

ХІМІКО-БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Онуфрійчук Л., Кантицька О.

Науковий керівник – доц. Боднар О.І.

ВПЛИВ ІОНІВ ЦИНКУ НА РОСТОВІ ПРОЦЕСИ ЗЕЛЕНИХ ВОДОРОСТЕЙ

Важлива роль у функціонуванні водних екосистеми належить одноклітинним водоростям, які, завдяки своєму положенню в трофічному ланцюзі, визначають біопродукційні характеристики водойм. Фотосинтезуючі мікрowodорості водойм є основою ланцюгів живлення та забезпечують функціонування їх наступних ланок.

Негативний вплив забруднюючих речовин на водоростеві угруповання може виявлятися як у зменшенні первинної продукції (чи різкому підвищенні), так і в зміні структури угруповання. Такі зміни часто спостерігаються у порушенні інтенсивності розвитку, динаміці та співвідношеннях популяцій водоростей у гідробіоценозах, що загалом може позначатися на структурно-функціональному стані водойм та формуванні якості води [3, 4].

В даний час значно зріс інтерес до вивчення біологічної дії іонів групи важких та перехідних металів (ртуть, свинець, кадмій, мідь, цинк та інші) у зв'язку із їх все ширшим залученням у біогеохімічні цикли. Через це виникає небезпека порушення природного балансу і співвідношення металів у навколишньому середовищі, особливо водному [2, 9].

Мікроелементам як біологічно активним компонентам навколишнього середовища у наукових дослідженнях приділяють особливу увагу. Це пояснюється їх унікальною здатністю визначати спрямування та швидкість багатьох біохімічних та фізіологічних процесів в організмі, де вони найчастіше виконують роль біокатализаторів. Головною особливістю мікроелементів є їх визначальний вплив на життєво важливі процеси та функції організму при дуже низьких концентраціях в навколишньому середовищі та в організмі [7, 11].

Особливістю сполук цих елементів те, що в певних концентраціях вони викликають стимулюючу біологічну дію як мікроелементи, а у підвищених є класичними токсикантами. Це пов'язано з їх здатністю викликати як стимулюючу, так і інгібуючу дію не тільки безпосередньо на окремі організми та їх популяції, але і на біопродукційні процеси водних екосистем в цілому [1, 2, 9].

Цинк як біогенний хімічний елемент є необхідною складовою як для вищих так і для нижчих рослин. Фізіологічна роль цинку визначається його наявністю у складі ряду біологічно активних сполук, пуринових основ і нуклеїнових кислот, металоферментів та його безпосередньою участю в металоферментних комплексах. Відомо багато даних про входження цинку у склад великої кількості ферментів і про активацію ним понад 30 металоферментних комплексів. А в хлоропластах і мітохондріях основна частина цинку входить в склад високомолекулярних сполук [4, 7].

У зв'язку із зазначеним, метою нашого дослідження було визначення впливу іонів цинку Zn^{2+} на зміну ростових процесів у зелених водоростей в модельному експерименті.

Об'єктом дослідження слугувала культура зелених хлорококових водоростей *Desmodesmus communis* Hegew., яку вирощували в умовах накопичувальної культури в люмінестаті при освітленні лампами денного світла (інтенсивність 2500 лк) і температурі $25 \pm 1^\circ C$ протягом 16 годин на добу. Як живильне середовище використовували розчин Фітцджеральда. В експериментальних умовах до культур водоростей додавали розчин $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ з розрахунку на вміст іонів Zn^{2+} – 1,0 мг/дм³ та 2,0 мг/дм³, що відповідає 1 і 2 ГДК за загально – санітарним показником шкідливості. Контролем була культура, яка росла на середовищі без внесених іонів цинку, тобто ростові процеси відбувалися за нормальних фізіологічних умов вирощування водоростей. Відбір проб для дослідів здійснювали безпосередньо після внесення металу та на 1, 3 та 5 доби експерименту. Підрахунок клітин

водоростей в умовах культур проводили з використанням камери Горяєва [6].

Продуктивність – одна із властивостей живої матерії, що представлена на всіх рівнях її організації. Зниження продуктивності і підвищення продукційно-деструкційних процесів є загальною реакцією екосистеми на негативний вплив [2]. В цілому, продуктивність виступає як функція нарощування біомаси, в основі чого лежить кількісне зростання елементних структурних одиниць біологічної системи (чисельність) та інтенсивність приросту органічної речовини (фото- та біосинтез).

В угрупованнях досліджуваної водорості підтримання її стійкості до зовнішніх чинників відбувається за рахунок структурних перебудов і, насамперед, зміни чисельності як головної характеристики популяції.

Дослідження динаміки загальної кількості клітин у культурі зелених водоростей за дії підвищених концентрацій цинку показало, що зелена водорість *Desmodesmus communis* виявилася толерантною до дії досліджуваних концентрацій іонів Zn^{2+} (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка загальної кількості клітин *D. Communis* у середовищі (млн. кл / мл) за дії іонів Zn^{2+} , ($M \pm m, n=5$)

Тривалість досліджу, доба	Вміст Zn^{2+} в культуральному середовищі		
	контроль	1,0 мг/ дм ³	2,0 мг/ дм ³
початок	21,4±1,1	21,1±1,6	20,7±0,8
1	24,6±0,8	23,5±1,5	20,9±0,9
3	25,7±1,4	26,2±1,8	21,6±0,9
5	26,9±0,9	26,4±1,8	21,0±1,0

Аналізуючи отримані дані, бачимо, що за нормальних умов вирощування водорості активно росли і розмножувалися – приріст кількості клітин протягом першої доби становив 15%, до третьої доби їх кількість збільшилася на 20% порівняно з початковою, а до п'ятої – на чверть клітин у культурі стало більше.

Щодо дії концентрації цинку в 1,0 мг/дм³, то можемо відмітити, що швидкість зростання кількості клітин *D. communis* практично не відрізнялася від контрольного варіанту і так само збільшилася протягом п'яти днів експерименту майже на 25% порівняно з початковою кількістю.

Разом з тим, за вмісту іонів Zn^{2+} 2,0 мг/ дм³ ростові процеси були помітно нижчими – лише на 5% збільшилася кількість клітин зеленої водорості протягом перших трьох діб експерименту, тоді як на п'яту навіть знизилася – майже на 3% порівняно з попереднім значенням третьої доби і практично зрівнялася з вихідною кількістю клітин *D. communis*.

Слід відмітити, що повного припинення росту та поступового зменшення кількості клітин *D. communis* не постерігалось за дії досліджуваних концентрацій іонів Zn^{2+} – 1,0 та 2,0 мг/ дм³.

Отримані нами дані свідчать скоріше за все про активуючий та регулюючий вплив іонів цинку на метаболізм і, відповідно, ростові процеси зелених водоростей, оскільки змін негативного характеру під час наших досліджень не виявлено. Активізуючий вплив цинку за дії мінімальної концентрації пояснюється, скоріш за все, інтенсифікацією фотосинтетичних процесів і відповідно біосинтетичних, оскільки Zn^{2+} є важливою складовою карбоангідрази та деяких дегідрогеназ, що забезпечують перебіг хімічних реакцій темної та світлової фаз фотосинтезу.

Аналізуючи літературні дані, слід відмітити, що важливим показником при дослідженні впливу різних токсикантів на ріст і розвиток культур мікроводоростей є загальна кількість клітин, при якій було внесено токсикант у середовище [5]. Так, встановлено, що токсичність міді для молоді культури *Scenedesmus quadricauda* (на початку лаг-фази) залежить від її питомої токсичності та кількості інокуляту. Однак ці ефекти практично не відіграють ролі при впливі Cu^{2+} на ріст водоростей в кінці логарифмічної або на початку стаціонарної фази [5]. Тому, можна вважати, що в цьому випадку має місце формування фенотипової адаптації популяції водоростей, яку можна означити як сукупну реакцію клітин на вплив стрес-фактору. Ймовірно, що внутрішньопопуляційні відносини між клітинами водоростей формуються лише у процесі росту культури. На відміну від адаптації окремої клітини,

фенотипові адаптації популяцій володіють більшими можливостями для пристосування до токсичного середовища, оскільки їм властиві механізми двох адаптивних перебудов – на рівні організму та популяції [1, 5, 8].

Встановлено, що більшість планктонних організмів в умовах лабораторної культури, адаптуючись до низьких концентрацій токсикантів, виявляють стійкість і до високих концентрацій [10].

Очевидно, що адаптивні можливості водоростей, особливо одноклітинних, зумовлені передусім швидким метаболізмом та коротким життєвим циклом. Тому набуті функціональні зміни на рівні організму можуть закріплюватися у наступному поколінні, одержуючи таким чином спадковий характер, що в кінцевому результаті підвищує стійкість всієї популяції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Артюхова В.И. Функциональные изменения, происходящие в лабораторной популяции микроводоросли *Scenedesmus quadricauda* при разных режимах токсического воздействия / В.И. Артюхова, А.Г. Дмитриева, О.Ф. Филенко [и др.] // Вестник Московского университета. – Серия 16. Биология. – 2000. – № 3. – С. 44–50.
2. Гандзюра В.П. Концепція шкодочинності в екології / Гандзюра В.П., Грубінко В.В. – Київ-Тернопіль : Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. – 144 с.
3. Горбатюк Л.О. Деякі аспекти токсичної дії важких металів на гідрофіти / Л.О. Горбатюк // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. – 2006. – № 1 (27). – С. 112–122.
4. Дмитриева А.Г. Физиология растительных организмов и роль металлов / А.Г. Дмитриева, О.Н. Кожанова, Н.Л. Дронина – М. : МГУ, 2002. – 160, [1] с.
5. Левина М.З. Соотношение чувствительности и устойчивости гидробионтов при токсическом воздействии на примере модельной популяции водорослей / М.З. Левина, Л.Д. Гапочка, И.А. Веселаго // Вестник Московского университета. – Серия 16. Биология. – 1987. – № 3. – С. 52 – 56.
6. Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике / [Сирено Л.А., Сакевич А.И., Осипов Л.Ф. и др.] ; под ред. А.В. Топачевского. – К. : Наук. думка, 1975. – 247 с.
7. Саванина Я.В. Микроводоросли и цианобактерии: устойчивость к действию тяжелых металлов / Я.В. Саванина, А.Ф. Лебедева, М.В. Гусев // Вестник Московского университета. – Серия 16. Биология. – 2001. – № 3. – С. 14–24.
8. Brady D., Letebele B., Duncan J.R., Rose P.D. Bioaccumulation of heavy metals by *Scenedesmus*, *Selenastrum* and *Chlorella* algae // Water. S. Afr. – 1994. – Vol. 20, № 3. – P. 231 – 218.
9. De Filippis L.F., Ziegler H. Effect of sublethal concentration of zinc, cadmium and mercury on the photosynthetic carbon cycle of *Euglena* // J. Plant Physiol. – 1993 – Vol. 142, № 2. – P. 167 – 172.
10. Devars S., Hernandez R., Moreno – Sanchez R. Enhanced heavy metal tolerance in two strains of photosynthetic *Euglena gracilis* by preexposure to mercury or cadmium // Arch. Env. Contam. and Toxicol. – 1998. – Vol. 34, № 2. – P. 128 – 135.
11. Stokes P.M. Responses of freshwater algae to metals // Prog. Phycol. Res. – 1986. – № 2. – P. 87 – 112.

Добрянська Г.

Науковий керівник – доц. Поперечна Г. А.

«ПЕКЛО – ЦЕ ІНШІ» (ЗА П'ЕСОЮ ЖАНА-ПОЛЯ САРТРА «ЗА ЗАКРИТИМИ ДВЕРИМА»)

Так ось воно яке, пекло! Ніколи б не подумав...

Пам'ятаєте: сірка, грати, жаровня...

Дурниці все це! Навіщо жаровня: пекло – це Інші!

Жозеф Гарсен (за п'есою «За закритими дверима»)

Кажуть, що є книги, які самі вибирають читача... Про п'есу Жана-Поля Сартра «За закритими дверима» я можу сказати саме так! Якби не завдання викладача філософії, напевно, ніколи б не зацікавилася подібними творами. Фраза «Пекло – це Інші» мене «зачепила», як тільки потрапила на очі. Я не одразу зрозуміла її значення, тому бажання прочитати п'есу стало ще більшим, про що я зовсім не шкодую.

Троє персонажів після своєї смерті потрапляють у пекло. Це не зовсім звичайні троє людей і не зовсім звичайне пекло. Чоловік та дві жінки... Вони кардинально різні, абсолютно не сумісні один з одним. Ніколи не зустрічаючись в реальному житті, вони змушені