

УДК 551.583 : 574.5

В.Д. РОМАНЕНКО

Інститут гідробіології НАН України
пр-т Героїв Сталінграда, 12, Київ 04210

АКТУАЛЬНІ ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ ЗМІН КЛІМАТУ

Проаналізовано існуючі гіпотетичні уявлення про причини глобальних кліматичних змін. Показано кругообіг діоксиду карбону у біосфері та особливості її метаболізму у гідросфері в умовах коливань температури води. Дана характеристика біорізноманіття екосистем водойм різних регіонів, обумовлена впливом кліматичних змін на їх гідрологічний та гідрохімічний режим.

Ключові слова: клімат, водні екосистеми, вуглекислота, біорізноманіття

Функціонування як наземних, так і водних екосистем, пов'язане з певними кліматичними умовами на планеті. Багаторічні спостереження за останні 100 років показують, що середня температура поверхневого шару Землі зросла на 0,3–0,8°C, площа снігового покриву в північній півкулі зменшилась на 8%, рівень Світового океану піднявся у середньому на 10–20 см [5]. Відмічені зміни на планеті викликали необхідність розробки довгострокових прогнозів щодо можливих подальших кліматичних змін та їх впливу на водні екосистеми.

Існує декілька гіпотез щодо причин і характеру подальшого розвитку кліматичних умов. Однією з перших була висунута гіпотеза про те, що причиною глобального потепління є зміни сонячної активності, які мають циклічний характер і проявляються через 11, 22 та 80 років. Астрономи вважають, що циклічні зміни клімату обумовлені відхиленням орбіти та зміною кута нахилу осі Землі до Сонця, що відображається на радіаційному балансі Землі, а, отже, її кліматі [5]. Глобальні кліматичні зміни можуть бути пов'язані з процесами, що відбуваються у світовому океані – величезному інерційному акумуляторі сонячної енергії. Зокрема, вони визначають особливості формування напрямку та швидкості руху теплих океанічних та повітряних мас на Землі.

У формуванні клімату значний внесок також належить морським і прісноводним водоймам і водотокам завдяки регуляції оптичних властивостей води їх поверхнею, здатності водних мас поглинати і відбивати сонячну і теплову радіацію і в кінцевому результаті впливати на потоки енергії, вуглецю, метану та інших парникових газів через гідросферу [9].

Однією з поширених гіпотез кліматичних змін Землі залишається антропогенна діяльність людини, що має значний вплив на хімічний склад атмосфери через зростання в ній парникових газів, у яких значну роль відіграє водяна пара та рівень діоксиду вуглецю. Крім водяної пари і вуглекислоти в загальному глобальному потеплінні певну роль відіграють озон, закис азоту, метан та ін. При цьому найактивніше в складі атмосфери планети збільшується вміст закиси азоту та метану, а озону, навпаки, зменшується. Джерелом надходження в атмосферу Землі великої кількості CO₂ та аерозолів сірчаної кислоти є вулкани, при активній діяльності яких завдяки надходженню до атмосфери продуктів їх виверження спочатку спостерігають похолодання, а пізніше після їх осадження та збільшення прозорості атмосфери – зростання середньорічної температури на Землі [3].

Вченими теоретично розроблено багато сценаріїв впливу глобального потепління і його наслідків для людства. Одним з найбільш песимістичних прогнозів є виникнення парникової катастрофи, коли в результаті підвищення температури на Землі через зростання вмісту антропогенної вуглекислоти відбудеться перехід розчиненої в океані CO₂, що сприятиме розкладу осадових карбонатних порід з додатковим виходом цієї сполуки та підйомом температури. Такі процеси у подальшому спровокують розкладання карбонатів в глибинних шарах земної кори.

Деякі вчені [11] стверджують, що за період 2050–2100 рр. вміст вуглекислоти в повітрі може перевищити 500 частин на млн., глобальна температура підвищиться на 2°C, а підкислення океанів зменшить біомінералізацію карбонатів, що матиме негативний вплив на живе населення.

Щодо негативного впливу змін клімату на континентальні водойми висловлюються думки, що у більшості випадків це явище буде супроводжуватися погіршенням якості води, впливаючи на її прозорість завдяки зростанню кількості зважених речовин, змінюючи динаміку розвитку різних груп водоростей, підсилюючи процеси евтрофікації через зростання біогенного навантаження, зменшення вмісту карбонату кальцію і швидкого виснаження кисню у придонних шарах води [9,14].

Результатом зусиль світового співтовариства (161 країна) стало підписання у червні 1992 р. Рамкової конвенції щодо зміни клімату. Україна є однією з найбільш вагомих учасниць цього процесу, яка у жовтні 1996 р. ратифікувала цю конвенцію, а з серпня 1997 р. стала повноправною її стороною. Відповідно до вимог Конвенції її сторони, що є розвинутими країнами або країнами з перехідною економікою, мають конкретне зобов'язання щодо здійснення політики, спрямованої на обмеження та зменшення викидів парникових газів порівняно з 1990 р., а також захисту і підвищення якості поглиначів і накопичувачів цих газів [4].

Кінцевою метою Конвенції є досягнення стабілізації концентрації парникових газів у атмосфері на рівні, який би не допускав глобального антропогенного впливу на клімат планети. Згідно з Конвенцією такого рівня планується досягти у терміни, достатні для природної адаптації екосистем до зміни клімату, що дасть можливість не ставити під загрозу виробництво продовольства і забезпечувати подальший його розвиток на стійкій основі.

У зв'язку з тим, що проблема глобальних змін клімату є надзвичайно актуальною в усьому світі, виникла нагальна потреба у науковому обґрунтуванні і методичному забезпеченні оцінки змін клімату, розробці можливих сценаріїв поведінки кліматичної системи з метою проведення упереджувальних заходів. Для вирішення цього завдання у 1997 р. розроблено «Кліматичну програму України», що затверджена постановою Кабінету Міністрів України.

Виходячи з цього, завданням гідроecологічної науки є з'ясування змін, що відбулися у водних екосистемах протягом останніх десятиріч, і визначення того, як вони пов'язані з кліматичними змінами на планеті. Глобальне потепління, безперечно, впливає на умови існування гідробіонтів. Останнім часом багато промислових видів риб трапляється в регіонах, де раніше вони не були зареєстровані. Так, у водах Гренландії з'явилися тріска й оселедець, Великобританії – мешканці південних широт: червона форель, великоголова черепаха, в далекосхідній затоці Петра Великого – скумбрія й сайра [15]. У зв'язку з підвищенням температури водного середовища у морських системах відмічають зникнення окремих видів рифоутворюючих коралів та зменшення видового різноманіття рифових риб [12].

Вчені вважають, що потепління океану в більшій мірі може спричинити зміни в розподілі, сезонній життєдіяльності і чисельності помірно – бореальних водяних організмів, а для видів, що розташовані на межі умов свого існування, може приводити навіть до їх загибелі. Вплив кліматичних змін на холодноводні види також, свідчить, що деякі з них не зможуть вижити в умовах потепління клімату [10].

Глобальне потепління, порушуючи видове різноманіття, змінюючи ареали існування видів, може привести до змін у структурі угруповань гідробіонтів, опосередковано впливаючи на інші організми, змінюючи динаміку і склад мегаугруповань. До переліку природних чинників, що можуть значно впливати на біорізноманіття водних екосистем, відносять викликані кліматичними змінами коливання рівня морів, гідрологічний і гідрохімічний режим річок, діяльність вулканічних утворень, підсилення природної і антропогенної евтрофікації, біологічні інвазії, тощо. На думку дослідників, поява і натуралізація інвазійних видів обумовлені пониженням таксономічного різноманіття аборигенних видів, спричинених як антропогенною діяльністю, так і глобальними кліматичними процесами [6]. Згідно даних [7] стан біорізноманіття Каспійського та Чорного морів, р. Волги в результаті сукупної діяльності цих чинників за останні десятиріччя значно змінився.

Сьогодні при широкомасштабних дослідженнях впливу змін клімату на біотичну складову значну увагу необхідно приділяти вивченню механізмів функціонування морських і прісноводних екосистем. Температурні зміни клімату, а відповідно й водного середовища, приводять в організмі гідробіонтів до певної перебудови метаболізму. Зростання температури води підсилює інтенсивність обміну речовин і при відсутності достатньої кількості їжі може негативно впливати на біопродукційні показники популяцій, їх чисельність та навіть межу розселення. Тому розкриття механізмів впливу глобальних кліматичних змін, біологічної інвазії у водоймах різного типу набуває особливої актуальності.

Для цього необхідно проаналізувати багаторічні зміни термічного та гідрохімічного режиму, стан водної флори і фауни. Визначення сучасного стану біорізноманіття, його біологічного потенціалу дозволить розкрити основні закономірності реакцій водяних організмів на глобальні кліматичні зміни.

З'ясування ступеня і спрямованості перебудов в біотичній складовій екологічного стану водних екосистем під впливом зазначених чинників повинно лягти в основу вдосконалення екологічної оптимізації режиму експлуатації і прийняття на їх основі ефективних природоохоронних заходів.

До пріоритетних проблем також необхідно віднести вивчення сезонних та міжсезонних особливостей протікання метаболічних процесів, що відбуваються у водних екосистемах різного типу – рівнинних і гірських: річках, озерах, водосховищах, водоймах-охолоджувачах теплових і атомних електростанцій. При цьому необхідно мати на увазі, що критичні екологічні ситуації можуть створюватись не тільки у зимовий період.

Основними джерелами надходження диоксиду вуглецю у водне середовище є його дифузія з атмосфери, дихання гідробіонтів, виділення солей вугільної кислоти внаслідок хімічних реакцій та розклад органічної речовини. Процеси, що відбуваються у гідросфері в умовах зростання концентрації CO₂ в атмосфері потребують глибшого пізнання з метою встановлення потенційних можливостей його утилізації як авто-, так і гетеротрофними організмами. Відомо, що між диоксидом вуглецю атмосфери і гідросферою відбувається постійний кругообіг, пов'язаний з урівноваженням парціального тиску в системі атмосфера – вода. У зв'язку з цим при зростанні CO₂ в атмосфері збільшується його концентрація у воді і навпаки, при підвищенні його вмісту у воді відбувається перехід в атмосферу. Коефіцієнт розчинності вуглекислоти визначається температурою води, вмістом розчинних солей, перевищуючи показник для кисню. При цьому насиченість морської води CO₂ менша, ніж прісної, а його вміст у континентальних водоймах може коливатись в дуже широких межах.

Метаболізм диоксиду вуглецю у гідросфері за участю гідробіонтів пов'язаний з його використанням у біосинтетичних процесах, зокрема, фотосинтезом – одним з найважливіших процесів біосфери, який залежить від діяльності різних фотосинтезуючих організмів. Довго вважали, що для тварин CO₂ є шкідливим продуктом обміну речовин, а його наявність у воді може викликати у гетеротрофних організмів тільки отруєння. Проте встановлено, що не тільки у автотрофних, але й гетеротрофних організмів, ця сполука використовується у реакціях карбоксилування для побудови органічної біомаси [2]. Вміст вуглецю у природних водах може коливатись внаслідок не тільки біологічних процесів, але й хімічних перетворень його складу [1].

Існує багато модельних систем, що показують важливість комплексного впливу CO₂ і змін клімату на водні екосистеми. Зокрема, виявлено негативний зворотний зв'язок між потеплінням клімату і океанічними угрупованнями гідробіонтів через зменшення кількості доступної для використання CO₂ [13]. Кліматичні зміни лягли в основу побудови продукційних моделей як чинника можливого одержання додаткової продукції за рахунок збільшення добової чистої продукції флори і фауни водних екосистем, введення нових площ, придатних для їх життєдіяльності.

Суттєвий вплив на динаміку, розподіл і міграцію біотичної складової як морських, так і прісноводних екосистем, мають регіональні кліматичні коливання, що є складовою частиною загальних кліматичних процесів [8]. Підтвердженням цього є висока швидкість кліматичних змін, особливо в останні десятиріччя. Так, протягом минулих 100 років температура нижніх шарів атмосфери Землі зросла на 0,8°C, а в останні 15 років – на 0,3–0,4°C. Особливо відчутного впливу кліматичних змін зазнають регіони з значними сезонними коливаннями температур. М'які зими і скорочення їх тривалості, зменшення інтенсивності і часу вертикального переміщення води, можуть призводити до негативних наслідків росту, розвитку і відтворення гідробіонтів.

Кліматичні зміни середньої Європи, де спостерігається чергування тривалих зимових відлиг і суворих зим, збільшення часу льодоставу супроводжується суттєвими заморами риб. Особливо трагічні наслідки зимового періоду відчуло у 2009–2010 рр. Київське водосховище, в якому до пониження кисневого режиму у водному середовищі додалося екологічно не обґрунтоване зниження рівня води, що призвело до значного опускання льодового покриву. Внаслідок таких обставин загинула велика кількість риб, особливо оксифільних видів.

Висновки

Отже, проблеми потепління клімату вимагають від сучасної гідроecологічної науки цілеспрямованого вивчення тенденцій щодо змін видового складу і чисельності гідробіонтів у водних екосистемах різного типу, з'ясування метаболічних процесів адаптації морських і прісноводних гідробіонтів до комплексної дії змін кліматичних чинників таких як температура, сонячна радіація, рівень CO₂, та ін.

1. *Алекин О.А.* Насыщенность волжской воды карбонатом кальция / Алекин О.А., Моричева Н.П. // Докл. АН. – 1956. – Т. 109, № 4. – С. 803–806.
2. *Гульий М.Ф.* Основные метаболические циклы / М.Ф. Гульий. – К.: Наук. думка, 1968. – 413 с.
3. *Кадацкий В.Б.* Климат как продукт биосферы / В.Б. Кадацкий. – Минск: Наука и техника, 1986. – 112 с.

4. *Клімат* України: / За ред. В.М. Ліпінського: [упор. В.А. Дячка, В.М. Бабіченко]. – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.
5. *Кондратьев К.Я.* Глобальный климат и его изменения / К.Я. Кондратьев. – Л.: Наука, 1987. – 231 с.
6. *Корнева Л.Г.* Формирование биологического разнообразия фитопланктона водохранилищ Волжского бассейна / Л.Г. Корнева // Естественные и инвазийные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем: – С. 166–168.
7. *Курмангалиев Т.Н.* Проблемы и пути сохранения биоразнообразия Каспийского моря / Т.Н.Курмангалиев // Рыбохозяйственные исследования в Республике Казахстан: история и современное состояние. – Алматы, 2005. – С. 206–211.
8. *Макаревич П.Р.* Оценка влияния климатических факторов на структурные характеристики пелагических и бентосных сообществ Баренцова моря / П.Р. Макаревич, О.В. Карамушко, О.С. Любина // Большие морские экосистемы России в эпоху глобальных изменений (климат, ресурсы, управление): междунар. науч. конф., Ростов на Дону, 5–8 июня 2007: тез. докл. – Ростов н/Д., 2007. – С. 204–207.
9. *Остроумов С.А.* Полифункциональная роль биоты в миграции химических элементов и формировании геохимической среды: к разработке теории аппарата биосферы / С.А. Остроумов // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. – 2006. – № 1. – С. 24–31.
10. *Frank Rahel J.* Assessing of effects of climate change on aquatic invasive species / Rahel J. Frank, Julian D. Olden // *Conserv. Biol.* – 2008. – Vol.22, N 3. – P 568–574.
11. *Hoegh-Guldberg O.* / O. Hoegh-Guldberg, P.J. Mumby, A.J. Hooten, R.S. Steneek [et. al] // *Science.* – 2007. – Vol. 318, N 5857. – P. 1737–1742.
12. *Graham Nicholas A.J.* Dynamic fragility of oceanic coral reef ecosystem / Nicholas A.J Graham, Shaun K. Wilson, Simon Jennings, Bijoux Jude P. Polynin, Jan Robinson // *Proc. Nat. Acad. Sci USA.* – 2006. – Vol. 103, N 22. – P. 8425–8429.
13. *Lopez-Urrutia A.* Scaling the metabolic balance of the oceans / A. Lopez-Urrutia, E. San Martin, Roger P. Harris, Xabier Irigoien // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA.* – 2006. – Vol. 103, N 23. – P. 8739–8744.
14. *Noges P.* Impact of climatic variability assessment of surface waters implications on the Water Framework Directive / P. Noges, W. Van de Bund, A. Cristina Cardoso, A. Siina Heiskanen // *Hydrobiologia.* – 2007. – Vol. 584, N 1. – P. 373–379
15. *Southward A.J.* Seventy years observations of changes in distribution and abundance of zooplankton and intertidal organism in the western English Channel in relation to rising sea temperature / A.J. Southward, S.J. Hawkins, M.T. Burrows. // *J. Therm. Biol.* – 1995. – Vol. 20. – P. 127–155.

В.Д. Романенко

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

АКТУАЛЬНЫЕ ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

Проанализированы существующие гипотетические представления о причинах глобальных климатических изменений. Показан круговорот углекислоты в биосфере и особенности ее метаболизма в гидросфере в условиях колебаний температуры воды. Дана характеристика биоразнообразия экосистем водоемов различных регионов, обусловленная влиянием климатических изменений на их гидрологический и гидрохимический режим.

Ключевые слова: климат, водные экосистемы, углекислота, биоразнообразие

V.D. Romanenko

Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

HYDROLOGICAL ISSUES OF THE DAY IN THE CONDITIONS OF GLOBAL CHANGES OF CLIMATE

Existent hypothetic conceptions about reasons of the global climatic changes have been analyzed. There have been shown the circulation of hydrocarbonic acid in biosphere and main peculiarities of its metabolism in conditions of water's temperature variations. There was given the characteristics of biodiversity of aquatic ecosystems of different regions, which was conditioned by influence of climatic changes on their hydrological and hydrochemical regimes.

Key words: climate, water ecosystems, carbonic acid, biodiversity