

ВИКОРИСТАННЯ БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ALLIUM TEST ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ МІСТА

Біотестування, рослинні модельні системи, якість питної води

Якість питної води – одна з актуальніших екологічних проблем сьогодення. Провідним методом її визначення є хімічний. Біотестування ж залишається засобом такого визначення в експериментальних дослідженнях [5; 7- 9; 11; 20; 21; 25; 29], хоча необхідність його практичного застосування надійно доведена [13; 30]. Водночас в них залишається недопрацьованим розроблення валідних, простих і дешевих методик визначення вказаного показника в урбанізованому місті. Проте саме за реакціями живої системи можна констатувати безпосередній токсичний вплив питної води на організм. Хімічний аналіз, що є складнішим, коштовнішим і тривалішим за часом, дозволяє пояснити причини такого впливу, які не завжди необхідні під час визначення якості питної води для споживання.

Актуальність розроблення вказаних вище експрес методик зумовлена наявністю в місті декількох джерел водопостачання населення: міськводопроводу, торгівельної мережі (фасована вода) і пунктів продажу (розливна питна вода). Якщо якість води з першого джерела знаходиться під контролем відповідних лабораторій, то відносно інших різновидів, як правило, вона в місті не контролюється. Водночас, стосовно бутильованої води існує ґрунтовне дослідження групи В. Гончарука [10], яке засвідчує низький рівень якості більшості фасованих вод, що споживає населення України. При цьому питання про підробку такої води вчені залишають відкритим. Проте попередні власні дослідження свідчать, що навіть якість фасованої води «Агуша» для малят, яка продається в різних магазинах одного міста, неоднакова. Питна вода з третього джерела водопостачання – пунктів продажу розливної води, що активно споживається населенням у зв'язку з неможливістю міськводопроводу забезпечити його якісною водою в повному обсязі, зовсім не підлягає систематичному контролю.

При розробленні експрес методики визначення якості міської питної води різного походження засобами біотестування в Херсонському державному університеті як модельна система був вибраний Allium test. Він є відносно простим, швидким, легким для виконання під час тестування чинників довкілля, а також високочутливим і відтворювальним. Все це забезпечує одержання подібних результатів з низкою інших тестових систем, в тому числі і лімфоцитами людини. Макроскопічний і мікроскопічний його ефекти мають високий рівень кореляції. Макроскопічний ефект (стримування кореневого приросту) є найвідчутнішим параметром прямих або непрямих шкідливих впливів [26; 28]. Власні попередні дослідження стосовно чутливості інших фітотестів (пророщене насіння пшениці, культура ряски малої) до якості питної води підтверджують вказане. Тому Allium test, незважаючи на існування сучасної великої батареї біотестів, широко використовується у вивченні впливу різноманітних антропогенних чинників довкілля. Про це свідчать численні праці [1; 2; 4; 8; 12; 15; 18; 19; 22-24]. Пророщення насіння – один з вразливіших етапів у житті рослин відносно зовнішньої дії. Тому застосування його як індикатора негативного впливу питної води на організм може суттєво підвищити чутливість Allium test. Виходячи з вище вказаного, **метою дослідження** стало розроблення експрес - тесту для визначення якості питної води різного джерела водопостачання міста за біометричними показниками пророщеного насіння Allium test.

Матеріал і методика дослідження.

У дослідженні було використане насіння *Allium cepa L.* сортів Білий глобус, Каратальський, Алмадон, Донецький золотистий, Луганський, Супра. Неоднорідність придбаного в торговельній мережі насіння спричинили необхідність перевірки його якості. Тому була розроблена проста методика визначення цього показника, зміст якої наводимо нижче.

Методика визначення якості насіння різних сортів *Al. cepa L.* за результатами статистичної обробки первинних біометричних даних. Насіння 6 сортів проростили за загально визнаною методикою, визначили довжину проростка в кожного сорту і статистично обробили ці первинні дані, побудував їх розподіли. Далі за загальною конфігурацією гістограм зробили висновок про рівень „нормальності” або однорідності популяції насіння. З рис. 1 видно, що найбільше однорідною популяцією насіння, тобто такою, що має найкращі насінини, був сорт Білий глобус. Водночас він мав і найвищу енергію пророщення серед досліджуваних сортів. Тому саме він і був відібраний для подальшої експериментальної роботи.

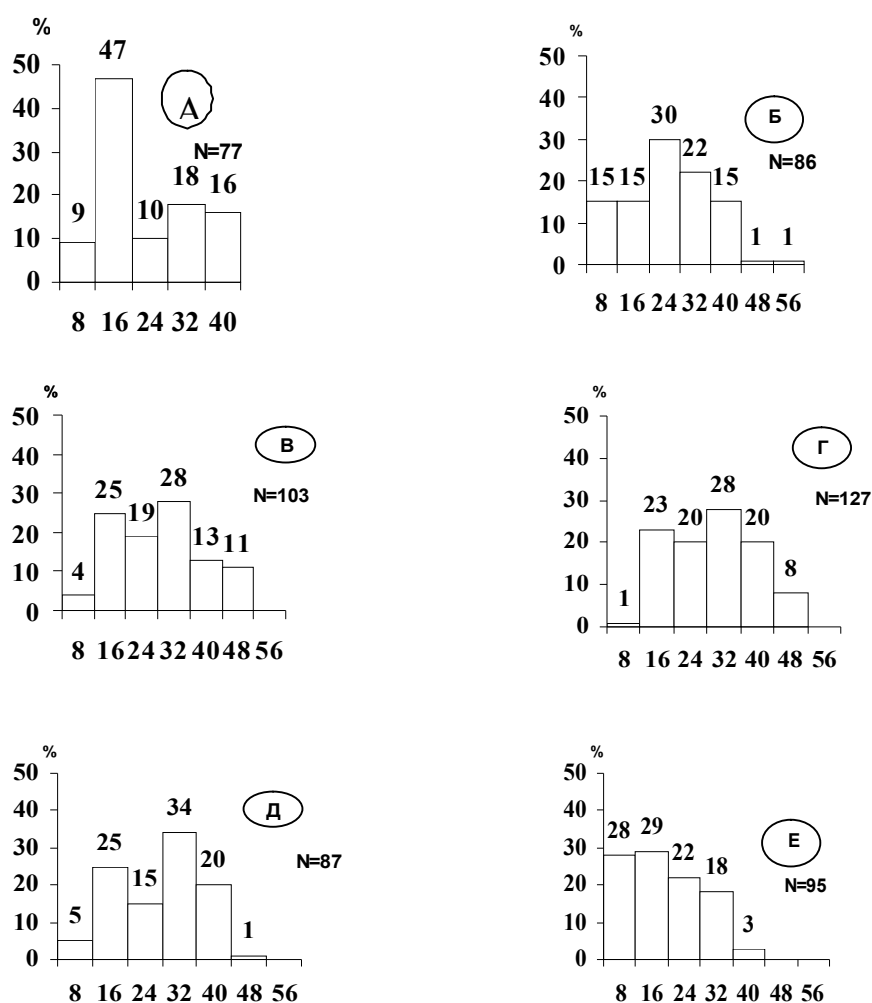


Рис. 1. Розподіл насіння цибулі різних сортів за довжиною проростка (мм): А - Луганський; Б - Білий глобус; В - Каратальський; Г - Алмадон; Д - Супра; Е - Донецький золотистий.

Експрес - методика визначення якості питної води за біометричними показниками пророщеного насіння засобами *Allium test*. Для біотестування насіння проростили за загально визнаною методикою при 26°C впродовж 4 діб на різних зразках питної води міста Херсону. Опис досліджуваних варіантів води наведений у таблиці 1. Виходячи з літературних даних [3] і попередніх власних результатів [20], за еталон якості

питної води в м. Херсоні був взятий зразок 1А (вода з локальної свердловини). По закінченню пророщення насіння в кожному варіанті визначили 4 біометричні показники: енергію пророщення (ЕП), довжину проростка ($L_{\text{прор.}}$), довжину кореня ($L_{\text{к.}}$) і відношення довжини кореня до довжини стебла ($L_{\text{к.}}/L_{\text{ст.}}$). За літературними даними зміни більшості з відібраних показників не менш надійно, ніж клітинні параметри, відображають токсичний вплив чинника на рослинний організм [6; 16; 17; 19; 23; 24; 27-28]. Водночас вони дозволили оцінити вплив варіантів питної води на три основні процеси формування проростка: пророщення насіння, ріст проростка і координацію росту його органів. Для визначення достовірності одержаних результатів застосували непараметричний (λ) і параметричний (t) критерії. Статистичну обробку первинних кількісних даних здійснили з використанням ресурсу Excel.

Таблиця 1

Варіанти питної води м. Херсон різного походження та стічної води для біотестування її якості

№ п.п	Джерело походження	Джерело забору води
1А	Міський водопровід	Локальна свердловина (еталон якісної питної води)
1Б	Міський водопровід	Насосна станція №1
2А	Торгівельна мережа	фасована вода «Агуша»
2Б	Торгівельна мережа	фасована вода «Von Boisson»
3А	Розливна питна вода з пунктів її продажу (п. п.)	п. п. вул. Петренко, ПНВП «Селігер»
3Б		п. п. вул. Комунарів, ПНВП «Селігер»
3В		п. п. вул. 40років Жовтня, ТОВ «Синта»
3Г		п. п. вул. Червоностудентська, ТОВ «Синта»
4А	КПУ Каховський водоканал	Не питна вода (еталон неякісної питної води)

Результати дослідження та їх обговорення.

Якість питної води м. Херсона проводилася лише хімічними методами [14], тому під час біотестування в дослідженні її визначили для води, яку споживає населення з трьох джерел: міськводопроводу, з торгівельної мережі (фасована вода) і з пунктів продажу (розливна вода) (див. табл.1). Обчислене значення ЕП для води з міськводопроводу статистично достовірно ($t_{1Б} = 1,09 < t_{\text{етал.}}$) не відрізнялося від еталонного ($EP_{\text{ет.}} = 64,5 \pm 3,3$; $EP_{1Б} = 55,0 \pm 5,1$). Розподіли даних щодо 3-х інших біометричних показників: $L_{\text{прор.}}$ (рис.2); $L_{\text{кор.}}$ (рис. 3); $L_{\text{кор.}}/L_{\text{ст.}}$ (рис. 4) для зразка 1Б свідчили про те, що він достовірно гальмує (табл. 2) ріст проростка і погіршує координацію росту кореню відносно стебла.

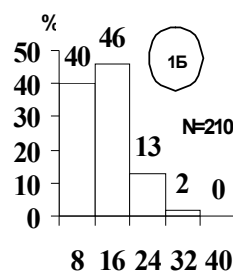
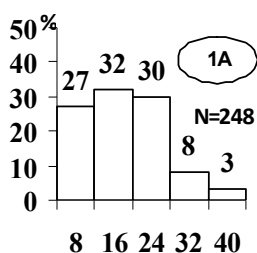


Рис. 2. Розподіл насіння Allium сера L. за довжиною проростка (мм) при його пророщенні на питній воді з міськводопроводу.

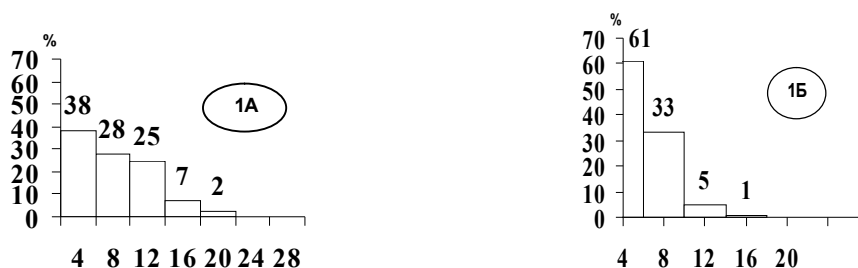


Рис. 3. Розподіл насіння *Allium* сера L. за довжиною кореня (мм) при його пророщенні на питній воді з міськводопроводу

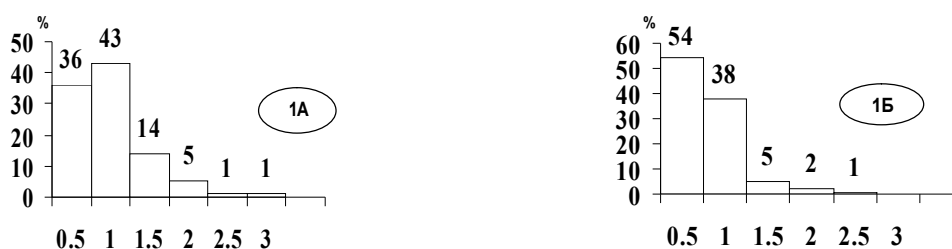


Рис. 4. Розподіл насіння *Allium* сера L. за відношенням довжини кореня до довжини стебла при його пророщенні на питній воді з міськводопроводу .

Встановлені зміни біометричних показників *Allium test* довели, що зразок 1Б здійснював певний негативний вплив на організм. Таким чином, вказаний варіант - це неякісна питна вода, що відповідає літературним даним [3].

Другим джерелом питного водопостачання населення в м. Херсоні є *фасована вода*. Порівняно з водопровідною та розливною водою вона коштує дорожче, але, як вже вказано, її якість не завжди є кращою [10]. У проведеному дослідженні вода «Агуша» (2А), що призначена для малят, не стимулювала процес пророщення насіння ($EP=73,2\pm 3,2$), водночас вода «Bon Voisson» (2Б) його пригнічувала ($EP=49,5\pm 10,4$) порівняно з еталоном ($EP_{ет}=65,5\pm 3,3$).

Подальша статистична обробка інших біометричних показників (рис. 5-7 і табл.2) засвідчила, що вода «Агуша» стимулює ріст проростка, але не впливає на координацію росту його органів. Водночас вода «Bon Voisson» негативно впливає на всі ці процеси з $p=0,05$.

Таблиця 2

Значення критерію λ щодо розподілів насіння *Allium* сера L. за біометричними показниками, пророщеного на питній воді різного походження м. Херсону

Показник	Варіанти питної води							
	1А (еталон)	1Б	2А	2Б	3А	3Б	3В	3Г
Лпрор.	-	2,85*	3,11*	1,79*	2,05*	2,79*	2,09*	2,88*
Лкор	-	2,88*	2,4*	2,02*	2,63*	3,15*	2,67*	2,71*
Лкор./ Л ст.	-	1,9*	0,56	1,63*	2,34*	2,34*	2,12*	0,74

*- достовірно відрізняється від еталону з $p=0,05$.

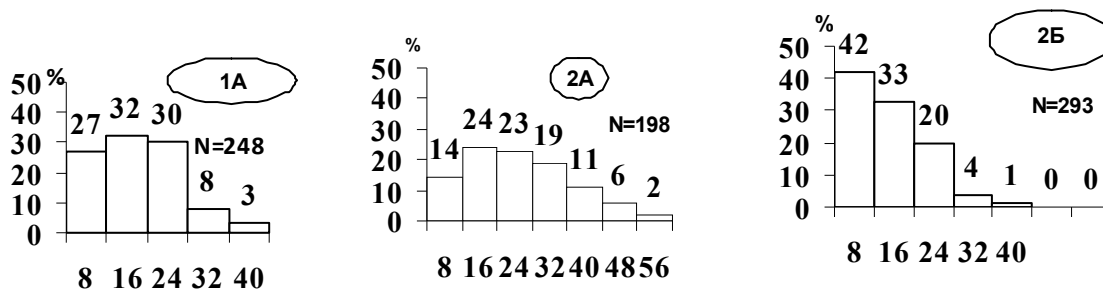


Рис. 5 Розподіл насіння *Allium* *sepa* L. за довжиною проростка (мм) під час його пророщення на фасованій питній воді

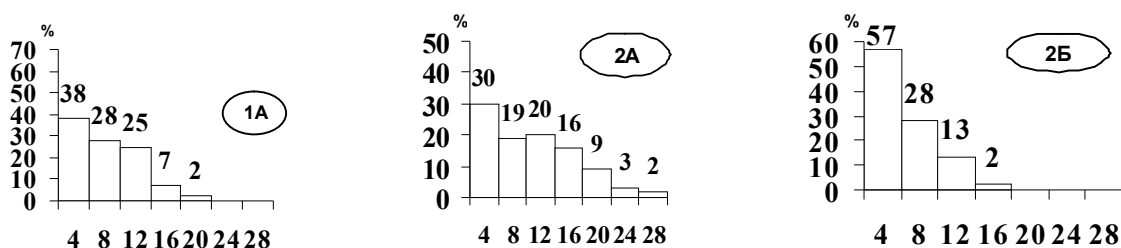


Рис 6. Розподіл насіння *Allium* *sepa* L. за довжиною кореня (мм) під час його пророщення на фасованій питній воді

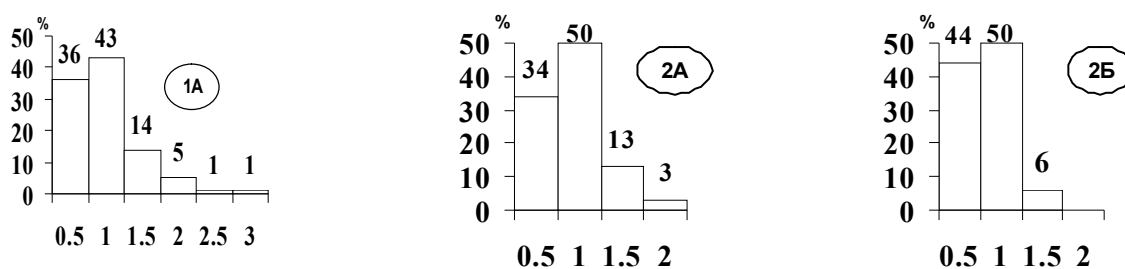


Рис 7. Розподіл насіння *Allium* *sepa* L. за відношенням довжини кореня до довжини стебла під час його пророщення на фасованій питній воді

Отже, проведене біотестування підтвердило висновок: бутильована вода може не бути кращою за водопровідну. Так зокрема, «Bon Voisson» негативно впливає на організм. Водночас «Агуша» - це питна вода, що має кращу якість, ніж водопровідна з локальної свердловини. Одержані дані стосовно першого з вказаних варіантів води співпадають з результатами досліджень групи науковці під керівництвом В. Гончарука: у рейтингу токсичного впливу фасованих вод під час їх комплексної оцінки «Bon Voisson» посіла 21 місце з 30. Вона названа в числі 5 марок води, для яких зафіксовано порушення нормативів питної, зокрема, водопровідної води [10].

У таблиці 3 наведені значення ЕП щодо насіння, яке вирощене на 4-х зразках

Таблиця 3

Значення енергії пророщення насіння *Allium* *sepa* L., що пророщене на різній розливній питній воді м. Херсона

Показник	Варіанти розливної питної води				
	Еталон	3А*	3Б*	3В*	3Г*
ЕП	64,5±3,3	27,4±12,8	24,2±13,9	33,0±2,4	28,3±4,3

*достовірно відрізняється від еталону при $p=0,05$

розливної питної води (див. табл. 1). Дані цієї таблиці свідчать про те, що розливна питна вода, яка продається в різних районах міста Херсону достовірно гальмує пророщення насіння. Графічний матеріал на рис. 8, рис. 9 і результати його статистичної

обробки (див. табл.2) вказують на те, що ці варіанти питної води забезпечили і неоднаковий ріст проростку та його кореня, а саме, всі 4 її варіанти порівняно з еталоном (1А) з різним ступенем негативно впливали на вказаний процес.

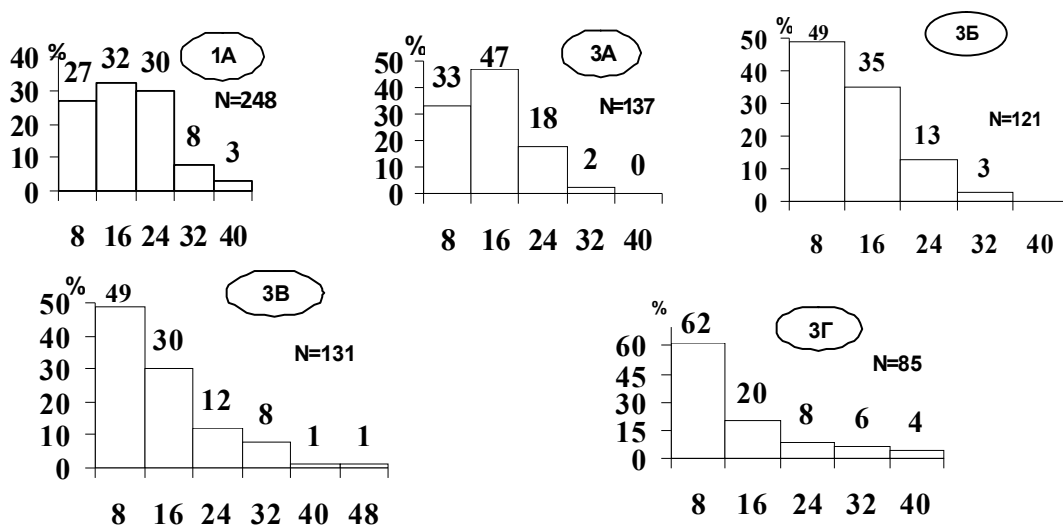


Рис. 8 Розподіл насіння Allium сера L. за довжиною проростка (мм) під час його пророщення на різній розливній питній воді.

Таблиця 4. свідчить, що три з 4-х вказаних варіантів достовірно змінюють і процес координації росту органів проростка. Отже, не один із зразків розливної питної води не був кращим за еталон за результатами біотестування. Отже, вони здійснювали негативний вплив на організм, тобто містили неякісну питну воду.

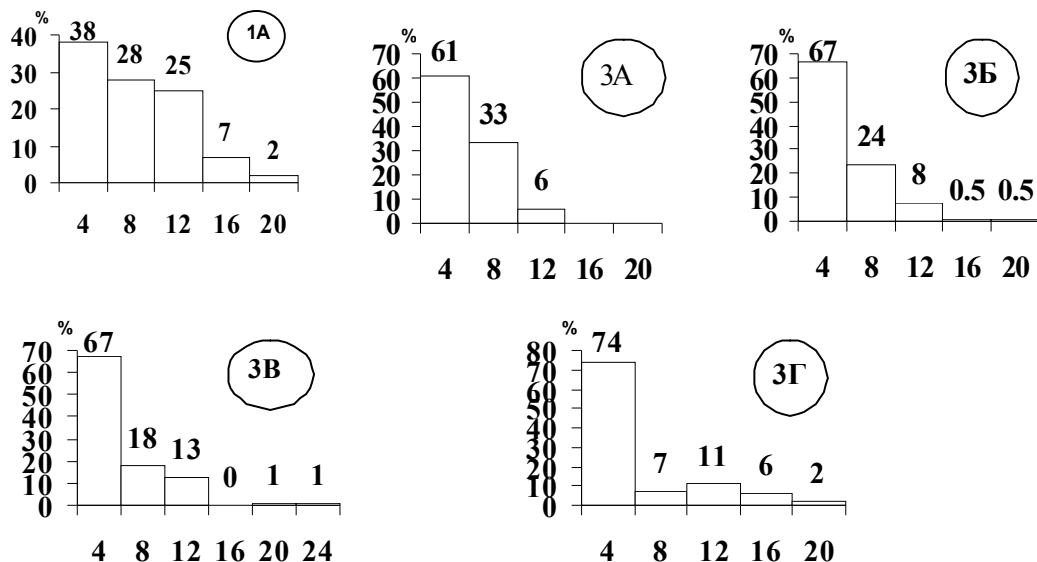


Рис. 9. Розподіл насіння Allium сера L. за довжиною кореня (мм) під час його пророщення на різній розливній питній воді.

Таким чином, проведене біотестування 7 зразків питної води м. Херсона довело, що 6 з них містять неякісну питну воду, т.т таку, що не відповідає еталону. Порівняння відносно еталону сполучень змін значень 4-х біометричних показників модельної системи одержаних на цих варіантах засвідчило: кожний із досліджувальних зразків питної води має різний ступень негативного впливу на організм.

Таблиця 4

Розподіл насіння *Allium* *sepa* L. за відношенням довжини кореня до довжини стебла під час його пророщення на різній питній воді

Варіант значення	еталон	3А*	3Б*	3В*	3Г
0 ÷ 0,5	36%	61%	53%	59%	41%
0,5 ÷ 1	43%	35%	39%	38%	47%
1 ÷ 1,5	14%	3%	5%	2%	11%
1.5 ÷ 2	5%	1%	3%	1%	1%
2 ÷ 2,5	1%	-	-	-	-
2,5 ÷ 3	1%	-	-	-	-

*- достовірно відрізняється від еталону при $p=0,05$

На прикінцевому етапі дослідження насіння цибулі ріпчастої проростили на не питній воді (варіант 4А). Результати, що одержані на цьому етапі, були використані для розроблення експрес-тесту на токсичність питної води за біометричними показниками пророщеного насіння *Allium test*. Окрім них для його створення були застосовані нормативні документи з визначення фітоксичності відходів виробництва [16] і наноматеріалів [17]. У таблиці 5 наведені складові вказаного тесту. Перша складова (I) визначає рівень ушкоджуючої дії питної води за середніми значеннями ЕП (див. примітку табл.5). Друга складова (II) - рівень фітотоксичної дії за середніми значеннями L_k (див. примітку табл.5). Складова III відображає подібність варіантів питної води з не питною, що доведена статистично, виходячи з середніх значень ЕП і розподілів інших біометричних параметрів пророщеного насіння *Allium test* (див. примітку табл.5).

На основі інформації, що містить таблиця 6., можна зробити висновок про те, що всі зразки протестованої води, окрім бутильованої води «Агуша», належать до неякісної питної води, яка здійснює токсичний вплив на організм. При цьому розливна має більший ступінь цієї дії, ніж зразки водопровідної і фасованої води. Одержані в дослідженні різні зміни сполучень 4-х біометричних показників насіння *Al. sepa* L., що пророщене на питній воді різного походження, можна використати для створення шкали визначення рівнів якості цієї води. Вона дозволить конкретизувати висновок «неякісна вода, здійснює токсичну дію на організм» (див. табл.5) і визначити рівень такої дії.

Висновки

Результати дослідження з біотестування питної води різного джерела походження м. Херсона показали, що:

- біометричні показники пророщеного насіння *Allium test* можна використати для експрес-аналізу якості питної води; на їх основі в дослідженні складений простий тест для визначення токсичної дії цього чинника довкілля;
- якість питної води впливає на *сполучення змін* біометричних показників *Allium test*: енергії пророщення насіння, довжини проростка, довжини кореня і відношення довжини кореня до довжини стебла проростка;
- різні варіанти питної води, виходячи з сполучень змін біометричних показників, неоднаково впливають на три основні процеси формування проростка: пророщення насіння, ріст проростка і координацію росту його органів; доведене свідчить про різну якість цих варіантів води і, відповідно, різний рівень їх токсичного впливу на організм;
- одержані сполучення змін 4-х біометричних показників і критерії, які містять нормативні документи щодо визначення фітотоксичної дії певних різновидів антропогенних чинників довкілля, можна використати для розроблення шкали визначення рівнів якості питної води міста засобами *Allium test*.

Таблиця 5

Складові експрес-тесту для визначення токсичності питної води різного походження міста на основі біометричних показників *Allium test* (на прикладі варіантів питної води м. Херсона)

Показник тесту Варіант води м. Херсону	I Рівень ушкоджуючої дії (УД) за значеннями ЕП	II Ефект гальмування (Е _Г) за середніми значеннями L _к .		III Статистично достовірна подібність із стічною водою за				Загальний висновок про якість питної води
		Е _Г	Фітотоксична дія	ЕП	розподілами з			
					L _{проп.}	L _{к.}	L _{кор./L_{ст.}}	
1Б	Слабка УД (85%) +	40%	+	-	+	+	+	Неякісна вода, здійснює токсичну дію
2Б	Слабка УД (77%) +	25%	+	-	+	+	-	Неякісна вода, здійснює токсичну дію
3А	Середня УД (42%) ++	62%	+	+	-	+	+	Неякісна вода, здійснює токсичну дію
3Б	Середня УД (37%) ++	55%	+	+	+	+	+	Неякісна вода, здійснює токсичну дію
3В	Середня УД (51%) ++	66%	+	+	+	+	+	Неякісна вода, здійснює токсичну дію
3Г	Середня УД (43%) ++	66%	+	+	+	+	-	Неякісна вода, здійснює токсичну дію
2А	УД відсутня 112% -	0%	-	-	-	-	-	Вода якісна, не здійснює токсичну дію

Примітка: I – відсутня ПД: 90-100%; слабка ПД: 60-90%; середня ПД: 20-60%; сильна ПД: менш ніж 20% ЕП від еталону [17].

II - Е_Г – фіто ефект розраховується за спеціальною формулою [16]. Фітотоксична дія вважається доведеною, якщо Е_Г складає 20% і більше від етанолу.

III – визначається за t- і λ - критеріями, що обчислюються для середніх значень (ЕП) і розподілів біометричних показників (L_{проп.}; L_{кор.}; L_{кор./L_{ст.}}), відносно еталону (результати дослідження).

ЛІТЕРАТУРА

1. Амосова А.А. Эколого-генетическая оценка влияния солей тяжелых металлов на лук репчатый в условиях модифицирующего эффекта активного ила : дис. ... канд. биологических наук : 03.00.16 / А.А. Амосова. – Самара, 2004. - 149 с.
2. 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.
3. Бойко М.Ф. Екологія Херсонщини : нав. посібник. / М.Ф. Бойко, С.Г. Чорний. - Херсон, 2001. - 156 с.
4. Буданцев А.Ю. Действие метотрексата на первичный рост корней *Allium sera* / А.Ю. Буданцев, В.П. Кутышенко // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11 (часть 4). – С. 833-836.

5. Веялкіна Н.М. Використання клітинних біомаркерів рослинних і тваринних тест-організмів для оцінки токсичності води: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біологічних наук : спец. : 03.00.16. „Екологія” / Н.М. Веялкіна. – К., 2011. – 20 с.
6. Воскресенская О.Л. Организм и среда: факториальная экология : учебное пособие / О.Л. Воскресенская, Е.А. Скочилова, Т.И. Копылова, Е.А. Алябышева, Е.В. Сарбаева . - Йошкар-Ола : Мар.гос. ун-т, 2005. – 180 с.
7. Гаранько Н.М. Оцінка питної води за допомогою методів біотестування / Н.М. Гаранько, В.О. Ісламов // Екологія довкілля та безпеки життєдіяльності. – 2003. - № 5. – С. 34 -37.
8. Гарипова Р.Ф. Способ комплексного биотестирования воды, почвы, биологически активных веществ в фитотестах / Р.Ф. Гарипова. – Режим доступа : <http://www.sibpatent.ru/patent.asp?nPubl=2322669&mpkcls=G01N033&ptncls=G01N033/24&page=2&sort=2>
9. Гончарук В.В. Знесолена вода і життєдіяльність організмів / В.В. Гончарук, В.В. Архіпчук // Вісник НАН України. – 2002. - № 9. – С. 45-48.
10. Гончарук В.В. Комплексна оцінка якості фасованих вод / В.В. Гончарук, В.В. Архіпчук, Г.В. Тарлецька та ін. // Вісник НАН України. – 2005. - № 3. – С. 47-57.
11. Дегтярь С.В. Сравнительный анализ результатов биотестирования водопроводной и фасованной воды в кременчугском районе / С.В. Дегтярь // Екологія та ноосферологія. - 2012. - Т. 23, № 1–2, С. 79-83.
12. Довгалюк А.І. Порівняння цитогенетичної та антимікротрубочкової активності фітотоксичних металів : дис. ... канд. біол. наук : 03.00.11 / А.І. Довгалюк. - К. : НАН України; Інститут клітинної біології та генетичної інженерії, 2004. – 26 с.
13. Єфремова О.О. Біотестування. Сучасний стан практичного використання / О.О. Єфремова, І.П. Крайнов // Вісник КДПУ. - Випуск 6. - 2006 (41). - Частина 1. – С. 34-37.
14. Кузнецов Ю.М. Аналіз якості питної води в м. Херсоні / Ю.М. Кузнецов, В.В. Жужа, О.О. Макова, П.П. Борисов. – Режим доступа : <http://hidrotechnik.ru/perspektiva7/perspekt30.html>.
15. Куцоконь Н. Рослинні тест-системи для визначення генотоксичності / Н. Куцоконь // Вісн. НАН України, 2010, № 4. – С. 48-52.
16. МР 2.1.7.2297-07. Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности. – Режим доступа : <http://www.gosthelp.ru/text/MR217229707Obosnovaniekla.html>.
17. 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.
18. Песня Д.С. Исследование мутагенного эффекта модулированного УВЧ излучения сотовых телефонов на растительных и животных организмах in vivo / Д. С. Песня, А.В. Романовский, И.М. Прохорова и др. – Режим доступа : <http://jre.cplire.ru/win/library/4conf/docs/pdf/files/d12.pdf>
19. Пудова Т. М. Влияние антропогенных факторов на мутагенную активность почв на примере центральной и западной Якутии : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. пед. наук : спец. 03.02.08. «Экология» / Т.М. Пудова. - Якутск, 2011. – 16 с.
20. Сидорович М.М. Визначення якості питної води за допомогою ALLIUM TEST / М.М. Сидорович, С.А. Алексеева, Г.М. Бекеш // Теорія і практика сучасного природознавства : збірник наук. праць. – Херсон, 2011. – С. 245-248.
21. 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.
22. Удалова А. А. Биологический контроль радиационно-химического воздействия на окружающую среду и экологическое нормирование ионизирующих излучений : автореф.

- дис. на соискание науч. степени док. биол. наук : спец.: 03.01.01 «Радиобиология» и 03.02.08 «Экология» / А.А. Удалова. – Обнинск, 2011. – 45 с.
23. Цулаия А.М. Функционально-морфологические изменения высших растений при действии нефтяного, солевого и нефтесолевого загрязнения почв : автореф. дис. на соискание науч. степени кандидата биологических наук : спец.: 03.02.08 – „Экология” (биология) / А.М. Цулаия. - Тюмень, 2012. – 18 с.
24. Шадрина Е.Г. Биоиндикация качества среды на стадии разведки месторождений углеводородного сырья (на примере юго-западной Якутии) / Е.Г. Шадрина, Т.М. Пудова, В.Ю. Солдатова // Scientific Journal “Fundamental research” (Fundamentalnie issledovaniâ). - 2013. - № 4.- part 4. – p.p. 2-4.
25. Яковлев В.В. Биотестирование природных вод Харьковской области для оценки их токсичности / В.В. Яковлев, С.А. Мацюк // Коммунальное хозяйство городов. – 2008. - № 84. – С.102-110.
26. Allium test. – Режим доступа : <http://mir-znanie.info>.
27. Allium skreening test. – Режим доступа : <http://alliumtest.blogspot.com/2011/05/allium-skreening-test-allium-screening.html>.
28. Fiskesjö, Geirid Allium screening test (рус.) / G.Fiskesjo // The Allium test as a standard in environmental monitoring, Hereditas., V. 102, 1985, pp. 99-112. — Швеция : Институт генетики Лундского университета, сентябрь 1989.
29. Goncharuk V.V. The Biotesting of tap water treated with silicon mineral using plant test organisms / V.V. Goncharuk, R.D. Chebotareva, V.F. Kovalenko, E.A. Pasichnaya // Journal of Water Chemistry and Technology. - October 2011. - Volume 33, Issue 5. - pp 328-332.
30. Goncharuk V.V. Theoretical aspects of natural and drinking water / V.V. Goncharuk, V.F. Kovalenko // Journal of Water Chemistry and Technology. - April 2012. - Volume 34, Issue 2. - pp 103-106.

М.М. Сидорович

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ALLIUM TEST ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ГОРОДА

Питьевая вода из трех источников водоснабжения г. Херсона была протестирована с помощью семян *Allium cepa* L. На основе значений биометрических показателей пророщенных семян описаны составляющие экспресс- теста для определения токсичности питьевой воды.

M.M. Sidorovich

USE OF BIOMETRIC INDEXES OF ALLIUM TEST FOR DETERMINATION OF QUALITY OF DRINKING-WATER OF CITY

Drinking-water from three sources of water-supply Kherson was tested by means of seed of *Allium cepa* L. On the basis of values of biometric indexes of the couched seed making is described expressdough for determination of level of toxicness of drinking-water.

Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 20. Біологія. – 2013. – випуск 5 – С. 182-192.