

УКД 634.37(043.2)

Сидорович М.М., Прокопець О.П., Гуменюк К.О.

## ЕКСПРЕС-МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ НЕФАСОВАНОЇ ПИТНОЇ ВОДИ НА ОСНОВІ ФІТОТЕСТУВАННЯ

Херсонський державний університет  
e-mail: marinasidorovich1@eandex.ua

**Ключові слова:** нефасована питна вода, показники росту фітотесту, якість питної води

Проблема визначення якості питної води набуває особливої актуальності в урбанізованому місті. Його мешканці, як правило, споживають воду з трьох джерел водопостачання: міськводопроводу, з централізованої торгівельної мережі і широкої системи пунктів продажу розливної (нефасованої) води. Постійний контроль якості питної води здійснюється лише лабораторіями міськводопроводу. До останнього часу оцінка потенційної токсичності води, що надходить споживачу з інших джерел водопостачання, системно не розглядалася. Особливої уваги потребує якість нефасованої питної води. Наскільки вона відповідає нормативам, що прописані в етикетках та посвідченнях про її якість, все ще залишається відкритим питанням. Ситуація ускладнюється ще й тим, що на сьогодні відсутні нормативні документи, які б встановлювали чіткі вимоги до цього показника води і технологічного процесу, що забезпечує її постачання населенню. Отже, існує потреба в розробленні простих експрес-методик для визначення якості вказаного різновиду питної води міста.

Аналіз наукової літератури з проблеми якості питної води [1-6; 11] засвідчив відсутність інформації щодо розроблення таких методик. Основними сучасними методами визначення цього показника все ще залишаються хімічні, що методично є багатоетапними і потребують певного набору реактивів. Водночас метод біотестування, зокрема, на рослинних системах, є простішим, економічнішим і за часом, і за коштами. Рісткові показники фітотестів мають високий ступінь чутливості до змін чинників довкілля, а їх динаміка, наприклад, довжина кореню дозволяє зафіксувати токсичний вплив фактору навколишнього середовища з високим ступенем точності [12; 13]. Найефективнішою рослинною модельною системою визнаний *Allium test*. Він дозволяє за реакціями цибулі ріпчастої *Allium cepa L.* безпосередньо визначити рівень токсичної дії навіть незначних доз різноманітних чинників довкілля на організм [14-16]. Проте в дослідженнях з біотестування якості питної води міста, цей біотест використовується все ще недостатньо.

У міжкафедральній науковій групі з проблем цитоекології факультету біології, географії та екології Херсонського державного університету

впродовж 5 останніх років проводять дослідження, які спрямовані на визначення якості нефасованої води різних постачальників м. Херсону засобами Allium test. У процесі них саме цю модельну систему визнано найефективнішою у виміру вказаного показника питної води [10]. Для підвищення ефективності одержаних результатів науковці групи апробували іншу модельну систему – культуру ряски малої *Lemna minor* L. Ця водна рослина є індикатором I типу щодо полютантних властивостей чинника [9]. Отже, метою дослідження стало визначення якості нефасованої питної води основних фірм-постачальників м. Херсону засобами батареї фітотестів, до якої увійшли Allium test і культура ряски малої *Lemna minor* L. У процесі його проведення передбачено створення експрес-методик виміру вказаного показника.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

У дослідженні визначали якості нефасованої розливної питної води чотирьох фірм-постачальників: ЗАТ НТО «Синта», ТОВ «Синта Ік» «Цурюпінська свердловина» і ПНВП «Селігер» (див. табл.1), які обслуговують 5 основних мікрорайонів м. Херсону.

Таблиця 1

**Вихідні дані розливної питної води міста Херсона різних поставщиків**

Варіант води, мікрорайон м. Херсону	Поставщик, адрес пункту продажу
еталон	Локальна свердловина, вул. Чорноморська, 22
А Центральний р-н	ЗАТ НТО «Синта» вул. Дружби, №10
Б Таврійський р-н	ТОВ «Синта Ік» пр. Адмірала Сенявіна, №134
В р-н ХБК	ЗАТ НТО «Синта» вул. 40 років Жовтня, №161
Г Шуменський р-н	«Цурюпінська свердловина» вул. Ілліча, №7
Д Центральний р-н	ПНВП «Селігер» вул. Червонофлотська, №101

За еталон визнано питну воду з локальної свердловини міскводопроводу. На всіх зразках води за загальновизнаною методикою проростили насіння Allium сера L. в чашках Петрі при постійній  $t = 26^0 - 28^0$  С впродовж 4-х діб. Одночасно на такій самій воді в чашках Петрі культивували ряску малу в умовах 6-9 годинного щодобового освітлення в установці «Флора» впродовж 15 діб. По закінченню тестування визначали ростові показники фітотестів: для Allium test - енергію пророщення (ЕП), L проростка (Lпр) і L кореню (Lк); для ряски малої – кількість листеців (Nл)

і L кореню (Lк). Первинні дані, що мали репрезентативні об'єми, обробили статистично з використанням параметричного і непараметричного критерію, ресурсу Excel. За середніми значеннями показників росту для кожного варіанта води обчислили значення фітотоксичного ефекту (Ег) [8], ушкоджуючої дії (УД) [7] і репродуктивного потенціалу (РП) [9].

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

*Allium test.* У таблиці 2 наведені результати тестування варіантів питної води за ростовими показниками Allium test. Як свідчать дані цієї таблиці та додаткова статистична обробка їх розподілів, всі варіанти сприяли прогресивному зниженню енергії пророщення насіння і гальмуванню приблизно в 1,5 рази росту проростку та його кореню порівняно з еталоном.

Таблиця 2

**Результати тестування якості нефасованої води фірм-постачальників м. Херсону за ростовими показниками Allium test**

№ варіанту води	Ростові показники Allium test		
	L пр.	L к	ЕП
A*	15,2 ± 1,7*	6,3 ± 0,7*	42 ± 7*
B*	18,6 ± 1,5*	6,5 ± 0,7*	48 ± 4 *
B*	13,4 ± 1,2*	5,7 ± 0,5*	55 ± 9 *
Г*	15,6 ± 1,5*	6,4 ± 0,7*	49 ± 14 *
Д*	17,0 ± 1,8*	6,7 ± 0,8*	47 ± 11 *
еталон	19,5 ± 1,4	9,8 ± 0,7	75 ± 8

достовірно відрізняється від еталону з  $p=0,05$

Обчислення за середніми значеннями ростових показників даного фітотесту Ег і УД (таблиця 3) доводить наявність достовірно існуючого токсичного впливу всіх варіантів протестованої води: зареєстрована слабка ушкоджуюча дія, фітотоксичний ефект становив - 31% - 42% проти припустимих 20%.

Таблиця 3

**Ступінь ушкоджуючої дії та наявність фітотоксичного ефекту в нефасованої води фірм-постачальників м. Херсону за ростовими показниками Allium test**

№ варіанту води	Ушкоджуюча дія		Фітотоксичний ефект	
	наявність	ступінь	наявність	ступінь виразу
еталон				
A*	+	Слабка УД (63%)	+	36,1%
B*	+	Слабка УД (69%)	+	32,9%
B*	+	Слабка УД (78%)	+	42,3%
Г*	+	Слабка УД (62%)	+	34,03%
Д*	+	Слабка УД (69%)	+	30,9%

\*достовірно відрізняється від еталону при  $p=0,05$ ; Ег реєструють при  $Lк > 20\%$  від еталону

Отже, результати тестування якості нефасованої питної води за ростовими показниками *Allium test* свідчать, що всі фірми м. Херсону постачають населенню неякісну воду. Вона має токсичні властивості. Для встановлення ступеню токсичного впливу протестованих варіантів води провели дослідження щодо визначення її якості з використанням культури *L. minor*. У цей частині дослідження впродовж року (2-х моніторингів) урахували динаміку ростових показників цієї культури.

Культура ряски малої. Таблиця 4 містить узагальнені результати динаміки кількості листеців ряски малої, що культивували на різних варіантах нефасованої води (див. табл. 1), та результати їх статистичної обробки.

Таблиця 4.

**Динаміка листеців ряски малої, що культивована на нефасованій розливній питній воді різних постачальників м. Херсона**

Доба	0	5		9		11		15	
		I	II	I	II	I	II	I	II
Еталон	50±0	70±6	75±1	85±8	91±1	105±5	110±1	136±8	141±1
А	50±0	52±2*	57±1*	62±4*	68±1*	71±7*	76±1*	74±4*	79±1*
В	50±0	56±9*	62±1*	61±6*	67±1*	74±13*	79±1*	79±13*	84±1*
Б	50±0	53±4*	58±1*	56±2*	62±1*	62±2*	67±1*	66±4*	71±2*
Г	50±0	52±2*	57±2*	55±7*	61±1*	58±4*	63±1*	61±6*	66±1*
Д	50±0	45±2*	50±1*	46±3*	48±1*	46±4*	48±1*	50±2*	49±1*

\*достовірно відрізняється від еталону при  $p=0,05$ ; I – перший моніторинг; II – другий моніторинг визначення якості води.

За період спостереження 4 варіанти (А,Б,В і Г) суттєво зменшили кількість листеців порівняно з еталоном, а варіант Д продемонстрував повну відсутність росту надводної частини культури цієї водної рослин навіть порівняно з вихідними значеннями. Описаний феномен свідчить про токсичну дію протестованих зразків води. Обчислення РП за результатами 2-х моніторингів якості води, значення якого містить таблиця 5, довело наявність неоднакового токсичного ефекту в різних варіантів води. Одержані результати дозволили:

• проранжувати якість води за РП культури ряски малої кореню *L. minor*, яку культивували на різній нефасованій воді м. Херсону (див. табл.1), результати їх статистичної обробки і значення фітотоксичного ефекту. Як свідчить наведена таблиця, варіант В мав подібні до еталону значення Лк. Всі інші варіанти за цим показником відрізнялися від нього.

**I моніторинг – А, В < Б < Г < Д;      II моніторинг - В < А < Б < Г < Д**

Таблиця 5.

**Динаміка репродуктивного потенціалу *Lemna minor* L., що культивована на нефасованій розливній питній воді різних постачальників м. Херсона.**

Варіант води	А	Б	В	Г	Д
РП першого моніторингу	-133%	-249%	-133%	-599%	0
РП другого моніторингу	-122%	-187%	-97%	-243%	0

при РП < - 20 % від еталону – чинник здійснює токсичний вплив

- вказати на зміну якості води впродовж року на покращення, виключне складає лише зразок Д;
- засвідчити, що зразок Д має полютантні властивості: РП відсутній;
- інші варіанти води є високо токсичними: їх РП менший за еталон на 97-600% проти допустимих 20%.

Таблиця 6 представляє узагальнені дані 2-х моніторингів довжини

Таблиця 6

**Динаміка довжини кореня та фітотоксичний ефект ряски малої протестованої на різній нефасованій воді різних постачальників м. Херсону**

Варіанти	еталон	А*	Б*	В	Г*	Д*
Показники						
<b>Перший моніторинг</b>	0,74±0,06	0,50±0,02	0,50±0,03	0,74±0,03	0,50±0,03	0,50±0,03
<b>Лк</b>						
<b>Ег</b>		34%	33%	0	33%	33%
<b>Другий моніторинг</b>	0,55±0,03	0,40±0,02	0,40±0,02	0,55±0,02	0,24±0,02	0,37±0,02
<b>Лк</b>						
<b>Ег</b>		28%	28%	0	57%	33%

\*достовірно відрізняється від еталону при p=0,05; Ег існує при Лк > 20 % від еталону

Аналіз значень Ег засвідчив, що:

- 4 з 5 варіантів мають фітотоксичний ефект;
  - впродовж року відбулися зміни цього показника: в А,Б і Д варіантів він знизився, що свідчить про поліпшення якості води, але вона залишилася токсичною; в Г - він у 2 рази збільшився, тобто токсичність води зростає.
- Порівняльний аналіз тенденцій ростових показників під час тестування води в культурі ряски малої довів, що надводна частина рослини більш чутлива до якості питної води, ніж підводна. Водночас порівняльний аналіз даних таблиці 3 і таблиці 6 довів, що Лк проростку цибулі є чутливішим показником, ніж аналогічний параметр ряски.

Узагальнення одержаних даних стосовно впливу різних зразків нефасованої розливної води на культуру ряски малої доводить, що

- вода різних постачальників м. Херсона є токсичною;
- вона по-різному впливає на надводну і підводну частину рослини: ростові процеси в листеців чутливіші до її якості, ніж в кореню; отже, динаміка ростових процесів культури ряски малої в експериментальних умовах найкраще відображають кількість листеців;
- вода фірм ПНВП «Селігер» найтоксичніша щодо росту кількості листеців; водночас найкращою для ростових процесів і кореня, і листеців ряски була вода фірми ЗАТ НТО «Синта», хоча вона і залишалася токсичною;
- вода фірми ПНВП «Селігер» мала політантні властивості, які зберегалася впродовж року;
- значення репродуктивного потенціалу культури дозволило визначити ступінь токсичної дії нефасованої питної води і відстежити тенденції в його змінах впродовж року;
- за ступенем збільшення токсичності нефасована вода фірм-постачальників міста Херсону ранжується таким чином:

**ЗАТ НТО «Синта» (неякісна вода з токсичними властивостями) <ТОВ «Синта Ік» <«Цюрупинська свердловина» <ПНВП «Селігер» (вода з політантними властивостями).**

### ВИСНОВКИ

Проведені дослідження на двох фітотестах довели можливість застосування *Allium test* і культури ряски малої *Lemna minor L.* як модельних систем для експрес-визначення якості нефасованої питної води за динамікою ростових показників. При цьому:

- *Allium test* дозволяє за рівнем ушкоджуючої дії та фітотоксичного ефекту виявити токсичність питної води;
- у культурі *Lemna minor L.* за значеннями репродуктивного потенціалу можна оцінити ступінь такого впливу.

Предмет подальших досліджень становить розроблення шкали токсичного впливу нефасованої питної води на основі показників росту двох фітотестів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Архипчук В.В. Комплексная оценка токсичности, цито- и генотоксичности полигесаметилenguанидина с использованием растительных и животных тест-организмов и их клеток / В.В. Архипчук, В.В. Гончарук // Химия и технология воды. – 2007. – Т. 29. -№ 4. – С. 357-369.
2. Гаранько Н.М. Оцінка питної води за допомогою методів біотестування / Н.М.Гаранько, В.О. Исламов // Екологія довкілля та безпеки життєдіяльності. – 2003. - № 5. – С.34 -37.
3. Гарипова Р.Ф. Способ комплексного биотестирования воды, почвы, биологическиактивных веществ в фитотестах / Р.Ф. Гарипова. - [Электронный

- ресурс] – Режим доступа: <http://www.sibpatent.ru/patent.asp?nPubl=2322669&mpkcls=G01N033&ptncls=G01N033/24&page=2&sort=2>
4. Гончарук В.В. Знесолена вода і життєдіяльність організмів / В.В. Гончарук, В.В.Архїпчук // Вісник НАН України. – 2002. - № 9. – С. 45-48.
  5. Гончарук В.В. Комплексна оцінка якості фасованих вод / В.В. Гончарук, В.В. Архїпчук, Г.В. Тарлецька та ін. // Вісник НАН України. – 2005. - № 3. – С. 47-57.
  6. Дегтярь С.В. Сравнительный анализ результатов биотестирования водопроводной и фасованной воды в кременчугском районе / С.В. Дегтярь // Экологія та ноосферологія. -2012. - Т. 23, № 1–2, С. 79-83.
  7. МР 2.1.7.2297-07. Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности. – Режим доступа: <http://www.gosthelp.ru/text/MR217229707 Obosnovaniekla.html>.
  8. МУ 1.2.2968-11. 1.2. Гигиена, токсикология, санитария. Порядок биологической оценки действия наноматериалов на растения по морфологическим признакам. Методические указания" (утв. Роспотребнадзором 17.10.2011). - М., Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011.
  9. Рясковые - Биоиндикаторы Агроценоза, Краснодар, 2000. – [Электронный ресурс] – Режим доступа:<http://duckweed.kubagro.ru/index-rus.htm>
  10. Сидорович М.М., Алексеева С.А., Бекеш Г.М. Визначення якості питної води за допомогою ALLIUM TEST / М.М. Сидорович, С.А. Алексеева, Г.М. Бекеш // Теорія і практика сучасного природознавства. Збірник наукових праць. – Херсон: ПП Вишемирського В.С., 2011. – С. 245-248.
  11. Ткачук Н.В. Оцінка якості колодязної води околиць м. Чернігова за ростом коренів ALLIUM CEPА L. / Н.В. Ткачук, І.Г. Чучвага // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного ун-ту. - Серія «Біологія», 2011. - № 2(47). – С. 149-152.
  12. Удалова А. А. Биологический контроль радиационно-химического воздействия на окружающую среду и экологическое нормирование ионизирующего излучения / А.А. Удалова – Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук: 03.01.01 – Радиобиология 03.02.08 – Экология . –Обнинск, 2011.
  13. Цулаия А. М. Функционально-морфологические изменения высших растений при действии нефтенового, солевого и нефтесолевого загрязнения почв / А.М. Цулаия – Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности: 03.02.08 – экология (биология).- Тюмень , 2012.
  14. Allium test <http://mir-znanie.info>
  15. Fiskesjö, Geirid Биотестирование с помощью лука обыкновенного (рус.) = Protocol № 8. Allium test. — Швеция: Институт генетики Лундского университета, сентябрь 1989.
  16. Fiskesjö, Geirid Allium screening test (рус.) = Fiskesjo G., The Allium test as a standard in environmental monitoring, Hereditas., V. 102, 1985, pp. 99 112. — Швеция: Институт генетики Лундского университета, сентябрь 1989.

Сидорович М.М., Прокопец О.П., Гуменюк Е.А .  
**ЭКСПРЕС-МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА  
 НЕФАСОВАННОЙ ПИТЕВОЙ ВОДЫ НА ОСНОВЕ  
 ФИТОТЕСТИРОВАНИЯ**

*Ключевые слова:* нефасованная питьевая вода, показатели роста фитотеста, качество питьевой воды.

В статье показана возможность использования ростовых показателей двух фитотестов для определения токсичности нефасованной питьевой воды. Allium test позволяет определить наличие токсического эффекта воды. В культуре *Lemna minor L.* можно оценить степень такого действия.

Sidorovich M., Prokopets L., Gumenyuk K.  
**EXPRES- METHODOLOGIES OF DETERMINATION OF QUALITY  
 OF UMPACKAGED DRINKING- WATERS ON BASIS OF  
 FITOTESTING**

*Keywords:* the unpackaged drinking-water, indexes of height of fitotest, quality of drinking-water

In the article possibility of the use of indexes of height is shown two fitotests for determination of toxicness of the unpackaged drinking-water. Allium test allows to define the presence of toxic effect of water. It is possible to estimate the degree of such action in the culture of *Lemna minor L.*