

УДК 504.37(043.2)

Д. О. КУЗНЄЦОВА (магістрант), М.М. СИДОРОВИЧ (професор)  
Херсонський державний університет

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОВЕДЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ *LEMNA MINOR L.* ЯК ІНДИКАТОРУ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ З ПУНКТІВ ПРОДАЖУ

*У процесі експериментального дослідження доведено ефективне використання культури *Lemna minor L.* для визначення якості питної води з пунктів продажу міста. На основі одержаних результатів проведено порівняння інформаційності вказаного фітотесту і двох тваринних модельних систем (мальки гуппі і ампулярії) щодо виміру дії допустимих і поллютантних чинників довкілля.*

**Ключові слова:** *питна вода з системи нецентралізованого водопостачання, індикатор, фітотест, зоотест.*

У науковій літературі ряска мала визнана індикатором I типу на поллютантність довкілля [10]. Водночас її використання як фітотесту щодо визначення якості питної води – однієї з актуальних проблем екологічної безпеки держави - все ще залишається поза увагою науковців. Саме розроблення цієї проблеми і висвітлено в низці наших попередніх публікацій. Зокрема, у працях [9,11] експериментально доведена можливість використання біометричних, цитологічних і біохімічних параметрів культури ряски малої *Lemna minor L.* як показників наявності токсичних і поллютантних властивостей питної води з пунктів продажу. У іншій публікації описані причини цитотоксичності такої води. Проведене дослідження показало, що серед них домінують зниження інтенсивності фотосинтезу і/або виживання клітин загалом [6]. У ході подальших досліджень [7] виявлено токсичні властивості питної води з нецентралізованого водопостачання (пунктів продажу) м. Херсона. Вказане дозволило констатувати: провідні фірми-постачальники привозять до міста воду різного рівня токсичності. Водночас незалежний хімічний аналіз протестованих варіантів води не підтвердив даний висновок: за ним всі містили якісну воду.

Результати проведеного порівняльного моніторингу динаміки кількісних параметрів культур ряски малої *Lemna minor* L. і багатокорінника звичайного *Spirodela polyrrhiza* L. довели, що перший представник ряскових чутливіший щодо впливу питної води з пунктів продажу, ніж багатокорінник [8]. Останнім етапом нашого дослідження стало з'ясування інформативності фітотесту «культура ряска мала» порівняно із зоотестами щодо вказаного вище чинника. Тому **метою даної публікації** і став вказаний аспект проблеми, що розробляється. **Матеріал і методи.** Фітотест «культура ряски малої» піддавали дії *допустимого чинника* – питної води з пунктів продажу **(1)** і *поллютантних чинників* - розчинів  $\text{CuSO}_4$  і  $\text{BaCl}_2$  **(2)**. За дії **(1)** культивували фітотест 15 діб, в умовах **(2)** – 3 доби. Для дослідження чинника **(1)** за загально визнаною методикою ряску культивували на варіантах води основних фірм-постачальників м. Херсону (варіанти А, Б, В, Г, Д) і еталоні (варіант Е - за даними міскводопроводу якісна вода). Ріст культури здійснили в чашках Петрі в установці «Флора» при 6-8 год. освітленні щоденно. По закінченню культивування визначили біометричні показники (БП): кількості листеців, рослин і коренів; максимальну довжину кореню. Також урахували кількість хлорозів і концентрацію хлорофілу [1]. За БП розрахували узагальнений індекс токсичності [2] і репродуктивний потенціал (РП) [10]. Забарвленням листеців сафроніном визначили різновиди мертвих клітин [10]. Кількісні дані обробили статистично з використанням ресурсу Excel і t-критерію. Засобами візуальних спостережень до дослідження залучили два зоотести: «мальки гуппі» і «ампулярія *Rotasea* sp». Показниками якості води щодо гуппі були виживання, активність і розташування особин в товщі води, у моллюсків – життєдіяльність тварин (їх рух), що визначили за методикою [4]. Тестування *поллютантних чинників* проводили лише на мальках гуппі і рясці. Контролем була дист.  $\text{H}_2\text{O}$ .

**Результати дослідження.** У 2015-2018 роках провели моніторинги якості питної води з пунктів продажу м. Херсона за допомогою рослинних і тваринних модельних систем. Моніторинги спочатку здійснили засобом фітотестування за допомогою ряски малої. Потім до них залучили зоотести. З'ясували, що за інформативністю ці групи біотестів стосовно впливу допустимих і поллютантних чинників суттєво різняться. Вони також відрізняються зручністю використання.

Таблиця 1 містить порівняльну характеристику фітотесту і зоотестів в умовах дії двох вказаних різновидів чинників: питної води з пунктів продажу і розчинів хімічних речовин.

*Таблиця 1*

**Спектр показників фіто- і зоотестів в умовах дії допустимих і полютантних чинників довкілля за результатами експериментальних досліджень**

<b>Фітотести</b>		<b>Зоотести</b>	
<b>Допустима концентрація чинника (питна вода з пунктів продажу)</b>			
Показник	Реакція на дію чинника	Показник	Реакція на дію чинника
<b>Біометричні показники (БП)</b>		<b>Показники життєдіяльності</b>	
Кількість листеців і рослин	<i>Зменшення кількості листеців і рослин порівняно з еталоном у всіх варіантах</i>	Вживання особин (риби)	100% виживаність у всіх варіантах води
Довжина і кількість коренів	<i>Інтенсивне зменшення обох показників порівняно з еталоном у всіх варіантах.</i>	Активність і розміщення у товщі води (риби)	Ніяких суттєвих змін порівняно з еталоном у всіх варіантах води
Узагальнений індекс токсичності	<i>Варіанти води за ступенем токсичності можна проранжувати: В &lt; А &lt; Б &lt; Г &lt; Д</i>	Харчова поведінка (молюски)	Всі варіанти сприяли нормальному протіканню показника життєдіяльності
Репродуктивний потенціал	<i>За ступенем впливу на РП варіанти можна проранжувати: В &lt; А &lt; Б &lt; Г &lt; Д</i>		

<b>Клітинно-молекулярні показники</b>			
Кількість хлорозів	Достовірне збільшення кількості хлорозів порівняно з еталоном <i>(негативний вплив на процес фотосинтезу)</i>		
Динаміка концентрації хлорофілу	Достовірне зменшення концентрації хлорофілу порівняно з еталоном у всіх варіантах <i>(негативний вплив на процес фотосинтезу)</i>		
Визначення мертвих клітин	<i>Всі варіанти води зменшують кількість незабарвлених (живих) листеців</i>		
<b>Полутантні чинники (розчини CuSO<sub>4</sub> і BaCl<sub>2</sub>)</b>			
Морфологічні показники листеців	<i>Наявність двох показників токсичності: хлорози, листки «плівки»</i>	Вживання особин (риби)	<i>Гостра летальна токсичність щодо тест-об'єкту</i>
Кількість листеців	<i>Достовірне зменшення кількості</i>	Активність і розміщення у товщі	<i>Постійне зниження активності і</i>

	<i>листеців порівняно з контролем</i>	води (риби)	<i>тривале розташування на дні посудини</i>
Репродуктивний потенціал	<i>Токсична дія: суттєве зниження РП</i>		

За даними таблиці 1 склали таблицю 2, яка відображає різний рівень інформативності фіто-(ряска) і зоотестів (гуппі, молюски) щодо дії чинників довкілля.

*Таблиця 2*

**Порівняльна інформативність фіто- і зоотестів щодо дії чинників довкілля**

<b>Кількісні показники</b>				<b>Якісні показники</b>	
<b>Фітотест ряска мала</b>	<b>Стат. обробка</b>	<b>Зоотести</b>	<b>Стат. обробка</b>	<b>Фітотест ряска мала</b>	<b>Зоотести</b>
1.Кількість листеців	+	1.Виживаність	Якісне порівняння з контролем	1.Забарвлення на мертві клітини.	1.Активність руху тварин у воді; 2.Розташування риб у товщі води.
2.Кількість рослин	+				
3.Кількість коренів	+	2.Харчова поведінка.	Якісне порівняння з контролем		
4.Довжина коренів	+				
5.Репродуктивний потенціал	+				
6. Кількість хлорозів	+				
7.Концентрація хлорофілу	+				
8.Узагальнений індекс токсичності.	+				

Отже, дані таблиць 1 і 2 дозволяють припустити, що для експрес-аналізу дії *допустимих концентрацій* чинників:

- фітотести, зокрема, ряска мала мають ширший спектр методик і показників, ніж зоотести; останні дають можливість оцінити лише виживання і поведінкові реакції тварин;

- зоотести мають значно менше точних показників, які можна використати тільки для якісного порівняння або фіксації загибелі тварин;

- фітотести мають кількісні показники життєдіяльності, що піддаються статистичній обробці, яка надійно доводить не тільки вплив чинника, але і дає можливість проранжувати його дію.

Для аналогічного аналізу дії *полютантних чинників*:

- зоотести є чутливішими, ніж фітотести, що проявляється в летальних наслідках;

- водночас і фітотести продемонстрували достовірне зменшення кількості листеців порівняно з контролем, зниження репродуктивного потенціалу і різкі негативні зміни життєдіяльності: поява хлорозів і листків «плівок».

Отже, для експрес-аналізу дії допустимих і слабких доз чинників, зокрема, якості питної води, залучені зоотести виявилися менш інформаційними, ніж фітотест культура ряски малої. Щодо експрес-аналізу полютантних чинників, можливим є одночасне використання обох модельних систем або застосування їх як окремих тест-моделей, які можуть надати інтегровану інформацію про вказаний вплив довкілля.

Список використаних джерел:

1. Войтович О.М. Лабораторний практикум з фізіології та біохімії рослин для студентів денної форми навчання спеціальності 6.070400 – Біологія. / О.М. Войнович, В.О. Лях, Г.М. Левчук – Запоріжжя, 2008. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.studfiles.ru/preview/5081128/>.

2. Єфремова О.О. Біотестування питної води у моніторингу стану екологічної безпеки: автореф. дис. канд. техн. наук: (21.06.01) / Держ. екол. акад. після диплом. освіти і управління Мінприроди України. – К., 2009. – С. 22.

3. Засядько Т.А., Антонова Г.С. Результати біотестування бутильованої питної води з використанням риб. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://intkonf.org/zasyadko-ta-antonova-gs-rezultati-biotestuvannya-butilovanoyi-pitnoyi-vodi-z-vikoristannyam-rib/>.

4. Ковальов В., Шувалова Н. Биотестирование в домашних условиях, часть II (методика биотеста): улитки / Живая вода. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vitawater.ru/aqua/hydro/biotest1.shtml>.]

5. Мусатова О.В. Биоиндикация и биоповреждения: методические рекомендации к лабораторным работам / О.В. Мусатова. – Витебск: Издательство УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2006. – 31 с.

6. Кузнецова Д. О. Визначення цитотоксичності питної води з системи нецентралізованого водопостачання міста засобами культури ряски малої *Lemna minor* L. / Д. О. Кузнецова, М. М. Сидорович // Матеріали V Міжнародної наукової конференції молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», (Харків, 29-30 листопада 2017р.). – Харків: ХНУ, 2017. – С. 189 – 190.

7. Кузнецова Д. О. Визначення токсичності питної води з системи нецентралізованого водопостачання міста засобами культури ряски мала / Д. О. Кузнецова, М. М. Сидорович // Збірник матеріалів XI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів «Екологічна безпека держави», (20 квітня 2017р.). – К.: НАУ, 2017. – С. 177 – 178.

8. Кузнецова Д. О. Порівняльна характеристика чутливості ряскових щодо токсичності питної води з пунктів продажу м. Херсона / Д. О. Кузнецова, М. М. Сидорович // Збірник матеріалів Міжнародної наукової конференції молодих вчених «Регіональні проблеми охорони довкілля», (Одеса, 30 травня – 1 червня 2018р.). – Одеса: ОДЕУ, 2018. – С. 126 – 129.

9. Прокопєць Л. О. Моніторинг токсичності міської питної води з нецентралізованого водопостачання (пунктів продажу) засобами культури ряски малої / Л.О. Прокопєць, Д.О. Кузнецова, М.М. Сидорович // Пошук молодих. Випуск 15: Збірник матеріалів Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції [«Технології компетентісно-орієнтованого навчання природничо-

математичних дисциплін»], (Херсон, 14 – 15 квітня 2016р) .– Херсон: ПП Вишемирський В. С., 2016. – С. 145 – 147.

10. Рясковые - Биоиндикаторы Агроценоза / Л.В. Цаценко. – Краснодар, 2000. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www//duckweed.kubagro.ru/biocont.htm>.

11. Сидорович М. М. Lemna minor L. – фітотест для визначення токсичності і поллютантності міської питної води з нецентралізованого водопостачання (пунктів продажу) / М.М. Сидорович, О.П. Кундельчук, Л.О. Прокопець, Д.О. Кузнецова // Научный взгляд в будущее. – Выпуск 2(2). Том 12. – Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2016 – С. 80 – 87.