

ВОДНІ ОРГАНІЗМИ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ

В. В. Юрченко, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

М. О. Додашьянц, магістр

Харківська державна зооветеринарна академія

Розглядається вплив глобального потепління на існування, географічне поширення, репродуктивну функцію, габарити, стать, міграції, продуктивність, захворюваність та сезонні явища в житті водних організмів.

Ключові слова: зміна клімату, глобальне потепління, температура, водні екосистеми, гідробіоти, риби, чисельність популяцій, сезонні явища, репродуктивна функція, міграції, морський промисел.

Актуальність проблеми. 70% поверхні Землі вкрито океанами – найбільш продуктивними екосистемами, де мешкають 75% усіх відомих видів [1,2]. Температура є найважливішим кліматичним фактором, що часто лімітує існування і географічне поширення організмів. Життя можливе в межах від -200° до $+100^{\circ}\text{C}$, але переважна кількість видів є активними у ще вужчому діапазоні. Гідробіоти більш стенотермні, ніж наземні організми, оскільки температура води зазнає менших змін.

Вкрай важливою є мінливість температури середовища. Коливання кліматичних умов вже понад століття відбуваються на тлі односпрямованої тенденції [3-5], що найбільш яскраво проявляється в підвищенні середньої по земній кулі температури в приземних шарах атмосфери і на поверхні океану. Внаслідок цього, організми вимушені пристосовуватися до нових умов життя.

Метою дослідження є визначення наслідків глобального потепління для мешканців водного середовища.

Матеріал та методи дослідження. Проведено аналіз і узагальнення інформації із вітчизняних та зарубіжних джерел.

Результати дослідження. Температура регулює життєві цикли мешканців водних екосистем. Оскільки інтенсивність обміну речовин та інших фізіологічних процесів в організмі

більшості гідробіонтів визначається температурою, першим наслідком глобального потепління для них стає зміщення термінів сезонних явищ, наприклад, весіннього “цвітіння” води, міграцій, нересту риб та його районів (Overland et al., 2007). Так, за даними М. Віндера та Д. Шиндлера, в одному з озер на північному заході США початок “цвітіння” у фітопланктона за 40 років (1962-2002) змістився на 19 діб в бік більш ранніх дат. Рейн Ахаса (1999) відзначив зміщення початку нересту щуки звичайної і ляща за 44 роки (1952-1996) відповідно на 6 та 8 діб раніше [1]. Внаслідок змін умов середовища в Японському морі нерест наваги відбувається раніше, а нерестовища сайри розширюються, на східному шельфі Берингового моря через зменшення площі “холодної плями” нагульні міграції минтая, палтуса і крабів подовжуються. Ці зрушення істотно впливають на успіх відтворення організмів, внаслідок чого змінюється чисельність популяцій і їх промисловий запас (Ito, 2007).

У деяких гідробіонтів температура води визначає стать. Дослідження показали, що за аномально високої температури 14 із 20 видів риб були схильні до зміни статі. Прогнозують, що до кінця століття у певних видів риб співвідношення самців і самок може змінитися від звичайних 50% до 75 - 98%, що спричинить їх зникнення (Beitinger et al., 2000). Під особливою загрозою знаходяться тропічні і субтропічні риби.

Велике значення має швидкість нагрівання води: чим це відбувається повільніше, тим є більше часу для адаптації організмів. Висока швидкість нагрівання негативно позначається на стані риб, незалежно від пори року. Так, для срібного карася при поступовому нагріванні води летальною є температура +38°C влітку і +37°C взимку, а при різкому – вони гинуть вже при +35°C. Карп влітку гине при +40°C внаслідок поступового нагрівання і при +35°C внаслідок різкого, а взимку - при +39 та +26°C відповідно.

Зміни клімату впливають на габарити риб. Чим більша риба за розміром, тим для неї є нижчим рівень верхніх летальних температур (ВЛТ). Глобальне потепління неминуче викликає зростання частоти досягнення позначки ВЛТ. Через це багато видів риби значно зменшуються в розмірах. У Бал-

тійському морі також зареєстрована тенденція до збільшення кількості дрібних форм зоопланктону [1]. Різке потепління чинить негативний вплив і на репродуктивну функцію риби, викликає у деяких організмів (гренландського кита, тюленів, моржів, тощо) тепловий стрес (Гібсон М., 1998).

Підвищення температури океану призводить до зміни шляхів міграцій морських організмів (Стаутвард А., Соколов Л. В., 2012). Теплолюбні види розширюють свій ареал в північному напрямку, а менш толерантні – залишають звичні для них місця. Наприклад, в Японському морі в ході глобального потепління деградує популяція таких холодолюбних риби, як минтай і навага, але росте чисельність субтропічних видів – тихоокеанського кальмара, скумбрії, лакедри, тунців, тощо [1]. Ще у 1947 р. академік Л. С. Берг у книзі “Клімат і життя” вказував, що в 30-ті роки ХХ століття у Баренцовому морі з’явилися теплолюбні риби, що раніше туди не заходили. У результаті цього відбувається перебудова видового складу екосистем, а з нею і характеру їх функціонування. Наприклад, зміни екосистеми Японського моря можна інтерпретувати як перетворення високопродуктивної системи з низькою ефективністю функціонування (типової для помірних широт) на менш продуктивну з високою ефективністю (типову для субтропічних зон Світового океану) [3].

Під впливом температури в екосистемах створюється зональність і стратифікація. Зміна динаміки океану особливо згубно впливає на ті види, які не здатні мігрувати, і призводить до їх загибелі. Потепління і перебудова структури течій стимулюють перезараження риби і ссавців паразитами інвазійної та інфекційної природи (Sharp, 1994).

Глобальні зміни клімату неоднаково впливають на різні регіони і шари Світового океану. Так, у Беринговому морі не тільки зростає температура води, а й зменшується площа, вкрита льодом. У результаті весняне “цвітіння” відбувається пізніше, що є несприятливим для розвитку великого зоопланктону, донних риби і безхребетних. Відтворення минтая в таких умовах є більш успішним, однак при цьому збіднення кормової бази підсилює канібалізм, тому численна популяція сфор-

муватися не може. В Японському морі глобальне потепління впливає, головним чином, на зимові процеси, але наслідки цього проявляються в глибинних шарах протягом усього року. Тут підвищення температури води, навпаки, сприяє зростанню біомаси великого зоопланктону, однак веде до зменшення вмісту кисню, особливо в придонному шарі моря [3].

Іншим важливим аспектом впливу глобального потепління на гідробіонтів є біологічна продуктивність. Підсилення стратифікації, ослаблення конвекції, зменшення товщини верхнього динамічного шару і скорочення площі поверхні замерзання сприяють зниженню обсягів первинної продукції океану [1]. Про це свідчать дані, отримані американськими дослідниками в ході вивчення океанів зі супутників протягом останніх років (<http://www.rosinvest.com/news/250105/>). Зменшення кількості водних рослин викликає скорочення популяцій консументів – наступної ланки трофічного ланцюга. Однак не завжди зниження первинної продукції екосистеми прямо впливає на продуктивність промислових популяцій, оскільки вона визначається й іншими умовами. Прикладом цього є небачене зростання в останні десятиліття запасів тихоокеанського кальмара *Todarodes pacificus* в Японському морі, причиною чого стало збільшення чисельності зоопланктону і сприятливі умови для відтворення цього виду, що склалися в теплі зими [3].

Води на кордоні льодових масивів – це концентроване джерело корму. Тому багаторічний лід підтримує існування складних угруповань. Ракоподібні, що живуть на кромці, є кормовою базою для морських птахів і риб. При потеплінні скорочення площі багаторічних льодових масивів згубно відбивається на площі сприятливих місць існування [2].

Існує досить багато непрямих кліматичних ефектів, що впливають на гідробіонтів, зокрема зміна хімічного складу океану (концентрації кисню, вуглекислого газу, тощо). За останнє десятиліття швидкість зниження показника рН океанічної води зросла до 0,02 за 10 років [3]. Ацидифікація океанічної води, внаслідок підвищення вмісту вуглекислого газу, сприяє не тільки скороченню кількості фітопланктону, але й

зниженню накопичення солей кальцію у морських організмів з поверхневим скелетом (молюски, корали), що приводить до порушення їх розвитку, уповільнення росту і підвищення їх крихкості. Очікують, що до 2100 р. швидкість формування мушель зменшиться у мідій на 25%, а устриць – на 10% [1]. Глобальне потепління і зростання рівня кислотності вод Світового океану вже стали причиною знищення 20% усіх коралових рифів світу, ще 50% зазнали шкоди, але ще можуть бути врятовані (Jackson J., 2012). Прогнозують, що найближчими десятиліттями ця цифра тільки зростатиме, оскільки реального скорочення викидів вуглекислого газу не відбувається [6].

Новітні дослідження показують, що важливим фактором впливу глобального потепління на морські організми може стати зниження вмісту розчиненого у воді кисню. Небезпечний дефіцит кисню, що призводить до масової загибелі гідробіонтів, можливий тільки на обмежених ділянках з особливими гідрохімічними умовами, наприклад, біля дна в естуарних зонах. В умовах потепління клімату такі ділянки розширюються, але залишаються нетиповими. Однак, навіть незначне зниження кількості кисню в морській воді впливає на біоенергетику організмів, що викликає зменшення їх росту, плодючості, а отже скорочує промислові запаси (Смірнова Н. В., Лозовська М. В., 2011).

Глобальна зміна клімату супроводжується частими екстремальними явищами. Зокрема, у 1997-1998 роках відбулося аномальне підвищення температури поверхневих вод тропічної зони Світового океану, що призвело до масової загибелі коралів в акваторіях Індійського і Тихого океанів. Тоді в прибережних районах Бахрейну, Мальдівських островів, Шрі-Ланки, Сінгапуру та поблизу Танзанії загинуло до 95% всіх коралів в мілководних рифових зонах. В інших прибережних зонах тропічного поясу тієї ж долі зазнало від 20 до 70% коралів [1]. При підвищенні середньої температури води хоча б на один градус гинуть водорості, що мутуалістично пов'язані з кораловими поліпами і надають їм яскравого забарвлення. В результаті на колоніях утворюються білясті ділянки. Знебарвлення є однією з найбільш поширених і маловивчених про-

блем коралових рифів, викликаних глобальним потеплінням. Знебарвлені колонії не ростуть і легше руйнуються хвильовою діяльністю (Jackson J., 2012; Wilkinson C., Souter D., 2008; Sweatman H., 2011).

В процесі змін у структурі і функціонуванні водних екосистем відбувається порушення раніше відкритих закономірностей, що руйнує систему раціонального управління промислами [1]. Наприклад, до початку швидкого потепління японські вчені встановили, що періоди зниження температури води навколо Японії сприятливі для сардини-івасі, а потепління сприяє зростанню запасів анчоуса і тихоокеанського кальмара. Сьогодні ці закономірності перестають підтверджуватися, і необхідно встановлювати нові, з урахуванням змін клімату.

Geraldine Lassalle (Cemagref) створив модель еволюції популяцій риби до 2100 р., виходячи з гіпотези, що середня температура зросте на 3,4°C. Згідно його розрахунків, ареал існування двох третин мігруючих видів зменшиться (ria.ru/discovery/20081107/154612314.html). Глобальні зміни клімату можуть вплинути на світовий розподіл комерційно важливих видів риби, у тому числі тріски, оселедця, морського окуня, акул та креветок. До 2050 року прогнозують скорочення популяції атлантичної тріски у Північному морі на 20%, на східному узбережжі США – на 50%, тощо. Деякі промислові види (скелястий лангуст) можуть зникнути взагалі. Великомасштабний перерозподіл риби відбудеться у напрямку північного полюсу (на 40 км в десятиліття), а кількість південних видів риби збільшиться. Існує думка, що від цих міграцій найбільші комерційні втрати понесуть тропічні слаборозвинуті країни, а скандинавські країни, навпаки, зможуть вилучити значний зиск [1].

У певних випадках негативні тенденції в морському промислі, пов'язані з глобальним потеплінням, можуть бути подолані за допомогою марікультури або аквамеліорації. Слід враховувати, що деякі аспекти змін клімату, що не суттєво впливають на природні екосистеми, є важливими для гідробіонтів при їх штучному розведенні.

Висновки. Наслідками глобального потепління для гідробіонтів є зміщення термінів сезонних явищ, тепловий стрес,

негативний вплив на репродуктивну функцію, стимуляція перезараження паразитами інвазійної та інфекційними природи, зміна співвідношення самців і самок, габаритів риб, шляхів міграцій, перебудова видового складу, структури і характеру функціонування екосистем, внаслідок чого порушуються раніше відкриті закономірності і руйнується система раціонального управління морськими промислами.

Список використаних джерел:

1. Соколов Л. В. Климат в жизни растений и животных. – Санкт-Петербург – Калининград, 2012. – С. 125-153. – www.zin.ru/Books/climate/Sokolov-2012.
2. Биоразнообразие и изменение климата: Международный день биоразнообразия // Секретариат Конвенции о биологическом разнообразии. – 2007. – 46 с. – <https://www.cbd.int/doc/bioday/2007/ibd-2007-booklet-01-ru.pdf>.
3. Влияние изменений климата на морские биоресурсы: Материалы международного симпозиума «Влияние климатических изменений на морские биоресурсы и рыболовство», г.Сендай, Япония, 2010. //Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр). – [fishretail.ru /data /docs /warming. pdf](http://fishretail.ru/data/docs/warming.pdf).
4. Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Хазиахметов Р. М. Закат романтизма концепции устойчивого развития // Экология и жизнь. – 2012. – №8. – С. 56 – 63.
5. Climate change: A Summary of the Science. - September, 2010. – 16 p. - <http://royalsociety.org/policy/publications/2010/climate-change-summary-science/>.
6. Jackson, J. 2012. "The Future of Coral and Coral Reefs in a Rapidly Changing World", International Coral Reef Symposium, Cairns, Australia, 9-13 July 2012.

В. В. Юрченко, Н. А. Додашьянц. Водные организмы в условиях глобального потепления.

Рассматривается влияние глобального потепления на существование, географическое распространение, репродуктивную функцию, габариты, пол, миграции, продуктивность, заболеваемость и сезонные явления в жизни водных организмов.

Ключевые слова: *изменение климата, глобальное потепление, температура, условия среды, водные экосистемы, гидробионты, рыбы, численность популяций, сезонные явления, репродуктивная функция, миграции, кораллы, морской промысел.*

V. Yurchenko, M. Dodashyants. Aquatic organisms under global warming.

Temperature is the most important climatic factor that often limits the existence and geographic distribution of organisms. More than a century, there is an increase in the average temperature on the surface of the ocean. As a result, organisms have to adapt to new conditions. The first consequence of changes in environmental conditions is a displacement terms of seasonal phenomena. The sharp warming water has a negative effect on the reproductive performance of fish,

causes a heat stress, stimulates the contamination of fish parasites and infectious diseases. Because of global warming, many species of fish significantly reduced in size. The water temperature determines the sex of some species. To the end of the century the ratio of males and females of some fish may change from the usual 50% to 75 - 98%. Thus, these species may disappear.

Increasing the ocean temperature causes migration of marine organisms. Changing ocean dynamics particularly adversely affects the those species that are not able to migrate, and leads to their death. Global warming and rising acidity of the waters of the oceans has caused the destruction of 20% of all coral reefs in the world.

An important aspect of the impact of global warming is reducing the amount of aquatic plants. This causes the reduction populations consumers - the next level trophic chain. The result is changing species composition of ecosystems and nature their functioning. Quite a lot of indirect climate effects that affect aquatic organisms, including changes chemical composition of the ocean (concentration of oxygen, carbon dioxide, etc.). For example, reducing the content of oxygen in the sea water leads to a decrease in fertility and growth of marine organisms. In some cases, negative trends in marine fishery related to global warming, can be overcome through mariculture or aquamelioration.

Key words: *climate change, global warming, temperature, environmental conditions, aquatic ecosystems, aquatic organisms, fishs, number of populations, seasonal phenomena, reproductive function, migration, corals, marine fishery.*