

**TOMASZ JAGIELSKI**

ORCID: 0000-0001-9553-5742  
e-mail: t.jagielski@uw.edu.pl

Uniwersytet Warszawski, Wydział Biologii, Instytut Mikrobiologii, Zakład Mikrobiologii Medycznej,  
ul. I. Miecznikowa 1, 02-096 Warszawa

## **Mikrokosmos – problemy nauk mikrobiologicznych**

[https://doi.org/10.36921/kos.2024\\_3039](https://doi.org/10.36921/kos.2024_3039)

Pojęcie kosmosu ma stosunkowo szeroki zakres semantyczny. Na przestrzeni wieków treść tego pojęcia zmieniała się, odbiegając od nadanej mu pierwotnie przez antyczną filozofię grecką (gr. kósmos = porządek). Współczesna definicja słownikowa określa kosmos jako „nieskończony w przestrzeni i w czasie zbiór ciał niebieskich”, względnie utożsamia z pojęciem wszechświata. W potocznym rozumieniu słowo kosmos, jeszcze bardziej niż wszechświat, odsyła nas do jakiegoś ogromnego, niezmiernego, bezkresnego bytu. Podobnie, przymiotnik kosmiczny stał się synonimem czegoś wielkiego, niedającego

się ogarnąć. Zapewne rozległość i różnorodność problemów badawczych osadzonych w dziedzinie nauk biologicznych miały zyskać odzwierciedlenie w nazwie naszego czasopisma. Świat ożywiony, czy szerzej system ekologiczny z wszystkimi organizmami żywymi, stanowiący główny obszar zainteresowań biologii, wypełnia także tę oryginalną, filozoficzną definicję kosmosu jako „wewnętrznie uporządkowanej i harmonijnie zbudowanej całości”, antytezy chaosu. Takie postrzeganie świata wydaje się całkiem naturalne dla biologa – kosmos nie jako przestrzeń obca i pozaziemska, ale właśnie jako

globalny ekosystem, który zamieszkuje olbrzymia, kosmiczna liczba organizmów. Niezliczone interakcje między organizmami, a także między organizmami a środowiskiem, organizują ten bio-kosmos, pozwalając funkcjonować wszystkim jego składnikom w harmonii i równowadze. W ten sam sposób, czyli w funkcji swoistego kosmosu, można widzieć świat mikroorganizmów.

Tytułowy dla niniejszego zeszytu „mikrokosmos” należy rozumieć jako zbiór wszystkich mikroorganizmów zasiedlających naszą planetę, razem z ich naturalnym środowiskiem i całokształtem wzajemnych relacji. W odniesieniu do świata mikroorganizmów, używanie pojęcia kosmosu ma szczególne uzasadnienie ze względu na opisujące go liczby. Bo są one iście kosmiczne. I tak na przykład, liczbę bakterii w biosferze szacuje się na przeszło kwintylion ( $10^{30}$ ) komórek, czyli miliard ( $10^9$ ) razy więcej niż gwiazd w widzialnej części wszechświata. Tylko w 1 g gleby, którą może zmieścić łyżeczka do herbaty, jest tyle samo bakterii ile wynosi obecnie ludność Afryki ( $10^9$ ). Jeszcze bardziej niewiarygodna wydaje się liczba bakterii zasiedlających tak niewielkie nisze, jak płytka nazębna. W 1 g takiego podłoża liczebność bakterii dorównuje ogólnej liczbie ludzi, którzy kiedykolwiek żyli na Ziemi ( $10^{11}$ ). Z kolei jelito przeciętnego dorosłego człowieka zawiera nawet miliard ( $10^{15}$ ) bakterii, stanowiąc masę ok. 1–2 kg. Próby kwantyfikacji mikroorganizmów w wymiarze przestrzennym również używają liczb astronomicznych. Przyjmując, że pojedyncza komórka bakteryjna ma długość 1  $\mu\text{m}$  (0,001 mm), to długość sznura ułożonego z tych komórek wyniosłaby co najmniej 50 miliardów ( $5 \times 10^{10}$ ) lat świetlnych, czyli ok. kwadryliarda ( $10^{27}$ ) metrów. Nawet przy dużej wyobraźni trudno sobie zwizualizować takie kalkulacje. Są też jeszcze bardziej namacalne dowody liczbowych rekordów, których w świecie żywym dostarczają mikroorganizmy. Ciekawym przykładem są grzybnie tworzone przez niektóre gatunki grzybów z rodzaju *Armillaria*. Grzybnia, początkowo niewidoczna dla oka ludzkiego, może rozrastać się na powierzchni 30-krotnie większej od tej, którą zajmuje największy stadion piłkarski świata Salt Lake Stadium w indyjskiej Kalkucie (9 km<sup>2</sup>). Innym przykładem są masowe zakwity mikroskopijnych glonów i sinic, obejmujące nawet kilkaset tysięcy km<sup>2</sup> powierzchni wodnej. Wreszcie, wielkość i różnorodność mikro-

świata ilustrują też estymacje liczby gatunków drobnoustrojów żyjących na świecie. O ile więc opisano i skatalogowano ponad 30 tysięcy gatunków bakterii, to szacuje się, że na Ziemi może ich być nawet kilkadziesiąt milionów, czyli kilkakrotnie więcej niż wszystkich organizmów eukariotycznych. Te wybrane, spektakularne przykłady jaskrawie pokazują, że świat mikroorganizmów (mikroświat) jest nie tylko integralną częścią wszechświata, ale i sam, przez swoje właściwości, w tym skalę ilościową i przestrzenną, wielowymiarowość i skomplikowanie, jest swoistym kosmosem. Stąd w naukach biologicznych, świat drobnoustrojów jest często określany właśnie mianem mikrokosmosu. Swoją drogą, na gruncie filozofii, już od czasów Demokryta, pojęcie mikrokosmosu odnosi się do człowieka, w przeciwieństwie do makrokosmosu, którym jest cały świat otaczający (przestrzeń około- i pozaziemska). Ciekawe, że obie te perspektywy – mikrobiologiczna i filozoficzna – niejako ze sobą korespondują. Wszak w świetle współczesnej wiedzy i przywołanych wyżej przykładów, mikrokosmos-człowiek zawiera w sobie mikrokosmos-drobnoustroje. Ogół mikroorganizmów zasiedlających ciało człowieka nazywa się jego mikrobiomem lub mikrobiotą. Co ważne, skład i aktywność mikrobiomu znacząco wpływają na zdrowie i funkcjonowanie człowieka.

Przy wyborze tytułu dla niniejszej monografii chodziło z jednej strony o uwypuklenie bogactwa i znaczenia świata drobnoustrojów jako składnika całego uniwersum, a z drugiej uzyskanie pewnego efektu generalizującego, pozwalającego na pomieszczenie w opracowaniu tekstów reprezentujących czasem bardzo odległe dziedziny mikrobiologii. Moją intencją było więc przygotowanie zeszytu tematycznie zróżnicowanego i możliwie wszechstronnego, uwzględniającego różne dyscypliny mikrobiologiczne, z ich odrębną problematyką badawczą i specyfiką metodologiczną. Zeszytu, w której jedynym zwornikiem spajającym poszczególne jego części będzie kategoria obiektu badań, wywodzącego się ze świata mikroorganizmów.

Do rąk czytelników trafia więc monografia stanowiąca zbiór specjalnie wybranych artykułów przeglądowych poświęconych bardzo różnym aspektom wiedzy mikrobiologicznej. Prace dotyczą różnych grup mikroorganizmów – bakterii, grzybów, protistów (osobne opracowanie poświęcono fagom) i to

zarówno chorobotwórczych, jak i saprofitycznych lub symbiotycznych.

Wśród przedstawionych prac uwagę zwraca także szerokie spektrum dziedzinowe; poszczególne teksty reprezentują różne działy mikrobiologii, w tym mikrobiologię medyczną (infekcyjną), sanitarną, weterynaryjną, przemysłową, środowiskową i mikrobiologię żywności. Jak już wspomniano, wszystkie artykuły stanowią opracowania syntetyczne, przygotowane w oparciu o najbardziej aktualne źródła piśmiennicze. Dyskusja głównego zagadnienia naukowego w kontekście najnowszych osiągnięć z zakresu taksonomii, fizjologii, biologii molekularnej i genetyki mikroorganizmów stanowi istotny walor prezentowanych tekstów.

Dodatkową wartością całego opracowania jest układ zespołów autorskich. Od początku prac nad zeszytem, moim zamiarem było przyciągnięcie do jej projektu, szczególnie na pierwszych pozycjach autorskich, młodych i ambitnych naukowców, nie tyle okrzepłych, z ekspercką wiedzą w danej tematyce, co dopiero ją odkrywających, z właściwą wiekowi pasją i krytycyzmem. Wśród głównych autorów tekstów są więc często młodzi doktorzy, a nawet doktoranci, prowadzeni przez cenionych specjalistów i liderów w obszarach swojej naukowej aktywności (ci ostatni są najczęściej współautorami artykułów). Przy tym, wszyscy autorzy reprezentują prężne i dobrze rozpoznawalne w Polsce, a często i za granicą, grupy badawcze, działające w czołowych uczelniach krajowych.

Wierzę, że zebrane w niniejszej monografii artykuły pozwolą czytelnikowi odkryć niewielki, ale uchwycony na różnych poziomach i w różnych aspektach, wycinek świata mikroorganizmów. Być może lektura ta przyczyni się do kolejnych, mniej lub bardziej pogłębionych eksploracji mikrokosmosu.

Dziękuję bardzo Redakcji „Kosmosu”, a szczególnie Redaktor Naczelnej, Pani Profesor Krystynie Skwarło-Sońcie, za zaufanie i powierzenie mi przygotowania niniejszego zeszytu. Dziękuję również Sekretarz Redakcji, Pani Marcie Zabłockiej za wsparcie w pracach korektorskich i redakcyjnych.

Dziękuję w końcu wszystkim Autorom i Recenzentom nadesłanych tekstów. To ich współpracy, przy wsparciu moim i zespołu redakcyjnego, monografia zawdzięcza swój wysoki poziom w warstwie merytorycznej i formalnej.

Mikroorganizmy, odkąd tylko zostały odkryte, wzbudzały ciekawość, a nawet fascynację naukowców,

ale nie tylko... Były też, i są nadal, tematem podejmowanym przez ludzi rozmaitych profesji i talentów, nie wyłączając artystów. Świat mikroorganizmów stanowi motyw twórczości nawet tak subtelnej i wyrafinowanej jak poezja, czego pięknym przykładem jest wiersz Wisławy Szymborskiej pt. „Mikrokosmos”.

### Mikrokosmos

Wisława Szymborska

Kiedy zaczęto patrzeć przez mikroskop,  
powiało grozą i do dzisiaj wieje.

Życie było dotychczas wystarczająco szalone  
w swoich rozmiarach i kształtach.

Wytwarzało więc także istoty maleńkie,  
jakieś muszki, robaczki,  
ale przynajmniej gołym ludzkim okiem  
dające się zobaczyć.

A tu nagle, pod szkiełkiem,  
inne aż do przesady  
i tak już znikome,  
że to co sobą zajmują w przestrzeni,  
tylko przez litość można nazwać miejscem.

Szkiełko ich nawet wcale nie uciska,  
bez przeszkód dwoją się pod nim i trują  
na pełnym luzie i na chybił trafiał.

Powiedzieć, że ich dużo – to mało powiedzieć.  
Im silniejszy mikroskop,  
tym pilniej i dokładniej wielokrotnie.

Nie mają nawet porządných wnętrzości.  
Nie wiedzą, co to płeć, dzieciństwo, starość.  
Może nawet nie wiedzą czy są - czy ich nie ma.  
A jednak decydują o naszym życiu i śmierci.

Niektóre zastygają w chwilowym bezruchu,  
choć nie wiadomo, czym dla nich jest chwila.  
Skoro są takie drobne,  
to może i trwanie  
jest dla nich odpowiednio rozdrobnione.

Pylek znoszony wiatrem to przy nich meteor  
z głębokiego kosmosu,  
a odcisk palca – rozległy labirynt,

gdzie mogą się gromadzić  
na swoje głuche parady,  
swoje ślepe iliady i upaniszady.

Od dawna chciałam już o nich napisać,  
ale to trudny temat,  
wciąż odkładany na potem  
i chyba godny lepszego poety,  
jeszcze bardziej ode mnie zdumionego światem.  
Ale czas nagli. Piszę.

W. Szymborska: Mikrokosmos. [w:] *Eadem: Tutaj*.  
Kraków 2009, s. 17–19.

A handwritten signature in black ink, reading "Tomasz Jagielski -". The signature is written in a cursive, flowing style with a horizontal line at the end.