

В.ГОНЧАРУК, В. АРХИПЧУК

ЗНЕСОЛЕНА ВОДА І ЖИТТЄДІЯЛЬНІСТЬ ОРГАНІЗМІВ

Щодо впливу знесоленої води на людину існують різні думки. Одні вчені вважають її корисною для здоров'я, інші вказують на те, що ця вода (або ж очищена від солей та мікроелементів) — шкідлива, спричиняє розбалансування роботи організму, знижує його опірність, призводить до найрізноманітніших захворювань. Хто ж правий? Автори статті на підставі власних і літературних експериментальних даних намагаються знайти обґрунтовану відповідь на це запитання.

Для науки важливо розв'язати проблему коректності використання знесоленої води (дистильованої, бідистильованої, пропущеної крізь міліпорівський фільтр тощо) у біологічних і медичних експериментах. Розроблений в Інституті колоїдної хімії та хімії води НАН України комплексний підхід до біотестування якості води дає змогу об'єктивно оцінити вплив її на життєдіяльність різних організмів [1, 2]. Суть його полягає у тому, що на рівні організму аналізуються реакції представників різних систематичних груп і трофічних рівнів — рослин, безхребетних і хребетних тварин (тобто визначається загальна і гостра токсичність води), а на рівні клітин — структурні і функціональні зміни геномів (з'ясовується її генотоксичність і цитотоксичність). Одержані з допомогою цього підходу дані можна використати і для об'єктивної оцінки впливу такої води на здоров'я людини.

Біотестування знесоленої води на організмовому рівні. Була проведена серія досліджень з використанням різних тест-організмів: безхребетних тварин — гідри (*Hydra attenuata*) і церіодафнії (*Ceriodaphnia affinis*), хребетних — карася (*Carassius auratus gibelio*), а також рослин — цибулі (*Allium cepa*) та салату (*Lactuca sativa*). В експериментах не виявлено гострої токсичності трьох видів знесоленої води для тваринних тест-організмів: церіодафнії, гідри та риби виживали у дослідних пробах протягом 9, 7 і 4 діб відповідно. Водночас кількість новонародженої молоді у рачків, які культивувалися у дистильованій, бідистильованій та «міліпорівській» воді, була у кілька разів нижчою, ніж у самок, вміщених в артезіанську (контрольну) воду. В експериментах з рослинами різні види знесоленої води гальмували ріст корінців на 21,7—33,6 % і зменшували їхню вагу на 23,8—56,0 %. Отже, на організмовому рівні знесолена вода виявила гостру токсичність для рослинних біотестів і хронічну — для тварин.

Біотестування знесоленої води на клітинному рівні. Для визначення структурних і функціональних змін геному клітини запропоновано мікроядерний тест та ядерцевий біомаркер [3]. До набору клітинних критеріїв входять такі показники, як частка клітин з мікроядрами (реєструють структурні порушення у спадковому апараті клітини) та кількісні характеристики ядерець (віддзеркалюють функціональні зміни геному). Додатково визначали мітотичний індекс (зміни у частці клітин, котрі діляться, як показник цитотоксичності) і кількість клітин з подвійними ядрами та ядерними порушеннями (показник генотоксичності).

Усі три види досліджуваної води — дистильована, бідистильована та «міліпорівська» — не збільшували частку клітин з мікроядрами і подвійними ядрами у меристемі корінців цибулі. Отже, знесолена вода не має генотоксичних властивостей.

Кожен з видів досліджуваної води знижував частоту поділу клітин у рослинах. Наприклад, якщо в контрольній (артезіанській) воді мітотичний індекс дорівнював 151,5%, то у дистильованій він зменшувався до 121,4%, у бідистильованій — до 118,6%, а у воді після міліпорівського фільтра — до 109,5%. Інакше кажучи, знесолена вода викликала цитотоксичні ефекти відносно проліферативної активності клітин.

Результати аналізу ядерцевої активності клітин рослин і тварин під час їх культивування у знесолоному середовищі наведені у таблиці. Знесолення середовища спричиняло переважно збільшення розмірів ядерць: від 6,2 до 28,4% залежно від виду води (збільшення реєстрували в ряду «міліпорівська» < бідистильована < дистильована вода). У клітинах безхребетних тварин спостерігалось зростання частки клітин з гетероморфними парними ядерцями (ГПЯ) на 10,2—15,1%, невелике зростання кількості ядерць (на 4,8—10,1%), а також значне збільшення їхніх розмірів у «міліпорівській» воді (на 24,3%), у бідистильованій (на 36,5%) та у дистильованій (на 45,7%). У клітинах хребетних тварин знесолення води збільшувало об'єм ядерць (на 16,0—32,8% у ряду «міліпорівська» < бідистильована < дистильована вода) та призводило до зростання їхньої кількості (на 12,7—14,4% у двох видах води, крім дистильованої).

Ядерцева активність клітин рослин і тварин внаслідок знесолення водного середовища								
Частка клітин з ГПЯ, %			Середня кількість ядерць у клітині			Розмір поодинокого ядерця, μ^3		
ДВ	БДВ	МПВ	ДВ	БДВ	МПВ	ДВ	БДВ	МПВ
Цибуля, <i>Allium cepa</i>								
82,4/82,3*	72,7/62,8	77,3/76,0	1,401/1,475**	1,385/1,464	1,454/1,428	81,7/104,9	87,2/96,9	88,1/93,5
Гідра, <i>Hydra attenuata</i>								
75,8/83,5	75,8/87,2	75,8/84,1	1,138/1,253	1,138/1,192	1,138/1,203	13,7/19,9	13,7/18,6	13,7/17,0
Карась, <i>Carassius auratus gibelio</i>								
73,5/75,1	92,4/86,8	79,3/82,9	1,810/1,828	1,404/1,382	1,654/1,892	3,6/4,7	3,1/3,9	4,1/4,7

Примітка. ГПЯ — гетероморфні парні ядерця; ДВ — дистильована вода; БДВ — бідистильована вода; МПВ — «міліпорівська» вода; * — величина ядерцевих характеристик у контролі/досліді; ** — для зручності сприйняття результатів наводяться середні значення.

Отже, знесолення водного середовища викликало у тест-організмів різних трофічних рівнів (у рослин, безхребетних і хребетних тварин) схожу реакцію — збільшення розмірів ядерць. У клітинах усіх цих організмів найбільше зростання розміру поодинокого ядерця спричиняла дистильована вода, а найменше — вода після міліпорівського фільтра. Найчутливішими до порушень сольового балансу виявилися клітини безхребетних тварин, найменш чутливими — клітини рослин.

Одержані нами результати про вплив знесоленої води на ядерцеву активність клітин рослин, безхребетних і хребетних тварин надзвичайно важливі, оскільки ядерце відіграє особливу роль у життєдіяльності клітини. Скажімо, його морфологічні характеристики віддзеркалюють найважливіші молекулярно-генетичні процеси і виступають у ролі об'єктивного індикатора клітинного метаболізму [4]. Кількісні характеристики ядерця та ядерцетвірних ділянок використовують як корисний прогностичний і діагностичний індикатор ракових захворювань різного типу [5—6]. Ядерця також вважають ключовим фактором, який контролює механізми старіння [7—8].

Біологічні властивості знесоленої води. Відомі наслідки впливу розчинів з низьким вмістом солей на клітину [9]. Якщо її вмістити у гіпотонічне середовище, тобто у розчин з меншою концентрацією розчинених речовин, ніж осмолярна активність усередині клітини, то вода надходить до клітини доти, поки не встановиться рівновага осмотичних активностей усередині клітини і поза нею. При цьому об'єм клітини зростає. Коли таке зростання перевищує межу міцності плазматичної мембрани, клітина розривається.

Дистильована вода використовується у хірургії злоякісних пухлин для знищення ракових клітин. Наприклад, у роботі Д.Б. Мерсилла із співавторами [10] гіпотонічний шок, тобто обробка дистильованою водою, застосовувався протягом 1—10 хвилин до дев'яти типів ракових клітин людини *in vitro*. В результаті три з цих типів, а також нормальні лімфоцити руйнувалися повністю, а решта ракових клітин ушкоджувалася різною мірою.

Біохімічні дослідження доводять, що розчинність газоподібного кисню у сольовому та мультііонному фізіологічних розчинах значно вища, ніж у дистильованій воді [11]. Крім того, дистильована вода сильніше за нормальний сольовий розчин впливає на вміст газів у крові ссавців [12]. Тому ліки рекомендується запивати нормальним сольовим розчином, а не дистильованою водою.

Обробка *in vivo* дистильованою водою нервових волокон литкового м'яза кішки протягом 3—5 хвилин спричиняла повне блокування провідності нервових С-волокон, яка не відновлювалася за весь період спостережень (130 хвилин) [13].

Таким чином, наведені дані доводять, що дистильована (знесолена) вода впливає, переважно негативно, як на фізіологічні функції організму в цілому, так і на внутрішньоклітинні процеси.

Хімічний склад води і здоров'я людини. Є дослідники, котрі досі намагаються пропагувати знесолону воду як лікувальний засіб. Приміром, Поль Брегг та його послідовники наполегливо рекомендують пити дистильовану воду для зміцнення здоров'я [14]. Водночас у багатьох публікаціях є дані про те, що вона порушує різні функції організму, починаючи від провідності імпульсів у нервових клітинах і закінчуючи відтворенням нових клітин та передачею спадкової інформації. Така вода може стати причиною ламкості кісток, карієсу зубів тощо. Її негативний вплив на здоров'я людини пов'язаний з дефіцитом або надлишком біогенних елементів. Зокрема, якщо в ній бракує кальцію, зростає кількість смертельних випадків і ускладнюється перебіг кардіоваскулярних захворювань, порушуються процеси зсідання крові, у дітей розвивається рахіт. Дефіцит магнію погіршує перебіг серцево-судинних захворювань, а також може викликати раптову смерть немовлят. Нестача йоду спричиняє хвороби ендокринної системи; дефіцит селену пов'язаний із зниженням імунної стійкості організму, зростанням кількості серцево-судинних патологій тощо.

Вплив хімічного складу води на стан здоров'я і захворюваність населення підтверджений багатьма дослідженнями. У зв'язку з цим необхідно враховувати, що непрямую негативну дію на здоров'я людини можуть справляти установки для очищення (знесолення) питної води. Зокрема, виявлено, що у домашніх установках для фільтрації води методом зворотного осмосу розвиваються різні бактеріальні колонії [15]. Споживання такої води викликає зростання кількості шлункових захворювань [16].

Для подолання негативних наслідків використання дистильованої та подібної до неї води рекомендується збагачувати її комплексом солей і мікроелементів. Однак штучна вода не замінить природну. Тому оптимальний шлях розв'язання цієї проблеми з позицій здоров'я людини — це споживання природної води з необхідним набором життєво важливих елементів.

-
1. *Архипчук В.В., Малиновская М.В.* Применение комплексного подхода в биотестировании природных вод // Химия и технология воды. — 2000. — **22**. — № 4. — С. 428—433.
 2. *Архипчук В.В., Гончарук В.В.* Биотестирование качества воды на клеточном уровне // Химия и технология воды. — 2001. — **23**. — № 5. — С.531—544.
 3. *Arkhipchuk V.V., Malinovskaya M.V., Garanko N.N.* Citogenetic study of organic and inorganic toxic substances on *Allium cepa*, *Lactuca sativa*, and *Hydra attenuata* cells // Environ. Toxicol. — 2000. — **15** — № 4. — P. 338—344.
 4. *Челидзе П.В.* Ультраструктура и функции ядрышка интерфазной клетки. — Тбилиси: Мецниереба, 1985. — 119 с.
 5. *Helpap B.* Observations on the number, size and localization of nucleoli in hyperplastic and neoplastic disease // Histopathology. — 1988. — **13**. — P. 203—211.
 6. *Pich A., Chiusa I., Boccadoro M., Marmont F.* AgNORs and myeloma prognosis // Leuk. Lymphoma. — 1994. — **12**. — P. 383—394.
 7. *Guarente L.* Link between aging and the nucleolus // Genes and Dev. — 1997. — **19**. — P. 2449—2455.
 8. *Johnson F.B., Marciniak R.A., Guarente L.* Telomeres, the nucleolus and aging // Curr. Opin. Cell Biol. — 1998. — **10**. — P. 332—338.
 9. *Мусил Я., Новакова О., Кунц К.* Современная биохимия в схемах. — М.: Мир, 1984. — 216 с.
 10. *Mercill D.B., Jones N.R., Harbell J.W.* Human tumor cell destruction by distilled water. An in vitro evaluation // Cancer. — 1985. — **55**. — № 12. — P. 2779—2782.
 11. *Levinson R.S., Buyukyaylaci S., Allen L.V. Jr.* Oxygen solubilization in egg lecithin dispersed in distilled water and physiological electrolyte fluids // J.Pharm. Sci. — 1980. — **69**. — № 1. — P. 62—64.

12. *Greenberg M.I., Baskin S.I., Kaplan A.M., Urrichio F.J.* Effect of endotracheally administered distilled water and normal saline on the arterial blood gases of dogs // *Ann. Emerg. Med.* — 1982.— **11**. — № 11. — P. 600—604.
13. *Dodt H.U., Forke D., Zimmermann M.* Persisting selective block of unmyelinated fibers in cutaneous nerves of the cat by distilled water // *Nuerosci. Lett.*— 1983.— **35**. — № 2. — P. 203—207.
14. *Брэгг П.* Чудо голодания. Очищение и омоложение организма с помощью лечебного голодания. — М.: ФАИР, 2000. — 320 с.
15. *Payment P.* Bacterial colonization of domestic reverse-osmosis water filtration units // *Can. J. Microbiol.* — 1989. — **35**. — № 11. — P. 1065—1067.
16. *Payment P., Franco E., Richardson L., Siemiatycki J.* Gastrointestinal health effect associated with the consumption of drinking water produced by point-of-use domestic reverse-osmosis filtration units // *Appl. Environ. Microbiol.* — 1991. — **57**. — № 4. — P. 945—948.
-

V. Гончарук, В. Архипчук

Знесолена вода і життєдіяльність організмів

Резюме

На підставі експериментальних даних автори доводять, що знесолена (наприклад, дистильована) вода негативно впливає на життєдіяльність організмів різних трофічних рівнів (рослин, безхребетних і хребетних тварин), а також на функціонування їхніх клітин.

V. Goncharuk, V. Arkhipchuk

Desalted water and viability of organisms

Summary

Analysis of experimental data indicates that desalted (for example, distilled) water undermines viability of organisms representing various trophic levels (plants, invertebrate and vertebrate animals) as well as functions of their cells.

© ГОНЧАРУК Владислав Володимирович. Академік НАН України. Академік-секретар Відділення хімії НАН України. Директор Інституту колоїдної хімії і хімії води НАН України (Київ).

АРХИПЧУК Віктор Володимирович. Старший науковий співробітник, завідувач лабораторії біомаркерів і біотестування того ж інституту. 2002.