

11. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis // Brain Research Reviews. 1999. Vol. 29, Issue 2-3. P. 169–195. doi: [http://doi.org/10.1016/s0165-0173\(98\)00056-3](http://doi.org/10.1016/s0165-0173(98)00056-3)

Дата надходження рукопису 10.05.2018

Раковець Оксана Юрївна, викладач, Луцький педагогічний коледж, пр. Волі, 36, м. Луцьк, Україна, 43010
E-mail: oksana.fed88@gmail.com

Кузнєцов Ілля Павлович, кандидат біологічних наук, доцент, кафедра фізіології людини і тварин, Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, пр. Волі, 13, м. Луцьк, Україна, 43025

Осип Марія Анатоліївна, викладач, Луцький педагогічний коледж, пр. Волі, 36, м. Луцьк, Україна, 43010

Коцан Ігор Ярославович, доктор біологічних наук, професор, ректор, кафедра фізіології людини і тварин, Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, пр. Волі, 13, м. Луцьк, Україна, 43000

УДК 614.777:628.112:351.77

DOI: 10.15587/2519-8025.2018.135625

ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДОПРОВІДНИХ ПИТНИХ ВОД ЗА САНІТАРНО-ХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ У МАЛОВОДНИХ РЕГІОНАХ УКРАЇНИ

© О. В. Зоріна

Метою дослідження було гігієнічну оцінку якості водопровідних питних вод України за санітарно-хімічними показниками у регіонах, де використовуються питні води некондиційні підземні або великих водоводів. При проведенні досліджень використані методи: санітарно-хімічні, гігієнічного моніторингу, математичної статистики. Встановлено, що для забезпечення маловодних регіонів України водопровідною питною водою використовують підземні води або комбіноване водопостачання (воду великих водоводів і місцевих джерел). У ряді областей України вода централізованого питного водопостачання з підземних джерел має некондиційну якість, що обумовлено наступними показниками: нітрати, фтор, сухий залишок, загальна жорсткість, хлориди, сульфати, залізо, марганець. Зазначені показники перевищують гігієнічні нормативи у 2-4,6 разів. Кількість показників у підземній воді, рівні вмісту яких не відповідають чинним гігієнічним вимогам, може варіювати від 1-2 до 6-8 та у середньому становити 5. При використанні комбінованого водопостачання у питній воді КП «Бердянськводоканал» виявлено максимальний вміст: нікелю – 10ГДК, селену – 5ГДК, перманганатної окиснюваності – 1,2ГДК (через забруднення води перед транспортуванням по великому водоводу), сухого залишку – 3,5ГДК, загальної жорсткості – 3,9ГДК, сульфатів – 7,8ГДК, забарвленості – 2ГДК, перманганатної окиснюваності – 1,4ГДК (через забруднення води місцевого поверхневого вододжерела). Підтверджено доцільність впровадження мембранних технологій для очищення водопровідної питної води. З метою розв'язання кризи у сфері питного водопостачання з урахуванням європейського законодавства слід: удосконалити національне водне законодавство щодо захисту водних об'єктів від забруднення та оцінки якості питних вод, а також впровадити ефективні сучасні технології водопідготовки та оснастити вимірювальні лабораторії
Ключові слова: водопровідна питна вода, нестандартна якість, підземні води, маловодні регіони

1. Вступ

Після набрання чинності Угоди про асоціацію Україна зобов'язується поступово наблизити своє законодавство до законодавства ЄС у встановлені терміни, надати об'єктивну оцінку стану питного водопостачання та можливих шляхів його поліпшення для планування подальшої модернізації цієї сфери за рахунок інвестицій. Дана робота виконувалася на виконання проекту "Підтримка України в апроксимації європейського законодавства" («Support to Ukraine in approximation of the EU environmental acquis») «APENA проект» з метою імплементації в Україні

Директиви 98/83/ЄС щодо води, призначеної для споживання людиною (зі змінами 2015 року).

2. Літературний огляд

Відповідно до стандартів ООН, Україна за сумарними запасами власних поверхневих і підземних водних ресурсів належить до малозабезпечених держав. Водні ресурси країни розподілені нерівномірно, причиною віддаленості деяких міст і промислових агломерацій від джерел воозабезпечення є різні умови їх формування [1]. Для забезпечення водою маловодних районів в Україні збудовано канали

та великі водоводи, через які здійснюється перерозподіл стоку основних річок. Наприклад, тільки на р. Дніпро створено 6 великих водосховищ (Київське, Канівське, Кременчуцьке, Кам'янське, Дніпровське, Каховське), 5 основних каналів (Каховський, Дніпро-Донбас, Дніпро-Інгулець, Дніпро-Кривий Ріг, Північнокримський) та 3 основні великі водоводи (Дніпро-Біла Церква, Дніпро-Донбас-Харків, Дніпро-Кіровоград). Для забезпечення промислово-питного водопостачання великого індустріального центру Донецької області був побудований канал Сіверський Донець-Донбас та Перший та Донецькі водоводи, для Одеської області – Дунай-Сасик. За рахунок перерозподілу водних ресурсів суттєво підвищився рівень водозабезпечення АР Крим (у 3 рази), Херсонській (у 5,5 разів), Кіровоградській (12,5 разів), Дніпропетровської (у 3 рази) областей [2].

В Україні виявляються регіони, де підземні води практично відсутні [3], у деяких використовують змішане водопостачання з використанням невеликої частки артезіанської води (10–15 %) [4]. Відповідний підхід застосовано для водопостачання міст Донецької області, населення яких складає 5 млн. осіб. Вода для цього регіону надходить через канал Сіверський Донець-Донбас. У деяких місцях має місце використання одночасно підземних вод як альтернативних джерел питного водопостачання. ГОКП «Донецькобводоканал» експлуатує близько 67 підземних джерел, більшість з яких мають понаднормативний солевміст, обумовлений природним складом, зокрема: залізо (4,3 мг/л), нітрати (145 мг/л), фтор (4,3 мг/л), марганець (0,3 мг/л), хлориди (1440 мг/л), сульфати (1790 мг/л), рівень мінералізації (3500 мг/л).

У багатьох регіонах виявляються підземні води невідповідної якості через природні або антропогенні чинники. Внаслідок інтенсивної експлуатації підземних вод утворилися депресійні воронки в долині р. Сіверського Донця та м. Києва, Полтави, Харкова, Мелітополя. Гірничо-добувна промисловість спричиняє дренавання водоносних горизонтів у Західному Донбасі, Кривбасі, південно-західній частині Запорізької області, Нікопольському марганцево-рудному басейні. Шахтні води підвищеної мінералізації дренаються в нижні горизонти і мігрують на великі відстані засолюючи прісні води Півдня та родючі ґрунти. Підземні води забруднюються внаслідок скидів неочищених стічних вод та антропогенної діяльності людини. Найбільш забруднені підземні води на Донбасі, в Придніпров'ї, АР Крим. Ряд забруднюючих речовин перевищують у декілька разів їхні ГДК, зокрема: фенолів, ціанідів, роданідів, а також мінеральних речовин тощо. Технології очищення питних вод, що використовуються на водопровідних станціях України, не в змозі за таких умов довести до необхідних вимог якості питної води [3]. Свого часу, враховуючи недостатність питної води відповідної якості та відсутність альтернативних джерел, було дозволено тимчасово до впровадження відповідних заходів використовувати підземну воду нестандартної якості за вмістом мінеральних речовин. Однак, зазначена ситуація не змінювалася декілька десятиліть [5]. На сьогодні видача дозволів призупинена,

але постачання населенню водопровідних питних вод, якість яких не відповідає вимогам законодавства проводиться. Результати наукових досліджень свідчать про негативний вплив питних вод, якість яких не відповідає гігієнічним вимогам за вмістом мінеральних речовин, в першу чергу, на стан здоров'я дитячого та підліткового населення [6–8].

Основними забруднювачами річкових вод є: органічні речовини, феноли, завіслі речовини, залізо загальне, нафтопродукти, сполуки азоту, фосфору, СПАР, мікроорганізми [3, 9]. Нестандартна якість питної води в Україні пов'язана як із санітарно-хімічними, так і з мікробіологічними показниками. Через що протягом останнього 10-ліття в країні офіційно зареєстровано 61 спалах гострих кишкових інфекцій, пов'язаних із водним фактором передачі збудника [10].

Отже, на сьогодні є актуальним оцінити стан питного водопостачання у найпроблемніших регіонах з дефіцитом якісних питних вод у сучасних умовах з метою удосконалення законодавства та розробки профілактичних заходів для запобігання захворюваності населення.

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження – гігієнічна оцінка якості водопровідних питних вод України за санітарно-хімічними показниками у регіонах, де використовуються питні води некондиційні підземні або великих водоводів.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

1. Проаналізувати технологічні підходи, що використовуються для забезпечення споживачів водопровідною питною водою у маловодних регіонах.
2. Встановити перелік показників якості водопровідних питних вод, що не відповідають гігієнічним вимогам, та рівні їх невідповідності.
3. Запропонувати з урахуванням вимог європейського законодавства шляхи виходу із кризи у цій сфері.

4. Матеріали та методи

Проаналізовано якість 413-ти водопровідних питних вод України з підземних джерел питного водопостачання протягом 2002–2006 рр. Розглянуто матеріали Держсанепідслужби України за 2000–2016 р. щодо якості водопровідних питних вод України, а також результати моніторингових досліджень якості вихідних та питних вод водоканалів України (КП «Бердянськводоканал», КП «Маріупольське виробниче управління водопровідно-каналізаційного господарства»), нормативні документи: «Технологічний регламент роботи споруд з підготовки питної води державного міжрайонного підприємства водопровідно-каналізаційного господарства «Дніпро – Західний Донбас», «Технологічний регламент роботи очистки споруд водопроводу комунального підприємства «Бердянськводоканал», ТЕО «Альтернативна схема водопостачання м. Маріуполь» (розробник - ТОВ «Донецький інститут води»). Якість водопровідних питних вод оцінювалася за близько 30 санітарно-хімічними показника-

ми згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Використовувалися стандартизовані методи санітарно-хімічного аналізу. Проаналізовано вимоги ДСанПіН 2.2.4-171-10 та Директиви 98/83/ЄС щодо води, призначеної для споживання людиною. Методи, що були використані: санітарно-хімічні, експертної оцінки, гігієнічного моніторингу, нормативно-пошуковий.

5. Результати досліджень та їх обговорення

На сьогодні через відсутність альтернативних джерел питного водопостачання у деяких регіонах України населенню постачається водопровідна питна вода з підземних джерел питного водопостачання, якість якої за деякими показниками не відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води, призначеної для споживання людиною». За результатами санітарно-хімічних досліджень встановлено, що відхилення від гігієнічних нормативів мають дев'ять санітарно-хімічних показників (табл. 1).

Серед зазначених показників у табл. 1 тільки нітрати та фториди мають санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості та відносяться до показників, що не можуть мати понаднормативний вміст згідно з Директивою 98/83/ЄС, інші – до «індикаторних», однак їх рівень часто перевищує той, що гарантує безпечне постійне споживання. У підземних водах у понаднормативних кількостях виявляються, насамперед, одночасно декілька показників, що ускладнює оцінку якості питної води за «індикаторними» показниками. Їх кількість може варіювати від 1–2 до 6–8 та у середньому становити 5 показників. Зазначені показники перевищують гігієнічні нормативи у 2–4,6 разів. Відповідні забруднення мають зазвичай природне походження та виявляються у багатьох населених пунктах практично всіх областей України понад 30-ти років.

Майже 80 % населення України споживає питну воду, виготовлену з дніпровської води [4]. Відповідна водопровідна питна вода використовується

у населених пунктах, що розташовані безпосередньо на березі цієї річки або постачається на далекі відстані каналами, а потім ще й водоводами (час транспортування води може бути більше тижня). У маловодних регіонах, як правило, використовують комбіноване водопостачання, що передбачає використання місцевих джерел на випадок аварій на водоводах (рис. 1).

В якості першого ступеню обробки води каналу, насамперед, використовують традиційну схему з обробкою коагулянтном, флокулянтном та подвійним хлоруванням. Технології водоочищення на водопровідних станціях відрізняються марками традиційних реагентів, що використовуються для обробки води, місцями та/або режимами їх вводу. В якості другого ступеню також можуть використовувати традиційне очищення з використанням коагуляції (сульфатом алюмінію) та знезараженням хлорвмісним реагентом (рідким хлором або гіпохлоритом натрію) (рис. 2).

Проаналізовано зміни якості води Каховського магістрального каналу до та після очищення на спорудах КП «Облводоканал», після транспортування по ЗГВ та очищення на спорудах КП «Бердянськводоканал». Результати досліджень свідчать про погіршення якості питної води під час транспортування по ЗГВ за наступними показниками: забарвленість (у 1,5 разів) та загальне залізо (у 1,5 разів). Чинники погіршення якості питної води: гідравлічні режими роботи магістрального водоводу, температура навколишнього середовища, невідповідний санітарний стан внутрішніх поверхонь водоводу.

Проведені дослідження води ЗГВ (рис. 2) протягом 2015-2017 рр. показали, що її якість після першого ступеню очищення та транспортування по великому водоводу відповідає гігієнічним вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10, однак періодично виявляються перевищення таких показників, як: каламутність, забарвленість, ПО, загальне залізо, марганець, нікель та селен (табл. 2).

Таблиця 1

Перелік показників якості, що мають понаднормативний вміст у водопровідних підземних питних водах

Показник	Одиниця виміру	Максимальний вміст	Норматив	Перевищення ГДК, рази
Нітрати	мг/л	180,0	50,0	3,6
Фториди	мг/л	5,5	І*≤1,5 ІІ≤1,2 ІV*≤0,7	3,7 4,6
«Індикаторні» показники згідно з Директивою 98/83/ЄС				
Загальна жорсткість	моль/л	35,0	7,0–10,0	3,5–5,0
Сухий залишок	мг/л	3840	1000–1500	2,6–3,8
Сульфати	мг/л	1347,0	250–500	2,7–5,4
Хлориди	мг/л	1521,0	250–350	4,4–6,1
Залізо	мг/л	3,9	0,2–1,0	2,0–3,9
Марганець	мг/л	1,0	0,05–0,5	2,0–20,0
Амоній	мг/л	7,8	0,5–2,6	3,0–15,6

Примітка: * кліматична зона згідно з ДБН 360-92

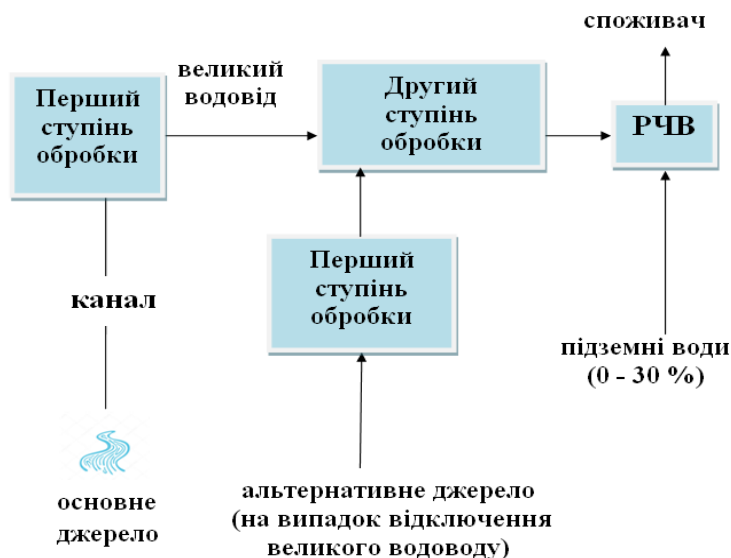


Рис. 1. Загальна схема водопостачання у разі використання води з великих водоводів та каналів

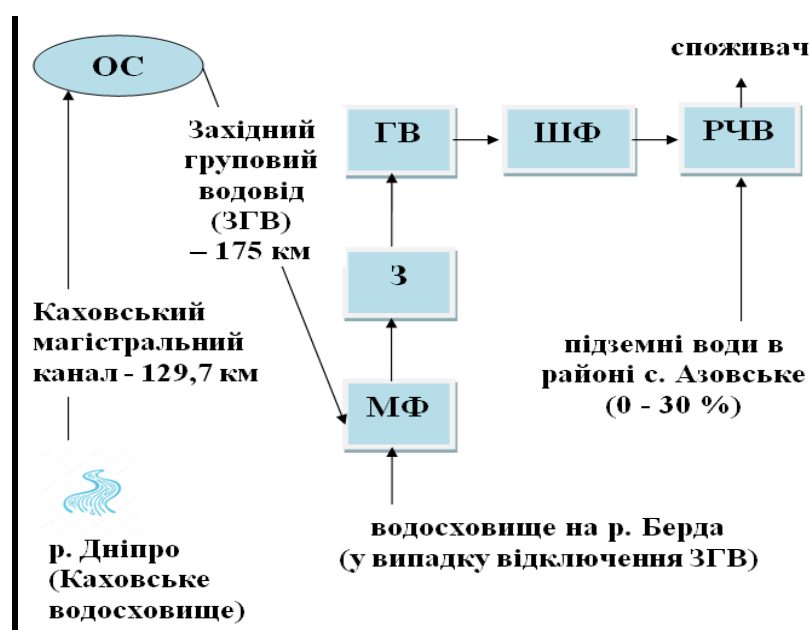


Рис. 2. Схема водопостачання КП «Бердянськводоканал»: ОС – очисні споруди першого ступеню обробки КП «Облводоканал», МФ – мікрофільтр, З – змішувач; ГВ – горизонтальний відстійник, ШФ – швидкий фільтр; РЧВ – резервуар чистої води

Таблиця 2

Якість водопровідної питної води після транспортування ЗГВ та перед другим ступенем очищення (за проблемними показниками, що були виявлені після другого ступеню очищення)

Показник, одиниця виміру	Вміст у питній воді			Норматив
	min	max	med, M±m, n=36	
Смак, бал	1,00	2,00	1,97±0,03	≤ 2
Каламутність, мг/л	0,15	1,74	0,41±0,05	≤ 0,58 (2)
Забарвленість, град.	9,36	39,01	15,75±0,89	≤ 20 (35)*
ПО, мг/л	4,40	6,80	5,75±0,11	≤ 5,0
Амоній, мг/л	0,03	0,12	0,08±0,004	≤ 0,5 (2,6)*
Залізо, мг/л	0,03	0,98	0,23±0,03	≤ 0,2 (1,0)*
Марганець, мг/л	0,007	0,1	0,02±0,004	≤ 0,05 (0,5)*
Нікель, мг/л	0,01	0,21	0,03±0,005	≤ 0,02 (0,1)**
Селен, мг/л***	0,005	0,06	0,012±0,04	≤ 0,01

Примітка: min – мінімальний вміст показника; max – максимальний вміст показника; med – середній вміст показника; * – норматив, що може бути дозволений згідно з вимогами європейського та українського законодавства; ** – норматив був чинний в Україні до 2010 р.; *** – дані лише за 2017 р.

Якість водопровідної питної води після другого ступеню обробки перед надходженням у розподільну мережу споживачів відповідає гігієнічним вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10, однак пе-

ріодично виявляються перевищення таких показників, як: смак, каламутність, забарвленість, ПО, амоній, загальне залізо, марганець, нікель та селен (табл. 3).

Таблиця 3

Виявлені проблемні показники якості водопровідної питної води після транспортування ЗГВ та другого ступеню очищення

Показник, одиниця виміру	Вміст у питній воді			Норматив
	min	max	med, M±m, n=36	
Смак, бал	1,00	3,00	1,97±0,05	≤ 2
Каламутність, мг/л	0,13	0,85	0,25±0,03	≤ 0,58 (2)
Забарвленість, град.	6,43	21,64	11,48±0,56	≤ 20 (35)*
ПО, мг/л	3,68	6,16	5,16±0,11	≤ 5,0
Амоній, мг/л	0,01	0,62	0,08±0,02	≤ 0,5 (2,6)*
Залізо, мг/л	0,06	0,25	0,14±0,01	≤ 0,2 (1,0)*
Марганець, мг/л	0,0025	0,10	0,03±0,004	≤ 0,05 (0,5)*
Нікель, мг/л	0,01	0,20	0,02±0,01	≤ 0,02 (0,1)**
Селен, мг/л***	0,003	0,05	0,01±0,004	≤ 0,01

Примітка: min – мінімальний вміст показника; max – максимальний вміст показника; med – середній вміст показника; * – норматив, що може бути дозволений згідно з вимогами європейського та українського законодавства; ** – норматив був чинний в Україні до 2010 р.; *** – дані лише за 2017 р.

Виявлено, що водоочисні споруди другого ступеню очищення поліпшують якість вихідної води за вмістом: каламутності, забарвленості та загального заліза і практично не поліпшують ПО (максимальний вміст – 6,2 мг/л), марганець (максимальний вміст – 0,1 мг/л), нікель (максимальний вміст – 0,03 мг/л) та селен (максимальний вміст – 0,05 мг/л). Виявлено, що зазначені забруднення майже постійно виявляються у питній воді та періодично надходять у понаднормативних кількостях через очисні споруди до споживачів з питною водою. Враховуючи результати наших попередніх досліджень щодо екологічної оцінки якості води р. Дніпро (вздовж русла та протягом 20-ти років) та вимоги європейського законодавства, можливо прийняти рішення щодо підняття нормативу для ПО (5 мг/л) у питній дніпровській воді, але за визначених науково обґрунтованих умов.

Встановлено, що у випадку аварій на ЗГВ (рис. 2) для питного водопостачання населення максимум 90 днів на рік використовується вода альтернативного джерела після очищення - водосховища на р. Берда (виявлено у лютому, березні та листопаді 2016 р.). При цьому якість питної води у споживачів не відповідає гігієнічним вимогам щодо вмісту мінеральних, органічних речовин та іонів важких металів. Наприклад, у листопаді у питній воді РЧВ виявлено понаднормативний вміст: загальної жорсткості (27,6 ммоль/л), ПО (6,16 мг/л), сульфатів (1945,2 мг/л), сухого залишку (3457,4 мг/л), нікелю (0,03 мг/л). За даними технологічного регламенту виробника питних вод, у межах водозбірної площі водосховища відсутні крупні промислові підприємства із скидами стоків, підвищенню мінералізації води річки сприяє літологічний склад порід у її басейні та високомінералізовані підземні води.

Подібна ситуація склалася й в м. Маріуполі та прилеглих до нього селищах. Маріуполь є одним із кінцевих пунктів у існуючій централізованій системі водопостачання Донецької області, що складається з

3-х гідротехнічних споруд: 1 – канал «Дніпро-Донбас» (починається у Кам'янському водосховищі); 2 – канал «Сіверський Донець – Донбас» (канал «Дніпро-Донбас» поповнює басейн Сіверського Донця водами Дніпра); 3 – Південно-Донбаський водовід (поєднує канал «Сіверський Донець – Донбас» та Старо-Кримську фільтрувальну станцію КП «Компанія «Вода Донбасу» у Маріуполі). До цього водопроводу підключені також інші населені пункти. Отже, водопостачання населених пунктів здійснюється з води Південно-Донбаського водоводу (42 %), що бере початок із каналу «Сіверський Донець-Донбас», і Старо-Кримського водосховища на р. Кальчик (58 %), що має підвищену мінералізацію. Якість води, що постачається споживачам із фільтрувальної станції залежить від співвідношення цих вод. Протягом 2013 – 2017 рр. виявлено наступні проблемні санітарно-хімічні показники якості водопровідної питної води: загальна жорсткість – до 25 моль/л, сульфати – 1594,2 мг/л, сухий залишок – 2936,0 мг/л. З початком бойових дій в червні 2014 р. Південно-Донбаський водовід неодноразово було виключено через пошкодження, зокрема, м. Маріуполь не має альтернативних джерел питного водопостачання. На сьогодні після проведення техніко-економічного обґрунтування щодо можливих місцевих джерел питного водопостачання м. Маріуполь (р. Сіверський Донець, Дніпро, Кальчик, Кальміус, каптаж, Азовське море) ТОВ «Донецький інститут води» запропоновано побудувати альтернативну схему питного водопостачання міста з використанням води р. Кальміус, якість якої не відповідає вимогам до джерел питного водопостачання (згідно з СанПіН 4630-88, що було скасовано), за допомогою технології з використанням наступних методів: мікрофільтрація, ультрафільтрація, зворотний осмос, знезараження сумішшю оксидантів. Розробка технологічної схеми очистки води виконана із залученням спеціалістів компанії Pentair X-Flow BV (Енсхеде, Нідерланди). Максимальна потреба міста у питній воді – 267 тис. м³/добу.

В Україні вже є досвід впровадження мембранної технології очищення питної води (з використанням нанофільтрації) на водопровідній станції великої потужності. За нашою участю після проведення у 2008–2010 рр. токсиколого-гігієнічних, пілотних, напівпромислових досліджень в м. Алчевськ застосовується відповідна промислова технологія підготовки питної води з Ісаківського мінералізованого водосховища, забрудненого шахтними водами. Попередньо проведений моніторинг якості води джерела питного водопостачання, пілотні та промислові випробування технології водопідготовки дозволили обґрунтувати технологічні параметри, за яких вода Ісаківського водосховища за фізико-хімічними та мікробіологічними показниками набуває якості питної.

До скасування СанПіН 4630-88 «Санитарные правила охраны поверхностных вод от загрязнения» українським законодавством не було передбачено можливість використання для питного водопостачання вододжерел, незахищених від забруднень. Згідно з Директивою 98/83/ЄС щодо води, призначеної для споживання людиною, що підлягає імплементації в Україні, питну воду можливо виробляти з джерел, що не захищені від забруднень, за допомогою застосування належних водоочисних заходів перед постачанням питної води. Таким чином, на сьогодні у регіонах з дефіцитом питних вод доцільно впроваджувати мембранні технології для очищення водопровідних питних вод з місцевих вододжерел.

6. Висновки

1. Встановлено, що у маловодних регіонах України, де відсутні води питної якості або відповідної кількості з місцевих вододжерел, для централізованого питного водопостачання використовують некондиційні підземні води або комбіноване водопостачання (з використанням вод каналів, великих водоводів та місцевих джерел). Через відсутність альтернативних систем питного водопостачання, сучасних ефективних технологій водопідготовки та впровадження жорсткіших вимог Директиви 98/83/ЄС (щодо деяких показників) якість водопровідної підземної та/або поверхневої питної води періодично або постійно за деякими показниками не відповідає гігієнічним вимогам, у тому числі, через геологічні особливості будови гідрологічної мережі України та

у деяких населених пунктах, є небезпечною для здоров'я споживачів.

2. У разі використання комбінованого водопостачання (води питної великих водоводів та із місцевих вододжерел) якість питної води у споживачів може мати відхилення від гігієнічних вимог через забруднення місцевих джерел та/або вихідної води перед транспортуванням по великому водоводу. Виявлено погіршення якості питної води під час транспортування по Західному груповому водоводу за наступними показниками: загальне залізо (у 1,5 разів) та забарвленість (у 1,5 разів). У питній воді КП «Бердянськводоканал» перед надходженням у розподільну мережу виявлено максимальний вміст: нікелю – 10ГДК, селену – 5ГДК, перманганатної окиснюваності – 1,2ГДК (через забруднення води перед транспортуванням по великому водоводу), сухого залишку – 3,5ГДК, загальної жорсткості – 3,9ГДК, сульфатів – 7,8ГДК, забарвленості – 2ГДК, перманганатної окиснюваності – 1,4ГДК (через забруднення води місцевого поверхневого вододжерела). Підтверджено доцільність впровадження мембранних технологій для очищення питної води.

3. Встановлено, що у водопровідних водах некондиційної якості з підземних джерел питного водопостачання здебільшого не відповідає гігієнічним вимогам вміст 9-ти показників (сухий залишок, загальна жорсткість, хлориди, сульфати, залізо, марганець, нітрати, фтор), серед яких два показники мають санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості (нітрати та фтор). Зазначені показники перевищують гігієнічні нормативи у 2-4,6 разів. Відповідні забруднення мають звичай природне походження та виявляються у багатьох населених пунктах практично всіх областей України понад 30-ти років.

4. На сьогодні в країні найактуальнішим є впровадження заходів з охорони вод джерел питного водопостачання від антропогенного забруднення, а у регіонах з дефіцитом питних вод альтернативних систем питного водопостачання з використанням місцевих вододжерел та сучасних технологій водоочиснення. З урахуванням європейського законодавства слід удосконалити національне водне законодавство щодо оцінки якості питних вод, створити сучасні вимірювальні лабораторії та запровадити державний контроль якості природних та питних вод.

Література

1. Стратегія використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання. Т. 1 / Ставицький Е. А. та ін. Чернівці: Букрек, 2011. 348 с.
2. Паламарчук М. М., Закорчевна Н. Б. Водний фонд України: дов. пос. Київ: Ніка-Центр, 2001. 392 с.
3. Основи екології / ред. Бардов В. Г., Федоренко В. І. Київ: Нова книга, 2013. 424 с.
4. Прокопов В. О. Питна вода України: медико-екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти. Київ: Медицина, 2016. 400 с.
5. Марковский Ю. Е. Экологическое состояние природных вод Донбасса: мат. IV міжнар.-пр. інтерн.-конф. // Наука в информационном пространстве. 2008. URL: http://www.confcontact.com/2008oktInet_tezi/gg_markovsky.php
6. Ворохта Ю. М. Гігієнічна оцінка впливу мінерального складу питних вод на здоров'я населення: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Київ, 2007. 23 с.
7. Прокопов В. О., Липовецька О. Б. Вплив мінерального складу питної води на стан здоров'я населення (огляд літератури) // Гігієна населених місць. 2012. № 59. С. 63–74.
8. Липовецька О. Б. Вплив довготривалого споживання некондиційної за мінеральним складом питної води на формування неінфекційної захворюваності населення та розробка профілактичних заходів: дис. ... канд. мед. наук. Київ, 2016. 177 с.
9. Голодовська О. Я., Ковальчук О. З. Спостереження за станом поверхневих вод основних річкових басейнів Львівської області. 2009. URL: <http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/2580/1/50.pdf>

10. Мокиєнко А. В., Петренко Н. Ф., Гоженко А. И. Обеззараживание воды. Гигиенические и медико-экологические аспекты. Диоксид хлора. Т. 2. Одесса: ТЭС, 2012. 605 с.

Рекомендовано до публікації д-р біол. наук Бузинним М. Г.
Дата надходження рукопису 08.05.2018

Зоріна Олеся Вікторівна, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник, Лабораторія гігієни природних, питних вод, Державна установа «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва Національної академії медичних наук України», вул. Попудренка, 50, м. Київ, Україна, 02094
E-mail: wateramnu@ukr.net

УДК 577.34:574.64:504.453

DOI: 10.15587/2519-8025.2018.135657

ВПЛИВ АМОНІАКУ ВОД ПОВЕРХНЕВИХ ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ НА ЇХ ТОКСИЧНІСТЬ ДЛЯ *RANA RIDIBUNDA* (PALLAS, 1771)

© Е. О. Аристархова, Л. Д. Романчук, Є. М. Данкевич, О. П. Житова

Мета. Виявлення впливу амоніаку вод поверхневих джерел водопостачання на формування їх токсичності, визначеної за показниками рухової активності молоді жаби озерної (*Rana ridibunda* Pallas, 1771).

Методи. Біотестування проводили методом «time sampling» (миттєвого визначення) з попереднім експонуванням особин 12 год ($n=30$) у дослідних пробах води, відібраних з водосховища Денишівського і водозабору Відсічне р. Тетерів, а також у пробах відстояної водопровідної води у якості контролю. Індекси токсичності вод розраховували за реакціями типової та нетипової рухомості особин. Вміст амоніаку визначали фотометричним методом з реактивом Несслера. Кореляційний і регресійний аналіз здійснювали за стандартною комп'ютерною програмою *MO Excel 2003*.

Результати. Встановлено ефекти впливу амоніаку на токсичність дослідних вод, що підтверджується отриманими за 3-річний термін значеннями коефіцієнтів детермінації (R^2 на рівні 0,3893 для водосховища і 0,2814 для водозабору) та кореляції (r середнього ступеня 0,6240 і 0,5305 відповідно). Побудовано графіки, виражені рівняннями прямолінійної регресії ($y=52,535x+16,207$ та $y=50,917x+21,067$), за якими можливо окремо для водосховища та водозабору прогнозувати рівні токсичності вод щодо вмісту у них амоніаку.

Висновки. Виявлено кореляційні зв'язки індексів токсичності дослідних вод з вмістом амоніаку, які у 2014-му році (0,6939 – у водосховищі Денишівському та 0,6803 – у водозаборі Відсічне) досягли більшого ступеня, ніж у 2012-му (0,6413 та 0,4281) та 2013-му (0,6556 та 0,5083) роках відповідно, що обумовлено посиленням процесів амоніфікації. Зафіксовано тенденцію зростання сили впливу амоніаку (з 41,12 до 48,15 % у водах водосховища та з 18,33 до 46,28 % – водозабору) на токсичність цих вод. За 3-річний період досліджень засвідчено існування вірогідного впливу амоніаку на токсичність вод у водосховищі на рівні 38,93 % ($F=3,0811$; $p \leq 0,05$), а також його відсутність – у водозаборі 28,14 % ($F=1,5663$). Наведено рівняння прямолінійної регресії та графічне зображення залежностей, за якими розраховано вміст амоніаку (0,58 мг/дм³ для водосховища і 0,64 для водозабору) щодо досягнення 50 %-го рівня токсичності вод по відношенню до молоді жаби озерної

Ключові слова: токсичність вод, амоніак, *R. ridibunda*, біотестування, нетипова рухова активність, метод «time sampling»

1. Вступ

Значне антропогенне навантаження на річки і водойми, які є джерелами водопостачання населення, призводить в останні десятиліття до зниження ефективності самоочищення прісноводних екосистем, що негативно відбивається на якості їх вод та сприяє погіршенню стану існування гідробіонтів [1, 2]. Найбільше страждають водні об'єкти з уповільненим рухом води, до яких належать усі рівнинні водосховища. Так, досить часто внаслідок систематичного надходження у їх малорушливі води несанкціонованих стоків, спостерігається порушення рівноваги між процесами амоніфікації та нітрифікації, що забезпечують функціонування системи детоксикації амоніаку [1, 3].

У певній мірі цьому сприяють також затверджені в Україні менш жорсткі вимоги до вод поверхневих джерел водопостачання порівняно не тільки з європейськими нормативами, але й з українськими вимогами до вод рибогосподарського та культурно-побутового призначення. Зокрема ГДК_v амоніаку встановлено на рівні 2 мг/дм³, проте для більшості видів риб порушення життєздатності починаються, коли його вміст досягає 1 мг/дм³ [4, 5]. Така ситуація вимагає перегляду критеріїв якості поверхневих вод, що мають відповідати принципам європейських стандартів, а до їх впровадження необхідним є посилення контролю за вмістом забруднюючих речовин, нормативні значення яких у воді не відповідають жит-