

Гринчук Наталія Ігорівна, кафедра мікробіології та імунології, Навчально-науковий центр "Інститут біології і медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, пр. Академіка Глушкова, 2, м. Київ, Україна, 03127
E-mail: natali72grynchuk@gmail.com

Вринчану Ніна Олексіївна, доктор медичних наук, завідувач лабораторії, Лабораторія фармакології протимікробних засобів, Державна установа "Інститут фармакології та токсикології Національної академії медичних наук України", вул. Антона Цедіка, 14, м. Київ, Україна, 03057
E-mail: nvgrinchanu@gmail.com

Степура Лариса Григорівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра мікробіології та імунології, Навчально-науковий центр "Інститут біології і медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, пр. Академіка Глушкова, 2, м. Київ, Україна, 03127
E-mail: larisastepura@ukr.net

УДК 614.777:628.1/3

DOI: 10.15587/2519-8025.2018.129681

РЕЗУЛЬТАТИ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ПИТНИХ ВОД ФАСОВАНИХ І ДООЧИЩЕНИХ З ПУНКТІВ РОЗЛИВУ ЗА САНІТАРНО-ХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

© О. В. Зоріна

Метою дослідження було провести гігієнічну оцінку якості питних вод фасованих та з пунктів розливу для визначення санітарно-хімічних показників, що не відповідають гігієнічним вимогам, та чинників їх невідповідності з метою подальшої розробки профілактичних заходів. При проведенні досліджень використані методи: санітарно-хімічні, експертної оцінки, гігієнічного моніторингу. Виявлено, що 57 % проб питних вод з пунктів розливу та фасованих після безпосереднього встановлення обладнання або їх тривалого виробництва не відповідали гігієнічним вимогам. Кожна друга проба питної води після додаткового очищення водопровідних питних вод, в першу чергу, поверхневих джерел питного водопостачання, не відповідала гігієнічним вимогам щодо вмісту тригалогенметанів (ТГМ). Найпоширеніший метод зворотного осмосу не спроможний забезпечити вилучення з води ТГМ більше ніж на 40–60 %, що не враховується виробниками доочищених питних вод. Серед 33 вод доочищених водопровідних та 38 з підземних джерел, якість яких не відповідала гігієнічним вимогам, майже 33 % та 24 % відповідно (фактично суттєво більше) мали сухий залишок менше 100 мг/л. За частотою відхилення від гігієнічних нормативів показники якості питних вод можливо розташувати у наступний ряд: хлороформ та інші ТГМ > сухий залишок > перманганатна окиснюваність > забарвленість > амоній та нітрати > феноли > водневий показник, кремній, натрій, хлориди, йод (для питних вод, що виготовляються з водопровідних); кремній > сухий залишок > забарвленість > нітрати > лужність, марганець, водневий показник, загальна жорсткість, каламутність > загальне залізо > фтор, перманганатна окиснюваність, нітрити (для питних вод з підземних джерел). До невідповідної якості питної води приводе відсутність професійного підбору водоочисного обладнання (порушення чинних нормативних вимог щодо проведення попередніх лабораторних досліджень вихідної води, вибору раціональної схеми, технології водопідготовки) та державного нагляду за їх якістю

Ключові слова: фасована питна вода, пункти розливу, доочищення питних вод

1. Вступ

Проведення моніторингу якості питних вод є одним із базових завдань в розробці системи профілактичних заходів з охорони навколишнього середовища і здоров'я населення. Дана робота була використана для вирішення задач проекту "Підтримка України в апроксимації європейського законодавства" («Support to Ukraine in approximation of the EU environmental acquis») «APENA проєкт», що мав за мету імплементацію в Україні Директиви 98/83/ЄС «За питної води, призначеної для вживання людиною» (зі змінами 2015 року).

2. Літературний огляд

Моніторинг, що проводиться у сфері питного водопостачання, свідчить про незадовільну якість водопровідної питної води в цілому по країні і критичний її стан в окремих регіонах півдня та південного сходу [1, 2]. Одним з виходів із скрутного положення є використання альтернативного питного водопостачання, до якого належить питна вода фасована та з пунктів розливу [3, 4]. Однак, у разі виробництва цих вод не завжди забезпечується їх кваліфікована експлуатація водоочисного обладнання, а також належний контроль як за техноло-

гічним процесом очищення, так і за якістю отриманої води [5, 6]. Виходячи з цього, набувають особливого значення моніторингові спостереження за якістю зазначених вод, що розливаються з комерційною метою.

3. Мета та задачі дослідження

Метою дослідження було провести гігієнічну оцінку якості питних вод фасованих та з пунктів розливу з метою визначення санітарно-хімічних показників, що не відповідають гігієнічним вимогам, та чинників невідповідності з метою подальшої розробки профілактичних заходів.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

1. Визначити питому вагу питних вод водопровідних після додаткового очищення та підземних, якість яких не відповідає гігієнічним вимогам.

2. Проаналізувати технології, що використовуються для очищення питних вод фасованих та з пунктів розливу, та визначити їх адекватність для виробництва зазначених видів питних вод.

3. Встановити перелік показників якості питних вод фасованих та з пунктів розливу, що не відповідають гігієнічним вимогам, та рівень їх невідповідності.

4. Виявити найпроблемніші показники та чинники невідповідної якості питної води з метою розробки профілактичних заходів.

4. Матеріали та методи

Було проаналізовано технологічні інструкції виробників та якість питних вод фасованих та з пунктів розливу вітчизняного виробництва, що виготовлялися протягом 2013–2017 рр. (129 проб) у різних регіонах України. Дослідження ефективності систем водопідготовки питної води проводили на об'єктах, де вони були запроваджені (м. Київ, м. Павлоград, м. Бровари). Досліджували біля 40 санітарно-хімічних показників якості питної води згідно з ДСанПІН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Використовувалися стандартизовані методи санітарно-хімічного аналізу. При проведенні досліджень використані методи: санітарно-хімічні, експертної оцінки, гігієнічного моніторингу.

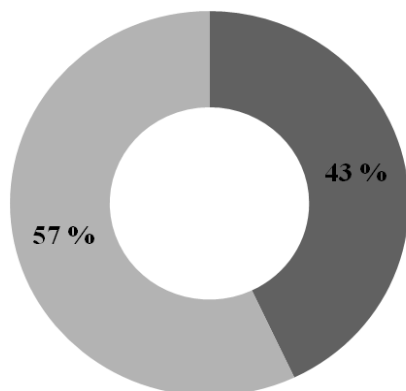
5. Результати досліджень та їх обговорення

Проаналізовано 129 вод фасованих та з пунктів розливу, що виготовлялися із вод свердловин, каптажів джерел та питних водопровідних в різних областях України протягом 2013–2017 рр. (рис. 1).



Рис. 1. Кількість досліджених вод у різних регіонах України

Виявлено, що більше 40 вод (31 %) виготовляють для реалізації з пунктів розливу або у тарі багаторазового використання, інші – одноразового використання. Серед 129 досліджених вод якість 74 не відповідає гігієнічним вимогам після встановлення обладнання або тривалого її виробництва (рис. 2).



■ Кількість вод, якість яких відповідає гігієнічним вимогам

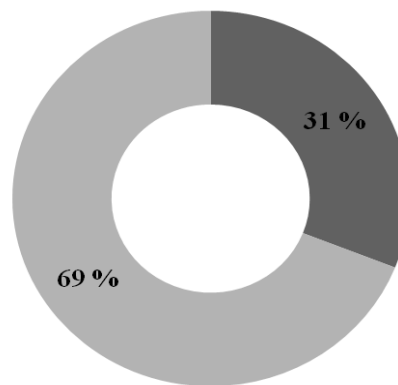
■ Кількість вод невідповідної якості

Рис. 2. Питова вага питних вод фасованих та з пунктів розливу, якість яких не відповідає гігієнічним вимогам

Результати досліджень показали, що серед 129 досліджених питних вод лише 48 виготовляли шляхом додаткового очищення водопровідних питних вод, якість 33 проб яких не відповідає гігієнічним вимогам (рис. 3).

Виявлено, що серед 33 зазначених вод якість 51 % проб (в першу чергу з поверхневих джерел питного водопостачання) не відповідає гігієнічним вимогам через понаднормативний вміст хлороорганічних речовин (хлороформу та ТГМ). І це не випадково, тому що виробники помилково вважають метод зворотного осмосу універсальним. Однак, хлороформ та інші ТГМ частково транзитом надходять

до доочищеної питної води через мембрану зворотного осмосу.



■ Кількість вод, якість яких відповідає гігієнічним вимогам

■ Кількість вод невідповідної якості

Рис. 3. Питова вага водопровідних питних вод після додаткового очищення, якість яких не відповідає гігієнічним вимогам

Нами оцінювалась здатність встановлених колективних систем водопідготовки поліпшувати санітарно-хімічні показники якості питної. В Україні для доочищення водопровідної питної води використовуються багатомодульні системи, де основними ступенями обробки вважають установки зворотного осмосу та УФ-знезараження. Найбільш типові технологічні схеми доочищення питної води складаються з 4–6 етапів (табл. 1).

Встановлено, що на фоні високої ефективності доочищення питної води за органолептичними показниками, вмістом солей, заліза, важких металів (90 % та більше) ці водоочисні системи не завжди забезпечують нормативну якість води. Виявлено, що обробка питної води методом зворотного осмосу не гарантує відсутність в ній канцерогенних хлороорганічних речовин. При значному знесоленні у доочищеній водопровідній питній воді часто визначали понаднормативний вміст хлороформу (табл. 2).

Таблиця 1

Етапи та методи доочищення водопровідної питної води

Етап	Місцезнаходження водопроводу			
	Павлоград	Бровари	Київ (1)	Київ (2)
Методи очищення (обладнання)				
I	освітлення (кварцовий пісок, цеоліт)	освітлення	сорбція (вугільний фільтр)	освітлення (поліпропіленовий фільтр)
II	магнітна обробка	сорбція (вугільний фільтр)	пом'якшення (іонообмінна смола)	сорбція (вугільний фільтр)
III	знесолення (установка зворотного осмосу)	знесолення (установка зворотного осмосу)	знесолення (установка зворотного осмосу)	освітлення (поліпропіленовий фільтр)
IV	УФ-опромінювання	УФ-опромінювання	озонування	знесолення (установка зворотного осмосу)
V	насичення іонним сріблом (іонізатор)	–	–	фільтр з матеріалом «Кременева сила»
VI	–	–	–	УФ- опромінювання

Таблиця 2

Результати санітарно-хімічного дослідження водопровідної питної води до та після доочищення

Показник	Одиниця виміру	Гігієнічні нормативи	Фактичне значення параметра у воді	
			водопровідна	доочищена
м. Павлоград				
Сухий залишок	мг/дм ³	100–1000	300,0	71,0
Хлороформ	мкг/дм ³	≤6	238,0	154,0
Дибромхлорметан	мкг/дм ³	≤1	2,0	0,7
Сума ТГМ	мкг/дм ³	≤10	280,5	169,7
м. Бровари				
Сухий залишок	мг/дм ³	100–1000	268,0	107,0
Хлороформ	мкг/дм ³	≤6	58,0	1,77
Дибромхлорметан	мкг/дм ³	≤1	0,6	н/в
Сума ТГМ	мкг/дм ³	≤10	71,6	1,9
м. Київ (1)				
Сухий залишок	мг/дм ³	100–1000	271,0	128,0
Хлороформ	мкг/дм ³	≤6	32	17,3
Дибромхлорметан	мкг/дм ³	≤1	0,95	н/в
Сума ТГМ	мкг/дм ³	≤10	43,5	20,1
м. Київ (2)				
Сухий залишок	мг/дм ³	100–1000	266	8,0
Хлороформ	мкг/дм ³	≤6	14	3,1
Дибромхлорметан	мкг/дм ³	≤1	0,47	н/в
Сума ТГМ	мкг/дм ³	≤10	19,77	11,1

У доочищеній питній воді величини окремих визначених показників якості можуть не відповідати гігієнічним нормативам більше ніж у 40 разів. Зазначені показники виявлялися у воді через неефективне або відсутність очищення вихідної води. Так, в м. Павлоград водоочисна установка несуттєво очищувала воду від ХФ та суми ТГМ, вміст їх в доочищеній воді у 26 та 17 разів більший за ГДК відповідно. При цьому сухий залишок у доочищеній воді знижувався до величини, меншої за мінімально дозволений рівень (100 мг/дм³).

Виявлено, що серед 33 питних вод після доочищення водопровідних, якість яких не відповідала гігієнічним вимогам, 33 % (на практиці виготовляється більше) було виготовлено із сухим залишком

менше 100 мг/л, хоча це заборонено у ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Виробники свідомо виготовляють знесолену питну воду через попит на ринку, необізнаність споживачів щодо негативного впливу на їх здоров'я питної води відповідного складу [7–9] та/або економічну вигоду, користуючись відсутністю державного контролю якості питних вод.

Виявлено, що найпроблемнішими показниками якості питних вод водопровідних з поверхневих джерел питного водопостачання після додаткового очищення є тригалогенметани (ТГМ), сухий залишок, перманганатне окиснювання (ПО), забарвленість, амоній, нітрати, феноли, рН, кремній, натрій, хлориди, йод.

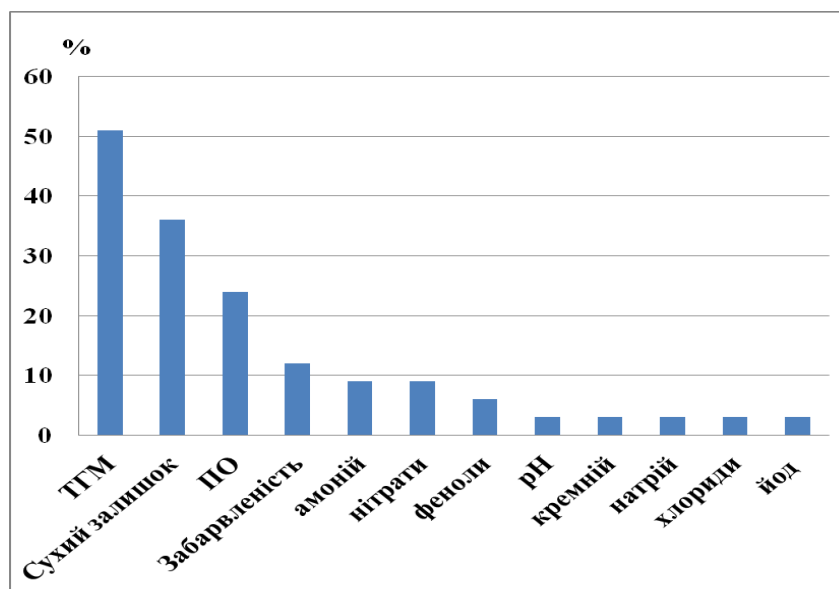
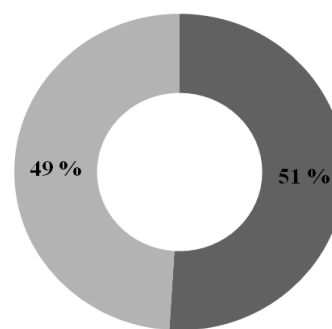


Рис. 4. Питова вага проблемних показників якості питних вод водопровідних після додаткового очищення

Чинниками наявності понаднормативного вмісту у зазначених питних водах ТГМ та низького сухого залишку є незадовільна технологія водопідготовки. Речовини групи азоту, ПО та забарвленість, скоріш всього, виявляються у понаднормативних кількостях через забруднення системи питного водопостачання (невідповідну експлуатацію обладнання), феноли – понаднормативну міграцію із полімерних матеріалів системи, але всі ці забруднення можуть також надходити транзитом до питної води з вихідною водою у разі відсутності відповідної бар'єрної здатності системи водопідготовки.

У одній пробі питної води, що була виготовлена з водопровідної підземної води, виявлено: йод (60 мкг/л), кремній (11,5 мг/л), натрій (410 мг/л), хлориди (373 мг/л) та сухий залишок (1394 мг/л); а в іншій - вміст нітратів (33,5 мг/л), що свідчить про відсутність їх очищення.

Із підземних джерел виготовляють у 1,7 разів більше питної води, ніж з питних водопровідних. Якщо не враховувати три з них, що мали понаднормативний вміст йоду, натрію та срібла через штучне передозування зазначених речовин, то серед інших 78 вод з підземних джерел не відповідали гігієнічним нормативам – 38 (рис. 5).



■ Кількість вод, якість яких відповідає гігієнічним вимогам

■ Кількість вод невідповідної якості

Рис. 5. Питова вага питних вод, виготовлених безпосередньо з підземних джерел, якість яких не відповідає гігієнічним вимогам

Отже, кількість проб питної води невідповідної якості з підземних джерел у 1,4 рази менша, ніж у разі її виробництва з водопровідних поверхневих джерел. Однак, виявлено більшу кількість проблемних показників у таких водах, а саме: кремній, сухий залишок, забарвленість, нітрати, лужність, марганець, водневий показник, загальна жорсткість, каламутність, залізо, фтор, ПО, нітрити (рис. 6).

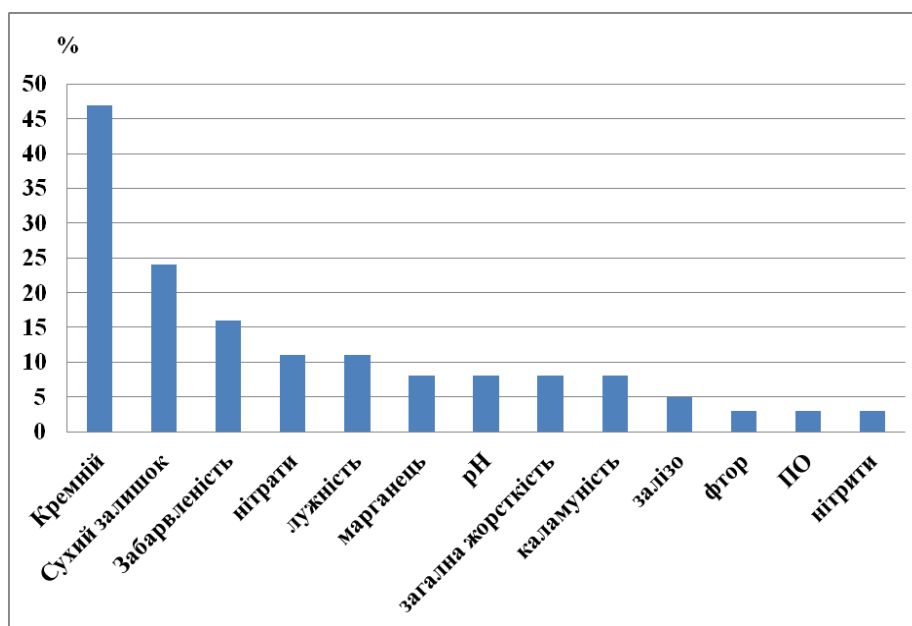


Рис. 6. Питова вага проблемних показників якості підземних питних вод

У підземних очищених водах після знесолення методом зворотного осмосу також виявляється сухий залишок менший за 100 мг/л та водневий показник менший за 6,5 одиниць рН. Серед 38 вод підземних джерел, що не відповідали гігієнічним вимогам, 24 % мали низький вміст сухого залишку через застосування зворотного осмосу. Підвищений вміст кремнію, марганцю, заліза, загальної лужності, загальної жорсткості, фтору, водневого показника, речовин групи азоту, як правило, транзитом надходить до питної води із вихідною підземною, водоочищення від цих показників у багатьох випадках не передбачається.

Нами узагальнені результати проведених досліджень якості та безпечності питних вод фасованих та з пунктів розливу (табл. 3).

Встановлено, що вміст 19 показників, у тому числі, що мають санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості, не відповідає гігієнічним вимогам, що свідчить про небезпеку таких вод для здоров'я споживачів. У питних водах після додаткового очищення водопровідної з поверхневих джерел виявлялися у понаднормативних кількостях токсичні речовини - хлороформ (до 18 ГДК) та нітрати (до 1,5 ГДК); у питних водах, з підземних джерел, у

тому числі водопровідних, – кремній (до 3,8 ГДК), нітрати (до 6 ГДК), фтор (до 1,3 ГДК), нітрити (до 5 ГДК), натрій (до 2 ГДК). Понаднормативний вміст ПО, забарвленості, речовин групи азоту, каламутності може мати негативний вплив на санітарний стан водопровідних систем та мікробіологічні

показники якості питних вод [1]. Вміст фенолів (у 2 –х пробах після очищення води методом зворотного осмосу) у питній воді, скоріш всього, виявляється через понаднормативну міграційну здатність матеріалів, що використовуються у системі водопостачання.

Таблиця 3

Показники якості питної води фасованої та з пунктів розливу, що не відповідали гігієнічним нормативам

Проблемні показники	Одиниця виміру	Гігієнічний норматив	Максимально невідповідний вміст
після додаткового очищення водопровідної з поверхневих джерел			
Хлороформ*	мкг/л	≤6	110
Сухий залишок після знесолення	мг/л	≤1000 100–1000	3
ПО	мг/л	≤5,0 (2,0)**	44,5
Забарвленість	град.	≤20 (10)	15
Амоній	мг/л	≤1,2 (0,1)**	2,3
Нітрати*	мг/л	≤50 (10)**	15
Феноли	мг/л	<0,0005	0,003
Водневий показник	одиниці рН	6,5–8,5	6,2
з підземних джерел, у тому числі, що виготовлялися з підземних водопровідних			
Кремній*	мг/л	≤10,0	37,8
Сухий залишок після знесолення	мг/л	≤1000 100–1000	1394 10
Забарвленість	град.	≤20 (10)**	25
Нітрати*	мг/л	≤50 (10)**	60
Загальна лужність	ммоль/л	≤6,5	8,0
Марганець	мг/л	≤0,05	0,22
Водневий показник	одиниці рН	6,5–8,5	5,7 - 8,7
Загальна жорсткість	ммоль/л	≤7,0	9,0
Каламутність	НОК	≤1,0 (0,5)**	16,5
Залізо	мг/л	≤0,2	0,6
Фтор*	мг/л	≤1,5	1,94
ПО	мг/л	≤5,0 (2,0)**	2,2
Нітрити*	мг/л	≤0,5 (0,1)**	0,5
Натрій*	мг/л	≤200	410
Хлориди	мг/л	≤250	373
Йод	мкг/л	≤50	60

Примітка: * – речовини, що мають санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості; ** – норматив, зазначений у дужках, поширюється на негазовані фасовані питні води. Жорсткій норматив встановлено через негативний вплив цих показників на мікробіологічні у разі тривалого зберігання у герметичній тарі [10]

Таким чином, дуже часто встановлене обладнання для обробки питної води з пунктів розливу та фасованої не спроможне довести якість вихідної води до гігієнічних вимог. Зазначена ситуація складається через відсутність професійного підбору обладнання, попереднього моніторингу якості вихідних вод згідно з вимогами законодавства та державного контролю якості питних вод тощо.

За результатами цих досліджень, розроблено нову редакцію ДСанПІН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» та ДБН В.2.5 - 74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування».

6. Висновки

1. Виявлено, що 57 % проб питних вод з пунктів розливу та фасованих після безпосереднього

встановлення обладнання або його тривалого використання мають якість, що не відповідає гігієнічним вимогам, у тому числі за санітарно-хімічними показниками, що мають санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості. Понаднормативний вміст останніх може мати відхилення від гігієнічних нормативів у 20-40 разів. Якість питних вод після доочищення водопровідної питної води не відповідає гігієнічним вимогам у 1,4 рази частіше, ніж виготовлених безпосередньо з підземних джерел. Однак, кількість показників, що може не відповідати гігієнічним вимогам, у підземних водах у 2 рази більша, ніж у питних водах після доочищення водопровідних вод з поверхневих джерел питного водопостачання. Встановлено, що до невідповідної якості питної води приведе відсутність професійного підбору водоочисного обладнання, зокрема, порушення чинних нормативних вимог щодо проведення попередніх досліджень вихідної води,

вибору раціональної схеми та технології водопідготовки, а також державного нагляду за якістю питної води тощо.

2. Встановлено, що біля 69 % водопровідних питних вод після додаткового очищення водопровідної питної води мають якість, що не відповідає гігієнічним вимогам безпосередньо після встановлення обладнання або його тривалого використання. За частотою відхилення у питній воді від гігієнічних нормативів показники якості питних вод, що виготовляються з питних водопровідних, можливо розташувати у наступний ряд: хлороформ та інші ТГМ (51 %) > сухий залишок (36 %) > перманганатна окиснюваність (24 %) > забарвленість (12 %) > амоній (9 %) та нітрати (9 %) > феноли (6 %) > водневий показник (3 %), кремній (3 %), натрій (3 %), хлориди (3 %), йод (3 %). Зокрема, перші 8 показників виявляються, переважно, у питних водах, що виготовляються з поверхневих джерел питного водопостачання. Частіше виявляється комбінація хлороформу (у концентрації > 6 мкг/л) та сухого залишку (у концентрації < 100 мг/л), або один із цих показників. Найпоширеніший метод зворотного осмосу не спроможний забезпечити вилучення з води ХОС більше ніж на 40–60 %, що не враховується виробниками при встановленні сучасних багатомодульних систем доочищення питної води.

3. Встановлено, що більше половини питних вод виготовляється з підземних джерел питного во-

допостачання, і майже 49 % з них не відповідають гігієнічним вимогам та потребують внесення змін у технологію водопідготовки. За частотою відхилення у питній воді від гігієнічних нормативів показники якості питних вод з підземних джерел можливо розташувати у наступний ряд: кремній (47 %) > сухий залишок (24 %) > забарвленість (16 %) > нітрати (11 %) > лужність (11 %), марганець (8 %), водневий показник (8 %) > загальне залізо (5 %) > фтор (3 %), перманганатна окиснюваність (3 %), нітрити (3 %). Частіше виявляється понаднормативний вміст кремнію або його комбінація з одним або декількома показниками одночасно.

4. Підтверджено, що схеми водопідготовки питних вод з пунктів розливу в особисту тару споживача та фасованої розробляються без врахування типу, якості вихідної води та ефективності методів водопідготовки. Останнім часом виробники зазначених вод, що виготовляють її як із водопровідних питних, так і підземних джерел, як правило, використовують типову схему, що включає в себе наступні методи: освітлення, пом'якшення, зворотний осмос, сорбцію, УФ-знезараження.

Зазначене призведе не тільки до виробництва питної води невідповідної якості, а й до недоцільного подорожчання виробництва (у багатьох випадках), а отже нераціонального використання водних ресурсів.

Література

1. Прокопов В. О. Питна вода України: медико-екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти. К.: Медицина, 2016. 400 с.
2. Прокопов В. О., Чичковська Г. В. Гігієнічна оцінка результатів моніторингу хлорованої питної води України щодо вмісту ХФ // Гігієна населених місць. 2005. Вип. 46. С. 61–65.
3. Гігієнічна оцінка нової сучасної технології доочищення питної води / Прокопов В. О., Чирська Н. В., Соболь В. А., Кононенко Т. А., Куліш Т. В. // Гігієна населених місць. 2008. Вип. 52. С. 70–74.
4. Прокопов В. О., Кузьмінець О. М., Сахно Н. В. Доочистка водопровідної питної води – актуальна проблема сьогодні // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України: зб. тез доп. наук.-практ. конф. Київ, 2010. С. 117–118.
5. Скубченко В. Ф. О создании установок получения питьевой воды повышенного качества // Водопостачання та водовідведення. Спецвипуск. 2008. С. 28–30.
6. Лахман Н. И. Украинский рынок питьевой воды. «ЮР-АКВА» – от идеи к региональному внедрению // Водопостачання та водовідведення. Спецвипуск. 2008. С. 34–45.
7. Гончарук В. В. Концепция выбора перечня показателей и их нормативных значений для определения гигиенических требований и контроля за качеством питьевой воды в Украине // Химия и технология воды. 2007. Т. 29, № 4. С. 297–355.
8. Архипчук В. В., Горчарук В. В. Проблемы качества питьевых вод // Химия и технология воды. 2004. № 4. С. 403–411.
9. Коммунальная гигиена / Гончарук Е. И., Бардов В. Г., Гаркавий С. И. и др. К.: Здоровье, 2006. 792 с.
10. Горваль А. К. Закономірності розвитку мікробіологічних процесів у фасованій воді та умови їх стабілізації: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Інститут гігієни та медичної екології ім. О. М. Марзєєва АМНУ. Київ, 2005. 20 с.

Рекомендовано до публікації д-р біол. наук Бузинним М. Г.

Дата надходження рукопису 22.03.2018

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