

В. ШЕСТОПАЛОВ, Н. МОІСЕЄВА, А. МОІСЕЄВ

ОЦІНЮВАННЯ БАЛЬНЕОЛОГІЧНО АКТИВНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У МІНЕРАЛЬНИХ ВОДАХ

Ми живемо в той час, коли одним із найцінніших ресурсів людства є питна вода. Сучасна людина з кожним днем дедалі більше споживає чистої води, зокрема природної мінеральної. Стрімке зростання потреб суспільства в таких водах зумовило необхідність вивчення впливу різних за складом природних мінеральних вод на організм людини. З'явилася навіть нова галузь науки — медична геологія, яка вивчає взаємозв'язок між геологічними особливостями регіону і здоров'ям людини.

Загальновідомо, що мікроелементи — життєво необхідні речовини, які потрібні для забезпечення повноцінної життєдіяльності людини. Тому сьогодні постало питання достатньої забезпеченості організму мікроелементами, які людина значною мірою отримує з водою, особливо з природною мінеральною.

Автори публікації знайомлять читачів із власною концепцією щодо встановлення корисних для людини концентрацій і складу мікроелементів у природних мінеральних водах, наводять численні літературні дані про вміст мікроелементів у мінеральних водах, соках, винах із різних регіонів світу, переконливо доводять, що корекція балансу мікроелементів у організмі людини при вживанні природних мінеральних вод є перспективною альтернативою медичним препаратам і харчовим добавкам.

Підвищений інтерес до вмісту мікроелементів у воді, ґрунтах, рослинах, харчових продуктах, організмі тварин і людини викликаний сьогодні багатьма чинниками, серед яких можна відзначити такі: техногенне забруднення навколишнього середо-

вища, інтенсивне застосування мінеральних і органічних добрив, поява на ринку різноманітних харчових продуктів і напоїв, отримання нових даних про біологічні функції того або іншого елемента, розроблення і впровадження лікарських препаратів і

© ШЕСТОПАЛОВ В'ячеслав Михайлович. Академік НАН України. Академік-секретар Відділення наук про Землю НАН України. Заступник директора Інституту геологічних наук НАН України.
МОІСЕЄВА Надія Петрівна. Кандидат хімічних наук. Провідний науковий співробітник цього ж інституту.
МОІСЕЄВ Андрій Юрійович. Кандидат біологічних наук. Науковий співробітник цього ж інституту (Київ). 2008.

харчових добавок, основне призначення яких — корекція балансу мікроелементів у організмі.

Сучасні аналітичні методи — полярографія, атомно-абсорбційна спектрометрія, мас-спектрометрія з індуктивно зв'язаною плазмою та ін. — дозволяють із високою точністю визначати мікроконцентрації елементів у біологічних зразках, пробах води, ґрунту тощо [1, 2, 3]. Так, межі виявлення атомно-емісійного спектрометра OPTIMA 2100 DV (Perkin Elmer) становлять: для Al — 0,9 мкг/л; В — 1,0; Mn — 0,1; Cu — 0,4; Se — 4,0; Zn — 0,2. Використання сучасних високочутливих технологій дозволяє отримати нові та уточнити наявні дані про поширення того або іншого елемента в земній корі, простежити вплив техногенного навантаження на концентрацію мікроелементів у ґрунтах і природних водах, установити зв'язок рівня антропогенних забруднень із вмістом мікроелементів у рослинах і організмі людини, віднести до розряду життєво важливих такі елементи, біологічна роль яких раніше не була встановлена. Виокремилася та інтенсивно розвивається нова галузь науки — медична геологія, яка розглядає взаємозв'язок між геологічними особливостями регіону і здоров'ям населення [4].

Мікроелементи поділяють на життєво необхідні, малонеобхідні і ті, роль яких у життєдіяльності організму людини досі не з'ясовано [5]. З розширенням досліджень цієї проблеми віднесення елемента до того або іншого типу може змінюватися. Раніше до життєво необхідних мікроелементів відносили залізо, молібден, мідь, миш'як, кобальт, бор, бром, йод, фтор, кремній, ванадій. У процесі вивчення взаємодії цих мікроелементів із біологічними молекулами і виявлення нових фізіологічних ефектів багато дослідників доходять висновку, що будь-який із них при певному вмісті в організмі може відігравати корисну біологічну роль. Так, американський учений Р. Ан-

дерсен установив, що хром, який раніше вважали винятково токсичним, — життєво необхідний компонент для функціонування головного мозку, оскільки стимулює регулювання рівня цукру в крові [6]. Ще більш показова роль селену, відомого раніше тільки як токсичний мікроелемент. Сьогодні встановлено, що його нестача в організмі зумовлює більше ніж 75 різних захворювань. Як антиоксидант, він бере участь в окислювально-відновлювальних процесах організму, впливає на активність ферментів і гормонів, є протектором при променевих ураженнях [7], сприяючи утворенню серотоніну, активно впливає на роботу мозку [8].

Нині актуальна проблема адекватної забезпеченості організму мікроелементами. Дефіцит, надлишок або дисбаланс мікроелементів у організмі людини призводить до захворювань, які можна об'єднати загальним терміном «мікроелементози» [5]. Поширений дефіцит цинку, йоду, селену й ряду інших мікроелементів. Достатньо часті надлишки не тільки токсичних елементів (свинцю, кадмію і алюмінію), але й есенціальних, тобто тих, що входять до складу багатьох вітамінно-мінеральних комплексів — заліза, ванадію, нікелю, хрому, молібдену, бору, цинку, селену, йоду. Ці мікроелементи, есенціальні в малих кількостях, при надмірному надходженні до організму людини виявляються токсичними і можуть провокувати серйозні захворювання.

Вживані як їжа продукти і напої істотно впливають на баланс мікроелементів у організмі людини. Було проведено дослідження впливу споживаних напоїв (вин, мінеральної води, пива, чаю, розчинної кави) на баланс мікроелементів у організмі людини [9]. Найбільші концентрації (від сотні мікрограмів до міліграма на 1 дм³) Al, Cu, Mn і Sr, меншою мірою В, Rb і Zn виявлено у винах; В і Sr — у мінеральній воді; Al, В, Mn, Rb і Sr — у пиві; Al, В, Mn, Rb,

Sr і Zn — у чаї; Cu, Mn і Rb — у розчинній каві. Відзначено, що напої також можуть сприяти засвоєнню деяких елементів, наприклад: Ag, B, Ba, Co, Li, Mn, Ni, Rb, Sb, Sc, Th, Tl, V і W. На підставі цих досліджень було зроблено висновок, що проведений аналіз становить інтерес для прогнозування вмісту мікроелементів у організмі всіх верств населення залежно від споживання різних напоїв.

Велику увагу приділено вивченню впливу мінерального складу води, яку споживають, і вмісту в ній мікроелементів на розвиток різних патологій: атеросклерозу, серцево-судинних захворювань і підвищеного артеріального тиску [10]. Виявлено кореляцію між жорсткістю споживаної води і смертністю від серцево-судинних захворювань. Значну кількість раптових смертей, церебрально-васкулярних захворювань, пацієнтів із підвищеним артеріальним тиском і коронарною хворобою серця зафіксовано в регіонах із м'якою водою. Основну увагу дослідників сконцентровано на питанні визначення захисних чинників у жорсткій воді й небезпечних чинників або елементів у м'якій воді. Таким елементами у складі води, як кальцій, магній, літій, кремній і марганець, приписують позитивну роль. Ванадій, кадмій, свинець, срібло і сурму вважають потенційно небезпечними. Кобальт і цинк можуть виявляти як позитивну, так і негативну дію на організм людини.

Крім того, проводять дослідження вмісту в питних водах і продуктах харчування алюмінію, оскільки він може виступати як нейротоксикант у патогенезі хвороби Альцгеймера [11]. За даними окремих джерел [12], концентрація алюмінію в питних водах Іспанії становить від 4,2 до 165,3 мкг/л, у фруктових соках — 49,3–1144,6 мкг/л, у безалкогольних напоях — 44,6–1053,3 мкг/л. Середнє надходження алюмінію в організм людини з цими напоями для населення Іспанії оцінюють в обсязі 156 мкг на добу.

Дефіцит йоду в організмі призводить до розладу функції щитовидної залози і може бути пов'язаний із вживанням хлорованої води, консервантів, що містяться в продуктах харчування, і токсичною дією промислових відходів. У спеціальному дослідженні [13] наголошено, що дві третини населення Угорщини проживає в областях, де питні води містять йод у концентрації менше ніж 0,025 мг/л [12]. В умовах дефіциту надходження йоду в організм із питною водою як альтернативні джерела пропонують мінеральну воду, що містить йод, і препарат, створений на основі морських водоростей.

У зв'язку із зростанням рівня життя населення з'явилося більш вимогливе ставлення до якості продуктів харчування, унаслідок чого підвищився попит на якісну бутильовану воду для щоденного вживання. Інтенсивно розширюється ринок бутильованих мінеральних вод, які можна вільно купити. Ось чому особливу увагу сьогодні приділяють визначенню вмісту мікрокомпонентів у їхньому складі. У 33 видах мінеральних вод, що надходять у продаж у Японії, методом мас-спектрометрії визначали концентрацію стронцію, кальцію і магнію [14]. Середній вміст цих елементів у досліджених зразках води становив: 94,4 мкг/дм³ стронцію, 19,1 мг/дм³ кальцію і 2,82 мг/дм³ магнію. На основі аналізу взаємозв'язку цих елементів було зроблено висновок про те, що їхні синхронізовані варіації регульовані природною екосистемою і не є результатом випадкового техногенного забруднення води або їхнього природного високого вмісту в природних джерелах. Отже, мінеральна вода може бути важливим харчовим джерелом цих елементів. Також відзначено, що дисбаланс мікроелементів досить поширений у людей похилого віку з хронічними хворобами нирок, тому необхідно приділяти увагу надходженню в організм мікроелементів із продуктами харчування і напоями, аби запобігти проблемі швидкого старіння суспільства.

Для корекції балансу мікроелементів у організмі людини використання природних мінеральних вод — перспективна альтернатива медичним препаратам і харчовим добавкам. Проте слід відзначити, що використання лікувальних мінеральних вод без медичного обстеження і рекомендацій лікаря може призвести до небажаних наслідків. Величезні запаси мінеральних вод розташовані на території країн, які входили до складу колишнього СРСР: Росії, Білорусі, Грузії, Вірменії і, особливо, України. Перерахувати їх майже неможливо, тому згадаємо тільки найвідоміші: Арзні, Аршан, Баталінське джерело, Березовські мінеральні води, Боржомі, курорти Дарасун, Джермук, Діліжан, Друскінінкай, Єсентуки, Железноводськ, Кисловодськ, Країнка, Лугела, Миргород, Полюстрово, Саїрме, Сатанів, Слов'яногорськ, Смирновське джерело, Східниця, Трускавець, Ундори, Шиванда, Шмаковка, Яремча, Марціалні води, Іжевські мінеральні води. У Європі вуглекислі мінеральні води поширені в Центральній Франції (курорт Віші та ін.), Німеччині (Бад-Наухейм, Бад-Емс, Вільдунген), Чехії (Карлові Вари, Маріанське-Лазне та ін.). Гідросульфідні азотні мінеральні води є на межі Франції та Іспанії в Піренеях, на французькому курорті Екс-ле-Бен. В Угорщині гарячі азотні води використовують у Будапешті. У Болгарії — в околицях Софії тощо. Багато виходів на поверхню азотних гарячих мінеральних вод є в районах недавньої вулканічної активності (США, Ісландія, Італія, Нова Зеландія та ін.). Сірководневі мінеральні води поширені в Німеччині (Аахен), Австрії (Баден), Румунії (Беїле-Еркулане), Туреччині (Бурса), в Україні — у Карпатах і на Керченському півострові.

При віднесенні природних мінеральних вод до того або іншого типу основним є питання виявлення критеріїв бальнеологічно активних концентрацій. В.В. Іванов і Г.А. Невраєв [15] поділяють мікроелемен-

ти в мінеральних водах за умовами їхнього залягання і за бальнеологічною дією на дві групи: 1) миш'як, залізо, кобальт, мідь, марганець та інші важкі метали; 2) йод і бром. Питання про бальнеологічно активні концентрації багатьох мікроелементів у мінеральних водах досі недостатньо вивчено.

Значний внесок у теоретичне обґрунтування дозування мікроелементів зробили дослідження А.І. Венчикова, який виділив дві зони їхньої дії на організм людини [16]:

1. Зона корисної біологічної дії, яка виявляється за умови застосування розчинів мікроелементів із концентраціями, близькими до їхніх концентрацій у тканинах і клітинах. При цьому опір організму не подолано. Уведена доза мікроелементів виявляє лікувальну стимулювальну дію на організм.
2. Зона токсико-фармакологічної дії, яку спостерігаємо, застосовуючи розчини з концентраціями мікроелементів, значно вищими за їхні концентрації в організмі при подоланні його опору, і мікроелементів, що проникають у більших кількостях, ніж їхній вміст у клітинах.

Розвиваючи концепції А.І. Венчикова та на підставі проведених досліджень, А.Т. Гончаров запропонував 5 зон дії мікроелементів (біотиків) на організм людини [17]:

- 1) зону дефіциту — діапазон, при якому спостерігаємо хвороби, спричинені нестачею мікроелементів. Її верхня межа дорівнює мінімальній фізіологічній концентрації мікроелементів;
- 2) зону фізіологічних доз — від мінімальної до максимальної, включаючи оптимальну фізіологічну дозу. Вище за цю норму фізіологічний ефект дії мікроелементів знижується;
- 3) зону «недіючих доз» — між максимальною фізіологічною і мінімальною фармакологічною. При цьому біотик повністю затримують біологічні бар'єри, через що його дію неможливо вияви-

ти. Слід зауважити, що бар'єри можуть бути ушкодженими;

- 4) зону фармакологічних доз, коли біотик прориває бар'єрні тканини, ушкоджуючи їх, але все-таки виконує фармакологічну дію. Ця зона включає мінімальну, оптимальну і максимальну дози;
- 5) зону токсичних доз — пошкодження фізіологічних бар'єрів, а також тканин, що розміщені за ними.

При біологічному нормуванні максимальну фізіологічну дозу рекомендовано вважати граничнодопустимою.

Оскільки мінеральні води є багатокомпонентними розчинами, то, застосовуючи їх, слід урахувати синергізм, антагонізм і симбіоз дії компонентів, що входять до їхнього складу. Наприклад, іони заліза (II) засвоюються набагато легше, якщо вони надходять в організм у вигляді карбонатних, а не сульфатних або інших сполук [18]. Це можна пояснити з погляду дії сильних і слабких кислот і основ, оскільки для стабілізації елемента в низькому стані окислення потрібна координація з більш слабкими основами. Крім того, карбонатні комплекси заліза будуть легше проникати в координаційну сферу порфіринових кілець, що містять у бічному ланцюзі групи C=O і COOH. Таким чином, важливе значення має не тільки концентрація, але й форма перебування або «форма міграції» мікроелементів у мінеральних водах. Це особливо важливо для таких мінеральних вод, як-от «Нафтуса», де в ролі лігандів виступають бальнеологічно активні органічні сполуки [19].

Антагонізм у взаємодії мікроелементів у процесі обміну речовин може бути викликаний їхнім надмірним надходженням в організм, заміною біогенного елемента важким металом або іншими чинниками. Наслідками цього можуть бути руйнування біологічних структур, хвороби аж до повної зупинки життєдіяльності. Зазначимо, що функціональний антагонізм існує між

молібденом і йодом, молібденом і цинком, кобальтом і магнієм, марганцем і залізом, молібденом і сіркою, літієм і натрієм тощо.

Ураховуючи багатокомпонентний склад мінеральних вод, синергізм або антагонізм біологічної дії їх складників і безліч інших чинників, визначення мінімальних фізіологічно активних концентрацій мікрокомпонентів таких вод — питання ще не вивчене і досить складне. Для багатьох мікроелементів бальнеологічно активні концентрації в мінеральній воді досі не встановлені. В основу норм концентрацій, при яких мікроелементи проявляють бальнеологічну дію, а відповідні їм мінеральні води є кондиційними, автори спеціального дослідження [20] пропонують покласти відповідність концентрацій їхньому вмісту в організмі. Проте для вирішення цього питання потрібні подальші дослідження.

У медицині і фармацевтиці, вибираючи препарати з мінеральними добавками, насамперед визначають мету їх застосування (профілактика або лікування), а також ураховують склад і дозування компонентів. Для профілактики необхідна значно менша кількість препарату, ніж для лікувальних заходів. Розрахунок необхідної кількості препарату проводять, виходячи з його терапевтичної дози, враховуючи при цьому генезу анемії, вік і стать хворого та інші чинники. Під терміном «терапевтична доза» мають на увазі кількість препарату, що викликає лікувальний ефект. На сьогодні визначено терапевтичні дози для багатьох елементів, що входять до складу організму людини. У монографії Г. Пікарда [21] наведено терапевтичні дози для марганцю, кобальту, міді, цинку, нікелю, хрому, срібла, золота, які становлять від 50 до 500 мкг на добу. У роботі О.М. Шаповала [22] визначено добові норми споживання і терапевтичні дози для заліза, магнію, цинку, марганцю, селену та інших елементів.

Розглянемо взаємозв'язок добової терапевтичної дози елемента і його концен-

Таблиця 1. Терапевтичні дози хімічних елементів і вміст їх у мінеральній воді

Елемент	БАК у МВ, мг/дм ³	ГДК у МВ, мг/дм ³	Вміст в організмі, мг	Терапевтична доза, мг/доба
Залізо 100–120	20 (10)	>120	4000–5000	50–60
Кобальт	0,1	не визн.	1,5–2,6	до 0,5
Літій	5 (10)	>50	70–100	60
Марганець	не визн.	1,0	12–20	6–20
Мідь	не визн.	1,0	80–120	до 3
Молібден	не визн.	0,25	10–15	до 1
Миш'як	0,7	1,5–2	1–а3	0,05–0,1
Нікель	0,1	не визн.	0,8–3,7	до 0,5
Срібло	0,1–0,2	не визн.	10–20	0,15–0,25
Селен	0,01	0,05	14–15	до 0,4
Свинець	не визн.	0,1	0,13	н/д
Стронцій	10	25	320	н/д
Титан	не визн.	0,1	н/д	н/д
Хром	не визн.	0,5	5–6	до 0,1
Цинк	не визн.	5,0	1000–2000	20–100
Ванадій	не визн.	0,4	10	н/д
Золото	не визн.	не визн.	0,10	н/д

Примітки: не визн. — для мінеральних вод норми концентрацій невизначені або авторам невідомі;
н/д — немає достовірних даних або ж вони авторам невідомі.

трації в мінеральній воді на прикладі заліза, для якого ці показники на сьогодні найбільш вивчені і визначені. Згідно з даними С.А. Гусевої та Я.П. Гончарова, для профілактики анемії та лікування її легкої форми рекомендовано дозу двовалентного заліза 50–60 мг, а для лікування вираженої анемії — 100–120 мг [23]. Наведена в роботі О.М. Шаповала добова терапевтична доза заліза дорівнює 100 мг [22].

У багатьох країнах прийнято критерій відношення мінеральних вод до залістистих, що становить 10 мг/дм³. Таку ж норму пропонують використовувати автори Класифікації мінеральних вод України [24]. Проте деякі бальнеологи вважають таку кількість заліза недостатньою для лікування і пропонують підвищити зазначений критерій до 20 мг/дм³. На підставі власних досліджень встановлено, що мінеральна вода із вмістом двовалентного заліза 14,7 мг/дм³ інтенсифікує відновлення лейкоцитарної ланки периферійної крові опромінених тварин і має регуляторну дію на окислювальний

гомеостаз [25]. Слід зазначити, що добове надходження заліза в організм із мінеральною водою під час санаторно-курортного лікування приблизно дорівнює його концентрації в 1 дм³ води 250–300 мг при споживанні 3–4 рази на день. Таким чином, співвідношення між терапевтичною дозою заліза і його концентрацією в мінеральній воді можна визначити пропорцією 5:1.

У Таблиці 1 наведено дані щодо мінерального складу організму дорослої людини [5, 26 та ін.], терапевтичних доз хімічних елементів [22 та ін.] та їхніх бальнеологічно активних концентрацій (БАК) у мінеральних водах (МВ) [20, 24, 27].

Аналізуючи наведену таблицю, відзначимо таке:

— співвідношення терапевтичної дози елемента і концентрації в мінеральній воді (тд/кв) 5:1 характерне не тільки для заліза, але й для кобальту і нікелю. Для срібла цей показник дещо менший і перебуває в межах 2,5:1, що можна пояснити хімічною інертністю цього елемента;

- беручи до уваги добову терапевтичну дозу міді і співвідношення тд/кмв для Fe, Co, Ni, концентрація міді у відповідній мінеральній воді, вірогідно, може перебувати в межах 0,5–0,6 мг/дм³;
- літій і миш'яку відповідають значення тд/кмв, відмінні від 5:1. Проте межі терапевтичної дози для цих елементів не встановлені і вимагають подальшого дослідження;
- достовірні дані стосовно концентрації в кондиційній мінеральній воді Zn, Mo, V, Cr відсутні, як і для міді. Виходячи із співвідношення тд/кмв для металів і ГДК, вміст цих елементів у мінеральній воді можна визначити 5 мг/дм³ для цинку, 0,2 для Mo, 0,2-0,3 для V і Cr.

Використання мінеральних вод для відновлення балансу мікроелементів у організмі людини не тільки найдоступніший і економічно вигідний, але й ефективний (без побічних реакцій) метод, що можна застосувати як альтернативне лікування в разі наявності побічних ефектів медикаментозної терапії. Важливе значення також має комплексність дії мінеральних вод, адже вживання їх під час лікувального курсу може не тільки сприяти заповненню в організмі нестачі мікроелементів, але й нормалізувати функції екскреторних і інкреторних органів і систем, прискорювати виведення токсичних сполук, підвищувати адаптаційні можливості організму. Проте, незважаючи на значний потенціал різноманітних мінеральних вод в Україні, в умовах курортів і для розливу використовують лише 16% їх затверджених запасів.

Необхідно відзначити, що у зв'язку з відсутністю свого часу високоефективних і точних методів аналізу, мікроелементний склад мінеральних вод багатьох відомих нині родовищ досі не досліджено. З цього погляду показова робота з вивчення вуглекислих вод Закарпаття і Сакського родовища [28]. У результаті проведених досліджень у водах відомих родовищ виявлено в

бальнеологічно активних концентраціях літій, стронцій, кремній, що дає можливість використовувати їх (води) за відповідним цим мікроелементам профілем. Окрім цього, для низки поліметалевих мінеральних вод досі не встановлено поріг бальнеологічно активних концентрацій для деяких елементів (Mn, Cu, Ni, Zn, Al та ін.) і не проведено відповідних біологічних досліджень.

Насамкінець зазначимо, що склад бальнеологічно активних мікроелементів у мінеральних водах, з'ясування впливу їх на життєдіяльність організму людини, норми граничнодопустимих і бальнеологічно активних концентрацій ще потребують усебічного вивчення. Тому основою всіх подальших досліджень мінеральних вод має стати тісне поєднання науки і практики, адже отримані знання щодо їх (вод) вживання дозволять надати людині адекватну профілактичну й медичну допомогу на високому фаховому рівні.

1. Zarei K., Atabati M., Ilkhani H. Catalytic adsorptive stripping voltammetry determination of ultra trace amount of molybdenum using factorial design for optimization // *Talanta*. — 2006. — Vol. 69. — Iss.4. — P. 816–821.
2. Шльков С.А. Масс-спектрометр на службе у физиков и химиков // *Соросовский Образовательный Журнал*. — 2001. — Т.7. — №7. — С. 60–65.
3. Yan Xiu-Ping, Jiang Yan. Flow injection on-line preconcentration and separation coupled with atomic (mass) spectrometry for trace element (speciation) analysis based on sorption of organometallic complexes in a knotted reactor // *TrAC Tr. Anal. Chem.* — 2001. — Vol. 20. — Iss.10. — P. 552–562.
4. *Essentials of Medical Geology* / Ed. Olle Selinus. — Uppsala: Geological Survey of Sweden, 2005. — 832 p.
5. Авицин А. П., Жаворонков А. А., Рии М. А. Микроэлементозы человека. — М.: Медицина, 1991. — 496 с.
6. Карпер Дж. Ваши чудесные умственные способности. Пер. с англ. — Харьков: КСД, 2000. — 286 с.
7. Барабой В.А., Шестакова Е. Н. Селен: биологическая роль и антиоксидантная активность // *Український біохімічний журнал*. — 2004. — Т.76. — №1. — С. 23–31.
8. Aro A., Alfthan G., Ekholm P., Varo P. Effects of selenium supplementation of fertilizers on human nu-

- trition and selenium status // In: Environmental chemistry of selenium. Ed. Frankenberger I., William T., Endberg R.A. — New-York: Marcel Dekker, 1988. — P. 81–97.
9. *Minoia C., Sabbioni E., Ronchia A.* et al. Trace element reference values in tissues from inhabitants of the European community. IV. Influence of dietary factors // *Sci. Tot. Envir.* — 1994. — Vol. 141. — Iss. 1–3. — P. 181–195.
 10. *Tibek S.* Role of trace elements in primary arterial hypertension: is mineral water style or prophylaxis? // *Biol. Trace Elem. Res.* — 2006. — Vol. 114. — №1–3. — P. 1–5.
 11. *Flaten T. P.* Aluminium as a risk factor in Alzheimer's disease, with emphasis on drinking water // *Brain Res. Bull.* — 2001. — Vol. 55. — Iss. 2. — P. 187–196.
 12. *Lopez F. F., Cabrera C., Lorenzo M. L., Lopez M. C.* Aluminium content of drinking waters, fruit juices and soft drinks: contribution to dietary intake // *Sci. Tot. Envir.* — 2002. — Vol. 292. — Iss. 3. — P. 205–213.
 13. *Varga I.* Iodine determination in dietary supplement products by TXRF and ICP-AES spectrometry // *Microchem. J.* — 2007. — Vol. 85. — Iss. 1. — P. 127–131.
 14. *Usuda K., Kono K., Dote T.* et al. Survey of strontium in mineral waters sold in Japan: relations of strontium to other minerals and evaluation of mineral water as a possible dietary source of strontium // *Biol. Trace Elem. Res.* — 2006. — Vol. 112. — №1. — P. 77–86.
 15. *Иванов В. В., Невраев Г. А.* Классификация подземных минеральных вод. — М.: Недра, 1964. — 167 с.
 16. *Венчиков А. И.* Биотики: к теории и практике применения микроэлементов. — Ашхабад: Ылым, 1978. — 279 с.
 17. *Гончаров А. Т.* Изучение роли микроэлементов в питании (методические рекомендации). — Казань: Полиграф. комб. им. К. Якуба, 1980. — 12 с.
 18. *Бабенко Г. А.* Микроэлементы в экспериментальной и клинической медицине. — К.: Здоров'я, 1965. — 185 с.
 19. *Моисеева Н. П., Крыжко Г. Г., Короленко В. Д.* Формы миграции микроэлементов в питьевых минеральных водах // *Геол. журн.* — 1988. — Т. 48. — №3. — С. 75–81.
 20. *Моисеева Н. П., Шестопалов В. М., Дружина Н. А., Моисеев А. Ю.* Новые подходы к оценке бальнеологических свойств полиметалльных минеральных вод Украины // *Химия и технология воды.* — 2006. — №4. — С. 402–414.
 21. *Pikard H.* Utilisation thérapeutique des oligoelements. — P.: Libr. Malaine, 1965. — 176 p.
 22. *Шаповал О. Н.* Витамины и минералы — высокое качество жизни // *Провизор.* — 2006. — № 3. — С. 7–10.
 23. *Гусева С. А., Гончаров Я. П.* Анемии. — К.: Логос, 2004. — 405 с.
 24. Классификация минеральных вод Украины / Под ред. В.М.Шестопалова. — К.: Макком, 2003. — 121 с.
 25. *Моисеев А. Ю., Родіонова Н. К., Дружина М. О.* та ін. Вплив природних мінеральних вод з підвищеним вмістом заліза на вільнорадикальні процеси і склад периферичної крові щурів, опромінених у дозі 5,0 Гр // *Зб. наук. праць Ін-ту ядерних досліджень.* — 2005. — № 2 (15). — С. 131–136.
 26. *Фортескью Д.А.* Геохимия окружающей среды. — М.: Прогресс, 1985. — 360 с.
 27. *Шестопалов В. М., Моисеева Н. П., Овчинникова Н. Б., Короленко В. Д.* Минеральные воды Украины, их классификация, применение и стандартизация // *Химия и технология воды.* — 2001. — Т.23. — №4. — С. 439–447.
 28. *Шестопалов В. М., Моисеева Н. П., Короленко В. Д.* и др. // *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності.* — 2003. — №2. — С. 49–52.

В. Шестопалов, Н. Моисеева, А. Моисеев

ОЦІНЮВАННЯ БАЛЬНЕОЛОГІЧНО АКТИВНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У МІНЕРАЛЬНИХ ВОДАХ

Резюме

У статті розглянуто роль мікроелементів для життєдіяльності людини, перспективи застосування природних мінеральних вод для корекції балансу мікроелементів у організмі. Викладено авторську концепцію щодо встановлення межі бальнеологічно активних концентрацій мікроелементів у мінеральних водах, яка ґрунтується на аналізі літературних даних та проведених авторами експериментів. Обґрунтовано актуальність зазначеної проблеми.

V. Shestopalov, N. Moiseeva, A. Moiseev

EVALUATION OF BALNEOLOGICAL ACTIVE CONCENTRATIONS OF MICROELEMENTS IN MINERAL WATERS

Summary

In the article microelements role for human vital functions is considered, as well as the prospects of natural mineral water application for balance correction of microelements in an organism. The authors concept on setting limits on balneological active concentrations of microelements in mineral waters is described based on analysis of literary data and experiments conducted by the authors. Actuality of this problem is substantiated.