

УДК 547.979.7+582.263

**ВПЛИВ НАТРІЙ СЕЛЕНІТУ НА ФОТОСИНТЕТИЧНУ АКТИВНІСТЬ
ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕТАБОЛІЗМ У *CHLORELLA VULGARIS* BEIJ.****Г.Б. Вінярська¹, О.І. Боднар², О.В. Галиняк³**^{1,2,3}Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка,
вул. м. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027, Україна

Селен є есенціальним мікроелементом для всіх водних організмів і безпосередньо бере участь у метаболічних, біофізичних і енергетичних процесах. Селенові сполуки регулюють біосинтез каротиноїдів і пігментів, а також поліненасичених жирних кислот. Оскільки регуляторну дію сполук селену щодо метаболічного статусу водоростей досліджено недостатньо, метою даної роботи було вивчення впливу селеніту (Se (IV)) у різних концентраціях за різної тривалості дії на стан пігментного комплексу, енергетичного і азотистого обмінів у *Ch. vulgaris* [5, 10].

Об'єктом дослідження була альгологічно чиста культура *Chlorella vulgaris* Beij., яку культивували на середовищі Фітцджеральда в модифікації Цендера і Горхема №11 (22-25⁰С, 2500 лк впродовж 16 год/добу). В експериментальних умовах у культуральне середовище додавали водний розчин натрій селеніту в розрахунку на кількість йонів Se (IV) – 0,5; 5,0; 10,0 і 20,0 мг/дм³. Біомасу живих клітин відбирали на 1, 3 і 7 доби експерименту. Контролем слугувала культура водоростей, яку вирощували в поживному середовищі без додавання натрій селеніту (в експериментальних кількостях). Вміст пігментів визначали спектрофотометрично [3], активність ферментів енергетичного і азотистого обмінів: сукцинатдегідрогенази (СДГ) – фероціанатним методом [1], цитохромоксидази (ЦО) – методом Штрауса [9], глутаматдегідрогенази (ГДГ) – за швидкістю окислення НАДН або НАДФН [4], вміст білків – методом Лоурі [7].

Результати експерименту показали, що максимальне збільшення вмісту хлорофілу *a* мало місце на 7 добу експерименту більш, ніж у 3 рази за дії концентрацій натрій селеніту 0,5 мг/дм³ і 20,0 мг/дм³, за дії 10,0 мг/дм³ - на 3 і 7 доби на 48,7% та 81,8% відповідно, а за концентрації 5,0 мг/дм³ встановлено зменшення вмісту цього пігменту на першу добу експозиції на 16,8% щодо контрольних значень. Вміст хлорофілу *b*, як і хлорофілу *a*, був максимальним на 3 і 7 доби впливу селеніту в концентраціях 0,5 і 20,0 мг/дм³ і перевищував більш, ніж у два рази показники в контролі. Динаміка вмісту феофітинів аналогічна змінам концентрації хлорофілу *a*: на 7 добу за концентрації 0,5 мг/дм³ і протягом усього експерименту за концентрації селеніту 20,0 мг/дм³ відзначалося збільшення їх кількості більш, як у два рази. Поряд з цим, за дії натрій селеніту у концентрації 5,0 мг/дм³ спостерігали зменшення кількості феофітинів. Вміст каротиноїдів збільшувався у всіх варіантах за дії селеніту протягом усього періоду дослідження.

Отже, внесення натрій селеніту у середовище культивування хлорели супроводжувалося збільшенням вмісту фотосинтетичних пігментів у клітинах водорості майже у всіх варіантах досліді. Можливо, це зумовлено потребою оновлення хлоропластів, що частково втратили фотосинтетичну активність. Останнє могло відбутися внаслідок зв'язування йонів SeO₃²⁻ ліпідами та хлорофіл-білковими комплексами [10]. Відомо, що збільшення вмісту каротиноїдів у рослинних організмів відіграє важливу роль у механізмі антиоксидантного захисту фотосинтетичних мембран, що оберігає від руйнування хлорофіл [2] тому, відповідно, буде збільшує його кількість у клітинах. Таким чином, зміни у функціонуванні фотосинтетичного апарату *Ch. vulgaris* відбиватимуться на всьому комплексі метаболічних процесів водоростей [8].

Щодо активності ферментів, то натрій селеніт активував ЦО протягом усього

періоду дії. Так, за дії 5,0 мг Se (IV)/дм³ активність ферменту збільшилася у 8 разів, а за дії 10,0 мг Se (IV)/дм³ - у 2 рази. Активність СДГ найбільше збільшилася за дії селеніту у концентрації 5,0 мг/дм³ на 1, 3 і 7 доби у 4,5, 10,4 і 7,6 рази відповідно, за дії 20,0 мг/дм³ зміни були незначними. Досліджено, що активність НАДН-ГДГ збільшилася у всіх варіантах за дії досліджуваних концентрацій селеніту, тоді як активність НАДФН-ГДГ суттєво зменшувалася, особливо за концентрації 0,5 мг/дм³ (на 65%).

Виходячи із зазначеного, припускаємо, що натрій селеніт активує фотосинтетичний апарат клітин хлорели, що співвідноситься з активуванням аеробної гілки енергетичного окислення і ланцюга фосфорилування. Крім того, має місце активація окисного дезамінування амінокислот глутаматдегідрогеназним шляхом, що свідчить про використання амінокислот в якості енергетичних субстратів [6, 8]. Активація фотосинтезу і енергетичного обміну свідчить про збільшення потреб клітин хлорели в енергетичних сполуках для забезпечення ефективних фізіологічних та адаптивних процесів за дії чинників зовнішнього середовища.

Література

1. Методы биохимических исследований (липидный и энергетический обмен): учебное пособие / [под ред. М.И. Прохоровой]. – Л. : ЛГУ. – 1982. – 273 с.
2. Мутыгуллина Ю.Р. Динамика содержания и роль пигментов фотосинтеза у видов рода *Dianthus* L. Флоры Предкавказья / Ю.Р. Мутыгуллина // Вестник Московского государственного обласного университета. Серия "Естественные науки". – 2009. – №1. – С. 52–55.
3. Оцінка стану водоймищ шляхом визначення пігментів фітопланктону / Методичний посібник з визначення якості води. – Київ. – 2005. – С.16–19.
4. Софьин А.В. Глутаматдегидрогеназы одноклеточной зеленой водоросли *Ankistrodesmus braunii*. Кинетические свойства / А.В. Софьин, В.Р. Шатилов, В.Л. Кретович // Биохимия. – 1984. – Т. 49, № 2. – С. 334–343.
5. Bodnar O.I. Peculiarities of selenium accumulation and its biological role in algae / O.I. Bodnar, G.B. Vinyarskaya, G.V. Stanislavchuk, V.V. Grubinko // Hydrobiol. J. – 2015. – Vol. 51, N 1. – P. 63–78.
6. Василенко О.В. Энергетический и азотистый обмен *Chlorella vulgaris* Beij. (Chlorophyta) под влиянием селенита натрия / О.В. Василенко, О.И. Боднар, Г.Б. Винярская, Ю.В. Синюк, В.В. Грубинко // Альгология (Algologia). – 2014. – Т. 24, № 3. – С. 297–301.
7. Lowry O.H. Protein measurement with the folin phenol reagent / O.H. Lowry, N.I. Rosenbroug, A.L. Farr, R.I. Randall // J. Biol. Chem. – 1951. – Vol. 193, N. 1. – P. 265–275.
8. Metzler D. Biochemistry: The Chemical Reactions of Living Cells / D. Metzler. – New York-London : Academic Press, 2003. – 1973 p.
9. Straus W. Colometricmicro determination of cytochrome c oxidase / W. Straus // J. Biol. Chem. – 1954. –Vol. 207, N. 2. – 733 p.
10. Zhou Z. G. Effects of selenium on the growth and selenium contents of *Spirulina maxima* / Z. G. Zhou, Z.L. Liu // Mar. Sci. Haiy. Kexue. – 1997. – Vol. 5. – P. 42–45.