

Ważni członkowie atmosfery – Bioaerozole

Kinga Wiśniewska

Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Oceanografii

Email: aretawisniewska21@op.pl

Tutor: prof. UG dr hab. Anita Lewandowska

Instytut Oceanografii, Zakład Chemii Morza i Ochrony Środowiska Morskiego

Słowa kluczowe – *atmosfera, bioaerozole, powietrze*

Jak podaje Nowa Encyklopedia Powszechna PWN (1973) – atmosfera jest to gazowa powłoka otaczająca kulę ziemską. Dzieli się ona na troposferę, stratosferę, mezosferę, termosferę i egzosferę. Parafrazując, możemy nazwać ją kopertą otaczającą naszą planetę. Głównymi składnikami wchodzącymi w jej skład są azot, tlen, argon, dwutlenek węgla oraz para wodna (łącznie 99,9%). Ważnym jej składnikiem wydają się być także bioaerozole, obecne w najbliższej Ziemi warstwie atmosfery – troposferze. Są to cząstki biologiczne zawieszane w powietrzu, których rozmiary wahają się od 1 nm do 100 μm (Despres i in., 2011). W ich skład wchodzi mikroorganizmy, a także struktury takie jak łupież zwierzęcy czy pył roślinny. Występują one zarówno w strefach morskich, jak i lądowych (Grzyb i Frączek, 2010). W niniejszym eseju pragnę skupić się na bioaerozalach obydwu terytoriów. Przedstawię, w jaki sposób bioaerozole są transportowane do atmosfery oraz co sprawia, że upodobały sobie to środowisko. Ponadto moim celem jest uzyskanie odpowiedzi na pytanie, jaką rolę pełnią one w przyrodzie i dlaczego są ważne?

Bioaerozole cechują się przede wszystkim dużą bioróżnorodnością. Zaliczamy do nich bakterie, grzyby, rośliny, glony oraz wirusy. Ich obecność jest zdeterminowana warunkami środowiskowymi, dlatego też innych przedstawicieli tej grupy spotkamy w nadmorskim kurorcie, a innych w centrum zatłoczonego miasta. Pomimo małych rozmiarów, dużą rolę wśród bioaerozoli odgrywają bakterie. Beźdrowce te odznaczają się długim czasem rezydencji w atmosferze. Z racji tego, że są niedużej wielkości, mogą być one transportowane z wiatrem w odległe rejony. Występują w strefie lądowej, gdzie ich ilość jest oszacowana na 10^4 komórek na m^3 powietrza oraz w rejonach morskich, gdzie ich koncentracja jest do 1000 razy mniejsza. Warto dodać, że bakterie koncentrują się w aglomeratach lub przyłączają się do organizmów roślinnych. Jednymi z najbardziej zróżnicowanych i szeroko rozpoznawalnych form życia na ziemi są archeony. Występują one także w bioaerozalach. Są one organizmami trudnymi do wykrywania i oznaczania. W związku z tym wciąż mało wiemy na ich temat. Kolejną formą występującą w bioaerozalach są grzyby. Spory grzybów znajdujących się w atmosferze często możemy zaobserwować postaci długich łańcuchów. Ich koncentracja jest przybliżona do koncentracji bakterii. Większość gatunków grzybów w bioaerozalach jest wciąż nieznana. Analiza DNA grzybów znajdujących się w atmosferze poszerza nasze informacje odnośnie ich różnorodności oraz rozprzestrzeniania. Wśród bioaerozoli możemy znaleźć także wirusy przyłączone do innych zawieszonych w atmosferze cząstek. Istnieje niewiele publikacji oceniających ich rzeczywistą ilość oraz przysposobienie. Wynika to z faktu, że w zależności od warunków środowiskowych grzyby mogą przybierać nieaktywną formę. Ostatnimi organizmami wartymi poruszenia są glony i sinice. Są one małych rozmiarów, poniżej 10 μm co sprawia, że z łatwością

ulegają rozproszeniu w powietrzu. Natomiast ich zagęszczenie szacuje się na około 300-500 komórek na m³ powietrza.

Każdy z powyższych organizmów jest elementem rozbudowanej sieci troficznej, a zatem oddziałuje nie tylko na środowisko ale i na inne organizmy. W większości przypadków analizie poddawane są oddziaływania antagonistyczne, takie jak powodowanie wzrostu zachorowalności nie tylko ludzi, ale także ryb czy ssaków morskich. Jednak nie można zapomnieć o tym, że niektóre z nich biorą udział w cyklach obiegu pierwiastków np. węgla czy azotu. Mogą być one także zaangażowane w produkcję metanu bądź asymilację aminokwasów. Zapoznawszy się z taksonami obecnym w atmosferze, warto przeanalizować, w jaki sposób docierają one do środowiska. Jak wiadomo pomiędzy sferami ziemskimi występuje ciągła wymiana substancji. Zarówno hydrosfera, biosfera, litosfera, jak i atmosfera wspólnie tworzą wiele cykli. Przykładem wymiany między hydrosferą a atmosferą jest właśnie transport bioaerozoli. Mechanizm ten polega na emisji pęcherzyka powietrza, który wędruje z głębi toni wodnej ku powierzchni, następnie pęka, uwalniając zgromadzone składniki do atmosfery. Ich powstawanie jest powodowane działalnością wiatru, falowania, a także wzmoczoną produkcją biologiczną oraz nagłym nagrzaniem się powierzchni wody. Badania dotyczące wynoszenia pęcherzyków z toni wodnej wskazują na istnienie zależności między przebyciem przez nie drogą, a ilością organizmów uwolnionych z pojedynczej kropli. Jak łatwo się domyślić, pęcherzyk wędrujący ku powierzchni wyłapuje między innymi bakterie, zatem im dłuższy odcinek pokona, tym więcej organizmów zostanie wyemitowanych do atmosfery. Warto tu wspomnieć, że skład wody determinuje jakie bioaerozole i w jakiej koncentracji zostaną przeniesione do atmosfery. Mając do czynienia ze zbiornikiem zanieczyszczonym, bogatym w szkodliwe bakterie, możemy przypuszczać, że wpłynie to negatywnie na stan jakości powietrza. Bioaerozole są submikronowych rozmiarów, co sprzyja ich przenoszeniu z wiatrem. Dotyczy to zarówno środowiska morskiego, jak i lądowego. W ten sposób drobnoustroje, mające swoje źródło w rejonach zurbanizowanych mogą być przeniesione nad tereny dotychczas nimi nie zanieczyszczone. Zatem skutków zanieczyszczenia rejonów zurbanizowanych należy się spodziewać nie tylko w samym rejonie emisji, ale także w okolicach oddalonych od niego.

Wykształcenie cech pozwalających na zawieszenie organizmu w powietrzu można uznać za dobrą strategię sprzyjającą jego rozprzestrzenianiu się. Znając drogę transportu mikroorganizmów rozważmy jakie czynniki pozwalają im zasiedlać dane środowisko. Ze względu na brak składników odżywczych siedlisko, jakim jest atmosfera nie sprzyja rozwojowi mikroorganizmów. Mimo to panuje w nim wysoka bioróżnorodność. Jednak koncentracja bioaerozoli determinowana jest wieloma czynnikami. Podstawowe z nich to wiatr i temperatura. Jak wynika z badań prowadzonych na terenach zurbanizowanych, zauważalna jest wprost proporcjonalna zależność między siłą wiatru i koncentracją bakterii w powietrzu. Wraz z występowaniem silnego wiatru może nastąpić wzrost liczby bakterii nawet o kilkaset procent (Michalska i in., 2010). Istnieją taksony grzyba takie jak *Ascomycotia*, które do zwiększenia swojej liczebności potrzebują względnie ciepłych i suchych warunków, inne zaś wymagają wilgoci (Urbano i in., 2011). Sinice z kolei preferują skrajnie ekstremalne warunki. Duży wpływ na koncentrację bioaerozoli w powietrzu mają także radiacja słoneczna, antropopresja oraz czynniki meteorologiczne. Ze względu na te ostatnie jesteśmy w stanie ocenić zmienność sezonową bioaerozoli w rejonie Zatoki Gdańskiej. Bakterie psychofilne osiągają maksimum fluktuacji wiosną, zaś minimum latem. Z kolei bakterie mezofilne swoje maksimum osiągają jesienią, a w pozostałych porach roku nie wykazują istotnego zróżnicowania. Za porę roku o minimalnej fluktuacji uznano wiosnę. W przypadku grzybów największe zagęszczenie w metrze sześciennym powietrza przypada latem, a zimą jest kilka razy mniejsze (Kruczalak i in., 2002) Porównując zagęszczenie powyższych organizmów w rejonie Zatoki Gdańskiej, możemy śmiało stwierdzić, że dominującą formą są grzyby. Różnice te spowodowane są różnymi zakresami tolerancji poszczególnych grup organizmów oraz drogą, za pomocą której dostają się do atmosfery. Badania prowadzone w Trójmieście wykazały że

bakterie mezofilne, które miały swoje źródło w rejonie ujścia Wisły zostały przetransportowane wraz z wiatrem nad Zatokę Gdańską (Michalska i in., 2010).

Podsumowując, bioaerozole chociaż niewidoczne gołym okiem odgrywają dużą rolę w atmosferze. Biorą one udział w cyklach pierwiastków, angażują się w obiegi między sferami. Są bioindykatorami, dzięki którym możemy ocenić stan środowiska poszczególnych rejonów w określonych porach roku. Ponadto mogą przyczyniać się do wzrostu zachorowalności organizmów, a nawet ich śmiertelności. W pewnych sytuacjach sprzyja to naturalnej selekcji. W związku z powyższym niezbędny jest stały monitoring bioaerozoli z określeniem ich dokładnego składu chemicznego i koncentracji w powietrzu w różnych rozmiarach wielkości cząstek. Wiele faktów dotyczących organizmów wchodzących w skład bioaerozoli jest wciąż nieznanych. Miejmy nadzieję, że w przyszłości poznamy kolejne i ważne właściwości tych członków atmosfery.

Literatura

- Despres V., Huffman J.A., Burrows H.M., Hoose C., Safatov S.A., Buryak G., Froklich-Nowoisky J., Elbert W., Andreae M.O., Poschl U. i Jaenicke R., 2012. Primary biological aerosol particles in atmosphere a review. *Tellus B*, 64, 15598, DOI: 10.3402/tellusb.v64i0.15598.
- Grzyb J., Frączek K., 2010. Badania nad rozprzestrzenianiem się aerozolu bakteryjnego w Krakowie. *Science Nature Technologies*, 4, 1-8.
- Kruczalak K., Oleńczuk-Neyman K., Marks R., 2002. Airborne microorganic. Fluctuations over the gulf of Gdańsk coastal zone. *Polish Journal of Environmental Studies*, 11, 531-536.
- Michalska M., Bartoszewicz M., Cieszyńska M., Nowacki J., 2010. Bioaerosols on Tri-city (Gdańsk-Sopot-Gdynia) beaches. *Int Marit Health*, 61, 41-43.
- Nowa Encyklopedia Powszechna PWN*, 1973. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, t. 1.
- Urbano R., Palenik B., Gaston C.J., Prather K.A., 2011. Detection and phylogenic analysis of coastal bioaerosols using culture dependent and independent techniques. *Biogeosciences*, 8, 301-309.

Krótką notką o autorze: Studentka II roku I stopnia oceanografii. Zainteresowana procesami zachodzącymi w atmosferze, zmianami klimatycznymi i ich wpływem na organizmy żywe.