

В. Савицький

НЕБЕЗПЕЧНІ ІМІГРАНТИ

Вплив біополутантів Зони відчуження ЧАЕС на екологічну ситуацію за її межами

Резюме

Аналізується участь пилку квіткових рослин і спор пліснявих грибів у біологічному забрудненні атмосферного повітря в регіонах України. Обґрунтовується необхідність налагодження в країні досліджень та ефективної служби аеробіологічного моніторингу, особливо на територіях, прилеглих до Зони відчуження ЧАЕС.

V. Savytsky

DANGEROUS IMMIGRANTS

Impact of Chernobyl NPP alienation zone biopollutant on outside ecological situation

Summary

The role of flower plant pollen and fungus spores in biological pollution of atmospheric air in regions of Ukraine is analyzed. Necessity of investigations and efficient service of aerobiological monitoring establishment particularly in the areas bordering to Chernobyl NPP alienation zone is substantiated.

В. ШЕСТОПАЛОВ, Н. МОІСЕЄВА, М. ДРУЖИНА, Г. ЯСЕВИЧ

ЛІКУВАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД ТИПУ «НАФТУСЯ» І МЕТОДИ ЇХ КОНСЕРВАЦІЇ

Понад 250 років Трускавецьке родовище мінеральних вод вважалося єдиним родовищем такого бальнеологічного напрямку. Умови його формування, що були пов'язані з породами, збагаченими органічними речовинами нафтового походження, називали неповторними, а лікувальне начало цих вод тривалий час залишалося нерозгаданою таємницею. Однак більш як тридцятирічні комплексні дослідження мінеральних вод типу «Нафтуса» увінчалися новою концепцією їх формування, що дало змогу відкрити Карпатську та Подільську гідрогеологічні області, багаті на ресурси цих родовищ.

Автори статті доводять, що лікувальні властивості нафтусеподібних вод (віднесених за класифікацією до вод із підвищеним вмістом бальнеологічно активних органічних речовин) зумовлені наявністю органічних сполук, значна частина яких ідентифікована авторами, також визначена їх фізіологічна активність. Ноу-хау дослідників – це, по-перше, простий і нетоксичний спосіб консервування таких мінеральних вод, що дає змогу зберігати їх нативні властивості понад шість місяців. По-друге, відкриття нових бальнеологічних ефектів, зокрема, виведення радіонуклідів. Це робить їх застосування особливо цінним для населення, яке постраждало від наслідків аварії на ЧАЕС та інших екологічних катастроф.

© ШЕСТОПАЛОВ В'ячеслав Михайлович. Академік-секретар Відділення наук про Землю НАН України. Заступник директора Інституту геологічних наук НАН України.

МОІСЕЄВА Надія Петрівна. Кандидат хімічних наук. Старший науковий співробітник цього самого інституту (Київ).

ДРУЖИНА Микола Олександрович. Доктор біологічних наук. Завідувач відділу Інституту експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.Є. Кавецького НАН України (Київ).

ЯСЕВИЧ Ганна Петрівна. Кандидат хімічних наук. (Трускавець). 2005.

Мінеральні води (МВ) типу «Нафтуса» згідно з класифікацією, що існувала в СРСР [1], та з новою класифікацією України [2] належать до вод із підвищеним вмістом бальнеологічно активних органічних речовин, що особливо важливо для їх курсового застосування. Вони є унікальними як за своїми бальнеологічними властивостями, так і гідрогеологічним поширенням — родовища цих вод експлуатуються практично лише в Україні.

Традиційні показання для лікування «Нафтусею» — захворювання нирок, печінки, жовчно- та сечокам'яна хвороби, гепатити, холецистити, інтоксикація організму, порушення обмінних процесів, зокрема, успішно лікується цукровий діабет. Після курсу «Нафтусі» спостерігається також нормалізація маси тіла.

Українськими вченими недавно відкриті нові лікувальні ефекти «Нафтусі». Це відновлення детоксикаційних систем і функції кістково-мозкового кровотворення, порушених внаслідок дії радіаційного поля низької інтенсивності, прискорення виведення радіонуклідів [3], антиоксидантні властивості та лікування алергійних захворювань.

Починаючи з 1972 р. були організовані комплексні гідрогеологічні, хіміко-фізіологічні та мікробіологічні дослідження, започатковані лікарями Трускавця, експедиціями геологічної служби, Трускавецькою гідрорежимною станцією, інститутами НАН України — геологічних наук, фізіології ім. О.О. Богомольця, експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.Є. Кавецького, Центральним інститутом курортології та фізіотерапії (Москва), Одеським НДІ курортології. Відтоді вивчення МВ типу «Нафтуса» на основі сучасної аналітичної бази набуло прискореного розвитку.

Понад 30 років спеціалісти цих організацій вели численні дослідження з ідентифікації розчинених у «Нафтусі» органічних речовин (ОР), визначення їх бальнео-

логічної активності, форм міграції, ідентифікації нових родовищ МВ типу «Нафтуса», підтвердження нових бальнеологічних властивостей води — як в експериментах на тваринах, так і під час обстеження і лікування людей.

Поширення МВ типу «Нафтуса». На основі результатів досліджень було доведено, що лікувальний ефект нафтусеподібних вод зумовлений наявністю специфічної органіки, утвореної за певних умов формування — не лише нафтового генезису. Це дало змогу у 70-х роках ХХ століття спрогнозувати і виявити величезні запаси цих вод у межах Карпатської складчастої області і Подільської частини Східно-Європейської платформи, ресурси яких становлять близько 2500 м³/добу [4].

Карпатська геологічна область МВ типу «Нафтуса» розміщена у внутрішній зоні Передкарпатського прогину і скибовій зоні Карпат. Джерелом ОР є флішові менілітові сланці. Їх вміст у кернах свердловин досягає 20%, у приповерхневій зоні розвитку МВ — 8–15%. Найбагатші родовища Карпатської області — Східницьке, експлуатаційні запаси якого становлять понад 100 м³/добу, і Верхньосинеvidське — близько 250 м³/добу. У Карпатському регіоні ряд проявів МВ типу «Нафтуса» знайдено в Івано-Франківській, Львівській, Чернівецькій областях, а їх загальні експлуатаційні запаси оцінюються майже 200 м³/добу.

Усі відомі родовища і прояви таких мінеральних вод Подільської області приурочені до водоносного комплексу силурійських відкладів — одного з основних у цьому районі. МВ цього типу приурочені до водовмісних карбонатних порід, до складу яких входять ОР (накопичення відмерлої фауни того періоду), в середньому 15–50 мг/100 г породи, в окремих шарах — 140–160 мг/100 г породи. Найбільш продуктивні родовища Подільської області — Збручанське (воно ж Сатанівське) — 257; Новозбру-

чанське — 100, Маківське — 40, Зайчиківське — 100 м³/добу. Виявлено також їх прояви поблизу пунктів Сокиринці, Жабинці, Мартинківці та інших.

Фахівці Одеського НДІ курортології, Трускавецької гідрорежимної станції, академічних інститутів — фізіології ім. О.О. Богомольця та ІЕПОР ім. Р.Є. Кавецького, лікарі санаторіїв довели як близькість їх хімічного складу, так і бальнеологічну дію — в експериментах на тваринах і з участю людей. На базі відкритих МВ уже майже 30 років працюють санаторії, профілакторії та інші заклади, де оздоровлені десятки тисяч пацієнтів.

Результати газового і радіофізичного [4] аналізу показали, що води типу «Нафтуся» формуються у зоні інтенсивного водообміну в процесі взаємодії вода — водовмісна порода і належать до інфільтраційних вод. Їхній склад визначається фізико-хімічними параметрами порід (тріщинуватість, густина, ступінь зруйнування, мінералогічний склад, сорбційні властивості, насиченість ОР), умовами переходу компонентів із породи у воду, міграційними властивостями органічних і неорганічних речовин (розчинність, полярність, молекулярною масою, взаємодією з породами) [5, 6].

Електронномікроскопічні знімки свідчать, що в силурійських породах Поділля ОР сорбуються або у глинистих мінералах, або в порах карбонатних порід, заповнених глинами. Наявність глинистих мінералів характерна також для водовмісних порід Трускавецького родовища та нових родовищ Карпатської геологічної області. Адсорбцією на глинах ОР та слабкою тріщинуватістю порід, вірогідно, і пояснюється їх довготривале вимивання у процесі інфільтрації. До того ж глини можуть виступати і як каталізатори перетворення вуглеводнів на ОР інших класів [7].

Неорганічний та газовий склад. Із хімічного погляду МВ типу «Нафтуся» слід

розглядати як складні багатокомпонентні істинні розчини. Вони прозорі, безбарвні і не опалесціють подібно колоїдам, тобто у воду з порід переходять розчинні органічні сполуки, а не сполуки у вигляді міцел.

Води всіх родовищ відрізняються особливим газовим складом — сірководневий запах через вміст сірководню, який коливається від 0,3 до 10 мг/дм³. Вважається, що сірководень у МВ типу «Нафтуся» продукується в результаті деструкції ОР мікрофлорою (зокрема, сульфатредукуючими бактеріями). Концентрація сірководню у нафтусеподібних водах різних родовищ не корелює з величиною їх фізіологічної активності. Наприклад, вміст сірководню у водах Збручанського родовища (0,5–0,7 мг/дм³) значно менший, аніж у водах Трускавецького або Верхньосинеvidського (1,2 і 9,7 мг/дм³). Однак за дією на діурез, показники крові, роботу гладеньких м'язів бальнеологічна активність вод Збручанського родовища вища [8].

Відомо, що концентрація сірководню позначається на окисно-відновному потенціалі (Eh) [9]. Оскільки значення Eh впливає на розвиток мікрофлори і трансформацію ОР у природних водах, автори [10, 11] вивчали його генезис у МВ типу «Нафтуся» Трускавецького, Східницького, Збручанського та Шклівського родовищ. За неорганічним складом та значенням Eh — від (–136) до (+ 446 мВ) — води різних джерел істотно різняться навіть у межах одного родовища. Так, наприклад, води св. 18-к і дж. 10 Східницького родовища, які за медичними показниками ідентичні, мають різні значення Eh: св.18-к — (–136) — (–70) мВ, дж. 10 — (+20) — (–130) мВ. Отже, за величиною Eh-потенціалу однозначно оцінювати лікувальні властивості цих вод некоректно.

Регресивний аналіз отриманих даних показав [11, 12], що значення Eh залежить від вмісту водорозчинних ОР: коефіцієнт

кореляції (r) для $E_h / C_{\text{орг}}$ становив 0,88, органічного азоту — 0,52, органічного фосфору — 0,59, концентрації сірководню — 0,69. Встановлено, що ОР, маючи у своєму складі аміно-, амідо- та карбоксильні групи, діють як окисно-відновні системи, впливаючи на величину E_h .

Для порівняння як стандарт застосовували «ИСАН» (искусственный аналог «Нафтуси») — сольовий аналог, який, зокрема, містив NaHS , але, на відміну від «Нафтуси», в експерименті на тваринах цей стандарт не проявляв її характерних властивостей [10]. Одна і та сама величина редокс-потенціалу «Нафтуси» фіксувалася при значно меншій концентрації сірководню, ніж у модельних розчинах, що свідчило про вплив на значення E_h у цій воді не тільки сірководню, а й інших відновників.

Встановлено залежність E_h від кількості специфічних для «Нафтуси» мікроорганізмів. Якщо зберігати МВ в анаеробних умовах, то відбуваються процеси, які знижують значення вихідного E_h -потенціалу, що зумовлено накопиченням відновних форм ОР, а в аеробних — підвищують. Проте активність води зменшується в обох випадках — за рахунок хімічної зміни вихідних ОР [12].

Нещодавно з'явилось припущення, що сірководень однозначно є лікувальним фактором МВ типу «Нафтуся» [13, 14]. Як вагомий доказ цієї версії автор наводить свої *деклараційні* патенти України щодо створення штучних аналогів «Нафтуси» доданням до питних вод сірководню (це практично відповідає «ИСАН»). Але, по-перше, фундаментальними дослідженнями доведено, що поріг бальнеологічної концентрації сірководню не нижчий 8 мг/дм^3 , а цьому показникові відповідала лише вода Верхньосинеvidського родовища [15]. По-друге, деклараційні — це патенти, коли патентується ідея, без її експериментальних доказів. По-третє, згідно з постановою Дер-

жавного комітету України зі стандартизації, метрології і сертифікації за № 30/5-4 від 01.98 р., виготовлення штучних МВ заборонено, анульовано всі документи, що дозволяють їх розлив.

Окрім того, у природі (зокрема в Україні) існує клас питних сірководневих вод, які за вмісту сірководню близько 10 мг/дм^3 виявляють певні бальнеологічні ефекти [2, 15], що різняться від МВ типу «Нафтуся» і не такі багатогранні. Ці води придатні для лікування деяких серцево-судинних хвороб, різноманітних артритів, дерматологічних і венеричних захворювань. Єдиний відомий схожий з дією «Нафтуси» ефект — зменшення цукру в крові. Але не доведено, що для нафтусеподібних вод, у більшості родовищ яких вміст сірководню не перевищує 2 мг/дм^3 , він спричинений саме його наявністю.

Результатів комплексних досліджень зібрано й опубліковано достатньо, щоб прояснити природу, формування, хімічний склад, лікувальний фактор, зумовлений вмістом специфічних ОР, і властивості цих вод.

Особливістю макрокомпонентного складу, який залежить від водовмісних порід МВ типу «Нафтуся», є їх незначна мінералізація — близько 1 г/дм^3 . Води Трускавецького родовища — переважно гідрокарбонатні кальцієво-магнієві, Карпатського регіону — гідрокарбонатні натрієві, Подільського — гідрокарбонатні складного катіонного складу. Оскільки ці води інфільтраційного походження, зміна концентрацій макрокомпонентів, мікроелементів, $N_{\text{орг}}$ і $C_{\text{орг}}$ значною мірою залежить від кількості атмосферних опадів, які інфільтруються в геологічне середовище, а для Трускавецького родовища — також від інтенсивності примусового відбору.

Як доведено хіміко-фізіологічними експериментами із застосуванням методів виключення, неорганічні макрокомпоненти вод

типу «Нафтуса» не впливають на їхню бальнеологічну активність [16].

У певних кількостях в усіх МВ типу «Нафтуса» виявлено мікроелементи [17] — іони марганцю, нікелю, міді, барію. Іони титану, свинцю, цирконію, молібдену, ванадію, цинку, срібла знайдено тільки в деяких пробах, що пояснюється неоднорідністю складу водовмісних порід. Концентрації мікроелементів не досягають бальнеологічно активних норм, проте, утворюючи комплекси з органічними сполуками, вони можуть проявляти синергізм, посилюючи лікувальну дію ОР на організм [18]. У жодній із проб МВ типу «Нафтуса» вміст токсичних елементів — хрому, свинцю, ртуті, ванадію, миш'яку — не досягає порогу токсичної концентрації.

Органічні речовини МВ типу «Нафтуса». Результати багаторазових комплексних досліджень довели, що бальнеологічна дія (лікувальний фактор) нафтусеподібних вод зумовлена їхнім специфічним органічним складом. Ідентифікувати розчинені ОР надзвичайно складно через їх міліграмові кількості, полярність, нестабільність і багатокомпонентність. Кожен етап досліджень потребував, насамперед, розробки комплексу спеціальних методик, оскільки жоден із відомих аналізів не давав однозначного результату. Бальнеологічно активні ОР вод типу «Нафтуса» ідентифікували поступово, впродовж десятків років, ідучи за розвитком аналітичної хімії. Ідентифікування нових родовищ таких вод проводилося за результатами довготривалого і різнобічного геологічного, гідрохімічного та фізіологічного вивчення.

Бальнеологічно активні ОР досліджували у двох напрямках. З одного боку, це було суто аналітичне завдання — отримання проб ОР без зміни. Для виділення із МВ, концентрування, розділення суміші нестійких ОР, що розчинені у незначних концентраціях, було розроблено цілий комплекс но-

вих методик. Для накопичення та розділення ОР застосовували методи, які включали екстрагування, іонообмінну та гель-хроматографію, виморожування, згодом сушіння — ліофільне та за специфічних умов. Для ідентифікування ОР використовували хімічні методи; газо-рідинної, рідинної, іонообмінної, тонкошарової, капілярної хроматографії; ЯМР- та ІЧ-спектроскопії; хромато-мас-спектрометрії.

Другим напрямом досліджень стало визначення фізіологічної активності окремих класів або окремих органічних сполук МВ типу «Нафтуса» з їх подальшим ідентифікуванням, тобто пошук бальнеологічно активного комплексу. Фізіологічні дослідження здійснювали із застосуванням окремих органів, в експерименті на тваринах та за бальнеологічними показниками у процесі лікування людей. Одним із найефективніших виявився характерний лише для вод типу «Нафтуса» тест-метод визначення їхньої дії на рухову функцію гладеньких м'язів білих щурів, розроблений вченими Інституту фізіології ім. О.О. Богомольця Б.Є. Єсипенком та В.Г. Нациком [19]. Специфічні фізіологічні тести були запропоновані також радіобіологами ІЕПОР ім. Р.Є. Кавецького НАН України. Це вплив МВ типу «Нафтуса» на порушену внаслідок радіації функцію кістково-мозкового кровотворення, що визначалося за показниками крові як тварин (білих щурів), так і людей, а також антиоксидантні властивості вод [2]. Вчені Інституту фізіології НАН України та Одеського НДІ курортології досліджували вплив нафтусеподібних вод безпосередньо на організм собак [10].

Зменшення і швидка (протягом двох діб) втрата лікувальних властивостей «Нафтусі» при зберіганні стала основою початкової гіпотези, що її «лікувальне начало» пов'язане з леткими ОР [20] або газами [21]. Але А.Є. Бабинець, С.П. Сулейманов та інші автори [22] методом глибокого вакуу-

мування видалили з «Нафтусі» газову фазу, в якій було ідентифіковано сірководень, метан та низькомолекулярні вуглеводні, що, природно, призвело і до зміни Eh води. При цьому фізіологічними дослідженнями на тваринах доведено, що вакуумована вода своєю активністю не змінювала. Тобто леткі речовини або зовсім не впливають на основні властивості «Нафтусі», або, порівняно з іншими компонентами води, цей вплив незначний. Бальнеологічна ж активність води зумовлена розчиненими нелеткими ОР, вивчення яких стало наступним етапом.

У воді кожного родовища передусім визначалася загальна кількість органічних речовин, яка для різних родовищ становила 10–24 мг/дм³ у перерахунку на С_{орг} валове.

Застосуванням методів капілярної та газової хроматографії серед ОР Трускавецького і Подільських родовищ було ідентифіковано ряд нормальних й ізопренових вуглеводнів з молекулярним ланцюгом С₁₄-С₃₈, нафтенів і карбонові кислоти [12]. Згідно з даними хромато-мас-спектрального аналізу серед ОР є сполуки з високою молекулярною масою (400–700 а.о.). У складі нафтових вуглеводнів вод усіх родовищ ідентифіковані моно-, бі-, три- і тетрациклічні сполуки, а також алкілбензоли й ароматичні з боковими високомолекулярними ланцюгами [8].

Видалення з води кисневмісних сполук — органічних кислот і їхніх гомологів (кетонів, альдегідів, складних спиртів, ефірів тощо) призводить до зниження її бальнеологічної активності, що доводить їх причетність до бальнеологічно активного комплексу [8,16].

У складі органічних кислот МВ типу «Нафтуса» всіх родовищ ідентифіковані карбонові жирні, ненасичені та оксикислоти. Не виключено, що деякі органічні кислоти є одночасно азотовмісними сполуками. У водах типу «Нафтуса» Подільської

області переважають кислоти, вуглецевий скелет яких містить від 3 до 17 атомів. Серед них ідентифіковані оцтова, масляна, капронова, каприлова, пеларгонова, пальмітинова і відповідні їм оксикислоти. Значні піки у спектрах пальмітинової та стеаринової кислот і відповідних їм аналогів свідчать про їхні високі концентрації [8, 23–25].

У трускавецькій «Нафтусі» переважають оцтова, міристинова, пальмітинова, стеаринова й олеїнова кислоти, у Східницькій ідентифіковані оцтова, міристинова й олеїнова. У нафтусеподібних водах усіх родовищ виявлені сполуки з подвійними і потрійними зв'язками. Кисневмісні можуть виступати у ролі лігандів комплексних сполук. Доведено, що при виході МВ на поверхню кисневмісні сполуки з ненасиченими зв'язками та оксигрупами змінюються з втратою їхньої активності [8,16]

Серед кисневмісних сполук хроматографічним та хромато-мас-спектрометричним методами були також ідентифіковані вторинні та кетоспирти з різним положенням -ОН- групи у ланцюгу та різної молекулярної маси. Визначено сполуки, що мають по дві гідрокси- та кето-групи, також з різним розміщенням у ланцюгу або між собою, ненасичені кислоти з подвійними та потрійними зв'язками. Можливі і біфункціональні сполуки [8]. Для вод типу «Нафтуса» всіх родовищ Прикарпатського і Подільського регіонів характерна наявність азотовмісних сполук. За умови зберігання або нагрівання води вони руйнуються, корелюючи з втратою фізіологічної активності води [26]. Концентрація N_{орг} у водах Збручанського і Новозбручанського родовищ становить у середньому близько 2,5, у воді Макова — 0,3–0,4, для МВ Прикарпаття — від 0,12 до 0,7 мг/дм³. На прикладі вод Східницького родовища показано, що зміна режимних концентрацій N_{орг} корелює із зміною значення С_{орг}, що підтверджує їх взаємозв'язок. Більша частина азотовмісних належить до

сильнополярних речовин і концентрується або методом виморожування, або отриманням їх фракції із сухих залишків МВ. ІЧ-спектри підтвердили їх наявність у концентратах і фракціях сухих залишків, а біологічні дослідження — фізіологічну активність [8, 10, 26].

Встановлено, що до найбільш активних азотовмісних МВ типу «Нафтуса» входять вторинні аміни, четвертинні амонієві солі, сполуки з атомами азоту в складі циклічних структур і бокових ланцюгів. Ідентифіковані азотовмісні із середньою молекулярною вагою: вуглецевий ланцюг — 13–14 атомів. Визначено сечовину, її метил- та диметилпохідні. В концентратах азотовмісних — близько 2% амінокислот. У складі МВ Трускавецького та Східницького родовищ визначено лізин, серин, цистеїн, Збручанського — лізин та цистеїн. Азотовмісні надзвичайно лабільні: легко розкладаються за підвищення температури вже до 50 °С й окислюються киснем повітря. З перехідними елементами утворюють високомолекулярні стійкі комплекси [25].

Для концентрування ОР без їхньої зміни розроблено методи отримання сухих концентратів МВ типу «Нафтуса», розділення і вивчення окремих фракцій. Попри втрату газової фази (зокрема сірководню), відповідні розчини концентратів ОР мали фізіологічну активність, яка відповідала активності МВ. Фізіологічна активність окремих фракцій концентратів ОР була різною, найбільшу виявляла фракція азотовмісних сполук [8]. У разі зберігання розчинів концентратів ОР їхня активність втрачалася подібно до відповідних мінеральних вод.

Бальнеологічна спрямованість аналогічна для МВ типу «Нафтуса» всіх родовищ. І це пояснюється тим, що вони містять одні і ті самі класи розчинених органічних сполук. Це, зокрема, підтверджують вихідні хроматографічні криві концентратів полярних ОР. Для Збручанського і Зайчиківсько-

го родовищ Подільського регіону піки на хроматографічних кривих подібні до піків на кривих ОР Трускавецького та Східницького родовищ Карпатського регіону. Вони з'являються при значеннях 1; 1,18-2; 1,45-5; 1,68-1,72; 2; 2,7; 4,7 умовних одиниць. Висота піків вихідних хроматографічних кривих свідчить, що, залежно від генетичного походження МВ типу «Нафтуса», змінюється кількісне співвідношення бальнеологічно активних полярних ОР, однак лишається подібним якісний склад [26]. Взяті ж для контролю розчини концентратів трускавецької питної води та джерела «Софія», отримані аналогічно, містять лише сліди деяких полярних речовин [23, 24].

Отже, доведено, що азотовмісні сполуки, органічні кислоти та їхні гомологи — постійні компоненти МВ типу «Нафтуса», що зумовлюють їх лікувальне «начало».

Наступним етапом стало вивчення біологами механізму бальнеологічної дії нафтусеподібних мінеральних вод. Серед робіт цього напрямку слід відзначити теорію про ксенобіотичну дію ОР даних МВ [27], вивчення механізму їх впливу на порушену функцію кровотворення [28] та антиоксидантні властивості [29].

Оскільки хімічні дослідження мінеральних вод нових родовищ, контроль правильності їх експлуатації та якості води при використанні дуже складні, доцільно застосувати біологічні тести: визначення впливу «Нафтусі» на рухову функцію гладеньких м'язів, порушення кровотворної системи, виявлення антиоксидантних властивостей тощо.

Багатокомпонентність ОР пояснює різноманітність впливу МВ на організм, а співвідношення концентрацій цих речовин у водах різних родовищ зумовлює посилення того чи іншого ефекту, що, в свою чергу, визначає напрям і лікувальну дозу води. Це дало привід запропонувати диференціювання МВ із підвищеним вмістом ОР за-

лежно від превалювання тих чи інших медичних показників [30]. Природно передбачити, що ще не всі лікувальні властивості нафтусеподібних вод відкриті.

Нові бальнеологічні ефекти МВ типу «Нафтуса». Відомі лікувальні властивості «Нафтусі» — детоксикаційні і діуретичні, відновлення функцій тих систем, на які найбільше впливає несприятливе довкілля, здатність комплексування з важкими металами — навело на думку щодо їх раціонального застосування для оздоровлення населення, яке мешкає в умовах екологічних катастроф, зокрема, на забруднених після Чорнобильської аварії територіях. У цьому напрямі радіобіологами ІЕПОР ім. Р.Є. Кавецького НАН України від 1987 року ведуться численні комплексні дослідження як в експерименті на тваринах, так і з участю пацієнтів [2, 31–34].

Досліди на білих щурах здійснювалися безпосередньо у віварії м. Чорнобиля, де вони отримували близько 200 Бк/добу протягом 1,5–2 років. Загальне променеве навантаження досягало 6 Бер/рік, що спричинило променеву патологію. В усіх випад-

ках — як в експерименті на тваринах, так і під час обстеження людей — при застосуванні МВ типу «Нафтуса» Трускавецького, Збручанського і Новозбручанського родовищ безпосередньо в умовах курорту, свіжеконсервованої за нашим методом та консервованої, що зберігалася 6 місяців, отримані подібні результати:

- ✦ за рахунок глибоких відновних процесів у кістковому мозку всі показники периферичної крові досягали значень доаварійної норми, підвищувався рівень молодих клітин;
- ✦ з'явилися ознаки стимуляції клітинного імунітету;
- ✦ ефект дії «Нафтусі» зберігався протягом кількох місяців в експерименті на тваринах, що при екстраполяції на людину становить кілька років;
- ✦ у тварин, які отримували «Нафтусю», встановлено значне зменшення злоякісних новоутворень;
- ✦ середній термін життя тварин збільшувався і досягав межі доаварійної норми;
- ✦ курсове застосування води сприяло зниженню питомої активності радіонуклідів



Місто-курорт Трускавець

у різних тканинах тварин на 1–2 порядки.

Були також виявлені антиоксидантні та антиалергічні властивості «Нафтусі». На базі результатів хіміко-біологічних досліджень, проведених спільно з медпрацівниками, розроблено методичні рекомендації застосування води в цьому напрямі, затверджені Міністерством охорони здоров'я України [31].

Консервування МВ типу «Нафтуса». Особливістю нафтусеподібних вод є втрата лікувальних властивостей через зміну геохімічної обстановки після виходу води з водоносного горизонту. Практично це відбувається протягом перших двох діб, через що лікування проводиться лише в курортних умовах. Упродовж багатьох років апробація різних методів консервування – сріблення, магнічення, газування діоксидом вуглецю – показала їх неспроможність стабілізувати ОР «Нафтусі» на тривалий час [4].

На основі результатів двадцятирічних досліджень авторами розроблено простий, нетоксичний метод консервування таких вод, що дає змогу розливати їх, зберігати незмінним хімічний склад та лікувальні властивості понад півроку. Метод запатентовано у колишньому СРСР та Україні, перевірено в закладах МОЗ та інститутах НАНУ [31].

Хіміко-біологічні дослідження експериментальних партій консервованої води з участю добровольців показали, що за умов її зберігання протягом півроку хімічний макро- та мікроелементний склад майже не змінюється. Концентрація $C_{\text{орг}}$, азотовмісних сполук і фізіологічна активність протягом року поступово знижуються (на 25%), в основному після півроку зберігання води. Проведені серії біологічних досліджень свіжоконсервованої та шестимісячного зберігання консервованої води на тваринах з ураженням кровотворної

системи внаслідок довготривалого перебування в м. Чорнобилі, а також дослідження крові ліквідаторів та людей, котрі мешкають на забруднених радіонуклідами територіях, засвідчили: ефект дії консервованої «Нафтусі» типовий, як і для «Нафтусі» нативної: збільшення діурезу, загальне поліпшення стану організму, нормалізація кількісних та якісних показників периферичної крові, зменшення вмісту радіонуклідів у тканинах тварин [31–34].

Застосування консервованої у такий спосіб води вперше дозволило здійснювати лікування і профілактику населення у позакурортних умовах. При цьому відсутність протипоказань, включаючи секреторність шлунка, дає змогу проводити курси лікування пацієнтам із різними побічними захворюваннями – як дорослим, так і дітям.

Прикро, але промисловий розлив МВ типу «Нафтуса» не налагоджено й досі. І не через неспроможність методу, а з низки інших причин: це і чиновницькі перепони, і різноманітний монополізм, і відсутність чітких положень закону щодо родовищ МВ як власності народу.

Таким чином, результати проведених комплексних робіт однозначно доводять, що лікувальні властивості МВ типу «Нафтуса» зумовлені їх специфічним органічним складом. Ці дослідження мають велику наукову цінність і практичне підтвердження: відкриття багатих ресурсами родовищ МВ типу «Нафтуса» у зв'язку з новою концепцією їх формування; встановлення бальнеологічно активних компонентів ОР як кондицій на ці води; розробка методу консервування, що дає змогу проводити курс лікування «Нафтусею» у будь-якій точці Землі. Встановлено нові бальнеологічні властивості нафтусеподібних вод, на основі яких розроблено ефективний засіб лікування та профілактики населення, що постраждало від аварії на ЧАЕС та інших екологі-

чних катастроф. Багаті ресурси унікальної води, родовища якої надійно встановлені лише в Україні, за умови використання наукових розробок можуть стати джерелом прибутку нашої держави.

Звичайно, ми не виключаємо появи нових гіпотез щодо природи таких вод, але необхідно, щоб вони були науково обґрунтовані, не перекреслювали результати попередніх фундаментальних досліджень [32] і стали кроком уперед у пізнанні явищ природи, зокрема, мінеральних вод.

1. *Иванов В.В., Невраев Г.А.* Классификация подземных минеральных вод. — М.: Недра, 1964. — С. 7.
2. Классификация минеральных вод Украины // Под ред. акад. В.М. Шестопалова. — К.: НАНУ, 2003. — 121 с.
3. Пат. 2068 Украина, МКИ⁵ А61К 33/08 / *В.М. Шестопалов, Н.П. Моисеева, Я.И. Серкиз и др.* — Опубл. 30.11.93, Бюл. №2.
4. *Бабинец А.Е., Шестопалов В.М., Моисеева Н.П. и др.* Лечебные минеральные воды типа «Нафтуса». — К.: Наук. думка, 1986. — 192 с.
5. *Shestopalov V. M., Moiseeva N. P.* About forming of mineral water of «Naftusya» type of Ukrainian Carpatians and Podoliya // Геол. журн. — 1998. — № 1–2. — С. 209–215.
6. *Shestopalov V. M., Moiseeva N. P.* On formation and occurrence of mineral waters of the «Naftusya» type within Carpatian region. — Abs. CBGA XVI congress, aug. 30-sept. 2, Vienna, Austria, 1998. — P. 549.
7. *Клубова Т.Т.* Глинистые минералы и их роль в генезисе, миграции и аккумуляции нефти. — М.: Недра, 1973. — 255 с.
8. *Шестопалов В.М., Моисеева Н.П., Дружина М.О. та ін.* Нові дані ідентифікування органічних речовин мінеральних вод типу «Нафтуса» та проблеми їх стабілізації // Геол. журн. — 1999. — № 4. — С. 7–14.
9. *Драйвер Дж.* Геохимия природных вод. — М.: Мир, 1985. — С. 288–338.
10. *Яременко М.С., Івасівка С.В., Попович І.Л. та ін.* Фізіологічні основи лікувальної води «Нафтуса». — К.: Наук. думка, 1989. — 144 с.
11. *Ясевич А.П., Билас В.Р.* Изменение органических веществ под влиянием аэробной и анаэробной микрофлоры // Тез. докл. 29 Всесоюз. гидрохим. совещания. — Ростов-на-Дону, 1987. Т. 1. — С. 337–338.
12. *Шестопалов В.М., Моисеева Н.П., Сулейманов С.П. и др.* Гидрогеологические аспекты фор-

мирования минеральных вод типа «Нафтуса» // АН УССР: Ин-т геол. Наук / Препр. — К., 1988. — 48 с.

13. *Щепак В.* Лікувальна природа «Нафтусі» // Вісн. НАН України. — 2004. — № 3. — С. 52–62.
14. *Щепак В.М.* Физико-химический мониторинг нативного состояния «Нафтуси» №1 курорта Трускавец и ее аналогов в связи с проблемой их лечебного начала // Геол. журн. — 2004. — № 3. — С. 90–95.
15. *А.А. Лозинский.* Лекции по общей бальнеологии. — М.: Медгиз, 1949. — С. 90–111.
16. *Бабинец А.Е., Есипенко Б.Е., Моисеева Н.П. и др.* Результаты гидрохимического изучения состава растворенных компонентов минеральной воды «Нафтуса» // Геол. журн. — 1980. — Т. 40, № 5. — С.120–124.
17. *Моисеева Н.П., Крыжко Г.Г., Короленко В.Д., Добра П.П.* Формы миграции микроэлементов в питьевых минеральных водах // Там само. — 1988. — № 3. — С. 75–81.
18. *Авцин А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А.* Микроэлементозы человека. — М.: Медицина, 1991. — 496 с.
19. *Есипенко Б.Е., Нацик В.Г.* Вплив мінеральної води «Нафтуса» на рухову функцію гладких м'язів // Фізіол. журн. — 1977. — Т. 23, № 1. — С. 59–62.
20. *Зеленина Т.Ю.* О содержании органического углерода в лечебных слабоминерализованных водах курорта Трускавец // Тр. ЦНИИ курортологии и физиотерапии. — 1975. — № 29. — С.84–86.
21. *Билык Н.А.* Газовый состав питьевых лечебных вод курорта Трускавец и содержание в них микроэлементов // Лечебные минеральные воды и грязи УССР. — К.: Здоровье, 1965. — С. 182–186.
22. *Бабинец А.Е., Сулейманов С.П., Ясевич А.П., Кутереба М.И.* О роли летучих органических веществ в минеральной воде «Нафтуса» // Геол. журн. — 1978. — Т. 38, №1. — С. 122–124.
23. *Ясевич А.П., Моисеева Н.П., Шестопалов В.М.* Полярні сполуки мінеральних вод типу «Нафтуса» // Там само. — 1996. — №1–2. — С. 118–122.
24. *Шестопалов В. М., Моисеева Н.П., Ясевич А.П.* Бальнеологічно активні органічні сполуки як кондиції на мінеральні води типу «Нафтуса» // Там само. — 2000. — № 1. — С. 34–40.
25. *Ясевич А.П., Моисеева Н.П., Замш В.Ф.* Азотовмісні органічні сполуки мінеральних вод типу «Нафтуса» // Там само. — 1987. — Т. 47, № 3. — С. 52–55.
26. *Шестопалов В.М., Моисеева Н.П., Дружина М.О. та ін.* Мінеральні води типу «Нафтуса»

- ся», особливості хімічного складу та їх використання // Хімія і технологія води. — 2001. — Т. 23, № 6. — С. 639—649.
27. *Івасівка С. В., Попович І. Л., Аксентійчук Б. І., Білас В. Р.* Природа бальнеочинників води «Нафтуся», суть її лікувально-профілактичної дії. — Трускавець: ЗАТ «Трускавецькурорт», 1999. — 123 с.
 28. *Дружина М.О., Пухова Г.Г., Моїсеєва Н. П. та ін.* Проблема модифікації радіаційних уражень в зоні впливу аварії на ЧАЕС // Матеріали семінару «Діагностика та профілактика негативних наслідків аварії», Київ, 1997. — К., 1997. — С. 106—108.
 29. *Бурлака А.П., Мойсеєв А.Ю., Мойсеєва Н.П. та ін.* Проблеми мінеральних вод. — К.: Карбон ЛТД, 2002. — С. 79—83.
 30. *Бабов К.Д., Лобасюк Б.А., Алексеєнко Н.А.* Классификация слабоминерализованных лечебных вод по биологическому ответу функции желче- и мочеотделения с применением многомерного оценивания // Врачебное дело. — 1996. — № 3—4 (1025). — С. 65—68.
 31. *Пухова Г.Г., Гела А.О., Моїсеєва Н.П. та ін.* Застосування МВ типу «Нафтуся» для санаторно-курортної та позакурортної профілактики радіаційних порушень у населення, яке проживає на територіях, забруднених після аварії на Чорнобильській АЕС. — К.: НАНУ, МОЗ, УЦНМІПЛР, — 1998. — 11 с.
 32. *Пухова Г.Г., Моїсеєва Н.П., Гела А.О. и др.* Регуляция нарушений в организме при хроническом радиационном воздействии малой интенсивности на основе курсового применения минеральных вод типа «Нафтуся» // Тез. доп. міжнар. наук.-практ. конф. «Нові підходи до організації і проведення лікування, реабілітації та рекреації в умовах курорту», Трускавець, жовтень 1995. — Трускавець, 1995. — С. 21—28.
 33. *Shestopalov V., Moiseeva N., Drushina N., Puchova G.* Mineral waters of «Naftusya» type as effective remedy at the ecological disasters. // Mat. XV Congress CBGA. — Aphine, 1996. — P. 110—112.
 34. *Шестопалов В.М., Моїсеєва Н.П., Пухова Г.Г. и др.* Применение МВ типа «Нафтуся» для оздоровления населения из зон чернобыльских выпадений // Материалы междунар. конф. «Экология городов», Одесса, июль 1998. — Одесса, 1998. — С. 364—368.
 35. *Шестопалов В.М., Моїсеєва Н.П.* Еще раз о лечебном начале минеральных вод типа «Нафтуся» // Геол. журн. — 2004. — № 3. — С. 96—97.

В. Шестопалов, Н. Моїсеєва, М. Дружина, Г. Ясевич

ЛІКУВАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД ТИПУ «НАФТУСЯ» І МЕТОДИ ЇХ КОНСЕРВАЦІЇ

Резюме

Наводяться результати більш як тридцятирічних комплексних досліджень мінеральних вод типу «Нафтуся» з підвищеним вмістом бальнеологічно активних органічних речовин. Нова концепція формування цих вод дала змогу відкрити їх багаті родовища (близько 2500 м³/добу) у Карпатській та Подільській геологічних областях. Хіміко-фізіологічними дослідженнями встановлено, що лікувальні властивості мінеральних вод типу «Нафтуся» зумовлені органічним складом — багатокомпонентним і лабільним. Ідентифіковано окремі класи органічних речовин та частину окремих сполук, визначено їхню бальнеологічну активність. Розроблено метод консервування, що дає змогу здійснювати промисловий розлив води та завдяки довготривалому зберіганню нативних властивостей уперше проводити курс лікування у позакурортних умовах. Хіміко-радіобіологічні дослідження нафтусеподібних вод відкрили їх нові бальнеологічні ефекти, на основі яких розроблено засіб профілактики та лікування населення, що постраждало внаслідок аварії на ЧАЕС та інших екологічних катастроф.

V. Shestopalov, N. Moiseyeva, M. Druzhyna, G. Yasevych

HEALING PROPERTIES OF MINERAL WATER SUCH AS NAFTUSYA AND THE METHODS OF THEIR CONSERVATION

Summary

The results of more than 30-year integrated studies of «Naftusya» type mineral waters with high content of balneological active organic substances are presented. The new concept of these waters formation contributed to discover rich fields (2500 m³ per day) in Carpathian and Podil geological region. Chemical and physical research proved that healing properties of «Naftusya»- type mineral waters were governed by its organic (multi-component and labile) composition. Some classes of organic substances and separate compounds were identified and their balneological activity was determined. The method of water conservation was developed, which makes possible water-bottling production and for the first time — medical treatment out of health resort due to long-term retention of native properties in bottled water. As a result of chemical and radiobiological research of «Naftusya»- type mineral waters their new balneological effects were discovered which served as a basis in elaborating a method of prophylaxis and medical treatment of people who are the victims of Chernobyl NPP accident and other environmental disasters.