

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 поллютантних 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 | | | | | | |
| Перший моніторинг | 0,74±0,06 | 0,50±0,02 | 0,50±0,03 | 0,74±0,03 | 0,50±0,03 | 0,50±0,03 |
| Лк | | | | | | |
| Ег | | 34% | 33% | 0 | 33% | 33% |
| Другий моніторинг | 0,55±0,03 | 0,40±0,02 | 0,40±0,02 | 0,55±0,02 | 0,24±0,02 | 0,37±0,02 |
| Лк | | | | | | |
| Ег | | 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 поллютантні 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 поллютантними 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.Архипчук // Вісник НАН України. – 2002. - № 9. – С. 45-48.
 5. Гончарук В.В. Комплексна оцінка якості фасованих вод / В.В. Гончарук, В.В. Архипчук, 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 CEPA 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.