

**УДК 504.064.3:574**

**Кравченко О.О., Чурілов А. М., Шахворостова О.М.**

**ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ НАНОАКВАЦИТРАТУ МІДІ НА ELODEA  
CANADENSIS**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,*

*Київ, Героїв Оборони, 15, 03041*

**Kravchenko O.O., Churilov A.M., Shakhvorostova O.M.**

**FEATURES OF THE COPPER NANOACQUACITRATES ACTION ON THE  
ELODEA CANADENSIS**

*National university of life and environmental sciences of Ukraine,*

*Kyiv, Heroyiv Oborony st., 15, 03041*

*Аннотація. Стаття присвячена впливу наноаквацитрату міді на ростові процеси пагонів зануреного макрофіту *Elodea canadensis*. Вперше доведено обернену залежність між концентрацією речовини та довжиною пагонів. Було виявлено, що концентрація в діапазоні  $0,05 \text{ мг/дм}^3$  викликанно приблизно 30 % інгібування росту пагонів в порівнянні з контролем. З досліджуваних наноаквацитратів найбільш виражений вплив на гідатофіти проявляє цитрат міді в концентрації  $0,025 \text{ мг/дм}^3$ , що відкриває шлях до практичного використання його з метою обмеження зростання елодеї в ставках та водосховищах ГЕС.*

*Ключові слова: наноаквацитрати, мідь, елодея, фітотоксичність.*

*Abstract. This article was devoted to study of copper nanoaquacitrate influences on the shoot growth of submersed aquatic macrophyte *Elodea canadensis*. It was proven inverse dependence between the concentration of substances and length of shoots plants. It was revealed that a concentration in the range of  $0,05 \text{ mg-dm}^{-3}$  caused approximately 30% inhibition of shoot growth compared with the control. It was proved the copper citrate at a concentration of  $0,025 \text{ mg /dm}^3$  displays the most*

*pronounced effect on hydatophyte, which opens the way to the practical use of it in order to limit the growth of Elodea in ponds and reservoirs of hydroelectric power plants.*

*Key words: nanoaquacitrates, copper, elodea, phytotoxicity.*

### **Вступ.**

Наноматеріали, завдяки унікальному спектру фізико-хімічних та медико-біологічних властивостей, визнані основною рушійною силою науки і техніки початку ХХІ століття. Проте, малі розміри ( $10^{-9}$  м) наночастинок несуть значний потенціал загрози біологічним структурам, а їхня здатність до адсорбції та акумуляції в екосистемах створює небезпеку для навколишнього середовища. Отже, дослідження у сфері біотичної взаємодії продуктів нанотехнологій є вкрай важливими і своєчасними, а результати – інформативними.

Найреальнішими сценаріями поширення продуктів нанотехнологій у довкіллі є їхнє техногенне розповсюдження з водами поверхневих стоків, які зумовлюють міграцію та накопичення ксенобіотиків у водоймах. Широкого розповсюдження для оцінки рівня забруднення гідроекосистем набули методи біотестування з використанням рослинних організмів. Саме фітобіота, яка є першою ланкою трофічного ланцюга, безпосередньо сприймає весь спектр техногенного навантаження і реагує на його вплив порушенням фізіологічних процесів і збільшенням частоти мутації [1], що і зумовило проведення даного комплексу досліджень

### **Огляд літератури.**

Для оцінки токсичності вод широко використовують *Lemna spp* та рідше занурені макрофіти (*Elodea canadensis* Michx, *Myriophyllum spicatum* L. тощо) [2]. Разом з тим, унаслідок наявності дуже тонкої кутикули, занурені макрофіти мають здатність поглинати метали безпосередньо з водної товщі, виступаючи в ролі природних біофільтрів гідроекосистем.

Одним з найчутливіших рослинних тест-об'єктів є *Elodea canadensis* [4] – багаторічна водна рослина родини Водокрасових (*Hydrocharitaceae*), походить з

Північної Америки, де значно поширена у прісних водоймах, переважно озерах. Нині цей вид є адвентом водойм Північної Євразії. Перелік тест-функцій і тест-параметрів елодеї, які застосовують для оцінки токсичності поліутантів, включає в себе зміни масово-розмірних показників, інтенсивність фотосинтезу і стан фотосинтетичного апарату, морфологічні та цитологічні характеристики. Встановлено, що токсичний вплив поліутантів супроводжується інгібуванням росту пагонів [5]. Це явище добре піддається візуальній оцінці, що і зумовило проведення даного комплексу досліджень.

### **Методи дослідження.**

Вплив наноаквацитратів на фітобіоту прісноводних гідроекосистем вивчали на прикладі *Elodea canadensis*. Аклімація рослин до умов досліду тривала протягом 14 діб в акваріумах з відстояною водопровідною водою.

Для експериментів використовували апікальні пагони довжиною 4 см, які утримували в контрольному та дослідних розчинах, одержаних шляхом додавання до культурального середовища різних концентрацій наноаквацитратів. Досліди проводили протягом 14 діб в скляних стаканах об'ємом 500 см<sup>3</sup> за температури 20±2<sup>0</sup> С та освітлення люмінесцентними лампами (2 кЛк на поверхні води) з фотоперіодом – 16 годин світлової фази та 8 годин – темної.

Після закінчення експозиції вимірювали відносний приріст пагонів досліджуваних рослин у порівнянні з контролем

Фітотоксичний ефект – ФЕ (%) визначали за приростом корінців дослідної цибулі відносно контрольного приросту. Розрахунок проводився за формулою 2.1 [3]:

$$\text{ФЕ} = \frac{L_0 - L_x}{L_0} \times 100 \%, \quad (2.1)$$

де  $L_0$  – середня довжина кореня контрольної рослини;

$L_x$  – середня довжина кореня цибулі, вирощеної у дослідному розчині.

Ініціальними ( $EC_{10}$ ), ефективними ( $EC_{50}$ ) та сублетальними ( $EC_{90}$ ) приймалися концентрації, за дії яких фіксували пригнічення відносного

приросту коренів відповідно на 10%, 50% і 90% у порівнянні з контрольними показниками [1].

### Результати дослідження.

Результати експерименту представлені в табл. 1.

**Таблиця 1**

### Оцінка фітотоксичності наноаквацитратів за показниками затримки росту пагонів *E. canadensis*

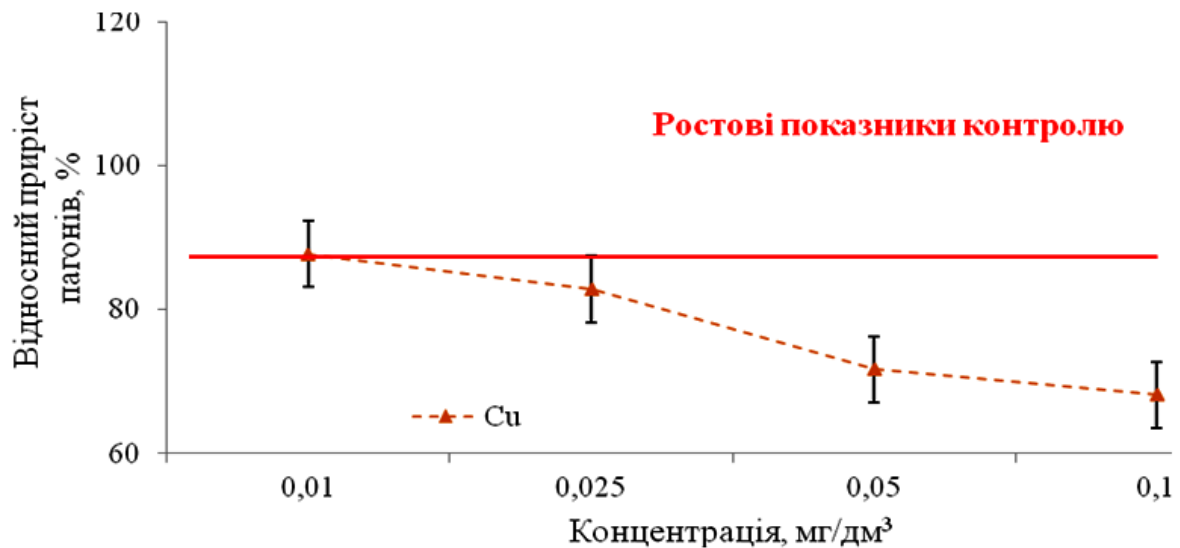
Варіант	Концентрація у водному середовищі, мг/дм <sup>3</sup>	$L_{cp}$ , см	$\Phi E$ , %	Рівень токсичності	EC <sub>10-90</sub>
Контроль	–	8,22 ± 0,30*	–	–	–
Наноаквацитрат міді	0,01	8,15 ± 0,42	0,85	відсутній	–
	0,025	7,49 ± 0,31	8,88	слабкий	EC <sub>10</sub>
	0,05	5,89 ± 0,24**	28,34	середній	EC <sub>50</sub>
	0,1	5,60 ± 0,18**	31,87	–"–	–"–

Примітка\*

1.  $L_{cp}$  – середня довжина кореню;  $\Phi E$  – фітотоксичний ефект; 2. Відмінності від контролю достовірні при \* –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,01$ , \*\*\* –  $p < 0,001$

Як видно з таблиці, у всіх дослідних варіантах чітко простежувалася обернена залежність між концентрацією речовин та довжиною пагонів. Особливо чітко кореляцію зафіксовано у варіантах з концентрацією 0,05 та 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, де середня довжина пагонів зменшувалася порівняно з контрольними показниками у 1,2 ( $p < 0,05$ ) та 1,5 ( $p < 0,01$ ) разів відповідно.

Згідно наведених результатів чисельних контролів (рис. 1) встановлено, що дія досліджуваних наноаквацитратів на типово водні рослини, такі як елодея канадська, відрізняється від параметрів впливу, встановленого на мікроорганізмах.



**Рисунок 1 – Вплив наноквацитрату міді на довжину пагонів *E. canadensis***

Головною відмінністю є виражена дія на *E. canadensis* сполук міді, які призводили до гальмування росту пагонів за концентрацій на межі 0,025 мг/дм<sup>3</sup>. Досить незначне збільшення цих доз – до 0,05 мг/дм<sup>3</sup> спричиняло блокування приросту пагонів у 30 % експериментальних рослин. Зростання концентрації сполук міді на межі 0,1 мг/дм<sup>3</sup> не мало лінійного прояву частот негативних реакцій, що дозволяє приймати ці концентрації в якості середніх за рівнем токсичності.

### **Висновки.**

Таким чином, вперше чітко встановлено виражений вплив на рослини-гідатофіти наноквацитрату міді з пороговими концентраціями 0,025 мг/дм<sup>3</sup>, який є активним інгібітором росту використаної в якості моделі елодеї. Встановлений факт, окрім його значення в системі оцінки біологічної безпечності продуктів нанотехнологій, також відкриває шлях для практичного застосування даних сполук з метою обмеження росту елодеї в ставах і водосховищах ГЕС.

Література:

1. Довгалюк А. І. Порівняння цитогенетичної та антимікротрубочкової активності фітотоксичних металів : автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. біол. Наук : 03.00.11 “Цитологія” / А. І.Довгалюк. – К., 2004. –24 с.

2. Зотина Т. А. Оценка токсичности тяжелых металлов для водного растения *Elodea canadensis* / Т. А, Зотина, Е. А. Радионова,, Н. А. Гаевский // J. Siberian Federal U. Biology. – 2009. – Т. 2, № 2. – P. 226–236.

3. Ибрагимова Э. Э. Экологическая и фитотоксическая оценка загрязнения сельскохозяйственных почв Крыма пестицидами и тяжелыми металлами / Э. Э. Ибрагимова // Ученые записки Таврического нац-го ун-та им. В. И. Вернадского (серия «Биология, химия»). – 2007. – Т. 20 (59), № 2. – С. 16–25.

4. Copper Toxicity in Leaves of *Elodea canadensis* Michx / P. Malec, M. Maleva, V. Prasad [et al.] // Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. – 2009. – Vol. 82, issue 5. – P. 627– 632.

5. Corbett A. L. Effect of copper on growth of an aquatic macrophyte *Elodea canadensis* / A. L. Corbett, P. Adorjan, T. K. Mal// Environmental Pollution. – 2002. – Vol. 120, issue 2. – P. 307–311.

Науковий керівник: д.х.н., проф. Максим В.І.

Стаття відправлена: 12.12.2015 р.

© Кравченко О.О., Чурілов А.М., Шахворостова О.М.