

# Wpływ zjawisk klimatycznych na rozwój mikroorganizmów

Zjawiska klimatyczne odgrywają ogromną rolę w życiu wszystkich żywych organizmów, w tym również drobnoustrojów. Do najważniejszych z nich należy zaliczyć: temperaturę, wilgotność, ciśnienie atmosferyczne, promieniowanie (głównie słoneczne) oraz opady atmosferyczne i ruch powietrza.

Wyżej wymienione czynniki mają zarówno bezpośredni jak i pośredni wpływ na rozwój mikroflory decydując zarówno o jej ilości, jak też obecności poszczególnych grup drobnoustrojów (Krzysztofik,1992).

## Temperatura

Zależna od wysokości nad powierzchnią gruntu (wraz ze wzrostem maleje), położenia geograficznego, oraz pory roku, temperatura ma niezwykle silny wpływ na rozwój mikroorganizmów. Drobnoustroje mogą rozwijać się tylko w pewnym określonym dla danej grupy zakresie temperatur i pod tym względem można je podzielić na: psychrofilne (optimum 10-20 °C), mezofilne (optimum 25-40 °C) i termofilne (45-60 °C). Każdy ze szczepów oprócz temperatury optymalnej, w której wzrost jego zachodzi najlepiej i najszybciej, posiada odpowiednie temperatury minimalne i maksymalne. Organizmy mogą przebywać bez szkody, w zakresie od zera absolutnego, czyli -273 °C do +150 °C. Wraz ze zmianą warunków temperaturowych występującą w ciągu roku następują, ciągłe zmiany ilości mikroorganizmów w środowisku, a także różny jest udział gatunkowy drobnoustrojów powietrza (Kocwowa,1975; Krzysztofik,1992).

## Wilgotność

Rozwój roślin i zwierząt, przebiega bardziej intensywnie przy zwiększonej wilgotności. Bardzo wiele organizmów, przede

wszystkim niższych, nawet przy całkowitym wysuszeniu nie traci zdolności do późniejszego rozwoju (np. bakterie przetrwalnikujące). Wilgotność powietrza podobnie jak i temperatura zmniejsza się wraz z wysokością, co może mieć wpływ na przedłużenie zdolności życia mikroorganizmów bytujących w wyższych partiach atmosfery (Krzysztofik,1992).

### **Opady atmosferyczne**

Różne cząsteczki stałe, w tym zarodniki grzybów, bakterie i wirusy, występujące w powietrzu atmosferycznym i powodujące zanieczyszczenie atmosfery, są przyczyną tworzenia się tzw. jąder kondensacji. W ten sposób w pewnych obszarach atmosfery zwiększona ilość „aeroplanktonu” może prowadzić do kondensacji pary wodnej oraz powstawania odpowiednich opadów atmosferycznych. Znaczne ilości mikroorganizmów znajdują się w warstwie chmur, skąd wraz z deszczem, śniegiem lub gradem opadają na powierzchnię ziemi (Krzysztofik,1992).

### **Ciśnienie atmosferyczne**

Ciśnienie atmosferyczne do pewnego poziomu maleje wraz ze wzrostem wysokości i wywiera bardzo duży wpływ na rozwój organizmów wyższych. W przypadku mikroorganizmów ma ono mniejsze znaczenie, ponieważ stwierdzono że komórki drożdżowe są w stanie wytrzymać nadciśnienie 300-500 atmosfer, a dopiero podwyższenie do kilku tysięcy atmosfer działa bakteriobójczo. Przetrwalniki ulegają trwałemu uszkodzeniu przy nadciśnieniu dochodzącym do 20 tysięcy atmosfer. Podobnie nie stwierdzono negatywnej reakcji drobnoustrojów na podciśnienia (Krzysztofik,1992).

### **Promieniowanie**

Bardzo wielu badaczy w XIX i XX wieku interesowało się wpływem promieniowania na mikroorganizmy. Badania te prowadzi się również obecnie, odkrywając nowe mechanizmy jego oddziaływania na procesy fizjologiczne, budowę chemiczną i ich skład chemiczny. Światło słoneczne rozproszone wywiera mały wpływ na

mikroorganizmy, ale przy dużym natężeniu, wykazuje jednakże działanie bakteriobójcze, które wzrasta w miarę przesuwania od podczerwieni do nadfioletu. Skuteczność eliminacji drobnoustrojów zawieszonych w powietrzu przez promieniowanie słoneczne szczególnie w przedziale 2800-2450 Å oraz ozon jest znaczna. Dzięki nim większość mikroorganizmów saprofitycznych i chorobotwórczych z powietrza zostaje zniszczona (Krzysztofik, 1992).

## **Ruch powietrza**

Wszystkie ruchy powietrza dzielimy na cztery rodzaje:

- ruchy poziome, równoległe do powierzchni ziemi, zwane wiatrami,
- ruchy pionowe – wstępujące i zstępujące,
- ruchy ślizgowe – wślizgujące i ześlizgujące,
- ruchy falowe.

Ruchy powietrza mogą być również powolne i łagodne, oraz silniejsze i bardziej porywiste, tj. wiatr halny. Drugie z nich powodują na obszarach przez które się przetaczają duże zniszczenia i straty materialne. Wprowadzają także do atmosfery ogromne ilości zanieczyszczeń pochodzenia organicznego (wirusy, bakterie, grzyby, pyłki roślinne i inne) i nieorganiczne (gazy, pyły zwykłe i radioaktywne) (Krzysztofik, 1992).

## **Wpływ zjawisk klimatycznych na rozwój mikroorganizmów**

Zjawiska klimatyczne odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu warunków środowiskowych, które determinują rozwój, aktywność metaboliczną i przeżywalność mikroorganizmów w biosferze. Mikroorganizmy, obejmujące bakterie, archeony, grzyby, wirusy oraz jednokomórkowe glony i pierwotniaki, stanowią podstawowy element funkcjonowania ekosystemów, wpływając na obieg

materii, transformację pierwiastków oraz równowagę biologiczną środowiska. Wraz ze zmianami klimatycznymi obserwowanymi w XXI wieku, takimi jak podnoszenie się globalnej temperatury, częstsze ekstremalne zjawiska pogodowe, zakwaszenie oceanów czy zmiany wilgotności gleby i powietrza, ich znaczenie staje się jeszcze bardziej wyraźne. Mikroorganizmy cechują się niezwykłą plastycznością adaptacyjną i szybkim tempem ewolucji, jednak gwałtowne tempo zmian klimatycznych wywołuje istotne przesunięcia w ich strukturze, liczebności oraz aktywności biochemicznej, co wpływa na funkcjonowanie całych ekosystemów oraz zdrowie człowieka.

Wzrost temperatury globalnej jest jednym z najbardziej znaczących czynników wpływających na dynamikę populacji mikroorganizmów. Wyższe temperatury przyspieszają metabolizm wielu bakterii i grzybów, skracają czas podziałów komórkowych oraz sprzyjają zwiększeniu różnorodności gatunkowej w regionach wcześniej chłodniejszych. W strefach polarnych czy wysokogórskich zaobserwowano zwiększoną aktywność mikroorganizmów glebowych i wodnych, prowadzącą do intensyfikacji procesów mineralizacji materii organicznej oraz uwalniania dwutlenku węgla i metanu do atmosfery, co dodatkowo wzmacnia efekt cieplarniany. Przykładem są mikroorganizmy metanogenne aktywowane wskutek topnienia wieloletniej zmarzliny. W ekosystemach wodnych wzrost temperatury może prowadzić do zakwitów sinic (cyjanobakterii), które produkują toksyny zagrażające zdrowiu ludzi i zwierząt, a także zakłócają równowagę biologiczną zbiorników wodnych.

Istotnym czynnikiem jest również **zmiana opadów i poziomu wilgotności**, która wpływa na mikroflorę gleby, powietrza i wód. Zwiększona wilgotność sprzyja rozwojowi grzybów pleśniowych, takich jak gatunki z rodzaju *Aspergillus*, *Penicillium* i *Cladosporium*, które mogą powodować alergie, infekcje płuc oraz choroby roślin. W pomieszczeniach zamkniętych wysoka wilgotność powiązana z niewystarczającą wentylacją prowadzi do rozwoju mikroorganizmów

odpowiedzialnych za zespół chorego budynku. Z kolei długotrwałe okresy suszy ograniczają rozwój bakterii glebowych, ale sprzyjają przetrwalnikom oraz drobnoustrojom tolerującym ekstremalne warunki, takim jak termofile i kserofile. W środowiskach suchych wzrasta również ryzyko unoszenia się bioaerozoli, a tym samym emisji patogenów do atmosfery i ich transportu na duże odległości, co sprzyja rozprzestrzenianiu chorób.

Kolejnym aspektem wpływu klimatu na mikroorganizmy jest **zakwaszenie oceanów** wynikające ze zwiększonej absorpcji CO<sub>2</sub>. Zmiana pH wód morskich wpływa na strukturę mikrobiomu oceanicznego, prowadząc do spadku liczebności organizmów wapiennych, takich jak okrzemki i niektóre bakterie uczestniczące w procesach wiązania węgla. Z drugiej strony, zakwaszenie może sprzyjać wzrostowi patogennych drobnoustrojów, w tym bakterii z rodzaju *Vibrio*, odpowiedzialnych za choroby pokarmowe i zakażenia ran u ludzi. Wzrost temperatury mórz i oceanów dodatkowo zwiększa ryzyko proliferacji fitoplanktonu toksycznego, co zagraża bioróżnorodności, rybołówstwu oraz bezpieczeństwu żywności. Przykładem są zakwity dinoflagellatów tworzących tzw. czerwone przypływy, prowadzące do śmierci ryb i zatruc u ludzi.

Zjawiska ekstremalne, takie jak powodzie, huragany, fale upałów czy pożary lasów, również silnie wpływają na mikroorganizmy. Powodzie sprzyjają rozprzestrzenianiu bakterii chorobotwórczych, takich jak *Escherichia coli*, *Salmonella* oraz *Leptospira*, zwiększając ryzyko epidemii chorób jelitowych i zakażeń odzwierzęcych. Pożary lasów prowadzą do wzrostu emisji cząstek stałych oraz przetrwalnych form mikroorganizmów do atmosfery, a zniszczenie roślinności sprzyja kolonizacji gleb przez mikroorganizmy oportunistyczne, w tym patogenne gatunki grzybów. Występujące coraz częściej fale upałów natomiast sprzyjają namnażaniu patogenów wodnych oraz bakterii powodujących psucie żywności.

Zmiany klimatyczne wpływają także na mikroorganizmy

symbiotyczne i chorobotwórcze związane z roślinami i zwierzętami. W rolnictwie obserwuje się wzrost występowania chorób roślin powodowanych przez grzyby i bakterie, takich jak zaraza ziemniaka czy rdze zbożowe, co stanowi poważne zagrożenie dla produkcji żywności. Wzrost temperatury wpływa również na choroby zwierząt, umożliwiając ekspansję wektorów przenoszących wirusy i bakterie, takich jak komary czy kleszcze, co skutkuje rozprzestrzenianiem się nowych chorób zoonotycznych. Przykładem jest zwiększona zapadalność na boreliozę czy gorączki krwotoczne w regionach, gdzie wcześniej te choroby nie występowały.

W kontekście zdrowia publicznego wpływ klimatu na mikroorganizmy ma istotne znaczenie dla epidemiologii chorób zakaźnych. Zwiększenie temperatury i zmiany wilgotności sprzyjają przeżyciu patogenów w środowisku oraz zwiększają ich zdolność do transmisji. Zjawiska związane z urbanizacją i globalizacją dodatkowo intensyfikują te procesy, umożliwiając szybkie przemieszczanie się patogenów pomiędzy kontynentami. Pandemia COVID-19 uwiarydomiła, jak szybko mikroorganizmy mogą wykorzystywać globalne systemy transportowe oraz jak istotne są badania nad wpływem środowiska na dynamikę chorób zakaźnych. Również rosnąca antybiotykooporność bakterii powiązana z presją środowiskową stanowi jedno z największych wyzwań współczesnej medycyny, a zmiany klimatyczne mogą przyspieszać adaptację mikroorganizmów do nowych warunków.

Zjawiska klimatyczne kształtują rozwój mikroorganizmów w sposób trwale modyfikujący ekosystemy, bioróżnorodność oraz zdrowie ludzi i zwierząt. Zmiany temperatury, wilgotności, opadów, zakwaszenie środowisk wodnych oraz częstsze katastrofy naturalne wpływają na strukturę populacji mikroorganizmów, sprzyjając ekspansji gatunków patogennych oraz powstawaniu nowych zagrożeń biologicznych. Zrozumienie tych procesów jest niezbędne do opracowania strategii adaptacyjnych w rolnictwie, ochronie zdrowia, planowaniu przestrzennym i zarządzaniu środowiskiem. W obliczu postępujących zmian klimatycznych

konieczne staje się rozwijanie interdyscyplinarnych badań nad mikrobiologią środowiskową oraz wdrażanie działań prewencyjnych, które pozwolą ograniczyć negatywne skutki zmian w mikrobiomie globalnym. Tylko kompleksowe podejście łączące naukę, politykę klimatyczną i edukację społeczną umożliwi skuteczne przeciwdziałanie zagrożeniom wynikającym z dynamicznych zmian w świecie mikroorganizmów.

Jeśli potrzebujesz pomocy w napisaniu pracy z zakresu ochrony środowiska, to polecamy serwis [pisanie prac](#) - prace z ekologii i innych kierunków pisane na (prawie) każdy temat.