walidację przeprowadzili badacze z wielu innych laboratoriów i firm, które teraz korzystają zarówno z Chematiki, jak i Allchemii.

Wyobraźnię porusza Allchemy. Zwłaszcza dzisiaj, kiedy pomysł zamkniętego obiegu materiałów nie traktuje się jak fanaberii ekologów, a oszczędzanie stało się po napaści Rosji na Ukrainę racją stanu. Pan ma algorytm, który jest niczym kamień filozoficzny alchemików. Oni poszukiwali złota, my musimy przeformułować dotychczasowe życie na planecie, by było ono wciąż na niej możliwe.

Dlatego tak się nazywa, bo ten algorytm to nie jest tylko *all chemistry*, czyli cała chemia, ale i alchemia. O ekologii, zielonej chemii czy chemii obiegu zamkniętego ludzie przede wszystkim dużo mówią. Algorytmem Allchemy firmy zainteresowały się dopiero w 2022 roku po mojej publikacji na ten temat w „Nature”. Gdybym umieścił ten artykuł w mniej prestiżowym tytule, nie mam złudzeń, że ktokolwiek zwróciłby na niego uwagę. Jeżeli rozwiązania ekologiczne są tak konieczne, dlaczego wiedza, która je umożliwia, przebija się z takimi oporami? Obawy przed zastosowaniem nowych technologii biorą się z niedowierzania, że technologia mogłaby zastąpić człowieka, bo „przecież komputer bywa omylny”. Pojawia się też niepokój, że zastosowanie takich narzędzi jak Chematica czy Allchemy doprowadzi do zwolnień w laboratoriach i instytutach. Tymczasem chemik zawsze będzie potrzebny, bo algorytm to tylko bardzo precyzyjny *software* – człowiek musi zająć się resztą, czyli wykonaniem. Na pewno trudniej będzie zostać genialnym odkrywcą nowego rodzaju syntezy, czyli takiego, którego Chematica lub Allchemy nie będą w stanie wymyślić, bo ich pojawienie się podniosło poprzeczkę wysoko. Jak w szachach – dzisiaj nie ma gracza zdolnego wygrać z komputerem.

Co musi zrobić chemik, żeby być lepszym od Chematiki?

Myśleć bardziej twórczo niż maszyna. Chemia to, ujmując rzecz w sporym uproszczeniu, powielanie znanych schematów prowadzących do syntezy związków nieco odmiennych od schematu, czyli pochodnych. Ludzi, którzy tak uprawiają tę naukę, algorytm spokojnie zastąpi. Człowiek nie może też konkurować z programem, który, jak Allchemy, szukając w odpadach przemysłowych ścieżek syntezy znanych leków, identyfikuje po drodze szereg innych związków i potrafi je ocenić pod kątem właściwości biologicznych, na przykład przydatności w terapii antynowotworowej, co później weryfikują badania kliniczne. Żaden program nie zastąpi jednak człowieka w wymyślaniu kolejnych zastosowań dla wiedzy pozyskiwanej dzięki tak precyzyjnie pomyślanym narzędziom.

Blisko 300 Pana artykułów było do tej pory cytowanych ponad 30 tys. razy, co podniosło wartość indeksu Hirscha w Pana przypadku do liczby 82, czyli wysoko. To budzi szacunek czy zazdrość?

Na świecie na pewno szacunek, w Polsce bywa różnie. Zdarzały się nietatwe doświadczenia, w których nie dostrzegałem uznania, prędkiej złą wolę. Ale spotkałem też wielu wartościowych ludzi, młodzi nawet przychodzą do mnie po radę. Mimo lat spędzonych za granicą zawsze czułem się Polakiem i chciałem tu wrócić, ale, przyznaję, współczuję młodym osobom, które rozpoczynają w Polsce karierę naukową. Obawiam się, że nauczą się przede wszystkim lawirowania w systemie, który jest na tyle hermetyczny, że z trudem wpuszcza kogokolwiek z zewnątrz. Nawet noblista mógłby być u nas jedynie *visiting professor* i to przez rok, a później musiałby napisać habilitację, bo inaczej nie pozwolono by mu kierować grupą badawczą.

Niech Pan powie coś miłego o polskiej nauce, bo o słabościach słyszymy od lat.

Odpowiem nie wprost, pokazując, gdzie moglibyśmy szukać inspiracji – w kraju trzy razy mniejszym od Polski, zamieszkanym przez ponad 52 mln ludzi, bez znaczących bogactw naturalnych. W 1990 roku, po latach wojskowej dyktatury, startował z podobnego poziomu rozwoju gospodarczego co Polska w tamtym czasie. Kraj takich firm jak Hyundai, Kia, Samsung, LG.

Korea Południowa, gdzie od 2015 roku pracuje Pan w Ulsan National Institute of Science, kierując laboratorium składającym się z ponad 20 naukowców.

W 2022 roku jednym z czterech laureatów Medalu Fieldsa, najważniejszego wyróżnienia przyznawanego matematykom, został Koreańczyk June Huh. Mieszkańcy tego kraju wysyłają rakiety w kosmos, budują elektrownie jądrowe – jedną mają

postawić nawet u nas. Można się od nich uczyć wytrwałości i planowania, przywiązania do kompetencji, szacunku dla wiedzy.

A teraz wrócę do polskiej nauki. Hodujemy w sobie kompleks małego kraju na peryferiach, bez kapitału, który nie ma szans stać się potęgą w jakiejkolwiek liczącej się dziedzinie. Niepotrzebnie, bo umiejętność organizacji i współpracy jest ważniejsza niż kapitał. Pieniądzy zresztą nigdy na świecie nie brakuje, ważne, żeby mieć pomysł, na co je pozyskać. Jeżeli nie będziemy mieli własnych pomysłów, będziemy zajmowali się tymi, które wskażą nam inni. Tak jest w tym momencie, bo w tańcu poznania pojawiajemy się za późno. Nie zetknąłem się jeszcze w Polsce z panelami, w jakich systematycznie uczestniczyłem w USA, organizowanymi m.in. przez DARPA.

Agencję Zaawansowanych Projektów Badawczych Departamentu Obrony.

Za której sprawą na świecie pojawiły się takie wynalazki jak GPS czy Internet. Ich *study panels* polegały na dyskusowaniu o wizji przyszłości – co chcielibyśmy mieć i na co w związku z tym należy wydawać pieniądze. Dopiero po tych ustaleniach tworzone granty i ogłaszano konkursy na ich pozyskanie. W Polsce jest dokładnie na odwrót – nie ma planów ani zamierzeń, a wnioski o grant można złożyć na dowolny temat.

Zrezygnował Pan z czegoś ze względu na naukę?

Z propozycji pracy na Wall Street za bardzo godziwe wynagrodzenie, którą otrzymałem od razu po ukończeniu studiów. Bez wahania wybrałem pisanie doktoratu na Harvardzie z pensją 21 tys. dolarów rocznie, czyli, jak na bostońskie ceny, w okolicach minimum socjalnego. A poza tym... chyba nie. Od lat żyję bardzo intensywnie, ale też nigdy nie chciałem żyć na wolniejszych obrotach. Kristiana, moja żona, jest profesorem biologii, więc to rozumie. Nasz syn Maksymilian chyba też, choć jego teraz najbardziej interesuje piłka nożna. Wiem, że przy takim

trybie życia muszę o siebie dbać, więc trzy razy w tygodniu gram w tenisa. Rzadko spotykam się ze znajomymi, ale na szczęście spotykam w pracy inspirujących ludzi, znakomitych w swoich dziedzinach, z którymi nie tylko dobrze się pracuje, ale także rozmawia. Przyznaję, że podczas urlopu nie odpoczywam w zwyczajowo przyjęty sposób, tylko piszę artykuły, bo to lubię. Rozrywki dostarcza mi praca, dlatego od lat nie mam w domu telewizora.

Kolosalna oszczędność czasu!

Nie jestem też przywiązany do podkreślania statusu materialnego.

A do czego jest Pan przywiązany?

Do adrenaliny – takiej, jakby się robiło biznes. Tyle że w nauce celem nie jest zarobienie pieniędzy. Nie chodzi też o publikacje czy indeks Hirscha. Liczy się możliwość zrobienia czegoś istotnego, co nie było udziałem nikogo przede mną. Byłem zapalonym brydżystą, aż w pewnym momencie zacząłem się zastanawiać, po co omawiać na przykład jakiś szlemik sprzed 20 lat? Przecież to nic nie wnosi. No właśnie, a z nauką tak nie jest – ona zawsze stawia liczące się wyzwania.



Prof. Adam Łajtar

Laureat Nagrody FNP 2022
w obszarze nauk humanistycznych
i społecznych za interpretację
źródeł epigraficznych, ukazującą
religijne i kulturowe aspekty
funkcjonowania średniowiecznych
społeczności zamieszkujących
Dolinę Nilu

Urodził się w 1960 roku w Kwasówce na Podlasiu. Jest cenionym na świecie polskim historykiem antyku, papirologiem, epigrafikiem i nubioлогом. Absolwent Uniwersytetu Warszawskiego, gdzie uzyskał także doktorat i habilitację (odpowiednio w 1994 i 2006 roku). Tytuł profesora otrzymał w roku 2012. Pracuje w Katedrze Papirologii i Epigrafiki Wydziału Archeologii Uniwersytetu Warszawskiego. Jest wiceprzewodniczącym Komitetu Nauk o Kulturze Antycznej Polskiej Akademii Nauk, członkiem Komisji Archeologii Śródziemnomorskiej Polskiej Akademii Umiejętności, członkiem zarządu International Society for Nubian Studies, a także jednym z redaktorów czasopisma „The Journal of Juristic Papyrology” i serii suplementów do tego czasopisma.

Jego zainteresowania naukowe obejmują epigrafikę grecką z naciskiem na studiowanie inskrypcji ze wschodniej części basenu Morza Śródziemnego (Azja Mniejsza, Palestyna, Cypr, Cyrenajka, Dolina Nilu), religię i kulturę Egiptu grecko-rzymskiego oraz dzieje i kulturę chrześcijańskiej Nubii. Jest autorem ponad 250 opracowań naukowych, w tym sześciu książek, poświęconych tym zagadnieniom.

Prof. Adam Łajtar specjalizuje się w papirologii (nauce zajmującej się badaniem rękopisów sporządzonych na papirusie) oraz epigrafice (dyscyplinie badawczej, której przedmiotem jest odczytywanie i analizowanie napisów – inskrypcji – wykonanych na materiałach twardych, takich jak kamień, metal czy drewno). Nagrodę FNP 2022 otrzymał za odczytanie i interpretację inskrypcji z Banganarti, wzbogacających w znaczący sposób wiedzę o kulturowych i społecznych aspektach życia średniowiecznych społeczności zamieszkujących Nubię, krainę historyczną rozciągającą się w dolinie Nilu, na pograniczu Egiptu i Sudanu.

Osiągnięcie prof. Łajtara polega na zadokumentowaniu, odczytaniu i zinterpretowaniu pod względem językowym, religijnym, społecznym i kulturowym blisko tysiąca inskrypcji znajdujących się na ścianach tzw. Górnego Kościoła w Banganarti (Sudan Północny), odkrytego blisko 20 lat temu przez polskich archeologów. W czasach średniowiecznych Banganarti było ufortyfikowaną osadą położoną około dziesięciu kilometrów na południe od Dongoli, stolicy chrześcijańskiego królestwa

Makurii. Centrum osady zajmował kościół. Początkowo był to tzw. Dolny Kościół, a następnie, po jego zniszczeniu w połowie XI wieku, wybudowany na jego ruinach Górny Kościół, który funkcjonował prawdopodobnie do około 1500 roku. Patronem Górnego Kościoła był Archanioł Rafał, czczony jako opiekun i współpomocznik ludzi we wszelkiego rodzaju trudnościach, szczególnie w problemach zdrowotnych, oraz ich pośrednik przed Bogiem. Innym, wyraźnie widocznym aspektem kultu Archanioła Rafała w Banganarti była opieka nad maku-rycką rodziną królewską, rezydującą w pobliskiej Dongoli. Kościół w Banganarti był miejscem wiecznego spoczynku dla co najmniej jednego króla Makurii. Ocalałe wewnętrzne ściany kościoła są pokryte malowidłami oraz inskrypcjami, datowanymi na XII–XIV wiek. Większość z tych inskrypcji to graffiti wyryte w tynku pokrywającym ściany budowli przez wiernych odwiedzających to miejsce kultu – stanowiły wyraz ich pobożności, materialne świadectwo ich obecności przed Bogiem i zanoszonych do niego modlitw. Inskrypcje z Banganarti są wspaniałym świadectwem kultury literackiej i życia duchowego mieszkańców chrześcijańskiej Nubii, zaś zawarte w nich informacje o autorach dostarczają kapitalnych danych do rekonstrukcji ich życia społecznego.

Większość inskrypcji z Banganarti została zredagowana po grecku, to jest w języku sakralnym chrześcijan nubijskich, zaadoptowanym w czasach chrystianizacji Nubii w VI wieku i używanym, z licznymi modyfikacjami, do końca istnienia chrześcijańskiej kultury nubijskiej. Obok nich występują napisy w lokalnym języku staronubijskim oraz takie, w których oba języki – greka i staronubijski – ulegają zmieszaniu, czasami w obrębie tej samej wypowiedzi. Odczytanie tak zredagowanych tekstów wykracza daleko poza kompetencje filologa specjalizującego się w jednym z tych dwóch języków. Dodatkową trudnością jest często niezadowolający stan zachowania napisów, postępowanie się przez piszących skrótowymi formami wypowiedzi, a także nasza niedoskonała znajomość kontekstu historycznego, religijnego i kulturowego.

Pomimo tych trudności prof. Adam Łajtar doskonale poradził sobie z materiałem, z którym miał do czynienia. Dokonał wzor-

cowej edycji inskrypcji, obejmującej opis ich strony materialnej, transkrypcję w języku oryginału, tłumaczenie oraz komentarz. Zaopatrzył ją w bogaty materiał ilustracyjny, składający się w dużej mierze z wykonanych własnoręcznie odrysów. Na podstawie edycji wyprowadził rekonstrukcję życia społecznego, religijnego i kulturowego chrześcijańskich społeczności zamieszkujących dolinę Nilu środkowego, którą umieścił na szerokim tle dziejów i kultury wschodniej części basenu Morza Śródziemnego w czasach średniowiecznych. O trafności tej rekonstrukcji świadczy to, że jest ona weryfikowalna i znajduje potwierdzenie w badaniach innych obszarów oraz innych dziedzin aktywności kulturowej, np. malarstwa. Oznacza to, że z niewielkich całości, jakimi są inskrypcje, prof. Łajtarowi udało się zbudować znacznie szerszy obraz życia mieszkańców chrześcijańskiej Nubii.

Efektem pracy prof. Łajtara nad rozszyfrowaniem grecko-staronubijskich inskrypcji z Banganarti jest książka *A Late Christian Pilgrimage Centre in Nubia: The Evidence of Wall Inscriptions in the Upper Church at Banganarti* wydana w 2020 roku w renomowanym wydawnictwie Peeters w Belgii. Jest to publikacja wzorcowa, spełniająca najwyższe standardy jasności, dokładności i dostępności i stanowiąca istotny wkład w badania nad greką nubijską, językiem staronubijskim, kulturą literacką Nubii chrześcijańskiej, religijnością chrześcijańskich mieszkańców doliny Nilu, dziejami Królestwa Makurii oraz bardziej ogólnie – dziejami wschodnich Kościołów chrześcijańskich.

Z prof. Adamem Łajtarem rozmawia Anna Mateja

ANNA MATEJA: Podwaliny pod nubiologię, która bada dzieje i kulturę Nubii, Etiopii i społeczności Koptów, położono w 1964 roku, kiedy ekipa polskich archeologów, pod kierownictwem prof. Kazimierza Michałowskiego, odkryła katedrę w Faras w Sudanie. Pan Profesor miał wtedy cztery lata, więc jest niemal jej równolatkiem.

ADAM ŁAJTAR: I nic mi nie było wiadomo o tym, że w piaskach pustyni odkryto tak ważny zabytek, ratując jego malowidła – które znalazły się w Muzeum Narodowym w Warszawie – przed zalaniem wodami Nilu podczas budowy Wielkiej Tamy Asuańskiej. Oficjalnie nubiologia powstała jednak później – podczas pierwszego kongresu nubiologów, który odbył się w 1972 roku w Warszawie. Dzisiaj bez przesady można powiedzieć, że polskie badania i publikacje dotyczące Nubii chrześcijańskiej – historycznego regionu, znajdującego się dzisiaj na terenie południowego Egiptu i północnego Sudanu – są w światowej nubiologii bezapelacyjnie najważniejsze. I to zarówno, jeśli chodzi o archeologię polową, epigrafikę, jak i historię sztuki (zwłaszcza w badaniach nad malarstwem nubijskim, które jest bogate i interesujące). Studia podstawowe są prowadzone na Uniwersytecie Warszawskim, najważniejsze zabytki pochodzące z wykopalisk znajdują się w Muzeum Narodowym w Warszawie, więc polska nubiologia bezsprzecznie zasługuje na inwestycje, które pomogą jej utrzymać się na tym naukowym szczycie.

Dlatego właśnie podczas studiowania archeologii śródziemnomorskiej zdecydował się Pan zająć inskrypcjami z czasów Nubii chrześcijańskiej?

W czasach moich studiów, inaczej niż dzisiaj, dzieje i kultura tego regionu nie były nauczane na UW. Jako studenta najbardziej interesowały mnie zagadnienia związane z religiami antycznymi, szczególnie styk religii pogańskich i chrześcijańskiej, a w związku z wyjazdami na studenckie praktyki wykopaliskowe do Nea Paphos – archeologia Cypru. Zająłem się nią w pracach magisterskiej i doktorskiej. Na ostatnich latach studiów zaintrygowała mnie epigrafika grecka, której – już po magisterium – nauczyłem się sam, dzięki intensywnym lekturom publikacji na ten temat, zwłaszcza autorstwa wielkiego francuskiego epigrafika Louisa Roberta. Zainteresowanie Nubią chrześcijańską przyszło później.

Kończył Pan studia w połowie lat 80. Doświadczył Pan jakichś niespodziewanych trudności, wynikłych z sytuacji politycznej czy kryzysu gospodarczego?

U mnie wszystko szło jakoś płynnie. Jak bez problemu po zdaniu matury w liceum w Komarówce Podlaskiej zostałem studentem archeologii śródziemnomorskiej na UW, tak po jej ukończeniu od razu zatrudniono mnie w Katedrze Archeologii Śródziemnomorskiej PAN. W 1991 roku wróciłem na uniwersytet, gdzie napisałem doktorat i habilitację. Moje życie zawodowe, choć przypadło m.in. na lata transformacji, przeszło bez większych wstrząsów. To zupełnie inna sytuacja niż dzisiaj, kiedy młodzi naukowcy rozpoczynają pracę od pisania grantów i walki o utrzymanie się na niełatwym rynku. Mojemu pokoleniu było zdecydowanie łatwiej.

Na pewno? W drugiej połowie lat 80. i w pierwszych latach transformacji pieniędzy na naukę było zdecydowanie mniej niż obecnie.

Zgadza się, pieniędzy było mało. Zarabiałem marnie, co mi nie przeszkadzało, bo nie potrzeba mi wiele do życia. Chyba nawet jestem ascetą. Liczyło się to, że mogę pracować naukowo. Dziś wielu młodych uczonych nie ma szans na etat, a jeśli nie otrzyma grantu, o uprawianiu nauki nie ma co marzyć. Wróć

jednak do nubiologii i epigrafiki, do których dochodziłem trochę okrężną drogą, bo przez archeologię i drogą samodzielnych studiów. Kiedy opublikowałem pierwsze artykuły na temat odczytanych przeze mnie inskrypcji, zaprosił mnie do siebie w 1989 roku prof. Włodzimierz Godlewski.

Jeden z pionierów nubiologii, m.in. kierownik Polskiej Misji Archeologicznej, która pracowała nad odtworzeniem koptyjskiego Klasztoru Archanioła Gabriela w północnym Egipcie.

Wtedy był pracownikiem Muzeum Narodowego w Warszawie, z doświadczeniem udziału w ekspedycji archeologicznej odkrywającej Dongolę, stolicę królestwa Makurii, które wraz z królestwami Nobadii i Alwa określa się mianem Nubii chrześcijańskiej. Podczas rozmowy zaproponował mi odczytanie i publikację dwóch inskrypcji greckich, które znalazł w Dongoli.

Zobacz! Pan tekst wryty na kamieniu, fragment muru?

Nic z tych rzeczy. Zobaczyłem dwa zdjęcia, przedstawiające inskrypcje, bo oryginały pozostały w Sudanie. To były epitafia, znalezione zresztą przez prof. Godlewskiego nie na grobach, ale w konstrukcji domu wówczas przez niego odkopywanego. Pierwsze upamiętniało eparcha Nobadii, czyli ważnego urzędnika administracji lokalnej, który zasadniczo powinien urzędować na północy królestwa Makurii, na przykład w Faras. Umarł jednak w 799 roku w stolicy – być może składał wizytę na dworze królewskim – i pochowano go poza miejscem rezydowania. Dzięki odczytaniu tej inskrypcji mogłem uzupełnić listę eparchów o kolejną osobę. Druga zachowała się we fragmentach i wydaje się, że poświęcona była zmarłemu w 816 roku przybyszowi – człowiekowi obcego pochodzenia, który z jakichś powodów osiedlił się w Dongoli.

Dwie kolejne inskrypcje zaproponowane mi do odczytania przez prof. Godlewskiego mogłem już wziąć do ręki. Przywieziono je z terenów dawnej Nubii jeszcze w latach 60. i przechowywano w Muzeum Narodowym. Znowu je opracowałem i tak, stopnio-

wo, za sprawą prof. Godlewskiego, który także doprowadził do mojego wyjazdu naukowego do Chartumu w 1996 roku, gdzie pracowałem nad wielkim przedsięwzięciem – opracowaniem katalogu inskrypcji greckich w tamtejszym muzeum – wciągnąłem się w badania nad epigrafiką Nubii chrześcijańskiej.

Jakich narzędzi potrzebuje współczesny odbiorca inskrypcji, żeby je zrozumieć? Znajomość języka i kultury to chyba za mało.

Język, w przypadku Nubii chrześcijańskiej – greka, to rzecz podstawowa. A poza tym... Wydaje mi się, że reszta to jedynie kwestia umiejętności technicznych.

Odczytał Pan blisko tysiąc inskrypcji, które umieszczali wierni od XII do XIV wieku na ścianach tzw. Kościoła Górnego, odkrytego przez polskich archeologów pod kierunkiem prof. Bogdana Żurawskiego dwie dekady temu w Banganarti niedaleko Dongoli. Teksty były krótkie, wyryte bądź wydrapane w tynku, ciasno obok siebie, po sąsiedzku z malowidłami. Takie dokonanie nie może być li tylko kwestią „umiejętności technicznych”.

Inskrypcji było dokładnie 968. Warto też przypomnieć, że Kościół Górny był ważną świątynią – centrum kultu Archanioła Rafała, funkcjonującą od mniej więcej XI wieku przez następne pół tysiąca lat. A umiejętności są naprawdę przede wszystkim techniczne, bo dotyczą na przykład znajomości zabiegów stosowanych przy zapisywaniu inskrypcji. Słowa są skracane, zapisywane jednym ciągiem, jako tzw. *scriptio continua*, co niewprawne oko odbiera jako nieprzerwany ciąg liter. Tekst trzeba podzielić na słowa, rozwiązać skróty, jeśli są, uzupełnić zniszczone fragmenty, bo teksty antyczne często docierają do nas w postaci niekompletnej. Konieczna jest naturalnie znajomość kontekstu. Co prawda, nubologia liczy sobie zaledwie 50 lat, ale archeologia, egiptologia, nie mówiąc o historii, mają tradycje nawet wielowiekowe – miałem więc na czym się oprzeć, rekonstruując dzięki inskrypcjom średniowieczną społeczność, w której one powstały.

Żeby je odczytać potrzebna jest też znajomość języka staronubijskiego, po którym nie pozostało zbyt wiele dokumentów. W jaki sposób poradził Pan sobie z taką przeszkodą?

To prawda, że korpus źródeł staronubijskich można byłoby zmieścić w jednej książce liczącej najwyżej 200 stron druku, ale to, mimo wszystko, już jest coś. Studia nad tym językiem trwają zresztą ponad 100 lat, bo pierwsze teksty staronubijskie udostępniono światu naukowemu na początku XX wieku. Nie bez znaczenia jest i to, że część obecnych mieszkańców Nubii mówi tym językiem, tyle że w jego współczesnionej postaci. Pracę z językiem staronubijskim można porównać do odczytywania tekstu staropolskiego przez osobę, która zna współczesny język polski literacki i potoczny. Zmieniła się fonetyka (a z nią ortografia) i morfologia słów, ale struktura języka pozostała ta sama, więc – choć nie wszystkie szczegóły będą jasne – tekst można zrozumieć. Co powiedziawszy, zaznaczę, że nie uważam się za wielkiego znawcę języka staronubijskiego. Na świecie jest właściwie jeden człowiek, który ten język rozumie – dr Vincent W. J. van Gerven Oei, filozof i językoznawca, związany m.in. z uniwersytetem w Aberdeen. Mój współpracownik i przyjaciel.

A jak odczytać sens pozatekstowy? Kluczowy dla poznania społeczności, która tego rodzaju ślady po sobie zostawiła. Bierze się pod uwagę okoliczności powstania? Rodzaj „nośnika”, na którym wyryto inskrypcję?

Kontekst jest ważny, a nawet decydujący dla charakteru tekstu. Wiadomo, że stela kamienna postawiona na grobie będzie zawierać inskrypcję z informacją o zmarłym i modlitwą za jego duszę, nawet jeśli w ciągu swoich dziejów wykorzystano ją powtórnie, choćby jako materiał budowlany. Inskrypcje namalowane na ścianach miejsc kultu, często bezpośrednio powiązane z malowidłami, są zwykle elementem zaplanowanej z góry i wykonanej przez profesjonalistów aranżacji przestrzeni sakralnej. Z kolei inskrypcje malowane czarną farbą na naczyńach ceramicznych, na przykład na wielkiej amforze, informu-

ją o ich dawnej zawartości – że wypełniały ją oliwa, wino lub zboże. Zdradzają, kto był użytkownikiem naczynia albo jego właścicielem. Ten często wydrapywał sygnaturę na naczyniu własnoręcznie, dodając imiona świętych lub Boga, które miały chronić przedmiot i jego samego przed złymi przygodami.

Skorupy rozbitych naczyń bywały wtórnie używane jako tzw. ostraka. W Nubii chrześcijańskiej na takich nośnikach zapisywano na przykład teksty psalmów albo fragmenty tekstów biblijnych. Ostrakon pokryty formułami magicznymi bywał amuletem noszonym w faldach sukni, kładzionym przy łóżku albo zakopywanym pod progiem domu z wiarą, że w ten sposób zapewnia się bezpieczeństwo jego właścicielowi. Odczytywano też ostraka z listami prywatnymi oraz wykorzystywane podczas ćwiczeń szkolnych.

Mury Kościoła Górnego były pokryte inskrypcjami niczym tablice ogłoszeń. Czym one były? Pełniły funkcje informacyjne?

Były materialnym wyrazem pobożności – chęcią pozostawienia śladu osobistej czci wobec Boga. Nubia przyjęła chrześcijaństwo w VI i praktykowała je do XV–XVI wieku, kiedy religią dominującą stał się islam. Inskrypcje na ścianach miejsc kultu pojawiają się, co prawda, już przed X wiekiem, ale rzadko. Dopiero między XII a XIV stuleciem, w schyłkowym okresie chrześcijaństwa nubijskiego, ściany kościołów zaczynają gęsto zapętniać inskrypcje pozostawione przez wiernych, które w ich zamyśle miały być wiecznotrwałymi pamiątkami wizyt w miejscu świętym. Inskrypcja zapisana na ścianie kościoła miała się modlić za swojego autora po jego powrocie do codziennych spraw. Napisane lub wydrapane w tynku słowa traktowano jak złożenie wotum, klękanie do modlitwy albo palenie świec. Była to czynność kultowa. I to na tyle ważna, że odpowiednie czynniki kościelne dbały o stale dostępne miejsca na ścianach.

Dzisiaj pisanie po murach kościołów traktuje się jak wandalizm. Jednak aż po czasy baroku także w kościołach europejskich

wierni zostawiali inskrypcje, uważając, podobnie jak chrześcijanie z Nubii, że jest to wyraz ich pobożności.

Skoro modlitwa miała być wiecznotrwała, trudno nie patrzeć na nią jak na komunikat skierowany do wszystkich innych, którzy kiedykolwiek ją przeczytają, także do przyszłych pokoleń.

Trudno przypuszczać, żeby autorami inskrypcji kierowała chęć pozostawienia po sobie informacji – śladu swojego istnienia, choć, co oczywiste, kto odczytywał imię autora inskrypcji, przywoływał jego osobę. Może nawet zastanawiał się, kim ona była i dla czego pozostawiła po sobie właśnie takie słowa modlitwy. Autor inskrypcji miał jednak inne intencje: oddawał cześć Bogu, zanosił prośby, składał podziękowanie za doznane dobrodziejstwa. Interesował go kontakt z Bogiem, nie z przyszłymi pokoleniami.

Co zmieniło w Pana postrzeganiu świata chrześcijan z Nubii odczytanie blisko tysiąca inskrypcji, które wierni umieszczali na ścianach kościoła z Banganarti? A może, badając pisemne ślady pozostawione przez ludzi żyjących wiele wieków temu, dowiedział się Pan czegoś nowego o człowieku, czego nie przekazały inne źródła?

Za skromny jestem na takie dociekania. Inskrypcje nie zweryfikowały mojej wiedzy o człowieku w ogóle, natomiast zmieniły moje wyobrażenia na temat Nubii chrześcijańskiej. Przede wszystkim zdumiewa mnie wielość świadectw kultury literackiej tamtego czasu, jeśli porównać Nubię z XIII–XIV wieku na przykład ze współczesną jej Polską piastowską. Mój przyjaciel Tomasz Płóciennik z Katedry Epigrafiki i Papirologii UW, który zajmuje się inskrypcjami rzymskim w Polsce, ma ich sto kilkadziesiąt z całego kraju. Ja mam niemal tysiąc z jednego nubijskiego kościoła.

Z tego wynika, że kultura, którą Pan bada, wyrasta ze słowa?

Ze słowa pisanego, ale to nie znaczy, że wszyscy potrafili czytać i pisać. Posiadanie tej umiejętności wcale nie było powszechne.

Mimo to ludzie uznawali za bardzo istotne wyrażanie modlitw przy pomocy znaków pisma i pozostawianie tego rodzaju śladów po sobie. Prawdopodobnie traktowali piśmienność jako część swojej chrześcijańskiej tożsamości. Chrześcijaństwo przyszło przecież do Nubii z regionów położonych w basenie Morza Śródziemnego, które były spadkobiercami kultury greckiej, rzymskiej i hebrajskiej, w których piśmienność była bardzo ważna.

Odczytane inskrypcje opisał Pan w książce *A Late Christian Pilgrimage Centre in Nubia. The Evidence of Wall Inscriptions in the Upper Church at Banganarti*, wydanej w 2020 roku w serii *Journal of Juristic Papyrology Supplements*. Przypuszczam, biorąc pod uwagę skalę przedsięwzięcia, że jest to dzieło dla tej tematyki przełomowe.

To chyba za mocno powiedziane. Dwa lata, jakie upłynęły od jej ukazania się, to wciąż za mało, by książka weszła w intensywny obieg naukowy. Na pewno zmienia ona postrzeganie znaczenia kultury literackiej chrześcijańskich Nubijczyków, pokazując, jak była ważną częścią stworzonej przez nich cywilizacji. Przynosi też nowe obserwacje na temat ich religijności, której istotnym przejawem było pozostawianie materialnych śladów obecności tamtejszych chrześcijan w miejscu świętym w postaci tekstów na ścianach. Nigdzie indziej poza Nubią nie znajdujemy w kościołach tak dużej liczby inskrypcji. Wśród ich autorów występują także władcy królestwa Makurii, najczęściej król Siti, o którym przed moimi badaniami wiadano tylko tyle, że żył w latach 30. XIV wieku. Sądzono, że panował na północy, rządząc okrojonym państwem makuryckim. Teksty pozostawione przez władcę w kościele w Banganarti przedstawiają go w innym świetle: był królem Wielkiej Makurii, obejmującej znaczne tereny w dolinie Nilu i funkcjonującej w najlepsze jako państwo.

Opisane przeze mnie inskrypcje okazały się źródłem wiedzy o nieznanych wcześniej tytułach, nazwach urzędów czy funkcjach, a przede wszystkim o ówczesnych imionach. Znajomość imion jest niebagatelna, bo wybór imienia dla dziecka – czynność bardzo pry-

watna, nawet intymna – pokazuje, jakie wzorce religijne, językowe i kulturowe są bliskie rodzicom. Z inskrypcji wynika, że chrześcijaństwo nadawali dzieciom imiona m.in. pochodzenia arabskiego. Skąd te wzorce imiennicze przyszły? Od przemieszczających się po pustyni Beduinów? Takie są hipotezy, bo archeologicznie nie można potwierdzić ówczesnej obecności wspólnoty arabskiej na tym terenie. W ten sposób wiedza pozyskana ze skromnych w formie inskrypcji pokazuje nam stosunki etniczne panujące w tej części Afryki między XII a XIV wiekiem. Biorąc z kolei pod uwagę, że wiele z nich ma charakter literacki i rozpoczyna się cytatem z Biblii, z pism Ojców Kościoła albo z liturgii, przede wszystkim z hymnów, możemy się domyślać, że te ostatnie były ważnym elementem obrzędowości Kościoła nubijskiego. Jak widać, inskrypcje przynoszą informacje, jeśli nie przetłumaczone, to na pewno ważne.

Powiedział Pan, że dwa lata to wciąż za mało, by ocenić znaczenie Pana książki. Co jest miarą sukcesu w nubiologii? W naukach eksperymentalnych znaczenie ma cytowalność i wartość indeksu Hirscha.

W humanistyce też on obowiązuje, na nieszczęście. Tymczasem odbiór badań jest inny niż w matematyce czy naukach przyrodniczych, których dorobek przy współczesnych możliwościach technologicznych jest na bieżąco udostępniany w Internecie. W humanistyce książki wciąż ukazują się najpierw w postaci papierowej, więc wolniej docierają do odbiorców i konsekwencje ich pojawienia się nie mogą być błyskawiczne. Za to dłużej oddziałują. Proszę pamiętać, że specyfiką publikacji w naukach humanistycznych, zwłaszcza tych, które – jak moja książka – dostarczają wiedzy o charakterze podstawowym, jest to, że naukowcy będą z niej korzystać bardzo długo. Najpewniej przez wieki.

Co dla Pana jest miarą powodzenia? Istotna publikacja, znakomita recenzja?

Z rozpoczęciem przeze mnie badań nubiologicznych, co – powtórzę – stało się możliwe dzięki zaproszeniu mnie do tej pracy przez

prof. Godlewskiego, rozpoczyna się okres – i trwa on do dzisiaj – zainteresowania naukowego tekstami powstałymi w Nubii chrześcijańskiej. Wcześniej nubilogia była nauką archeologów, a nie specjalistów od antycznych tekstów. Stałem się pierwszą osobą w tej dziedzinie, która uczyniła z nubijskich tekstów chrześcijańskich autonomiczny przedmiot badań. Prof. Godlewski w tym samym mniej więcej czasie, kiedy podsunął mi dwie pierwsze inskrypcje do odczytania, zainteresował studiami nad tymi tekstami także Jacques’a van der Vlieta, dzisiaj profesora uniwersytetu w Lejdzie. Razem z nim przygotowałem katalog inskrypcji greckich i koptyjskich, znajdujących się w zbiorach Muzeum Sudańskiego w Chartumie, a później wydaliśmy wspólnie dwie książki: *Qasr Ibrim. The Greek and Coptic Inscriptions* (2010) i *Empowering the Dead in Christian Nubia. The Texts from a Medieval Funerary Complex in Dongola* (2011). Te działania doprowadziły do pojawienia się grupy młodych badaczy, którzy dzisiaj z powodzeniem kontynuują nasze dzieło. I ten właśnie fakt uważam za swój sukces, na równi z rozpoczęciem przeze mnie nowego etapu w studiach nubilogicznych – pracy nad tekstami.

Co Panu w niej pomaga? Wyobrażam sobie, że trzeba być „siłą spokoju”, żeby jej podołać.

Dlaczego?! Mnie się wydaje, że każdy może odczytywać inskrypcje – wystarczy mieć wiedzę i znać języki. Niewiarygodnie spokojni i cierpliwi to muszą być konserwatorzy, którzy pracują na stanowiskach archeologicznych. W epigrafice jak najbardziej przydatny może się okazać temperament.

Jeżeli nie osobowość adepta, to może w Pana dziedzinie liczą się ludzie, których ten spotyka na swojej naukowej drodze?

Zgadzam się – ludzie są kluczowi, zwłaszcza w humanistyce, gdzie spotkanie mistrza i nawiązanie relacji nauczyciel–uczeń może przesądzić o dalszej karierze. Nie byłbym tym, kim jestem, gdybym w 1984 roku podczas praktyk wykopaliskowych w Nea Paphos na Cyprze nie zetknął się bliżej ze Zbigniewem

Borkowskim. Był numizmatykiem, papirologiem, świetnym znawcą greki, nie tylko starożytnej, także współczesnej, epigrafikiem, który w rozprawie habilitacyjnej opisał kilkadziesiąt inskrypcji i rysunków wrytych na blokach kamiennych teatru w Kom el-Dikka w Aleksandrii. Długo by wymieniać talenty i zasługi tego uczonego, ale dla uczniów Borkowskiego równie ważne jak dokonania naukowe było samo przebywanie w jego towarzystwie. Razem z Tomaszem Derdą, jego doktorantem (dzisiaj profesorem, papirologiem i historykiem antyku), prześiadaliśmy więc w Zakładzie Papirologii UW, którym Borkowski kierował, chłonąc opowieści (na przykład na temat kultury i języków pogranicza polsko-białorusko-ukraińskiego), dowcipy, sentencje, mądrości. Byłem nim zafascynowany.

Po jego przedwczesnej i niespodziewanej śmierci w lipcu 1991 roku kimś podobnie dla mnie ważnym stała się prof. Ewa Wipszycka, historyczka starożytności, zajmująca się Egiptem rzymskim i późnoantycznym oraz chrześcijaństwem starożytnym.

Dokładnie dziesięć lat temu, w 2012 roku, prof. Wipszycka otrzymała tę samą nagrodę Fundacji na rzecz Nauki Polskiej, co Pan Profesor dzisiaj. Pana mistrzynię uhonorowano za odtworzenie w książce *Moines et communautés monastiques en Égypte, IV-VIII siècles* organizacji klasztorów istniejących nad Nilem w pierwszych wiekach chrześcijaństwa.

W gronie osób pracujących na dawnym Wydziale Historycznym UW, których prof. Wipszycka skupiła wokół siebie pod koniec lat 90., mówimy o niej bez zbędnej powagi: „Mistrzyni i matka nasza”. Oddajemy w ten sposób hołd jej zasługom naukowym i organizacyjnym, ale też – co dla nas jest równie ważne – podkreślamy znaczenie stworzonego przez nią interesującego środowiska ludzi zajmujących się różnymi zagadnieniami, ale związanych z nią i jej mężem, prof. Benedettem Bravo, filologiem klasycznym i starożytnikiem. Prof. Wipszycka uczyła nas – ludzi mojego pokolenia i nieco młodszych, którzy współtworzyli to środowisko – wszystkiego. I warsztatu, i życia.

Do dzisiaj jest ona moją mentorką i przyjaciółką, bo w dojrzałym życiu jej na pewno zawdzięczam najwięcej.

Czym dla Pana Profesora jest Nagroda Fundacji na rzecz Nauki Polskiej?

Wielkim zaskoczeniem. Książka na temat inskrypcji z czasów Nubii chrześcijańskiej nie dotyczy przecież wielkich problemów humanistyki, koncepcji filozoficznych czy historiozoficznych, a jedynie dorobku piśmienniczego marginalnej krainy. To nie jest, mówiąc wprost, *Barbarzyńska Europa* prof. Karola Modzelewskiego, też nagrodzona przez FNP, czy wspomniane dzieło prof. Wipszyckiej. Przypuszczałem, że jest to dobra książka poświęcona badaniom podstawowym, która udostępnia światu naukowemu nieznaną do tej pory grupę materiałów. Zdziwiłem się jednak, że gremium Fundacji na rzecz Nauki Polskiej przyznające nagrody uznaje, że takie badania mają wartość i należy je wyróżnić.

Kiedy Pan wie, że to, co Pan zrobił jest dobre?

Swoje prace oceniam różnie, także bardzo krytycznie. Książka *A Late Christian Pilgrimage Centre in Nubia...* wydaje mi się ważna ze względu na bogactwo przedstawionego przeze mnie materiału, jego dokumentacji, opracowania, wyciągniętych wniosków. Jest wiele czynników, które wpływają na moje dobre samopoczucie jako autora tej książki, a nie ostatnim jest strona wizualna tej publikacji – jakość umieszczonych tam fotografii, kopii inskrypcji, planów i przekrojów – za którą odpowiadał prof. Tomasz Derda, zarządzający wydawaniem czasopisma „The Journal of Juristic Papyrology” i serii jego suplementów.

Mam pozytywistyczne podejście do mojej pracy. Uważam, że jeśli los/istota boska/prof. Godlewski albo prof. Wipszycka – proszę wybrać pasującą odpowiedź – postavili mnie tu, gdzie jestem, powinienem najlepiej, jak potrafię, wykonywać swoją pracę. Mam nadzieję, że tak właśnie jest i coś wnoszę do nauki, a moi uczniowie czy następcy skorzystają z tego.

**L A U R E A C I
N A G R Ó D
F N P**

1 9 9 2 – 2 0 1 0

NAUKI HUMANISTYCZNE I SPOŁECZNE

- 1992** prof. Marian Biskup, Instytut Historii PAN, Toruń
- 1994** mgr Roman Aftanazy, em. pracownik Biblioteki Zakładu Narodowego im. Ossolińskich
- 1995** prof. Teresa Michałowska, Instytut Badań Literackich PAN, Warszawa
- 1996** prof. Jerzy Gadomski, Uniwersytet Jagielloński
- 1997** prof. Andrzej Paczkowski, Instytut Studiów Politycznych PAN, Warszawa
- 1998** prof. Janusz Sondel, Uniwersytet Jagielloński
- 1999** prof. Mieczysław Tomaszewski, Akademia Muzyczna, Kraków
- 2000** prof. Jan Strelau, Uniwersytet Warszawski
- 2001** prof. Stefan Swieżawski, em. prof. Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego
- 2002** prof. Lech Leciejewicz, Instytut Archeologii i Etnologii PAN; Uniwersytet Wrocławski
- 2003** prof. Jerzy Szacki, em. prof. Uniwersytetu Warszawskiego
- 2004** prof. Jadwiga Staniszkis, Uniwersytet Warszawski
- 2005** prof. Karol Myśliwiec, Zakład Archeologii Śródziemnomorskiej PAN, Warszawa
- 2006** prof. Piotr Sztompka, Uniwersytet Jagielloński
- 2007** prof. Karol Modzelewski, Uniwersytet Warszawski

- 2008** prof. Stanisław Mossakowski, Instytut Sztuki PAN, Warszawa
- 2009** prof. Jerzy Strzelczyk, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
- 2010** prof. Anna Wierzbicka, Australian National University, Canberra

NAUKI PRZYRODNICZE I MEDYCZNE

- 1992** prof. Ewa Kamler, Instytut Ekologii PAN, Warszawa
- 1993** prof. Wiesław Jędrzejczak, Wojskowa Akademia Medyczna, Warszawa
- 1994** prof. Krzysztof Selmaj, Akademia Medyczna, Łódź
- 1995** prof. Stanisław J. Konturek, Akademia Medyczna, Kraków
- 1996** prof. Aleksander Koj, Uniwersytet Jagielloński
- 1997** prof. Ryszard Gryglewski, Uniwersytet Jagielloński
- 1998** prof. Andrzej Szczeklik, Uniwersytet Jagielloński
- 1999** prof. Maciej Żylicz, Uniwersytet Gdański
- 2000** prof. Leszek Kaczmarek, Instytut Biologii Doświadczalnej PAN, Warszawa
- 2001** prof. Maciej Gliwicz, Uniwersytet Warszawski
- 2002** prof. Mariusz Jaskólski, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
- 2003** prof. Roman Kaliszan, Akademia Medyczna, Gdańsk
- 2004** prof. Janusz Limon, Akademia Medyczna, Gdańsk

- 2005** prof. Zofia Kielan-Jaworowska, Instytut Paleobiologii PAN, Warszawa
- 2006** prof. Mariusz Z. Ratajczak, Pomorska Akademia Medyczna w Szczecinie; University of Louisville, USA
- 2007** prof. Włodzimierz J. Krzyżosiak, Instytut Chemii Bioorganicznej PAN, Poznań
- 2008** prof. Jacek Oleksyn, Instytut Dendrologii PAN w Kórniku
- 2009** prof. Andrzej Koliński, Uniwersytet Warszawski
- 2010** prof. Tomasz Guzik, Uniwersytet Jagielloński

NAUKI ŚCISŁE

- 1992** prof. Aleksander Wolszczan, Pennsylvania State University, USA; Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
- 1993** prof. Stanisław Woronowicz, Uniwersytet Warszawski
- 1994** prof. Zbigniew Ryszard Grabowski, Instytut Chemii Fizycznej PAN, Warszawa
- 1995** prof. Adam Sobiczewski, Instytut Problemów Jądrowych, Warszawa
- 1996** prof. Bohdan Paczyński, Princeton University, USA
- 1997** prof. Tomasz Łuczak, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
- 1998** prof. Lechośław Latos-Grażyński, Uniwersytet Wrocławski
- 2000** prof. Bogumił Jeziorski, Uniwersytet Warszawski
- 2001** prof. Ludomir Newelski, Uniwersytet Wrocławski

- 2002** prof. Andrzej Udalski, Uniwersytet Warszawski
- 2003** dr Marek Pfützner, Uniwersytet Warszawski
- 2004** prof. Wojciech J. Stec, Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN, Łódź
- 2006** prof. Tomasz Dietl, Instytut Fizyki PAN, Warszawa
- 2007** doc.dr hab. Andrzej L. Sobolewski, Instytut Fizyki PAN, Warszawa
- 2008** prof. Ryszard Horodecki, Uniwersytet Gdański
- 2009** prof. Józef Barnaś, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu; Instytut Fizyki Molekularnej, Poznań
- 2010** prof. Tadeusz Marek Krygowski, Uniwersytet Warszawski

NAUKI TECHNICZNE

- 1993** prof. Kazimierz Sobczyk, Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa
- 1995** prof. Maksymilian Pluta, Instytut Optyki Stosowanej, Warszawa
- 1997** prof. Antoni Rogalski, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa
- 1998** prof. Leszek Stoch, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
- 1999** prof. Zdzisław Kowalczyk, Politechnika Gdańska
- 2000** prof. Jan Węglarz, Politechnika Poznańska
- 2001** prof. Michał Kleiber, Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa
- 2002** prof. Adam Proń, Politechnika Warszawska; Komisariat Energii Atomowej (CEA) w Grenoble

- 2004** prof. Krzysztof Matyjaszewski, Carnegie Mellon University, USA;
Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN, Łódź
- 2005** prof. Roman Słowiński, Politechnika Poznańska
- 2006** prof. Leon Gradoń, Politechnika Warszawska
- 2007** prof. Andrzej Nowicki, Instytut Podstawowych Problemów
Techniki PAN, Warszawa
- 2008** prof. Andrzej Jajszczyk, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
- 2009** prof. Bogdan Marciniak, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza
w Poznaniu

**L A U R E A C I
N A G R Ó D
F N P**

od 2011 roku

NAUKI O ŻYCIU I O ZIEMI

- 2011** prof. Jan Potempa, Uniwersytet Jagielloński, University of Louisville, USA
- 2012** prof. Krzysztof Palczewski, Case Western Reserve University w Cleveland, USA
- 2013** prof. Andrzej K. Tarkowski, Uniwersytet Warszawski
- 2014** prof. Tomasz Goslar, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
- 2016** prof. Jan Kozłowski, Uniwersytet Jagielloński
- 2017** prof. Piotr Trzonkowski, Gdański Uniwersytet Medyczny
- 2018** prof. Andrzej Dziembowski, Instytut Biochemii i Biofizyki PAN w Warszawie
- 2020** prof. Jacek Radwan, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
- 2021** prof. Bożena Kamińska-Kaczmarek, Instytut Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN w Warszawie
- 2022** prof. Marcin Nowotny, Międzynarodowy Instytut Biologii Molekularnej i Komórkowej w Warszawie

NAUKI CHEMICZNE I O MATERIAŁACH

- 2011** prof. Elżbieta Frąckowiak, Politechnika Poznańska
- 2012** prof. Mieczysław Mąkosza, em. prof. Instytutu Chemii Organicznej PAN w Warszawie
- 2013** prof. Sylwester Porowski, Instytut Wysokich Ciśnień PAN
- 2014** prof. Karol Grela, Uniwersytet Warszawski i Instytut Chemii Organicznej PAN w Warszawie

- 2015** prof. Stanisław Penczek, Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN w Łodzi
- 2016** prof. Marek Samoć, Politechnika Wrocławska
- 2017** prof. Daniel Gryko, Instytut Chemii Organicznej PAN w Warszawie
- 2018** prof. Andrzej Gałęski, Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN w Łodzi
- 2019** prof. Marcin Drąg, Politechnika Wrocławska
- 2020** prof. Ewa Górecka, Uniwersytet Warszawski
- 2021** prof. Jacek Jemielity, Centrum Nowych Technologii UW
- 2022** prof. Bartosz Grzybowski, Instytut Chemii Organicznej PAN w Warszawie i Ulsan National Institute of Science and Technology w Ulsan (Republika Korei)

NAUKI MATEMATYCZNO-FIZYCZNE I INŻYNIERSKIE

- 2011** prof. Maciej Lewenstein, Institut de Ciències Fotòniques (ICFO), Castelldefels oraz Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats, Barcelona
- 2012** dr hab., prof. UMK Maciej Wojtkowski, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
- 2013** prof. Marek Żukowski, Uniwersytet Gdański
- 2014** prof. Iwo Białynicki – Birula, Centrum Fizyki Teoretycznej PAN
- 2015** prof. Kazimierz Rzążewski, Centrum Fizyki Teoretycznej PAN
- 2016** prof. Józef Spątek, Uniwersytet Jagielloński
- 2017** prof. Andrzej Trautman, Uniwersytet Warszawski

- 2018** prof. Krzysztof Pachucki, Uniwersytet Warszawski
- 2019** prof. Andrzej Kossakowski, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
- 2020** prof. Krzysztof M. Górski, Uniwersytet Warszawski i NASA Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology (Caltech)
- 2021** prof. Grzegorz Pietrzyński, Centrum Astronomiczne im. M. Kopernika PAN w Warszawie

NAUKI HUMANISTYCZNE I SPOŁECZNE

- 2011** prof. Tomasz Giaro, Uniwersytet Warszawski
- 2012** prof. Ewa Wipszycka, Uniwersytet Warszawski
- 2013** prof. Jan Woleński, Uniwersytet Jagielloński
- 2014** prof. Lech Szczucki, Instytut Filozofii i Socjologii PAN w Warszawie
- 2015** prof. Jerzy Jedlicki, Instytut Historii im. Tadeusza Manteuffla PAN w Warszawie
- 2016** prof. Bogdan Wojciszke, SWPS Uniwersytet Humanistycznospołeczny, Wydział Zamiejscowy w Sopocie
- 2017** prof. Krzysztof Pomian, CNRS w Paryżu i Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
- 2018** prof. Timothy Snyder, Uniwersytet Yale
- 2019** prof. Andrzej Wiśniewski, Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu
- 2020** prof. Romuald Schild, Instytut Archeologii i Etnologii PAN w Warszawie
- 2021** prof. Cezary Cieśliński, Uniwersytet Warszawski
- 2022** prof. Adam Łajtar, Uniwersytet Warszawski

WYDAWCA:

Fundacja na rzecz Nauki Polskiej

ul. I. Krasickiego 20/22, 02-611 Warszawa

tel.: 22 845 95 01

www.fnp.org.pl

REDAKCJA:

Elżbieta Marczuk

ZDJĘCIA:

Magdalena Wiśniewska-Krasińska, OneHD

KOREKTA I OPRACOWANIE TYPOGRAFICZNE:

Studio DTP Academicon

DRUK:

Standruk



Fundacja na rzecz Nauki Polskiej
ul. I. Krasickiego 20/22, 02-611 Warszawa
tel.: 22 845 95 01
www.fnp.org.pl