

Geny oporności na antybiotyki i integrony jako wskaźniki zanieczyszczenia biotycznego i obciążenia opornością ekosystemów Arktyki

Szybki wzrost i stale rozprzestrzeniająca się oporność na antybiotyki wśród bakterii jest niekwestionowanym problemem globalnym i według Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) jednym z najpoważniejszych zagrożeń XXI wieku. Obecnie infekcje wywołane przez antybiotykooporne bakterie powodują co najmniej 700 000 zgonów rocznie na całym świecie i szacuje się, że liczba ta wzrośnie do 10 milionów zgonów do 2050 roku, jeśli nie zostaną podjęte odpowiednie działania. Występowanie szczepów wielolekoopornych w środowisku, w tym opornych na antybiotyki ostatniej szansy, stanowi problem medyczny, przez co konieczne jest podejmowanie działań o zasięgu międzynarodowym w celu zrozumienia dróg rozprzestrzeniania się oporności na antybiotyki na całym świecie.

Obecność w środowisku genów oporności na antybiotyki (ARGs- ang. antibiotic resistance genes) i integronów, stanowiących platformy DNA, wewnątrz których wbudowywane są kasety genowe warunkujące oporność na antybiotyki, uważane jest za zanieczyszczenie biotyczne i problem ekologiczny. Środowiska wodne, a w szczególności ścieki stanowią drogi rozprzestrzeniania się antybiotykooporności w środowisku. Obszary związane bezpośrednio z działalnością człowieka, takie jak oczyszczalnie ścieków zawierają większą różnorodność oraz ilość integronów i ARGs, dlatego są określane jako „miejsca zapalne„ (ang. hot-spot), gdzie wymiana ARGs i integronów pomiędzy bakteriami na drodze horyzontalnego transferu genów (HGT- ang. horizontal gene transfer) jest bardzo powszechna. Różnorodność i rozprzestrzenianie się ARGs i integronów w pozornie nieskazitelnych i szybko zmieniających się regionach polarnych jest słabo poznana. Nawet odległe ekosystemy arktyczne o ograniczonym wpływie działalności człowieka mogą stanowić repozytoria nieznanych dotąd ARGs i integronów, których źródłem mogą być ścieki dostarczane do fiordów, jak i woda z topniejących lodowców oraz wiecznej zmarzliny, co stanowi globalne zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt.

Głównym celem badań jest ocena wpływu topniejących lodowców, wiecznej zmarzliny i ścieków zrzucanych bezpośrednio do fiordów w regionie arktycznym na zwiększenie puli genów globalnego rezystomu wodnego, który jest zbiorem wszystkich ARGs w środowisku. Proponowane badania mają na celu określenie rodzaju i częstości występowania bakterii opornych na antybiotyki (ARB- ang. antibiotic-resistant bacteria), integronów, jako markera zanieczyszczenia antropogenicznego i ARGs w rezystomie kriosfery i w ściekach w archipelagu Svalbard. Archipelag Svalbard jest położony między Europą a biegunem północnym i stanowi przykład odległego i stosunkowo nieskazitelnego obszaru polarnego. Próbkę do badań zostaną pobrane z miejsc, na które ludzie nie mają bezpośredniego wpływu, takich jak lód lodowcowy i wieczna zmarzlina. Zostaną również pobrane próbki z oczyszczalni ścieków w Ny-Ålesund, a także z odpływu ścieków z Longyearbyen jako miejsc o silnym wpływie działalności człowieka.

Badania prowadzone w trakcie projektu będą obejmować następujące analizy:

- Określenie częstości i różnorodności ARGs i integronów, a także kaset genowych integronów w genomach bakterii wykazujących istotne mechanizmy oporności na antybiotyki, wyizolowanych z arktycznych ekosystemów i ścieków.
- Ilościowe oznaczenie ARGs i integronów w metagenomie (całkowitym DNA) i plazmidomie (zbiorze wszystkich plazmidów) wyizolowanych z arktycznych próbek.
- Zbadanie różnorodności ARGs i kaset genowych integronów w metagenomie i plazmidomie arktycznych ekosystemów i ścieków.
- Oznaczenie częstości ARGs i integronów zlokalizowanych na mobilnych elementach genetycznych.

Idea proponowanych badań uwzględniona jest w programie Arctic Monitoring & Assessment Program (AMAP) jednej z grup roboczych Rady Arktycznej. Jednym z głównych celów AMAP opublikowanych w raporcie w 2018 roku jest podjęcie globalnych działań i opracowanie skutecznej strategii monitorowania i oceny nieznanych ścieżek rozprzestrzeniania się oporności na antybiotyki w Arktyce jako skutków działalności człowieka. Wszystkie te działania są częścią globalnego, holistycznego podejścia „Jedno zdrowie” (ang. One Health) mającego na celu zwalczania stale rosnącej i rozprzestrzeniającej się oporności na antybiotyki w środowisku.

Metody polegające na hodowli bakterii a także metagenomiczne, których celem jest zbadanie całkowitego, środowiskowego DNA, dostarczą informacji o wcześniej niezbadanej różnorodności i obfitości ARGs i integronów w Arktyce. Prowadzone badania pozwolą także zrozumieć drogi transmisji oporności jak również ocenę wpływu topniejących lodowców, wiecznej zmarzliny i arktycznej oczyszczalni ścieków na wzrost obfitości genów oporności na antybiotyki w globalnym środowisku wodnym. Ponadto badania plazmidomu mogą być pomocne w określaniu lokalizacji genów, a zrozumienie mechanizmów wymiany genów pomiędzy bakteriami jest niezbędne w kontrolowaniu przyszłego rozprzestrzeniania się oporności na antybiotyki na całym świecie.