

BIOCHEMICAL ASPECTS OF THE INFLUENCE OF DIFFERENT CONCENTRATIONS OF CHLORITES IN DRINKING WATER (experimental research)

Tomashevskaya L.A., Didyk N.V., Kravchun T.Ye., Tsytsyruk V.S., Prokopov V.O., Lypovetska O.B.

БІОХІМІЧНІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ РІЗНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ХЛОРИТІВ У ПИТНІЙ ВОДІ (експериментальні дослідження)

ТОМАШЕВСЬКА Л.А.,
ДІДИК Н.В.,
КРАВЧУН Т.Є.,
ЦИЦИРУК В.С.,
ПРОКОПОВ В.О.,
ЛИПОВЕЦЬКА О.Б.

ДУ «Інститут
громадського здоров'я
ім. О.М. Марзєєва НАМН
України», Київ, Україна

3

абезпечення населення якісною питною водою залишається актуальною гігієнічною, технологічною, соціальною проблемою внаслідок воєнних дій на території України, які катастрофічно впливають на поверхневі водні ресурси, що у свою чергу потребує посиленого впровадження водоохоронних заходів, розробки систем очистки та знезараження питної води для запоби-

гання ризику здоров'ю населення [1].

Останнім часом для знезараження питної води у системі водопідготовки разом з хлоруванням, коли утворюються небезпечні хлорорганічні сполуки (ХОС), все ширше застосовується діоксид хлору [2]. За хімічними властивостями діоксид хлору є сильним окислювачем, який забезпечує ефективну бактерицидну дію до різних

БІОХІМІЧНІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ РІЗНИХ
КОНЦЕНТРАЦІЙ ХЛОРИТІВ У ПИТНІЙ ВОДІ
(експериментальні дослідження)

Томашевська Л.А., Дідик Н.В.,
Кравчун Т.Є., Цицирук В.С.,
Прокопов В.О., Липовецька О.Б.

ДУ «Інститут громадського здоров'я
ім. О.М. Марзєєва НАМН України», Київ

Мета: визначення характеру та особливостей змін біохімічних показників у крові тварин за умов хронічного впливу різних концентрацій хлоритів у питній воді для обґрунтування критеріїв гігієнічної оцінки їхньої несприятливої дії на організм.

Об'єкт і методи дослідження: ізолювана дія різних концентрацій хлоритів у питній воді на біохімічні показники.

Результати дослідження та їх обговорення. Встановлено, що споживання питної води з вмістом хлориту $0,2 \text{ мг/дм}^3$ не впливає на рівень біохімічних показників у крові піддослідних тварин. Хлорити у концентрації $0,7 \text{ мг/дм}^3$ та $1,2 \text{ мг/дм}^3$ викликають більш виразні зміни метаболічних показників залежно від часу дії. Аналіз отриманих результатів досліджень інтегральних і специфічних біохімічних показників свідчить, що у разі довготривалого споживання питної води з вмістом хлориту у концентраціях $0,7 \text{ мг/дм}^3$ та $1,2 \text{ мг/дм}^3$ спостерігається підвищений вміст загального білка у сироватці крові, що може вказувати на негативний вплив хлоритів на процеси синтезу. При цьому компенсаторні реакції проявляються зрушеннями біоенергетичних процесів та перерозподілом метаболічних енергозабезпечувальних

шляхів, таких як анаеробний гліколіз, з включенням енергетичних ресурсів креатиніну. Навантаження дозами $0,7 \text{ мг/дм}^3$ та $1,2 \text{ мг/дм}^3$ призвело до напруження на клітинному рівні, а мобілізація компенсаторних механізмів відбувалася на рівні метаболізму органоспецифічних ферментів.

Встановлено, що характер і особливості біохімічних змін у крові піддослідних тварин залежали від концентрації хлориту та часу дії. В умовах хронічного експерименту зміни біохімічних показників, які не виходять за межі фізіологічних відхилень норми, мають стійкий та постійний характер, що забезпечується розвитком неспецифічних механізмів захисту, і у цьому аспекті можуть розглядатися як адаптивні.

Висновки. Характер та особливості змін біохімічних показників в організмі піддослідних тварин протягом шестимісячного хронічного санітарно-токсикологічного експерименту за ізолюваної дії різних концентрацій хлоритів у питній воді можуть свідчити про порушення метаболізму в органах та зміни інтенсивності регенераторних процесів на клітинному рівні у відповідь на несприятливий вплив токсикантів. Встановлені біохімічні зміни у крові піддослідних тварин достовірно не відрізнялися від даних контролю, але статистично відрізнялись у межах фізіологічної норми і мали постійний характер, що може свідчити про розвиток адаптаційних процесів в організмі за дії хлоритів у питній воді.

Ключові слова: питна вода, хлорити, ізолювана дія, біохімічні показники.

© Томашевська Л.А., Дідик Н.В., Кравчун Т.Є., Цицирук В.С.,
Прокопов В.О., Липовецька О.Б. СТАТТЯ, 2025.

груп мікроорганізмів, бактерій та вірусів. Разом з тим, у питній воді утворюються побічні продукти відновлення – хлорати і хлорити, які є токсичними сполуками за токсикологічною ознакою шкідливості (хлорити) та помірно токсичними за органолептичною ознакою (хлорати) [3]. Прийнятний безпечний рівень їх вмісту у питній воді у різних країнах є різним, розбіжності коливаються від 0,2 мг/дм³ (Україна) до 1,2 мг/дм³ (США).

За рекомендацією ВООЗ пропонується норматив у питній воді на рівні 0,7 мг/дм³ як для хлоритів, так і для хлоратів [4]. Однак цей норматив як стандарт безпечності для населення потребує уточнення на основі токсиколого-гігієнічної оцінки впливу складових питної води, обробленої діоксидом хлору. До того ж, за критерієм хімічного забруднення потенційна токсичність хлориту може збільшуватись, оскільки з усіх побічних продуктів діоксиду хлору найбільше утворюється саме хлоритів.

У наявній науковій літературі не представлено належного обґрунтування ступеня несприятливої дії хлориту у питній воді. Наведені результати гематологічних та окремих біохімічних досліджень є неоднозначними та суперечливими. Недостат-

ньо вивчено біохімічні механізми метаболічного перерозподілу обмінних шляхів в органах і системах організму для оцінки первинних критеріально значущих змін, спрямованих на формування сталості гомеостазу до дії хлоритів. Основою для гігієнічної оцінки несприятливої дії залишаються експериментальні дослідження біоефектів впливу на організм залежно від інтенсивності та часу експозиції. У цьому аспекті визначення біохімічних інтегральних специфічних показників функціонального стану організму тварин, що протягом тривалого часу споживали питну воду з вмістом різних концентрацій хлоритів, є вкрай важливим для обґрунтування ступеня несприятливої дії.

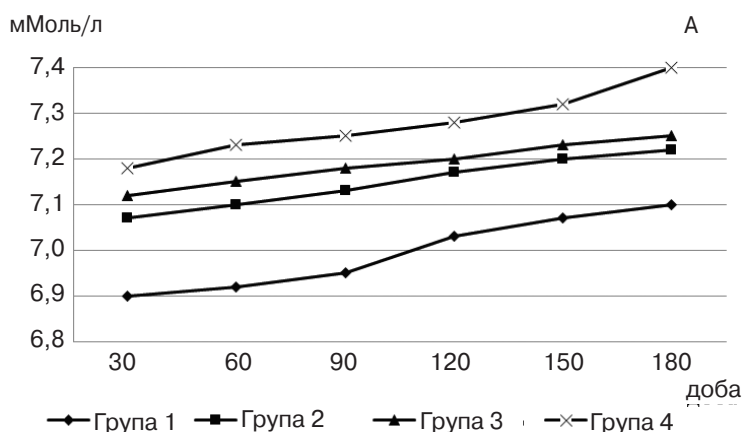
Метою роботи було визначення характеру та особливостей змін біохімічних показників у крові тварин за умов хронічного впливу різних концентрацій у питній воді хлоритів для обґрунтування критеріїв гігієнічної оцінки їхньої несприятливої дії на організм.

Визначення біохімічних параметрів проведено в умовах хронічного експерименту на щурах лінії Вістар. Тварин розподілили на групи, по 7 тварин у кожній, відповідно концентрації хлориту у питній воді: 1 група – контрольна, 2 група – 0,2 мг/дм³,

3 група – 0,7 мг/дм³, 4 група – 1,2 мг/дм³. Питною водою слугувала вода із бюветного комплексу міста Київ, яка за усіма показниками відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 [5], а на воєнний період у нашій країні діє ДСанПіН «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру» [6]. Дослідні групи споживали питну воду, до якої додавали хлорат-іон (еталонний матеріал – (1000 ± 4) мг/дм³, торговельна марка SIGMA-ALORICH, країна-виробник – Швейцарія) для створення різних концентрацій хлориту. Тривалість хронічного експерименту – 180 діб. Щомісячно у тварин із хвостової вени забирали кров для визначення вмісту загального білка, рівня глюкози та креатиніну, активності амінотрансфераз (аланінамінотрансфераза – АлТ, аспартатамінотрансфераза – АсТ) та лужної фосфатази (ЛФ). Біохімічні показники визначались на біохімічному аналізаторі «Stat Fax-1904» (USA) стандартними загальноприйнятими методами за допомогою діагностичних тест-наборів фірми «НТІ» (США). Усі досліді проводили згідно з «Європейською конвенцією захисту хребетних тварин, яких використовують з експериментальною та іншою науковою метою» [7] та «Порядком проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах» [8]. Для оцінки значущості відмінностей між вибірками використовували параметричні методи (t-критерій Ст'юдента). Розраховувались значення середньої величини, середньоквадратичного відхилення та стандартної похибки середньої величини.

Статистичну обробку даних досліджень провадили за допомогою математичного статистичного методу на ПК з використанням пакета

Рисунок 1
Вміст білка у сироватці крові щурів за дії хлоритів



**BIOCHEMICAL ASPECTS
OF THE INFLUENCE OF DIFFERENT
CONCENTRATIONS OF CHLORITES
IN DRINKING WATER**

(experimental research)

**Tomashevskaya L.A., Didyk N.V.,
Kravchun T.Ye., Tsytsyruk V.S.,
Prokopov V.O., Lypovetska O.B.**
*State Institution «O.M. Marzheiev Institute
for Public Health NAMSU», Kyiv*

Objective: determination of the nature and features of changes in biochemical indicators in the blood of animals under conditions of chronic exposure to various concentrations of chlorites in drinking water to substantiate the criteria for hygienic evaluation of their adverse effects on the body.

Materials and methods: isolated effect of different concentrations of chlorites in drinking water on biochemical parameters.

Results: It was established that the consumption of drinking water with a chlorite content of 0.2 mg/dm³ does not affect the level of biochemical indicators in the blood of experimental animals. Chlorites in concentrations of 0.7 mg/dm³ and 1.2 mg/dm³ cause more pronounced changes in metabolic parameters over time. The analysis of the obtained results of studies of integral and specific biochemical indicators shows that with long-term consumption of drinking water with chlorite content in concentrations of 0.7 mg/dm³ and 1.2 mg/dm³, an increased content of total protein in blood serum is observed, which may indicate a negative effect of chlorite on processes synthesis. At the same time, compensatory reactions are manifested by shifts in

bioenergetic processes and redistribution of metabolic energy-supplying pathways, such as anaerobic glycolysis, with the inclusion of energy resources of creatinine. Load with doses of 0.7 mg/dm³ and 1.2 mg/dm³ led to stress at the cellular level, and the mobilization of compensatory mechanisms occurs at the level of metabolism of organ-specific enzymes. It was established that the nature and features of biochemical changes in the blood of experimental animals depended on the concentration of chlorite and the time of action. In the conditions of a chronic experiment, changes in biochemical indicators that do not go beyond physiological deviations of the norm have a stable and permanent character, which is ensured by the development of non-specific protection mechanisms and in this aspect can be considered as adaptive.

Conclusions. The nature and peculiarities of changes in biochemical indicators in the body of experimental animals during a six-month chronic sanitary-toxicological experiment with the isolated effect of different concentrations of chlorites in drinking water may indicate a violation of metabolism in organs and changes in the intensity of regenerative processes at the cellular level in response to the adverse effects of toxicants. The established biochemical changes in the blood of the experimental animals are small compared to the control, statistically reliable within the physiological norm and had a constant character, may indicate the development of adaptation processes in the body under the action of chlorites in drinking water.

Keywords: drinking water, chlorites, isolated action, biochemical indicators.

програм Statistica 10.0 Portable. Виразовувалися значення середньої величини, середньоквадратичного відхилення та стандартної похибки середньої величини. Відмінності між групами вважали статистично значущими за $p < 0,05$ [9].

Результати досліджень. У хронічному досліді встановлено, що хлорит, який потрапляє до організму тварин з питною водою протягом тривалого часу, впливає на стан обмінних процесів (за рівнем загального білка у сироватці крові). Незначне, але статистично підвищення визначається за дози 0,7 мг/дм³ (3 група). Дещо виразнішими були зміни білка за дії хлориту у дозі 1,2 мг/дм³ (4 група). Збільшення білка у крові пов'язане з пластичними ре-

акціями синтезу і перебудовою енергозабезпечувальних процесів для підтримки гомеостазу з накопиченням хлориту в організмі тварин (рис. 1). Визначені зміни вмісту загального білка у крові як інтегрального показника обміну речовин в організмі можуть свідчити про первинні реакції розвитку пристосувальних процесів, спрямованих на підтримку або корекцію сталості гомеостазу.

Мобілізацію компенсаторних механізмів для підтримки гомеостазу відображають реакції енергозабезпечення захисних процесів у відповідь на дію хлоритів. Рівень глюкози у крові тварин, які отримували хлорит у дозі 0,2 мг/дм³, мало відрізнявся від контрольних значень (табл. 2). За концентрації

хлориту 0,7 мг/дм³ рівень глюкози мав невелике підвищення, а за концентрації 1,2 мг/дм³ достовірно підвищений рівень глюкози спостерігався протягом всього експерименту.

Слід зазначити, що коливання глюкози в усіх дослідних групах не перевищували верхньої межі фізіологічної норми, однак ступінь виразності відхилень стимулює перебудову метаболічних шляхів, таких як анаеробний гліколіз і включення енергетичних ресурсів креатиніну.

Спостерігалось незначне зниження креатиніну у крові тварин за дії хлориту у концентраціях 0,2 мг/дм³ та 0,7 мг/дм³, яке не мало статистичного підтвердження, але постійно зберігалось протягом усього експери-

менту (рис. 2). Водночас за дії хлориту у дозі 1,2 мг/дм³ спостерігався знижений рівень креатиніну (у середньому на 8%) з нижньою межею норми протягом хронічного досліджу, що не виключає можливий розвиток функціональних порушень за більш тривалого впливу.

Біомаркером функціональних реакцій печінки є ферменти АлТ, АсТ та ЛФ, за зміною активності яких визначають особливості та ступінь впливу хімічних чинників. Як видно з таблиці 2, активність АсТ у крові тварин за дії хлориту у дозах 0,2 мг/дм³ і 0,7 мг/дм³ майже не відрізнялася від контролю в усі строки спостережень від 30 до 180 діб. Споживання води з вмістом хлориту 1,2 мг/дм³ призвело до підвищення активності АсТ у крові. Зміни активності у середньому на 8% мали постійний характер у межах коливань нормальних значень.

АлТ у крові щурів, що отри-

мували хлорати у дозі 0,2 мг/дм³, залишалася на рівні контролю від 30-го по 180-й день спостережень. У групах тварин, які отримували хлорит у дозі 0,7 мг/дм³ та 1,2 мг/дм³ підвищення активності АлТ проявлялося з початку досліджу і набувало статистичної значущості протягом часу (табл. 3). Вихід амінотрансфераз у кров відбувається під час пошкодження гепатоцитів внаслідок накопичення хлоритів та може свідчити про компенсаторно-приспосувальні процеси та включення неспецифічних механізмів захисту на етапі 6-місячного експерименту.

Лужна фосфатаза разом з амінотрансферазами характеризує специфічні особливості за шкідливої дії на організм. Активність ЛФ в усіх дослідних групах тварин була дещо підвищеною (табл. 4). Найбільша активність ферменту виявлена у групі з дозою хлориту 1,2 мг/дм³ в усі терміни досліджу. Слід за-

значити, що тенденцію до зміни ферменту у невеликій кількості зафіксовано у дослідних групах зі збільшенням дози та терміну і може співпадати з загальною активністю метаболічних шляхів детоксикаційної функції печінки.

Аналіз отриманих результатів досліджень інтегральних і специфічних біохімічних показників свідчить, що довготривале споживання питної води з вмістом хлориту у концентрації 0,2 мг/дм³ не викликає змін біохімічних показників у крові піддослідних тварин. Зі збільшенням концентрації хлоритів до 0,7 мг/дм³ та 1,2 мг/дм³ спостерігається підвищений вміст загального білка у сироватці крові, що може вказувати на негативний вплив хлоритів на процеси синтезу, спрямовані на підтримку сталості гомеостазу.

Разом з тим, з накопиченням хлориту в організмі тварин ініціація пластичних реакцій синтезу білка у загальному обміні амінокислот

Таблиця 1

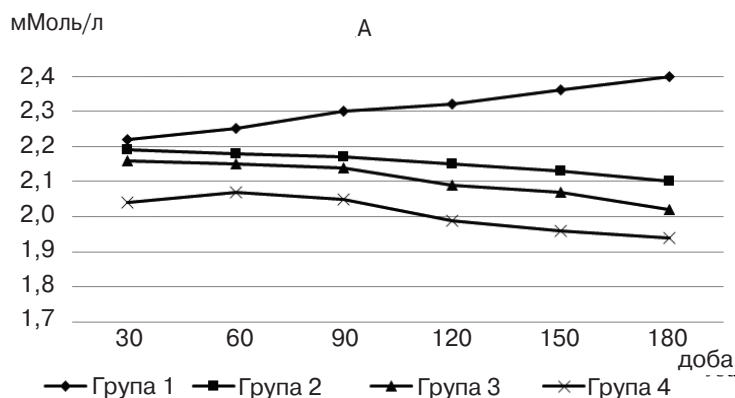
Вміст глюкози у крові щурів (мМоль/л)

Групи	Період дії фактора, доба					
	30	60	90	120	150	180
№ 1	4,70±0,22	4,73±0,15	4,77±0,10	4,86±0,17	4,94±0,12	5,02±0,16
№ 2	4,99±0,12	5,01±0,07	5,07±0,13	5,09±0,11	5,12±0,10	5,17±0,10
№ 3	5,06±0,13	5,08±0,11	5,11±0,16	5,18±0,06	5,22±0,09	5,27±0,07
№ 4	5,12±0,12	5,16±0,12*	5,20±0,13*	5,28±0,07*	5,31±0,09*	5,42±0,07*

Примітка до таблиць 1-3: * – $p < 0,05$.

Рисунок 2

Вміст креатиніну у сироватці крові щурів за дії хлоритів



може свідчити про напруження пристосувальних можливостей.

До того ж компенсаторні реакції проявляються зрушеннями біоенергетичних процесів та перерозподілом метаболічних енергозабезпечувальних шляхів, таких як анаеробний гліколіз і включення енергетичних ресурсів креатиніну.

Особливості біоенергетичних процесів з підвищенням рівня глюкози і використання енергетичних ресурсів креатиніну вказують на послідовне формування ком-

пенсаторних реакцій пристосувального характеру. Але розвиток ефектів впливу протягом експерименту дозволяє припустити, що у стадії адаптації додаткове навантаження може викликати виснаження метаболічних циклів. Рівень глюкози за період хронічного експерименту не досягає збільшення до патологічної гіперглікемії, а вміст креатиніну, з тенденцією до зниження, не виключає можливості функціональних порушень за більш тривалого впливу хлоритів.

Проте характер метаболічних перебудов енергозабезпечення в організмі може бути зумовленим напруженням активності процесів оксидоредукції та ініціацією вільнорадикальних реакцій, що призводить до пошкодження клітинних мембран і виходу ферментів у кров, що у свою чергу викликає порушення структури та функції біохімічних реакцій захисту з надходженням хлоритів.

Слід зазначити, що функ-

ціональні порушення органів і систем організму під дією хімічних чинників реалізуються не лише структурними перебудовами [10], а й шляхом метаболічних реорганізацій, про які свідчать міграції органоспецифічних ферментів у кров з пошкодженням мембран гепаточитів під впливом хлоритів. Підвищення навантаження до доз 0,7 мг/дм³ та 1,2 мг/дм³ призвело до напруження на клітинному рівні, а мобілізація компенсаторних механізмів відбувається на рівні метаболізму органоспецифічних ферментів.

Встановлено, що зміни біохімічних показників у крові тварин проявляються залежно від концентрації хлориту та часу впливу на організм.

Визначені зміни біохімічних показників порівняно з контролем були невеликими за абсолютними значеннями, але статистично достовірними у межах варіабельності фізіологічної норми. Однак такі зміни метабо-

лізму під впливом хлориту як фактора малої інтенсивності не виключають можливу тенденцію до розвитку в організмі функціональних порушень за більш довготривалої дії. Але в умовах хронічного експерименту зміни біохімічних показників, які не виходять за межі фізіологічних відхилень норми, мають стійкий та постійний характер, що забезпечується розвитком неспецифічних механізмів захисту, і у цьому аспекті можуть розглядатися як адаптивні.

Таким чином, характер і особливості змін біохімічних параметрів у крові тварин у разі тривалого споживання питної води з вмістом різних концентрацій хлоритів свідчать про розвиток адаптаційно-пристосувальних процесів, спрямованих на підтримку сталості гомеостазу.

Висновки

1. Встановлено, що споживання питної води з вмістом хлориту 0,2 мг/дм³ не впливає на рівень біохімічних показників у крові піддослідних

Таблиця 2

Вміст аспартатамінотрансферзи (АСТ) у сироватці крові щурів за дії хлоритів (мМоль/л)

Група	Період дії фактора, доба					
	30	60	90	120	150	180
№ 1	10,82±0,67	10,90±0,48	11,05±0,42	11,15±0,27	11,20±0,27	11,28±0,18
№ 2	11,10±0,41	11,15±0,42	11,28±0,44	11,32±0,28	11,35±0,23	11,42±0,12
№ 3	11,28±0,55	11,32±0,37	11,35±0,30	11,45±0,21	11,48±0,18	11,53±0,14
№ 4	11,58±0,64	11,67±0,32	12,03±0,12*	12,10±0,28*	12,12±0,14*	12,17±0,11*

Таблиця 3

Вміст аланінамінотрансферази (АЛТ) у сироватці крові щурів (мМоль/л)

Група	Період дії фактора, доба					
	30	60	90	120	150	180
№ 1	6,60±0,21	6,70±0,21	6,77±0,14	6,83±0,14	6,93±0,16	7,00±0,16
№ 2	6,83±0,18	6,92±0,28	6,98±0,16	7,03±0,14	7,07±0,14	7,13±0,12
№ 3	7,02±0,21	7,07±0,23	7,10±0,18	7,15±0,09	7,18±0,09	7,40±0,09*
№ 4	7,08±0,19	7,12±0,19	7,17±0,11**	7,22±0,09*	7,30±0,05*	7,42±0,09*

Таблиця 4

Вміст лужної фосфатази у сироватці крові щурів (мМоль/л)

Група	Період дії фактора, доба					
	30	60	90	120	150	180
№ 1	35,53±1,31	36,72±1,34	37,17±1,10	37,45±1,10	37,65±1,04	37,88±0,94
№ 2	37,17±1,77	38,13±1,17	38,58±0,85	38,75±0,88	38,97±0,90	39,08±0,74
№ 3	38,08±1,79	38,68±1,20	38,82±0,74	39,12±0,94	39,27±0,76	39,43±0,62
№ 4	38,40±1,82	39,30±1,11	39,43±0,71	39,98±0,85	40,05±0,95	40,22±0,81

тварин. Хлорити за концентрації 0,7 мг/дм³ та 1,2 мг/дм³ викликають більш виразні зміни метаболічних показників залежно від часу дії.

2. Встановлено, що характер і особливості біохімічних змін у крові піддослідних тварин залежали від концентрації хлориту та терміну дії.

3. Встановлені несуттєві біохімічні зміни у крові піддослідних тварин, які достовірно не відрізнялися від контролю, були статистично достовірними у межах фізіологічної норми і мали постійний характер, можуть свідчити про розвиток адаптаційних процесів в організмі тварин за дії хлоритів у питній воді.

Внески авторів.

Томашевська Л.А. – концептуалізація, написання першого варіанту статті.

Дідик Н.В. – надання даних експериментальних досліджень.

Кравчун Т.Є. – надання даних експериментальних досліджень.

Цицирук В.С. – надання даних експериментальних досліджень.

Прокопов В.О. – редагування, рецензування.

Липовецька О.Б. – програмне забезпечення.

Фінансування: дослідження профінансоване за рахунок Державного бюджету України (Академією медичних наук України).

Конфлікт інтересів: автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

REFERENCES

1. Prokopov VO, Lypovetska OB, Kulish TV, Kostyuk VA, Avramenko LP. Nebezpechni khloryty u pytnii vodi: utvorennia ta vydalennia z vykorystanniam dioksydu khloru u tekhnologii vodopidhotovky [Hazardous chlorites in drinking water: formation and removal when using chlorine dioxide in water prepara-

tion technology].

Dovkillia ta zdorovia

[*Environment & Health*].

2023 Mar ;(1 (106)):43-50.

<https://doi.org/10.32402/dovkil2023.01.043>. Ukrainian

2. Mokiienko A, Bondarchuk O, Spasonova L. Obhruntuvannia bezpechnosti khlorytiv ta khlorativ yak pokhidnykh dioksydu khloru pry ochyshchenni ta znezarazhenni pytnoi vody [Justification of the safety of chlorites and chlorates as derivatives of chlorine dioxide in the purification and disinfection of drinking water]. In: Chysta voda. Fundamentalni, prykladni ta promyslovi aspekty [Clean water. Fundamental, applied and industrial aspects: conf. papers; 2023 Nov 9-10]. Kyiv; 2023. P. 118-21. Ukrainian

3. Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption (recast). *Official Journal of the European Union*. 2020 Dec 23; (L 62.435/1):1

4. Pro zatverdzhennia Zmin do dodatku 2 do Derzhavnykh sanitarnykh norm ta pravyl «Hiihienichni vymohy do vody pytnoi, pryznachenoї dlia spozhyvannia liudynoiu» [On approval of Amendments to Appendix 2 to the State Sanitary Norms and Rules «Hygienic Requirements for Drinking Water Intended for Human Consumption»: Order of the Ministry of Health of Ukraine № 341; 2022 Feb 18]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0304-22#Text>. Ukrainian

5. Pro zatverdzhennia Derzhavnykh sanitarnykh norm i pravyl «Pokaznyky bezpechnosti ta okremi pokaznyky yakosti pytnoi vody v umovakh voiennoho stanu ta nadzvychainykh sytuatsiiakh inshoho kharakteru» [On approval of the State Sanitary Norms

and Rules «Safety Indicators and Certain Indicators of Drinking Water Quality in Conditions of Martial Law and Other Emergency Situations»: Order of the Ministry of Health of Ukraine № 683, 2022 Apr 22]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0564-22#Text>. Ukrainian

6. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experiments or for Other Scientific Purposes. Council of Europe. 1986 Mar 18.

7. Pro zatverdzhennia Poriadku provedennia naukovykh ustanovamy doslidiv, eksperymentiv na tvarynakh [Procedure for Conducting Experiments and Experiments on Animals by Scientific Institutions: Order of the Ministry of Education and Science, Youth and Sports of Ukraine № 249, 2012 Mar 1]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0416-12#Text>. Ukrainian

8. Antomonov M, Korobeinikov H, Khmelnytska I, Kharkovliuk-Balakina N. Matematychni metody obrobliennia ta modeliuvannia rezultativ eksperymentalnykh doslidzhen [Mathematical methods for processing and modeling the results of experimental research]. Kyiv : Olimpiiska literature; 2021. 216 p. Ukrainian

9. Kravchun TYe, Tomashivsка LA, Prokopov VO, Kulish TV, Tsytsyruk VS. Osoblyvosti systemy krovi tvaryn za umov spozhyvannia pytnoi vody z vmistom khlorativ [Peculiarities of the blood system of animals under the conditions of consumption of drinking water containing chlorates]. *Medicni perspektivi* [Medical Perspectives]. 2024 Jun 28; 29(2): 187-93. <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2024.2.307693>. Ukrainian

Дата надходження статті – 21.10.2024.