

Біологічні науки

УДК 579.2

Синиця Марія Станіславівна

бакалавр біологічного факультету

Інституту високих технологій

Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Синица Мария Станиславовна

бакалавр биологического факультета

Института высоких технологий

Киевского национального университета имени Тараса Шевченко

Synytsia Mariia

Bachelor of Biology

Institute of High Technologies of

Taras Shevchenko National University

ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА АКТИВНІСТЬ І ОСОБЛИВОСТІ

РОЗВИТКУ МІКРООРГАНІЗМІВ

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА АКТИВНОСТЬ И

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

THE INFLUENCE OF CLIMATE CHANGE ON THE ACTIVITY AND

FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF MICRO-ORGANISMS

***Анотація.** Як відомо, багато факторів впливають на розвиток мікроорганізмів, такі як прогрес у рослинному і тваринному господарстві, і індустріалізація у містах, але у даній статті розглядатиметься зміна клімату, як фактор розвитку і активності мікроорганізмів.*

***Ключові слова:** мікроорганізми, глобальне потепління, зміна клімату, патогени, екосистеми.*

Аннотация. Как известно, многие факторы влияют на развитие микроорганизмов, такие как прогресс в растительном и животном хозяйстве и индустриализация в городах, но в данной статье будет рассматриваться изменение климата, как фактор развития и активности микроорганизмов.

Ключевые слова: микроорганизмы, глобальное потепление, изменение климата, патогены, экосистемы.

Summary. Many factors are known to influence the development of microorganisms, such as progress in plant and animal husbandry and industrialization in cities, but this article will consider climate change as a factor in the development and activity of microorganisms.

Key words: microorganisms, global warming, climate change, pathogens, ecosystems.

У 21 столітті, як ніколи є актуальним питання глобального потепління. Передбачувано, що ця проблема вплине не лише на життя людей. Коментарі вчених є негативними, адже прогноз такий, що середня температура по всій Земній кулі зросте на 2-6°C вже до початку 30-их років 21 століття. Це викличе зміну кількості опадів, засухи, часті торнадо і урагани і відповідно потягне за собою зміну поширення і життєздатність різних форм життя на Землі.

Мікроорганізми грають основну роль у багатьох процесах. Вони поділяються на бактерії, гриби, найпростіші, віруси та водорості. Кожен клас мікроорганізмів прямо чи опосередковано впливає на екосистему і тим самим призводить до кліматичних змін. До них відносяться, наприклад, вплив на здоров'я рослин і тварин, вплив на сільське господарство і на харчову промисловість, так, роботу корисних мікроорганізмів ми можемо спостерігати щоденно при вживанні звичних продуктів (пробіотики і

пребіотики), у природі вони відіграють ключову роль у кругообігу вуглецю і поживних речовин.

Перші мікроорганізми почали своє існування на Землі ще 3,8 мільярдів років тому і з великою вірогідністю залишаться на планеті на багато, після вимирання інших форм життя. Хоча дослідники не часто розглядають мікроорганізми, як чинники клімату, але вони все ж важливий фактор для кліматичних процесів. Мікроби і клімат взаємопов'язані ще з моменту виникнення Землі. Мікроорганізми пристосовуються до зміни умов навколишнього середовища. Адже, не лише клімат впливає на подальший розвиток мікроорганізмів, а й навпаки. Є такі мікроорганізми, що впливають на зміну клімату, а саме на поступове підвищення температури, що несе за собою наслідки у вигляді неконтрольного потепління клімату. До таких мікроорганізмів належать метаногени. Вони виробляють метан у природному і штучному анаеробному середовищах. Цей простий вуглеводень у 30 разів потужніший за вуглекислий газ при утворенні парникових газів. Також значна кількість метану виробляється метаногенами безпосередньо з великої рогатої худоби і насиченими ґрунтами з анаеробними умовами. До таких ґрунтів відносять рисові поля, болотні місцевості, тощо. В якості основних поглиначів CH_4 виступають атмосферне і мікробне окислення в ґрунтах та воді. Хоча близько 90% метану, що виділяється в атмосферу в результаті людської діяльності та інших природних процесів, має біологічне походження, його біосинтез здійснюється лише мікроорганізмами. На Землі метан руйнується аеробними та анаеробними бактеріальними та архейними метанотрофами, які метаболізують цей газ як єдине джерело вуглецю та енергії, тоді як атмосферний метан окислюється гідроксильним радикалом, утворюючи вуглекислий газ і водяну пару.

Загалом же, мікробний світ має велике значення у творенні клімату і погодних умов, оскільки він є важливим компонентом циклів вуглецю та

азоту і бере участь у викидах і видаленні парникових газів (вуглекислий газ, метан). При цьому, фотосинтезуючі мікроби споживають атмосферний вуглекислий газ, а гетеротрофи розкладають органічні речовини з виділенням парникових газів. Важливо, що CO₂, CH₄ і N₂O- це парникові гази, що є основними похідними мікробів. Викиди різних парникових газів та їхня роль у повних викидах у всьому світі змінюються залежно від використання землі. На глобальному рівні N₂O, CO₂ і CH₄ вносять 8%, 77% і 15% від загального обсягу викидів відповідно. На сільськогосподарській сектор припадає 32% загального обсягу викидів у всьому світі, з яких 6%, 18% і 8% є N₂O, CO₂ і CH₄. Парниковий ефект — це взаємодія між падаючою сонячною радіацією та цими газами для збереження тепла в атмосфері та запобігання виходу інфрачервоного випромінювання. Більша кількість цих газів призводить до «радіаційного драйву», який призводить до підвищення температури.

Іноді, може здаватися, що проблема глобального потепління і виділення парникових газів не є нагальним питанням, але, згідно даних NASA від 2015 року, після 2013 року, добовий рівень вуглекислого газу в атмосфері перевищив відмітку в 400 ppm, ймовірно вперше з епохи Пліоцену, між 2,6 і 5,3 мільйонами років тому, коли моря були, щонайменше на 9 метрів вище. Цей показник міг би затопити усі сучасні міста. При цьому, показник на початку вимірів, у 1958, показував концентрацію у 315 ppm. За цими даними, найчутливішими до підвищення температури будуть регіони північних широт. Показник градусів там, збільшиться принаймні у два рази в порівнянні з середнім глобальним показником.

Потепління викликає абіотичний стрес. Він спричиняє зміни в мікробному різноманітті ґрунту і процесах. Усі мікробні групи мають специфічні умови для розвитку і існування. Вони мають певні температурні межі для росту і активності, так, глобальне потепління не може не мати негативного ефекту для їх розвитку. З підвищенням температури швидкість

мікробної обробки і активність збільшуються. Природний добір починає віддавати перевагу видам, які будуть більш пристосованими до температурних змін і ростимуть швидше. Прикладів таких мікроорганізмів може бути багато. Особливо *Microcoleus vaginatus* і *Microcoleus steenstrupii*. Ціанобактерії, що живуть у верхньому шарі ґрунту на заході США. Вони є основним фактором, що контролює ерозію ґрунту. Хоча низка факторів, таких як клімат, вік і текстура ґрунту, рельєф, тип рослинності та склад ґрунтового співтовариства, визначають здатність ґрунтів поглинати вуглець, саме мікробні розкладники в кінцевому підсумку регулюють швидкість і етапи процесу розкладання. Різні мікроорганізми (переважно бактерії та гриби), що мешкають у ґрунті, відомі своєю здатністю до розкладання, оскільки вони розкладають складні органічні речовини на простіші, тим самим викидаючи вуглекислий газ назад в атмосферу. Таким чином, зміна клімату змінює кількість і функціонування ґрунтових мікробних спільнот, оскільки мікроби відрізняються за фізіологією, температурною чутливістю та швидкістю росту. Це, в свою чергу, безпосередньо впливає на регуляцію специфічних процесів, що здійснюються цими організмами. Ймовірно, більшість грибів і бактерій також постраждає від потепління. І для нашої екосистеми це буде досить критично, дані мікроорганізми керують такими процесами, як фіксація азоту, денітрифікація і нітрифікація, метаногенез. Очікується, що вплив потепління на мікробні процеси буде найбільшим у високих широтах.

Зміна клімату, під впливом мікроорганізмів потягне за собою низку неприємних для людства наслідків. Адже більшість шкідливих мікроорганізмів мають гарно пристосовані адаптивні реакції. На це, зокрема, вказують зміни регуляції експресії генів, метаболічної активності, розмір клітин і швидкість росту. Одним з таких наслідків, буде виникнення і поширення хвороб у морському і наземному біомах. Потепління викликає мертві безкисневі зони в глибоких озерах. Це перешкоджає повітрообміну і

підтримка життя в таких умовах є неможливою. Можна очікувати, що адаптивною реакцією на підвищення рівня вуглекислого газу в морському середовищі буде збільшення первинного виробництва фітопланктону, хоча це може статися лише за наявності достатньої кількості поживних речовин. В'язкість є найважливішою властивістю води, що залежить від температури. Її зміни значно впливають на місткість і темпи розмноження мешканців водоймищ. На в'язкість води також впливає коливання температури, яка, у свою чергу, впливає на стратифікацію та потік, тим самим впливаючи на транспорт мікробних поживних речовин. Так, хвороби деяких видів коралів, напрямку пов'язані із температурою поверхні води. Однією з таких хвороб є «Хвороба білої смуги». Хвороба повністю руйнує тканину і вражає види карибських акропоридних коралів, зокрема *Acropora palmata* та *A. cervicornis*. Небезпека полягає в тому, що окрім того, що ці види є ланкою харчового ланцюга, є також важливою ланкою океанічного біому і виступають в ролі господарів-симбіонтів для деяких видів риб. Переплітаючись, ці рифи створюють решітку. Ці місця проживання підтримують рибні розплідники та захищають рибу від хижаків, збільшуючи різноманітність рифів.

Небезпечні наслідки також будуть помітні і для людей. Зміна клімату може вплинути на виживання, розмноження, життєвий цикл, взаємодію хазяїн-патоген і розповсюдження патогенів, хоча і є наслідки для здоров'я, які все ще не остаточно відомі. Зібрані знання на сьогодні, мають важливе значення для прийняття належних заходів для досягнення успіху в запобіганні та боротьбі з інфекційними захворюваннями, які в майбутньому можуть стати епідемічними або пандемічними явищами. Глобальне потепління підвищить ризики захворювання, змінюючи адаптацію паразита до середовища проживання у організмі господаря. Це відбудеться в першу чергу через порушення імунних реакцій. Особливо чутливими до температури є збудники малярії і вірус-збудник гарячки

Денге. Такі найпоширеніші бактерії, як *Escherichia coli* та *Staphylococcus aureus* підіймуть свою стійкість до антибіотиків від 2% до 10% вже на показнику підвищення мінімальної добової температури на 10 °C . Зміна клімату може прискорити поширення хвороб переносниками, збільшуючи період активності і швидкість розмноження патогену та переносника, розширюючи ареал проживання комарів. Це, зокрема, стосується комарів *Aedes aegypti* - основних переносників лихоманки Денге, вірусів Зіка та жовтої лихоманки, поширення яких у справжній момент обмежений тропічними та субтропічними районами, тому що ці комарі не переносять холодну зиму. У комбінації з іншими трансмісивними захворюваннями, у тому числі такими, що передаються кліщами (хвороба Лайма), мільйони людей знову наражаються на ризик у зв'язку зі зміною клімату.

Немає сумніву, що значна роль мікроорганізмів у підтримці сталого навколишнього середовища на Землі взаємопов'язана зі зміною клімату. Для вирішення конкретних проблем, пов'язаних із мікроорганізмами, знадобляться цілеспрямовані лабораторні дослідження модельних мікроорганізмів. Проблема і небезпека патогенних мікроорганізмів, полягає в тому, що наукова спільнота досі не може до кінця передбачити вплив зміни клімату на географічні діапазони захворювань. Проте покращене розуміння мікробних взаємодій, допомогло б скласти основу для розробки заходів для пом'якшення та контролю зміни клімату та їх наслідків.

Література

1. Scientists' warning to humanity: microorganisms and climate change [Електронний ресурс] / [R. Cavicchioli, W. Ripple, K. Timmis та ін.] // Nature Reviews Microbiology. 2019. URL: <https://goo.su/bp5N>

2. Dutta H. The microbial aspect of climate change [Електронний ресурс] / H. Dutta, A. Dutta // SpringerLink. 2016. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40974-016-0034-7#ref-CR128>
3. Шоукат Лоун А. Мікробіоми та глобальна зміна клімату / А. Шоукат Лоун, А. Малік., 2021. 374 с. (Springer Singapore).
4. Climate Milestone: Earth's CO₂ Level Passes 400 ppm. // National Geographic Society. 2019. С. 1–2.