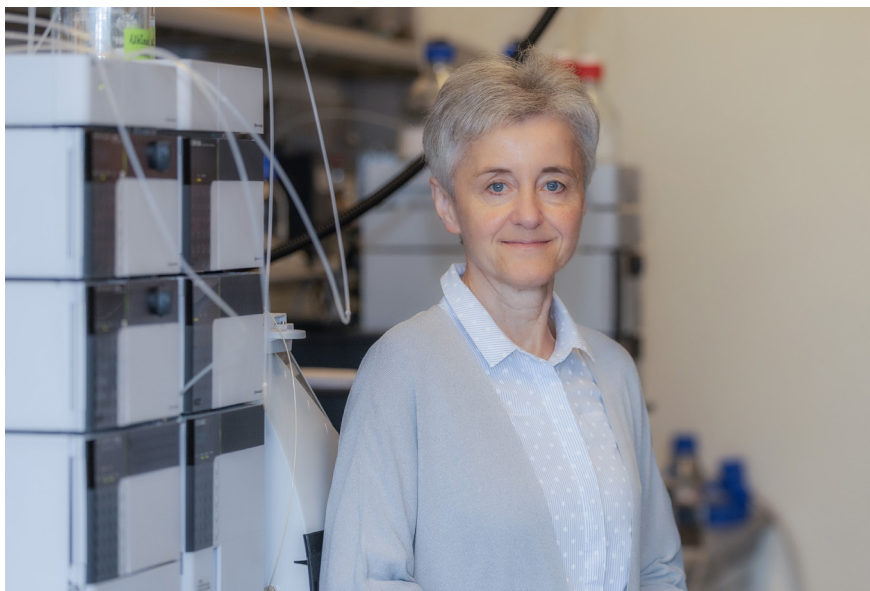


Niezbadany potencjał Morza Bałtyckiego

O błękitnej, zielonej, białej i czerwonej biotechnologii oraz zasobach Morza Bałtyckiego opowiada prof. dr hab. Hanna Mazur-Marzec z Wydziału Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego. Przypominamy rozmowę z tegoroczną laureatką Nagrody Naukowej Miasta Gdańska im. Jana Heweliusza, którą w 2021 roku przeprowadziła dr Beata Czechowska-Derkacz¹



Profesor
Hanna Mazur-Marzec

Fot. Arek Smykowski

► **W jakiej kondycji jest nasz Bałtyk? Naukowcy alarmują, że jest niedotleniony i zanieczyszczony. Pytam w kontekście roku 2020, który został ogłoszony przez ONZ rokiem mórz i oceanów. Miał być datą graniczną przed tak zwanym efektem domina, a zatem zmianami, których już nie będziemy w stanie powstrzymać.**

Jestem optymistką, ale realnie patrząc na świat i myślę, że sytuacja nie jest aż tak katastrofalna. Środowisko naturalne, dopóki nie prze-

kroczymy pewnej bariery, potrafi wracać do stanu równowagi, a wydaje mi się, że w przypadku Bałtyku ta granica jeszcze nie została przekroczona. Z Bałtykiem wiąże się wiele problemów, a jego stan jest daleki od optymalnego czy zrównoważonego. Począwszy od lat osiemdziesiątych dwudziestego wieku wdrożono jednak pewne mechanizmy zmierzające do poprawy kondycji Morza Bałtyckiego i myślę, że nie tylko w moich badaniach, ale również w badaniach kolegów widzimy nieśmiały sygnał poprawy. Wyrządzaliśmy szkody środowisku

przez wiele dziesięcioleci. Nie możemy spodziewać się, że ta sytuacja zmieni się nagle. Naukowcy liczą, że zadawalających efektów można oczekiwać około 2050 roku, pod warunkiem jednak, że wciąż będziemy efektywnie działać na rzecz poprawy stanu ekologicznego Bałtyku.

► **Jakie są najgroźniejsze skutki niszczącego wpływu człowieka na Bałtyk?**

Można zauważyć trzy najpoważniejsze efekty antropopresji. Są

to eutrofizacja, zanieczyszczenie substancjami organicznymi i metalami ciężkimi oraz śmieciami, wśród których nową kategorią jest mikroplastik. Na pierwszym miejscu jest jednak eutrofizacja. Od lat osiemdziesiątych dwudziestego wieku zmniejszyła się ilość zanieczyszczeń trafiających do Bałtyku, powodujących proces eutrofizacji, czyli substancji biogenicznych, takich jak związki azotu i fosforu. Jednak tak dużo już zdeponowaliśmy tych substancji w środowisku, że pojawia się efekt tak zwanego błędnego koła eutrofizacji. Oznacza to, że pierwiastki te krążą w morzu i co jakiś czas przechodzą z formy związanej z organizmami czy zdeponowanej w osadzie do formy rozpuszczonej, która stanowi bazę do rozwoju mikroorganizmów. Następuje więc wewnętrzne zasilenie środowiska w substancje odżywcze, których nadmiar powoduje intensywne zakwity glonów i sinic. Potrzeba wielu lat starań człowieka, żeby poprawić stan środowiska i zatrzymać to błędne koło eutrofizacji.

► **Jakiego rodzaju działania należy podejmować, aby zapobiec takim zjawiskom?**

Powinniśmy przede wszystkim dużą wagę przykładac do nowych technologii, które ograniczą powstawanie i zrzut zanieczyszczeń do Morza Bałtyckiego. Wiadomo, że nie wszystkie zanieczyszczenia, które trafiają do oczyszczalni, ulegają rzeczywiście rozkładowi, część z nich niestety wraca do środowiska. Wydaje mi się, że jeżeli chodzi o punktowe źródła zanieczyszczeń, następuje systematyczna poprawa. Najtrudniej jest jednak zapanować nad źródłami rozproszonymi, ponieważ zanieczyszczenia nie mają granic i mogą być transportowane na

duże odległości. Najpoważniejsze zagrożenie, jeżeli chodzi o zanieczyszczenia chemiczne, stanowią związki trwałe, które w ekosystemie mogą przetrwać wiele lat, mogą też być przenoszone przez organizmy kolejnych poziomów łańcucha pokarmowego i ostatecznie trafić z powrotem do człowieka.

► **Bałtyk jest morzem o małej bioróżnorodności. Jakie są tego przyczyny i konsekwencje?**

Na bioróżnorodność można patrzeć w dwojaki sposób. Zajmuję się mikroorganizmami i muszę powiedzieć, że na tym poziomie poznaliśmy zaledwie niewielki procent gatunków występujących w Bałtyku. Jeżeli chodzi natomiast o organizmy wyższe, to faktycznie jest to morze o ograniczonej bioróżnorodności. Przede wszystkim dlatego, że organizmy tak łatwo się w nim nie adaptują. Z jednej strony nie wszystkie organizmy pochodzące z wód słodkich są w stanie przeżyć w słonawych wodach Morza Bałtyckiego. Z drugiej strony – część organizmów, pochodząca z typowo morskiego środowiska, nie zawsze łatwo dostosowuje się do wody o pośrednim zasoleniu. Jeżeli chodzi o konsekwencje, to trzeba pamiętać, że strata jednego gatunku może powodować poważne zmiany w ekosystemie o małej bioróżnorodności. Jeżeli któryś z gatunków ulegnie zagrożeniu i populacja tych organizmów będzie zredukowana lub w ogóle zniknie, to mało jest rodzimych organizmów, które zastąpiłyby jego funkcje. Jest też niebezpieczeństwo, że powstała luka wypełnią organizmy obce dla ekosystemu.

► **Zasoby Morza Bałtyckiego najczęściej postrzegamy jako źródło ryb czy makroglonów.**

Pani profesor bada cyjanobakterie, czyli sinice.

Przede wszystkim to nie są glony, tylko bakterie i właśnie dlatego z uporem stosuję nazwę cyjanobakterie. Jest to specyficzna i ciekawa grupa mikroorganizmów, a ich funkcja w środowisku jest bardzo ważna. Cyjanobakterie należą do pionierskich organizmów, które zasiedliły Ziemię około dwóch i pół miliarda lat temu. Wielką zasługą tych organizmów jest to, że oddychamy dzisiaj tlenem – pojawienie się cyjanobakterii skutkowało ewolucją życia na Ziemi, ponieważ umożliwiły one rozwój tlenowych form życia. Również dziś znaczna część tlenu na Ziemi pochodzi właśnie z procesów, które zachodzą w tych organizmach. Nasz zespół badawczy interesują zwłaszcza cyjanometabolity, czyli związki, które te organizmy produkują i które zapewne pozwoliły im przetrwać, czasem w drastycznych warunkach, które panowały na Ziemi.

► **Sinice powszechnie kojarzą się negatywnie jako organizmy szkodliwe, a nawet niebezpieczne dla człowieka. Pani profesor bada pozytywne aspekty ich funkcjonowania.**

Wiele toksyn ma pozytywne zastosowania. Chyba najlepiej poznanym przykładem jest botulina, która w medycynie kosmetycznej robi ogromną karierę (jako botoks), a jest jedną z najbardziej zjadliwych toksyn, jakie możemy sobie wyobrazić. Moje badania nad cyjanometabolitami zaczęły się od związków toksycznych, a później, dzięki wyposażeniu pracowni w nowoczesną aparaturę, mogłam się przekonać, że cyjanobakterie produkują całą gamę nieznanych wcześniej związków. Okazały się one bardzo ciekawe

pod względem aktywności biologicznej. Staramy się możliwie wszechstronnie badać tę aktywność, również pod kątem działania antynowotworowego czy antywirusowego. Współpracujemy z wieloma jednostkami, które nas wspomagają, ponieważ im więcej takich testów będziemy przeprowadzać, tym łatwiej będzie zidentyfikować ten najciekawszy organizm, produkujący najbardziej obiecujące związki.

► **Chciałabym także zapytać o problem bieżący – duży zakwit sinic w tym roku [2021 – przyp. red.] w Bałtyku. Z czego on wynika?**

Nie ma jednoznacznej odpowiedzi na to pytanie. Nie wszystko możemy przypisać wyłącznie czynnikom takim jak eutrofizacja. Jest szereg biotycznych czynników, nie do końca jeszcze poznanych, które wpływają na dynamikę zakwitu. W naszej strefie Morza Bałtyckiego zakwity obserwujemy najczęściej w czasie upalnego lata, ale w dużej mierze ich pojawienie się na naszych plażach wynika z kierunku wiatru. Podczas obserwacji maksymalnego zagęszczenia powierzchniowych skupisk sinic na mapie satelitarnej Morza Bałtyckiego widać wyraźnie, że najwięcej jest ich w centralnej części Bałtyku. Jeżeli są to skupiska przypowierzchniowe – a taka jest tendencja tych organizmów, że unoszą się do powierzchni – i jeżeli będzie wiało w naszym kierunku, to nawet bez warunków sprzyjających ich rozwojowi sinice mogą się tutaj pojawiać. Często widzimy na horyzoncie zielone smugi, będące wynikiem działania wiatru i falowania, które kierują do nas skupiska sinic.

► **Potencjał ekosystemu Morza Bałtyckiego jest wciąż nie do końca zbadany. Jakie jeszcze**

inne związki pozyskane z Bałtyku mogą być przydatne?

Środowisko morskie, nawet ubogie w różne organizmy tak jak Morze Bałtyckie, ma bardzo wiele do zaoferowania. Na szeroką skalę wykorzystywany jest na przykład kolagen organizmów morskich. Ma on zastosowanie w różnych dziedzinach, od medycyny do przemysłu spożywczego. Jako suplement diety wzmacnia kości, może też być wykorzystywany do produkcji materiałów opatrunkowych czy kosmetyków. Pochodne kolagenu to na przykład żelatyna oraz związki wykorzystywane w przemyśle farmaceutycznym. Kolagen pozyskuje się między innymi z tych części ryb, które nie są spożywane przez człowieka, czyli ze skóry, głowy, ości. Producentom filetów rybnych fakt ten pozwala zredukować i efektywnie wykorzystać powstałe odpady. Innymi cennymi produktami pozyskiwanymi z ryb są kwasy tłuszczowe omega-3, które właściwie są traktowane jako leki, zwłaszcza w chorobach układu krążenia. Makroglony znalazły szerokie zastosowanie w produkcji kosmetyków, a także w przemyśle spożywczym (na przykład agar, karagen). Nasz zespół stara się natomiast poznawać nowe możliwości wykorzystania bałtyckich cyjanobakterii, zwłaszcza ich potencjału jako źródła związków o farmaceutycznym zastosowaniu.

► **Leki (antybakteryjne, antybiotyczne, antynowotworowe), produkcja kosmetyków, nowe technologie przyspieszające utylizację odpadów – czy można powiedzieć, że wkraczamy w obszar błękitnej biotechnologii?**

Tak, można, i nie jest to wielka nowość. Zaczęliśmy się rozwijać w tym kierunku w szybszym tempie już kilkanaście lat temu.

Uniwersytet Gdański brał wówczas udział w międzynarodowym projekcie MAREX. Dzięki temu, że uczestniczyło w nim wiele różnych grup badawczych z różnych krajów, można było na szeroką skalę prowadzić poszukiwania organizmów o najciekawszym potencjale biotechnologicznym, a później badać produkowane przez nie związki. Wiele programów Komisji Europejskiej zwraca się dziś właśnie w stronę błękitnej biotechnologii. Wiemy, jak wiele leków zostało opracowanych na bazie produktów naturalnych – uważa się, że jest to około sześćdziesięciu procent wszystkich leków na rynku. Środowisko morskie pod tym względem ma chyba najwięcej do zaoferowania. Po pierwsze – jest najmniej wyeksploatowane. Po drugie – pod względem bioróżnorodności organizmów, a więc też i metabolicznej różnorodności, przewyższa organizmy lądowe. Na przykład leki opracowane na bazie związków produkowanych przez organizmy lądowe przestają już działać na bakterie patogenne i wieloantybiotykooporne. Metabolity organizmów morskich są natomiast pod względem struktury i aktywności zdecydowanie różne i unikalne. Jest zatem szansa, że właśnie dzięki tym związkom, pozyskanym ze środowiska morskiego, będziemy w stanie opracować nowe, skuteczne leki. Oczywiście biotechnologia morska to nie tylko leki. Jest to bardzo szeroki obszar. Mówi się, że błękitna biotechnologia łączy działy biotechnologii oznaczone innymi kolorami – zielonym, czerwonym czy białym, ponieważ organizmy morskie i ich metabolity mają lub mogą mieć zastosowanie w rolnictwie (na przykład jako herbicydy, stymulatory wzrostu), medycynie (na przykład leki, biomateriały), czy

przemysłu (na przykład enzymatyczne katalizatory).

► **Czy polska gospodarka jest gotowa na korzystanie z zasobów morza w zakresie błękitnej biotechnologii?**

Myślę, że błękitna biotechnologia sięgająca po zasoby środowiska morskiego lub wykorzystująca produkty naturalne organizmów morskich jako punkt wyjścia do pozyskiwania produktów o wysokiej wartości dodanej nie jest w Polsce wystarczająco spopularyzowana. Istnieją oczywiście zarówno na naszym pomorskim, jak i ogólnopolskim rynku firmy biotechnologiczne doceniające morski potencjał. Naukowcom jest jednak trudno nawiązać kontakt z partnerami biznesowymi. Nasz zespół badawczy pracuje nad nowymi metabolitami cyjanobakterii o potencjalnym farmakologicznym zastosowaniu, jednak komercjalizacja tych produktów może być trudna. Trzeba także wziąć pod uwagę to, jakiego rodzaju działalność firmy biotechnologicznej jest możliwa w naszych warunkach. Mało opłacalna jest na przykład hodowla mikroglonów, aby pozyskać związki biologicznie aktywne. W tym zakresie na pewno większą konkurencją będą firmy hiszpańskie czy chińskie, gdzie klimat sprzyja wielkoskalowym hodowlom. W obszarze Morza Bałtyckiego działają natomiast firmy produkujące kosmetyki z makroglonów. W Polsce pozyskuje się trzcinę z Zalewu Wiślanego – jest to eksportowy materiał budowlany. Ta sama trzcina ma również szereg właściwości prozdrowotnych i może służyć do wytworzenia produktów o wyższej wartości

dodanej. Rozwój biotechnologii morskiej i aktywności zawodowej w tym obszarze następuje dość wolno. W mojej ocenie wynika to w dużej mierze z braku wiedzy o istniejących możliwościach.

► **Leki to temat szczególnie wdzięczny medialnie i jednocześnie trudny dla badaczy. Na wdrożenie potrzebne są miliony, a czasami miliardy euro. Czy możemy w ogóle mierzyć się ze światowymi gigantami w zakresie takich badań?**

Kto nie dąży do rzeczy niemożliwych, nigdy ich nie osiąga. Nawet, jeżeli nie wszystko od razu się udaje, to staramy się otwierać pewne furtki czy ukierunkować zespół badawczy, aby taką aktywność na międzynarodową skalę można było prowadzić. Tego typu badania wymagają dużych interdyscyplinarnych zespołów i dużych pieniędzy. Dzięki grantom i szerokiej współpracy udaje nam się te środki zdobywać. Współpracujemy zarówno z zespołami z Uniwersytetu Gdańskiego, między innymi z Wydziału Chemii czy Wydziału Biologii, jak i z innymi uczelniami polskimi, na przykład z Małopolskim Centrum Biotechnologii Uniwersytetu Jagiellońskiego czy Katedrą Biotechnologii w Ochronie Środowiska Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego. Mamy też szeroko rozwiniętą współpracę międzynarodową. Uważam, że Uniwersytet Gdański ma znakomitą i bardzo dobrze przygotowaną kadrę do prowadzenia tego typu badań. W Polsce nasza uczelnia była prekursorem badań z zakresu biotechnologii morskiej w kontekście pracy nad nowymi lekami wytwarzanymi na bazie substancji

produkowanych przez organizmy morskie. Mam nadzieję, że nadal będziemy liderem w tym zakresie. Jestem przekonana, że jest to możliwe, ale pod warunkiem dalszej szerokiej międzyuczelnianej i międzywydziałowej współpracy.

► **Katastrofa klimatyczna, zanieczyszczony Bałtyk, to wszystko nas niepokoi. Kiedy jednak wychodzę na spacer nad morze, a jestem tam często, bo mieszkam w pobliżu, wydaje mi się po prostu piękne i jest dla mnie nieocenioną wartością – gdziekolwiek jestem, zawsze mi tego widoku brakuje...**

Morze dostarcza wielu różnych, dobrych, pozytywnych wrażeń. Mam do morza stosunek bardzo osobisty. Kilka lat temu, na spotkaniu z okazji trzydziestopięciolecia „Oceanii”, statku Polskiej Akademii Nauk, obecny był pan Zygmunt Choreń, światowej sławy konstruktor żaglowców. Właśnie na jego żaglowcach – na „Oceanii”, gdzie poznałam swojego męża, na „Darze Młodzieży”, gdzie mój mąż był komendantem, czy na pięknym, największym na świecie megajachcie „Royal Clipper” – spędziłam najpiękniejsze dni swojego życia. Wcale nie z powodu luksusu czy doskonałej kuchni, ale niezwykłych wrażeń, jakich dostarcza nam morze oglądane z pokładu tych statków. Kiedy powiedziałam o tym panu Choreniewi, odpowiedział krótko: „Po to te statki budo- wałem”.

dr Beata Czechowska-Derkacz
specjalistka PR ds. promocji
badań naukowych
Instytut Mediów, Dziennikarstwa
i Komunikacji Społecznej UG

¹ Wywiad ukazał się w „Gazecie Uniwersyteckiej” 2021, nr 7 (171), s. 42–45.