

Г.І. Рудько*, О.О. Мацієвська

*Державна комісія України з запасів корисних копалин, м. Київ,
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра гідравліки та сантехніки

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОГЕОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПІДЗЕМНОЇ ГІДРОСФЕРИ ЗАХІДНИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ НА ВМІСТ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ

© Рудько Г.І., Мацієвська О.О., 2009

Представлено результати дослідження вмісту мікроелементів у підземних водах західних регіонів України на прикладі Львівської та Івано-Франківської областей. Показано вплив концентрації аніонів йоду та фтору в питній воді на стан здоров'я населення.

In the article the presented results of research of content of microelements are in the underwater of western regions of Ukraine on the example of the Lviv and Ivano-Frankivsk areas. Influence of concentration of anions of iodine and fluorine is rotined in a drinking-water on a health population.

Постановка проблеми. Сьогодні параметри навколишнього природного середовища України стрімко змінюються. Це зумовлює необхідність врахування, з одного боку, техногенезу як головного чинника впливу на довкілля, а з іншого, – безпосередньо природних умов як пріоритетних критеріїв впливу на здоров'я населення. Останніми роками збільшився ризик масових захворювань населення через незадовільний стан довкілля. Прикладами цього є масові захворювання населення гіпоплазією, флюорозом, остеопорозом, а також порушення функції щитовидної залози. Це доводить актуальність цієї проблеми. Питання впливу гідрогеохімічних показників підземної гідросфери, що використовується для потреб централізованого водопостачання, на стан здоров'я населення західних регіонів України розглядає ця робота.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Стабільність хімічного складу організму є однією з найважливіших і обов'язкових умов його нормального функціонування. Відхилення у вмісті хімічних елементів в організмах, викликані екологічними, професійними, кліматогеографічними чинниками або захворюваннями призводить до широкого спектра порушень стану здоров'я. Із 92 хімічних елементів, що зустрічаються в природі, 81 виявлений в організмі людини. Усі мінеральні елементи поділяються на три групи відповідно до їх вмісту в організмі: макроелементи, мікроелементи та ультрамікроелементи (табл. 1).

Усі хімічні елементи, зокрема продукти вулканічної діяльності, космічної активності та різноманітних руд, надходять в організм людини переважно з рослинною й тваринною їжею та питною водою. Лише незначна частина хімічних елементів надходить в організм з атмосферним повітрям і пилом через бронхолегеневу систему.

На думку В.В. Ковальського, нагромадження хімічних елементів організмами визначається не лише їх біологічною природою та геохімією середовища, але й харчовими ланцюгами, через які здійснюється зв'язок організмів і середовища (грунтоутворювальні породи, ґрунти, мікроорганізми, вода, повітря, рослини, тварини, людина). У харчовому ланцюзі може відбуватися зменшення концентрації одних хімічних елементів та нагромадження інших (рис. 1).

Вміст мінеральних елементів в організмі людини

Елементи	Концентрація, % від маси тіла
Макроелементи	
Ca	1–9
P, K, Na, S, Cl	0,1–0,9
Mg	0,01–0,09
Мікроелементи	
Fe, Zn, F, Sr, Mo, Cu	0,001–0,009
Br, Si, Cs, I, Mn, Al, Pb	0,0001–0,0009
Cd, B, Rb	0,00001–0,00009
Ультрамікроелементи	
Se, Co, V, Cr, As, Ni, Li, Ba, Ti, Ag, Sn, Be, Ga, Ge, Hg, Sc, Zr, Bi, Sb, U, Th, Rh	0,000001–0,000009

Взаємодія геохімічних чинників середовища і організмів здійснюється в послідовних ланках біогеохімічного харчового ланцюга і залежить від природних концентрацій хімічних елементів та порогової чутливості організмів.

Харчові ланцюги, в яких беруть участь мікроелементи, доволі складні. Первинними джерелами мікроелементів є переважно гірські породи, частково атмосферне повітря та ґрунтові води (рис. 1). Кінцевий склад мікроелементів в організмі людини залежить від умов середовища і за необхідності може корегуватися або харчовими добавками, або медичними препаратами.

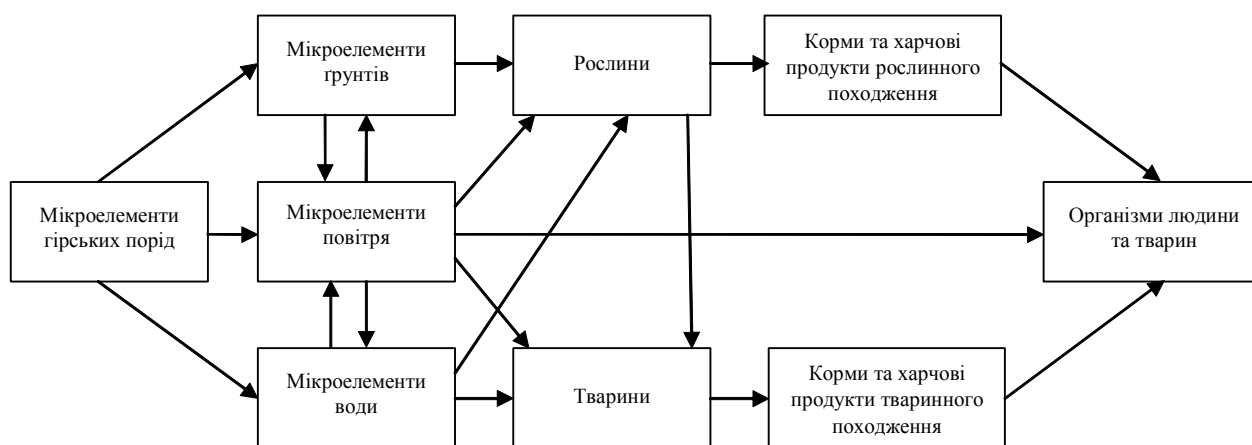


Рис. 1. Біогеохімічні ланцюги мікроелементів (за В.В. Ковальським)

Розглянемо вплив мікроелементів на організм людини на прикладі йоду та фтору.

Йод є життєво-важливим елементом (біотиком). Оптимальна інтенсивність надходження йоду в організм людини – 150–200 мкг/добу. Дефіцит йоду розвивається за його надходження в організм менше 10 мкг/добу, поріг токсичності дорівнює 5 мг/добу. В організм людини йод надходить з продуктами рослинного і тваринного походження та частково з питною водою і атмосферним повітрям.

В організмі людини йод регулює: швидкість біохімічних реакцій; обмін енергії та температури тіла; білковий, жировий, водно-електролітний обмін; обмін деяких вітамінів; диференціювання тканин, процеси росту і розвитку організму, зокрема нервово-психічний; індукцію підвищення споживання кисню тканинами.

Йодна нестача призводить до виникнення ендемічного зобу. Захворювання виявляється в гіпофункції та компенсаторному дифузному збільшенні щитоподібної залози. В ендемічних районах залежно від рівня захворюваності ендемічним зобом поширені залізодефіцитні анемії, відхилення у фізичному розвитку дітей, порушення процесів костеніння кісток і статевого дозрі-

вання, зміна імунобіологічної реактивності організму, зниження показників розумової працездатності тощо. За більш вираженої форми захворювання розвивається кретинізм – виражене недомумство, затримка росту (у дітей), у дорослих розвивається ендемічний зоб.

Ендемічний зоб широко поширений на усіх континентах. Зустрічається переважно у гірських районах (Швейцарія, Австрія, Кавказ, Гірський Алтай, Урал, Закарпаття тощо). Патогенна дія дефіциту йоду посилюється в умовах нестачі в організмі міді, кобальту та надлишку марганцю. Незбалансованість харчування (дефіцит білків за надлишку вуглеводів, нестача вітамінів за надлишку жирів) погіршує процеси метаболізму йоду.

Сьогодні фактично усе населення України відчуває дефіцит йоду. У середньому жителі України протягом доби споживають 35–50 мкг цього мікроелемента. Найменшу кількість йоду споживають жителі ендемічних щодо йоду регіонів Західної України, а також окремих районів північних, східних, центральних областей та Автономної Республіки Крим (рис. 2). Крім того, чинником, що сприяє погіршенню здоров'я населення, є надходження у воду та їжу струмогенів (речовин, що призводять до збільшення щитоподібної залози) – тіоцианатів, перхлоратів, тіомочевини, тіоурацилу, похідних аніліну, поліфенолів. Також негативно впливають особливості раціону харчування населення (дефіцит білка, вітамінів, цинку, селену, бром; надлишок марганцю, молібдену, кальцію, фтору). Перераховані чинники провокують розвиток патологій щитоподібної залози.



Рис. 2. Ризик виникнення йододефіцитних захворювань в Україні внаслідок нестачі йоду в довкіллі

Розсіяний йод вилугується природними водами з магматичних гірських порід і концентрується організмами, наприклад водоростями. Йод концентрується в ґрунтах і мулі. Важливим джерелом надходження йоду в ґрунти і води є дощові опади, що захоплюють йод з атмосфери, в яку він приноситься вітром з боку моря [1].

Джерелами надходження йоду в поверхневі води є атмосферні опади, води нафтових родовищ і стічні води деяких галузей хімічної й фармацевтичної промисловості.

У річкових водах концентрація йоду становить 1–74 мкг/дм³, в атмосферних опадах 0–65 мкг/дм³, у підземних водах 0,1–3,0 мкг/дм³. Вміст йоду враховується під час санітарного оцінювання природних вод. ГДК не встановлена [2, 3].

Фтор в організмі знаходиться у зв'язаному стані, зазвичай у вигляді важкорозчинних солей кальцію, магнію та заліза. Сполуки фтору входять до складу усіх тканин людського тіла. Близько 99 % від усієї кількості фтору припадає на кістки та зубну емаль. З організму фтор виділяється переважно з сечею. Вміст фтору в організмі дорослої людини становить близько 2,6 г, а середньодобове надходження з їжею – 0,5–1,5 мг. За споживання морепродуктів, що містять фтор, може різко підвищитися кількість цього мікроелемента в організмі. Токсична доза для людини – 20 мг. Летальна доза для людини – 2 г.

Круговорот фтору в природі охоплює літосферу, гідросферу, атмосферу і біосферу. Фтор виявляється в поверхневих, ґрунтових, морських і навіть метеорних водах. У річкові води фтор надходить із порід і ґрунтів внаслідок руйнування фторвмісних мінералів (апатит, турмалін), з ґрунтовими водами та під час безпосереднього змивання поверхневим стоком. У природних водах фтор знаходиться у вигляді фторид-йона F^- та комплексних іонів $[AlF_6]^{3-}$, $[FeF_4]^-$, $[FeF_5]^{2-}$, $[FeF_6]^{3-}$, $[CrF_6]^{3-}$, $[TiF_6]^{2-}$ тощо.

Міграційна здатність фтору в природних водах залежить від вмісту в них іонів кальцію, які утворюють з йонами фтору малорозчинні сполуки. Підвищені значення рН сприяють збільшенню рухливості фтору. Вміст фтору у річкових водах коливається від 0,05 до 1,9 мг/дм³, атмосферних опадах – від 0,05 до 0,54 мг/дм³, підземних водах – від 0,3 до 4,6 мг/дм³, інколи досягаючи насичення по відношенню до CaF_2 . У термальних водах концентрація фтору досягає в окремих випадках 10 мг/дм³, в океанах фтору міститься близько 1,3 мг/дм³ [2, 3].

Фтор є стійким компонентом природних вод. Протягом року коливання концентрації фтору у річкових водах є незначними (зазвичай не більше ніж у 2 рази). Фтор надходить у річки переважно з ґрунтовими водами. Концентрація фтору в паводковий період завжди менша, ніж в меженний, оскільки зменшується частка ґрунтового живлення.

Систематичне споживання води з надлишковою кількістю фтору призводить до розвитку ендемічного флюорозу, гіпоплазії зубної емалі тощо. У цьому випадку спостерігається характерне ураження зубів (крапчастість емалі), порушення процесів костеніння скелета, виснаження організму. Флюороз зубів проявляється у вигляді непрозорих опалесцентних смужок або плям, які з часом збільшуються, з'являється пігментація емалі темно-жовтого або коричневого кольору, настають незворотні зміни. У важких випадках спостерігається генералізований остеосклероз або дифузний остеопороз кісткового апарата. Надмірна кількість фтору знижує обмін фосфору і кальцію в кісткових тканинах, порушує вуглеводний, білковий та інші обмінні процеси, пригнічує тканинне дихання тощо. Фтор є нейротропною отрутою, яка знижує рухливість нервових процесів.

Дефіцит фтору в поєднанні з іншими чинниками (нераціональне харчування, несприятливі умови праці та побуту) викликає карієс зубів.

Клінічними та експериментальними дослідженнями доведено, що оптимальна кількість фтору в раціоні людини має протикаріозну дію. Механізм дії фтору полягає в тому, що за взаємодії з мінеральними компонентами кісткової тканини і зубів утворюються важкорозчинні сполуки. Фтор також сприяє осадженню із слини фосфату кальцію, що зумовлює процеси ремінералізації за початкового каріозного процесу. У механізмі протикаріозної дії фтору певну роль відіграє і те, що він впливає на ферментативні системи зубних бляшок і бактерій слини. Така біологічна особливість фтору стала основою для розробки ефективного методу профілактики карієсу зубів – фторування питної води. За тривалого споживання фторованої води знижується не тільки ураженість зубів карієсом, але й рівень захворювань, пов'язаних із наслідками одонтогенних інфекцій (ревматизм, серцево-судинна патологія, захворювання нирок тощо). ГДК фтору в питній воді, що лімітується за санітарно-токсикологічною ознакою шкідливості, знаходиться в межах 0,7–1,5 мг/дм³.

Мета та завдання досліджень. Мета роботи – комплексний гідрогеохімічний аналіз басейнів підземних вод західних областей України (Львівська та Івано-Франківська) та оцінка впливу складу підземної гідросфери на захворюваність населення цих областей.

Результати досліджень. У загальній схемі гідрологічного районування території України район досліджень розташований у межах двох басейнів підземних вод другого порядку – Волино-

Подільського артезіанського басейну та Передкарпатського артезіанського басейну напірних, напірно-безнапірних і безнапірних пластових, пластово-блокових і тріщинно-жильних вод, що належать до Волино-Причорноморського артезіанського басейну 1-го порядку.

Волино-Подільській країні Східно-Європейської платформи переважно відповідає Волино-Подільський артезіанський басейн, а Передкарпатському передовому прогину – Передкарпатський артезіанський басейн.

Волино-Подільський артезіанський басейн містить у собі великий об'єм прісних вод. Водоносні відклади антропогену мають практичне значення в межах пониженої частини платформи та Передкарпатського передового прогину. Водоносні горизонти неогену (середнього та нижнього баденію) розвинуті на західному схилі Волино-Подільської країни платформи, де експлуатуються для господарсько-питного водопостачання та обводнюють родовища сірки, будівельних матеріалів тощо. У східній частині на значній території розвинуті водоносні горизонти відкладів верхньої крейди. Ці горизонти (сенон-турону, сеноману) використовуються для водопостачання більшості населених пунктів, підприємств і сільськогосподарських об'єктів. На сході та північному сході Львівської області і заході та північному заході Тернопільської області розташований потужний водоносний горизонт верхньодевонських (франських) відкладів, який в останні роки використовується для централізованого водопостачання м. Львова. У центрі та на сході Тернопільської області розповсюджені водоносні горизонти середньо-нижньодевонських і верхньосилурійських відкладів. У північно-східній частині Чернівецької області на обмеженій території розповсюджений водоносний горизонт відкладів кембрію. Водоносні горизонти середньо-нижньодевонських і силурійських відкладів переважно експлуатуються одночасно з водоносними горизонтами відкладів верхньої крейди, які їх перекривають.

Для **Передкарпатського артезіанського басейну** характерна наявність глинистих відкладів значної потужності з прошарками пісків, пісковиків і туфітів верхньобаденського (косівського) та нижньосарматського віку. Наявність цієї товщі зумовила утворення високонапірної гідродинамічної системи, яка приурочена до нижніх відкладів та гідрогеологічну закритість басейну.

На північному заході Передкарпатського артезіанського басейну встановлена чітка вертикальна гідрогеохімічна зональність. Нижня гідрогеохімічна зона розсолів на глибині 1000–2500 м об'єднує палеозойські відклади та найнижчі неогенові відклади (гельвет і нижній баденій). Порово-тріщинуваті води нижньої гідрохімічної зони мають однорідний хімічний склад – хлоридно-натрієвий з мінералізацією 70–150 г/дм³ (Na/Cl = 0,85–0,70; SO₄ 100/Cl = 0,04). Води зони збагачені йодом (20–28 мг/дм³) і бромом (до 350 мг/дм³). Середня гідрогеохімічна зона солоних вод розвинута в породах верхнього баденію та нижнього сармату (конкський і волинський горизонти). Води хлоридно-натрієвого типу з мінералізацією 15–50 г/дм³ характеризуються високим вмістом йоду (35–140 мг/дм³) і бромом (50–250 мг/дм³). Вказані водонапірні системи належать до зони дуже сповільненого водообміну. До неї приурочені нафтові та газові родовища (Коханівка-Східниця та інші).

У верхній частині сарматських відкладів зустрічається водоносний горизонт спорадичного розповсюдження, який характеризується водами гідрокарбонатно-натрієвого типу з мінералізацією 5,5 г/дм³. Ця гідродинамічна система належить до зони значного (більш або менш сповільненого) водообміну.

У верхній частині сармату (до глибини 100 м) спорадично та в четвертинних утвореннях усюди розповсюджені прісні гідрокарбонатні води, що свідчить про їх приуроченість до зони інтенсивного водообміну.

На південному сході простежується гідродинамічний зв'язок з водоносними комплексами південно-західної країни платформи. Тут високомінералізовані води нижньої гідрогеохімічної зони у відкладах баденію та мезозою розвинуті під насувом Самбірської зони. Води середньої зони розповсюджені до глибини 750–1250 м і охоплюють сарматські відклади. Потужність зони – 250–300 м. У середній зоні відмічаються ознаки інфільтраційного режиму, отже, вона розмежовує водонапірні системи елізійного та інфільтраційного типів.

Зона інтенсивного водообміну охоплює водоносний горизонт четвертинних відкладів та верхню частину неогену (до глибини 75–100 м). У цьому районі зустрічаються хлоридно-натрієві води високої мінералізації.

Загалом для Передкарпатського басейну характерний високий ступінь гідрогеологічної закритості, який зумовив для більшої частини відкладів існування елізійної водонапірної системи за незначного впливу інфільтраційних вод. Вказана обставина обумовлює незначний об'єм ресурсів підземних вод. Підземні води басейну використовуються в бальнеології (курорти Моршин, Трускавець тощо), вивчені родовища йодо-бромних вод, досліджені води нафтових і газових родовищ, розвідані природні розсоли кухонної солі. Для водопостачання (у рідких випадках) можуть бути використані лише води четвертинних відкладів.

Враховуючи гідрогеологічні умови Передкарпатського прогину, на території Львівської та Івано-Франківської областей виділяють такі водоносні комплекси:

- водоносний комплекс верхньокрейдових відкладів Південно-Західної рівнини Волино-Подільської височини;
- водоносний комплекс четвертинних відкладів басейну р. Дністра (підземні води четвертинних відкладів басейну р. Свічі; підземні води четвертинних відкладів басейну р. Лімниці; підземні води четвертинних відкладів басейну р. Бистриці Солотвинської та р. Бистриці Надвірнянської; водоносний комплекс Прут-Дністровського межиріччя; підземні води четвертинних відкладів басейну р. Прут; водоносний комплекс гірськоскладчастої (скибової) зони Карпат).

Вміст деяких мікроелементів у підземній гідросфері вказаних територій наведено в табл. 2 [4].

Таблиця 2

Вміст деяких мікроелементів у підземній гідросфері західних областей України, мг/дм³

Водоносний комплекс	Fe _{заг}	Cu	Zn	Mo	Mn	Pb	As	F	I
Верхньокрейдові відклади Волино-Подільської височини	0,07	0,01	0,016	0,001	0,12	0,007	0,001	0,40	0,001
Алювіальні відклади басейну р. Дністра	0,09	0,04	немає	немає	0,10	немає	0,04	0,41	0,04
Алювіальні відклади басейну р. Свічі	—	—	—	—	—	—	—	0,5	0,004
Алювіальні відклади басейну р. Лімниці	0,19	0,012	0,032	0,006	0,041	0,013	0,01	0,01	0,008
Алювіальні відклади басейну р. Бистриці Солотвинської та р. Бистриці Надвірнянської	0,30	0,02	0,04	сліди	0,003	сліди	0,002	0,10	0,008
Товща верхньоторгонських відкладів і тираської світи Прут-Дністровського межиріччя	0,15	0,027	0,006	немає	0,0086	сліди	0,005	0,35	0,001
Алювіальні відклади басейну р. Прут	0,16	0,01	0,22	немає	0,06	0,002	0,006	0,05	0,005
Гірськоскладчаста (скибова) зона Карпат	0,30	0,013	—	0,0023	0,10	0,0015	—	0,10	0,003

У воді господарського-питного призначення м. Івано-Франківська та області міститься недостатня кількість фтору, йоду, марганцю, кобальту, міді та інших мікроелементів. У добових харчових раціонах, якщо в них переважають продукти місцевого походження, вміст фтору в 4–5 разів менший від оптимальної величини.

Для збільшення вмісту фтору в питній воді на усіх комунальних і великих відомчих господарсько-питних водопроводах населених пунктів запроваджують процес фторування води. Фторування води в м. Івано-Франківську дало змогу зменшити протягом 10 років індекс інтенсивності карієсу для дітей у віці 7 років – на 73 %, 8 років – на 76,5 %, 9 років – на 68,5 %, у віці 11–15 років – на 25–30 %.

Як було зазначено вище, споживання питної води з надлишковою концентрацією фтору призводить до флюорозу та гіпоплазії зубної емалі. Така ситуація спостерігалась в середині 1990-х

років у м. Соснівка Червоноградського району Львівської області. Діти цього населеного пункту мали гіпоплазію зубів різних форм: штрихову, крейдоподібно-крапчасту, плямисту та ерозивну.

На першому етапі досліджень як у спеціалістів-геологів, так і медиків домінувала точка зору щодо зв'язку гіпоплазії зубів із вмістом фтору у питній воді. Результати проведеного всебічного дослідження екологічного стану геологічного середовища дали змогу припустити, що наявність фтору у воді не могла бути основною причиною масового захворювання дітей на гіпоплазію. Вміст фтору в усіх водозаборах Червоноградського гірничопромислового району непостійний у часі й змінюється від норми до 2–2,5 мг/дм³, деколи до 3,8 мг/дм³.

У підземних водах майже усіх водозаборів Червоноградського гірничопромислового району відмічено низький вміст кальцію (16–34 мг/дм³) та дуже високий – натрію, калію (Na+K – 212–130 мг/дм³) та стронцію (5,95 мг/дм³). При цьому найменший вміст кальцію у воді крейдового водоносного горизонту відмічений саме в межах Соснівського водозабору.

Таке співвідношення елементів може бути відповідним каталізатором дії фтору, з одного боку, а з іншого, – причиною остеопорозу під час формування організму. Комплексне дослідження крові дітей Соснівки вказує на таке підвищення рівня лужної фосфатази у понад 50 % обстежених, що дає змогу трактувати цей процес як результат помірних порушень процесів мінералізації в їх кістковій системі. Отже, дуже низький вміст кальцію та значне перевищення вмісту натрію, калію, стронцію та фтору в питній воді створюють сприятливі умови для розвитку гіпоплазії та флюорозу. Така ситуація загалом характерна й для інших водозаборів Червоноградського гірничопромислового району.

Порівняння гідрохімічних показників підземних вод крейдових відкладів, що використовуються для централізованого водопостачання, з гідрохімічними показниками водоносного горизонту у четвертинних відкладах, який використовується для нецентралізованого водопостачання (криниці), свідчить, що для четвертинного горизонту здебільшого характерний високий вміст кальцію (до 300 мг/дм³) за практичної відсутності фтору.

Отже, концептуально-біохімічна схема розвитку хвороби може бути пояснена тим, що внаслідок недостатньої кількості кальцію та значного перевищення концентрації натрію у питній воді, в організмі людини (особливо в дитячому віці) формується кістково-специфічна лужна фосфатаза, яка є біохімічним маркером таких кісткових захворювань, як остеопороз та остеомаліяція. Керований контроль екологічного стану геологічного середовища з метою локалізації, а також повного виключення захворювання гіпоплазією може ґрунтуватися на впровадженні технології дефторування питної води у системі централізованого водопостачання.

Ефективне зниження захворюваності населення ендемічним зобом досягається лише за умови проведення комплексних оздоровчих заходів: йодна профілактика у поєднанні з оптимізацією геохімічного складу довкілля (збагачення ґрунту мікроелементами, попередження антропогенного забруднення ґрунту металами тощо) і поліпшенням соціально-гігієнічних умов праці й побуту населення.

Висновки. Мікроелементи підземної гідросфери західних регіонів України істотно впливають на стан здоров'я населення. Підземні води інфільтраційного живлення характеризуються незначним вмістом йоду та фтору. Підземні води, пов'язані з галогенними формаціями, які мають відповідний вплив на підземні води, що близько залягають від поверхні водоносних горизонтів, характеризуються надлишковим вмістом фтору, незначним вмістом кальцію, істотним вмістом (трохи вище за ГДК) стронцію. При цьому відношення вмісту фтору до стронцію визначає значний ризик захворювання населення, яке споживає цю воду, на остеопороз та флюороз. Необхідна технологія дефторування цієї води, а також масштабні заходи щодо медикаментозного поповнення дефіциту йоду.

1. Никаноров А.М. *Гидрохимия*. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 346 с. 2. Зенин А.А., Белоусова Н.В. *Гидрохимический словарь*. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 240 с. 3. *Справочник по геохимии* / Г.А. Войткевич, А.В. Кокин, А.Е. Мирошников, В.Г. Прохоров. – М.: Недра, 1990. – 480 с. 4. Нейко Є.М., Рудько Г.І., Смоляр Н.І. *Медико-геоекологічний аналіз стану довкілля як інструмент оцінки та контролю здоров'я населення*. – Івано-Франківськ: Екор, – 2001. – 350 с.