

УДК 582.261.2

## РОСТОВІ ПРОЦЕСИ МІКРОВОДОРОСТЕЙ ЗА ДІЇ МЕТАЛІВ

Андрійчик М. Я.

Тернопільський національний педагогічний університет  
імені Володимира Гнатюка

E-mail: mariyaandriya111@gmail.com

Продуктивність – одна із властивостей живої матерії, що представлена на всіх рівнях її організації. Вона є інтегральною характеристикою як кінцева функція життєдіяльності, що враховує весь комплекс компенсаторних та адаптивних процесів до чинників середовища. Зниження продуктивності і зміщення продукційно-деструкційних процесів у бік збільшення ентропії є загальною реакцією екосистеми на токсичний вплив [1]. 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 водоростей підтримання стійкості до зовнішніх чинників відбувається за рахунок структурних перебудов і, насамперед, зміни чисельності як головної характеристики популяції [1, 2].

Об'єктами лабораторних досліджень були альгологічно чисті культури зелених (*Desmodesmus communis* (Hegew.) та діатомових (*Navicula atomus* (Näg.) Grun.) водоростей.

Зелені водорості культивували на середовищі Фітцджеральда в модифікації Цендера і Горема №11 при температурі  $23 \pm 1^\circ\text{C}$  та освітленні лампами денного світла. Діатомею *N. atomus* вирощували на середовищі Болда при температурі  $18 \pm 1^\circ\text{C}$  за природного освітлення (північна експозиція) [2]. В експериментальних умовах у культуральне середовище водоростей додавали водні розчини солей  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  та  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  у розрахунку на кількість іонів  $\text{Zn}^{2+}$  – 1,0 мг/дм<sup>3</sup>, 2,0 мг/ дм<sup>3</sup> і 5,0 мг/ дм<sup>3</sup> та іонів  $\text{Pb}^{2+}$  – 0,03 мг/ дм<sup>3</sup>, 0,06 мг/ дм<sup>3</sup> та 0,15 мг/ дм<sup>3</sup>, що відповідає 1, 2 і 5 ГДК санітарно-токсикологічної шкідливості. Для підрахунку клітин водоростей використовували камеру Горяєва [2].

Дослідження динаміки загальної кількості клітин у культурах зелених та діатомових водоростей за дії підвищених концентрацій цинку показало, що зелена водорість *Desmodesmus communis* виявилася більш чутливою до дії іонів  $Zn^{2+}$  досліджуваних концентрацій, ніж діатомова *Navicula atomus*.

Аналізуючи отримані дані, відмітимо, що швидкість зростання кількості клітин *D. communis* за вмісту металу  $1,0 \text{ мг/дм}^3$  збільшилася протягом перших п'яти днів експерименту майже на 25% порівняно з початковою кількістю, тоді як при  $2,0 \text{ мг/дм}^3$  – лише на 5%. Упродовж другої половини досліджуваної загальної кількості клітин водоростей у середовищі знижувалася (за винятком варіанту з мінімальною концентрацією). Слід відмітити, що за дії  $2,0 \text{ мг/дм}^3$  іонів цинку, починаючи з третьої доби експозиції, досліджуваний показник не змінювався і його значення на завершенні досліджуваного періоду були на 4,5% меншими від початкових. Повне припинення росту та поступове зменшення кількості клітин *D. communis* спостерігалось за дії максимальної концентрації іонів  $Zn^{2+}$  –  $5,0 \text{ мг/дм}^3$ , яка спричинила упродовж досліджуваного періоду зниження показника на 25%.

Водночас іони цинку в концентрації  $1,0$  та  $5,0 \text{ мг/дм}^3$  стимулювали ріст та збільшення чисельності клітин діатомової водорості. Мінімальний вміст металу зумовлював поступове зростання кількості клітин *N. atomus*, яка протягом 15-ти днів експозиції збільшилася на 14,5%, що практично дорівнювало динаміці зростання кількості клітин у середовищі за контрольних умов вирощування. Зі збільшенням концентрації цинку у 5 разів швидкість збільшення загальної кількості клітин діатомею зростала на початку досліджуваного періоду була такою, як у контрольному варіанті, однак надалі активність цього процесу за дії іонів  $Zn^{2+}$  певною мірою знижувалася. Разом з тим, на завершенні досліджуваного періоду, чисельність клітин *N. atomus* у середовищі залишилася майже на тому ж рівні, на якому була при внесенні металу, але у порівнянні з контролем на 12% меншою.

За дії свинцю у досліджуваних концентраціях мало місце як поступове збільшення кількості клітин водоростей, так і їхнє зниження. Виразніший характер цього процесу стосувався, як і у випадку з цинком, у культури зеленої водорості *D. communis*.

Так, за вмісту іонів  $Pb^{2+}$  за  $0,03 \text{ мг/дм}^3$  упродовж перших

трьох діб спостерігалось зростання кількості клітин, яка переважала початкову на 19%. За дії свинцю у концентрації 0,06 мг/ дм<sup>3</sup> зростання чисельності клітин було ще помітнішим (на 27%). У подальшому ефект впливу іонів свинцю на ріст *D. communis* змінювався. Зокрема, кількість клітин у середовищі після 3-х діб почала помітно знижуватися і вже на 15-ту добу експозиції при концентрації іонів Pb<sup>2+</sup> на рівні 1 ГДК їх чисельність була на 10% меншою, порівняно з вихідною, а за дії свинцю на рівні 2 ГДК кількість клітин практично дорівнювала початковій. Слід зазначити, що в обох випадках на завершення дослідів кількість клітин *D. communis* зменшилася на третину відносно значень третьої доби, коли були зафіксовані найвищі значення показника.

Щодо дії максимальної концентрації іонів Pb<sup>2+</sup> (0,15 мг/дм<sup>3</sup>), то за цих умов упродовж всього експерименту мало місце поступове пригнічення росту культури зеленої водорості. Так, кількість клітин *D. communis* у середовищі протягом двох тижнів зменшилася майже на 30%. При цьому інгібуючий ефект більшою мірою спостерігався у першій половині дослідів, протягом якого чисельність клітин знизилася на 25%. Разом з тим, слід зауважити, що у варіантах з концентрацією свинцю 0,03 та 0,06 мг/ дм<sup>3</sup> упродовж першої – третьої доби спостерігалось збільшення кількості 4-клітинних ценобіїв *D. communis*, що узгоджується з результатами інших досліджень, в яких показано, що вплив різних токсикантів, і зокрема важких металів, може спричинити суттєві морфологічні зміни у клітин водоростей [3, 4]. Так, встановлено, що за високих концентрацій іонів Cd<sup>2+</sup> у середовищі до 35 – 40% популяції зеленої водорості *Scenedesmus incrassatulus* було представлено 2- та 4-клітинними ценобіями, а при дії міді – до 45%. Комплексні сполуки міді не тільки здатні спричинити утворення 4-клітинних ценобіїв у *Scenedesmus obliquus*, а й викликати збільшення та викривлення зовнішніх клітин [3]. Сполуки важких металів та поверхнево-активних речовин, що містилися у природних водах, здійснювали вплив на кількість 8-клітинних ценобіїв у культурі *Scenedesmus quadricauda* [4]. При детальному вивченні зазначених процесів за дії різних полютантів особливості переходу одноклітинних водоростей у ценобіальні форми і навпаки запропоновано

використовувати у токсикологічних дослідженнях [4].

Аналізуючи отримані дані щодо діатомеї, то відзначимо, що свинець не зумовлював такого значного впливу на приріст клітин діатомової водорості *N. atomus*, як на приріст зеленої *D. communis*. Так, вміст іонів  $Pb^{2+}$  0,03 та 0,15 мг/ дм<sup>3</sup> у середовищі обумовлював збільшення кількості клітин майже на 8 – 10% упродовж перших п'яти діб експозиції за дії мінімальної концентрації металу та упродовж першої доби – за дії максимальної концентрації. Поряд з цим, приріст клітин у контрольному варіанті становив лише 4,5%. У подальшому спостерігалось поступове, але незначне, зниження кількості клітин *N. atomus* в середовищі у присутності токсиканту на рівні 1 ГДК. Проте чисельність водорості залишилася в межах початкового значення. За наявності іонів  $Pb^{2+}$  на рівні 5 ГДК кількість клітин діатомеї на завершення експозиції зменшилася на 22% порівняно з початковою.

Отже, суттєве пригнічення росту водоростей спостерігається за дії лише максимальних концентрацій іонів обох металів, тоді як за дії мінімальних – токсичний ефект практично відсутній. Очевидно, це пов'язано з тим, що дія високих концентрацій металів компенсується внутрішніми захисними механізмами клітин водоростей. За високого вмісту токсикантів такий захист є неефективним, що підтверджують інші дослідження [1, 3, 4].

1. Гандзюра В.П. Продуктивність біосистем за токсичного забруднення середовища важкими металами. К. : Обрій, 2002. 247 с.
2. Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике / под ред. А.В. Топачевского. К. : Наук. думка, 1975. 247 с.
3. Lurling M., Beekman W. Extractable substances (anionic surfactants) from membrane filters induce morphological changes in green algae *Scenedesmus obliquus* (Chlorophyceae). *Environ. Toxicol. Chem.* 2002. Vol. 21, № 6. P. 1213 – 1218.
4. Pena-Castro J.M., Martinez-Jeronimo F., Esparza-Garcia F., Canizares-Villanueva R.O. Phenotypic plasticity in *Scenedesmus*