

## ЩОДО ТОКСИЧНОСТІ ХЛОРОВАНОЇ ВОДОПРОВІДНОЇ ВОДИ

Якубчак О. М., Загребельний В. О., Адаменко Л. В.,

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Проблема наукового обґрунтування та вдосконалення системи вимог до якості та безпечності питної води для здоров'я людини є надзвичайно актуальною. Так, основними проблемами стосовно безпечності та якості питної води в Україні є, як правило, незадовільний санітарно-гігієнічний стан поверхневих і підземних джерел питного водопостачання, відсутність зон санітарної охорони, техногенне забруднення природних водойм, зношеність водопровідних і каналізаційних мереж тощо. Для поліпшення питного водопостачання населення необхідним є прийняття законів і цільових програм; удосконалення нормативно-методичної бази з гігієни води та санітарної охорони поверхневих і підземних вод; координація діяльності зацікавлених служб і відомств; впровадження методології оцінки ризику для здоров'я населення від вживання недоброякісної питної води; удосконалення системи соціально-гігієнічного моніторингу [1].

Основними міжнародними документами, що регламентують вимоги до якості питної води є рекомендації ВООЗ [2] і Директива 98/83 з питної води країн ЄС [3]. Необхідно зазначити, що нині існує велика кількість гігієнічних нормативів для найбільш небезпечних хімічних сполук, що трапляються у воді найчастіше [3, 5].

Для зниження біологічного ризику використання води винайдено різні способи її знезараження: фізичні, хімічні тощо. Найбільш широке застосування в Україні має хлорування води. Хлор, який використовують для знезараження води, з одного боку, руйнує значну кількість органічних сполук, а з іншої є надзвичайно небезпечним токсикантом, який проявляє токсичні властивості для лабораторних тест-об'єктів. Нині досить часто тест-об'єктами визначення токсичності є культури клітин, зважаючи на їх досить високу чутливість до дії токсикантів, адекватну чутливості живих організмів, відтворюваність результатів тощо.

**Метою** наших досліджень було встановлення токсичності водопровідної питної води для культур клітин людини.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження гострої цитотоксичності води для культур клітин людини проводили за нормативними документами INVITTOX [6, 7]. Гостру цитотоксичність водопровідної хлорованої води оцінювали трьома основними тестами: метилтетразолієвим тестом (МТТ), фарбуванням нейтральним червоним (NRP) і тестом із сульфородаміном Б.

Дослідження проводили *in vitro* на культурах клітин: НК (нормальні кератиноцити шкіри людини), А-549 (епітеліоподібні клітини аденокарциноми легень людини), НЕК (нирки ембріону людини), які отримували з Банку клітинних ліній ІЕПОР ім. Р.Є. Кавецького Національної академії наук України.

**Результати досліджень.** Для оцінки динаміки токсичності водопровідної хлорованої води, яка відповідала вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10, проби досліджувалися через 2, 6, 24 та 48 год після їх відбору (табл. 1).

Також визначення токсичності води здійснювали після звільнення від залишкового хлору шляхом відстоювання та активної аерації за допомогою мікрокомпресора впродовж 3 годин.

Таблиця 1 – Оцінка гострої цитотоксичності водопровідної води

Початок експозиції, год. після відбору	Кількість життєздатних клітин, %			Середня токсичність, %
	А-549	НЕК	НК	
Свіжо відібрана	24,3±2,6*	16,7±3,1***	19,5±2,8	20,16±2,9
2,0	26,9±1,9	21,6±3,1*	24,1±2,6	24,2±2,8*
6,0	41,3±4,3	34,2±4,2	36,8±3,2	37,4±3,9
24,0	81,2±5,9***	76,8±5,6*	89,2±4,3	82,4±5,1
48,0	91,3±4,5	89,4±6,4	95,3±5,8	92±5,7
Після аерації	85,2±5,1	71,3±8,1	86,7±4,7***	81,06±6,4**

**Примітки:** \* – P < 0,05; \*\*P < 0,01; \*\*\* – P < 0,001 – відносно контролю

Установлено, що при внесенні свіжо відібраної водопровідної води спостерігалися повна деструкція моношару, склеювання клітин, грануляція цитоплазми та руйнування морфологічної структури клітин. Причому загибель виявлена вже через 2 год. після внесення досліджуваних проб у живильне середовище.

Кількість клітин, які залишилися живими, при внесенні свіжо відібраної води до живильного середовища, за результатами дослідження на трьох лініях клітин складає 20,16±2,9 %. Причому найбільшу токсичність свіжо відібрана водопровідна вода проявляє на клітини ниркового походження. Наші дані є підтвердженням раніше отриманих наукових даних щодо високого шкідливого впливу хлорованої води на сечостатеву систему людини, зокрема нирки та сечовий міхур. Згідно літературних даних існує пряма залежність між кількістю онкологічних захворювань сечового міхура та ступенем хлорування води – чим вища кількість хлору у воді на певній території, тим більша кількість онкологічно хворих людей.

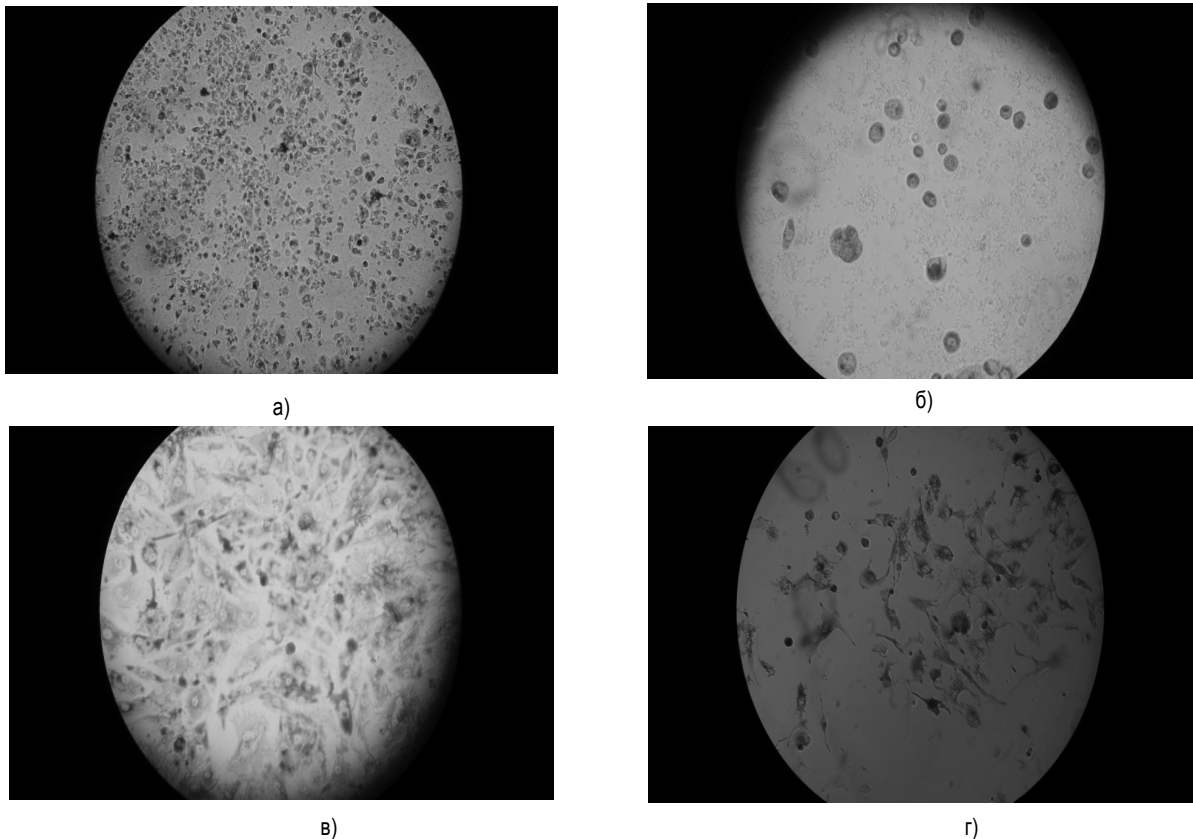
Деяко нижча токсичність свіжо відібраної водопровідної води на клітини шкірного (19,5±2,8 %) та легеневого походження (24,3±2,6 %) (рис. 1, а, б).

Тенденція вищої токсичності водопровідної води на культуру клітин ниркового походження підтверджується й дослідженнями її після відстоювання через 2, 4, 24 та 48 год.

Цитотоксичність водопровідної води є досить високою після відстоювання навіть впродовж 6 год. Кількість клітин, які вижили, не перевищує 50 % для всіх досліджуваних ліній клітин. Найвищим цей показник є для клітин легеневого походження (41,3±4,3 %) (рис. 1, в, г).

При внесенні водопровідної води у живильне середовище для культивування культури клітин спостерігали округлення, роз'єднання клітин моношару, відторгнення їх з поверхні дна лунок з наступною загибеллю.

Після відстоювання протягом 24 год. водопровідна вода, внесена до живильного середовища, спричиняє загибель близько 25 % клітин ниркового походження та близько 10–20 % – легеневого та ниркового походження.



**Рис. 1.** Культура клітин A-549 на другу добу після внесення проб води: а) контроль (NRP) (Ч80); б) після внесення свіжо відібраної водопровідної води (NRP) (Ч100); в) контроль (МТТ, Ч200); г) після внесення водопровідної води після відстоювання протягом 6 год. до ростового середовища (МТТ) (Ч200).

Не досягає значень показників контролю виживаність клітин при внесенні до живильного середовища проб води навіть при відстоюванні протягом 48 год.

Водопровідна вода після аерації протягом 3 год. також володіє цитотоксичністю. Так, кількість клітин, які вижили, за узагальненими результатами досліджень на трьох культурах клітин, складає  $81,06 \pm 6,4\%$  ( $P < 0,01$ ). Причому найбільш токсичними ці проби є для клітин ниркового походження (кількість клітин, які вижили –  $71,3 \pm 8,1\%$ ). Разом з тим, варто зазначити, що активна аерація протягом 3 год. призводить до зниження цитотоксичності водопровідної води до показника її токсичності після відстоювання протягом 24 год.

Зниження цитотоксичності водопровідної води за активної аерації підтверджує припущення про те, що цитотоксичність водопровідної води зумовлена наявністю у ній вільного хлору та хлорвмісних летких речовин.

**Висновки.** Хлорована водопровідна вода чинить токсичну дію на культури клітин людини, тому застосування її після хлорування можливе лише за активної аерації або відстоювання в належних гігієнічних умовах упродовж 24 год.

#### *Список літератури*

1. Онищенко, Г.Г. Проблемы качества питьевой воды в Российской Федерации и пути их решения [Текст] // Водоснабжение и санитарная техника / Г.Г. Онищенко. – 2010. – № 12. – С. 13–15.
2. Руководство по контролю качества питьевой воды. Уровни рекомендуемых величин [Текст]. – Женева, 1994. – 255 с.
3. Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption [Text] // Official Journal of the European Communities. – 1998. – 54 p.
4. СанПиН 4630-88. Санитарные требования и нормативы охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. – М., 1988.
5. ДСанПіН Допустимые уровни содержания пестицидов в сельскохозяйственном сырье, пищевых продуктах, воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе, воде водоемов, почве : пост. №15, утв. МЗ Украины 10.06.95 г.
6. Подунова, Л.Г. Альтернативные методы исследования (экспресс-методы) для токсикологической оценки материалов, изделий и объектов окружающей среды [Текст] : метод. пособие / Л.Г. Подунова. – М., 1999. – 108 с.
7. In Vitro Cytotoxicity Test Methods for Estimating Acute Oral Systemic Toxicity [Electronic resource]. – November, 2006. – Access mode : URL: [http://iccvam.niehs.nih.gov/methods/acutetox/inv\\_nru\\_brd.htm](http://iccvam.niehs.nih.gov/methods/acutetox/inv_nru_brd.htm). – Title from the screen.

#### **REGARDING TOXICITY OF CHLORINATED TAP WATER**

***Iakubchak O.M., Zagrebelnyi V.O., Adamenko L.V.***

*National University of Life and Environmental Science of Ukraine, Kyiv*

*There has been proved that tap chlorinated water exhibits cytotoxic effects on cultures of human cells. Cytotoxicity was determined by the presence in it of free chlorine and chlorine-containing volatiles.*