УДК 539.12

КАЛДА ГАЛИНА, д.т.н., професор кафедри охорони середовища Жешувського політехнічного університету, м. Жешув, Польща

РАК ЯНУШ, д.т.н., професор, завідувач кафедри охорони середовища Жешувського політехнічного університету, м. Жешув, Польща

ТХУЖЕВСЬКА-ЦЕСЛЯК БАРБАРА, к.т.н., доцент кафедри охорони середовища

ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИХ

Проведено аналіз західноукраїнських мінеральних вод, а саме, Моршинського, Збручанського, Трускавецького родовищ. Здійснене порівняння мікро- і макрокомпонентного складу, а також органічних речовин у мінеральних водах розглянутих родовищ. Визначено ступінь корисності розглянутих вод для лікування різних захворювань.

Mineral waters of West Ukraine have been analyzed, particularly those from Morshin, Zbruch and Truskavets mines. Micro- and macro-component analysis and also organic analysis of mineral waters from the mentioned mines were conducted. Mineral waters were tested for their medical treatment properties.

Вступ

Навколишнє середовище є чинником, який безпосередньо впливає і визначає умови формування природних ресурсів підземних вод, тому збереження його є першочерговим завданням людства. Виконання профілактичних заходів, контроль за санітарним станом охоронних зон і території, що межує з ними, кількістю і якістю видобутих вод дозволить зберегти їх від забруднення.

Серед природних ресурсів вода займає особливе місце. Саме в водному середовищі виникло життя на Землі, вода входить в склад всіх живих організмів і є ресурсом, без якого неможлива господарська діяльність людини. Вода, а саме мінеральні води, є необхідними для життєдіяльності людини, для покращання її здоров'я та для лікування різних хвороб. Тому дуже важливо знати лікувальні властивості мінеральних вод, їх склад, що дає можливість використовувати їх безпосередньо для лікування тих чи інших хвороб.

Результати аналізу

Розглянемо родовища мінеральних вод, які мають місце у західній частині України, а саме, у Львівській, Волинській, Тернопільській та Хмельницькій областях. До них відносяться Моршинське та Збручанське родовища.

Моршинське родовище лікувальних вод розташоване на східній та південній околицях м. Моршин Стрийського району Львівської області, серед хвойноряснолистих лісів Передкарпаття. Клімат району помірно-континентальний з позитивним балансом вологи. Особливості процесів теплообміну і вологості пов'язані з сусідством Карпат.

Родовище відзначається складними і строкатими гідрогеологічними умовами, геолого-тектонічною будовою, літологією та мінеральним складом водовмісних порід. Свердловини, які пробурені у родовищі, обладнані фільтрами в зоні соляного дзеркала. Хімічний склад мінеральних розсолів відзначається великою різноманітністю. В межах родовища свердловинами були виявлені розсоли хлоридно-натрієвого та магнієво-натрієвого складу. В плані ділянки поширення розсолів навіть крайніх типів – сульфатного натрієвого і хлоридно-натрієвого – знаходяться на відстані всього кількох десятків метрів один від одного [1].

Калійні родовища Передкарпаття складаються з полімінеральних хлоридно-сульфатних та

Таблиця 1.

Мінеральний склад калійно-магнієвих солей Передкарпаття

Мінерали	Формула хімічного складу	Розчинність	Вміст, %	
			Вторинні солі зони соляного дзеркала	Калійні солі нижче соляного дзеркала
Галіт	$NaCl$	Легкорозчинний	5,8	25,7
Каїніт	$KMgCl(SO_4)3H_2O$	Легкорозчинний	-	10,2
Лангбеніт	$K_2Mg_2(SO_4)_3$	Важкорозчинний	1,7	30,7
Сильвін	KCl	Легкорозчинний	-	3,2
Полігаліт	$K_2Ca_2Mg(SO_4)2H_2O$	Важкорозчинний	13,4	8,3
Кізеріт	$Mg(SO_4)H_2O$	Малорозчинний	-	7,6
Енсоліт	$Mg(SO_4)7H_2O$	Дужерозчинний	0,4	1,3
Астраханіт	$Na_2Mg(SO_4)_4H_2O$	Легкорозчинний	10,0	0,2
Глазерит	$K_3Na(SO_4)_2$	Важкорозчинний	16,0	0,5
Мірабіліт	$Na_2(SO_4)10H_2O$	Дужерозчинний	20,0	-
Арканіт	K_2SO_4	Дужерозчинний	3,3	-

Більшість солеутворюючих мінералів добре розчиняються у воді. Деякі важкорозчинні мінерали в результаті процесів гідрометаморфізму стають легкорозчинними. Так, на соляному дзеркалі відбувається шенітизація лангбейніту, внаслідок чого утворюється легкорозчинний мінерал шеніт ($K_2Mg(SO_4)_26H_2O$). Закономірності поширення розсолів різних хімічних типів у просторі для природних умов визначені в результаті поінтервального гідрохімічного опробування свердловин в межах родовища. На соляному дзеркалі склад розсолів цілком відповідає складові основних солетворних мінералів корінних соленосних порід. Сульфатно-хлоридні та хлоридно-сульфатні магнієво-натрієві розсоли поширені тільки в межах виходів товщ калійних солей під мірабіліт-глазеритову шапку. На всій іншій площі, де мають розвиток галітовмісні породи, формуються розсоли хлоридно-натрієвого типу. Вище, в зоні соляного дзеркала, в товщі вторинних солей мірабіліт-глазеритової шапки під калійними солями та гіпсо-глиняною шапкою над галітовмісними породами існує інша зональність розсолів. В межах контурів виходів верств калійних солей поширені розсоли сульфатного натрієвого або магнієво-натрієвого складу. На площах розвитку вторинних солей мірабіліт-глазеритової шапки, крім ділянок виходів калійних солей, поширені сульфатно-хлоридні або хлоридно-сульфатні натрієві води та розсоли. У відкладках гіпсо-глиняної шапки над галітовмісними породами поширені хлоридно-натрієві розсоли і води [2].

Таким чином, встановлена чітка зональність розсолів Моршинського родовища в плані і в перерізі, які утворюються в результаті інфільтрації атмосферних опадів через товщу гіпсо-глиняної шапки в зоні вторинних солей і соляного дзеркала. В процесі фільтрації солетворні мінерали вилуговуються.

Що стосується Моршинського родовища, то водозабір, який був досліджений нами, закладений на місці природних джерел шляхом їх каптування. Завдяки перепаду висот у рельєфі і невеликому напору вода з цієї частини водозабору поступає самопливом. Конструкція каптажів джерел виключає можливість проникнення в них поверхневих вод. Витоки джерел знаходяться в колодязях глибиною від 3 до 5 метрів, стінки яких забетоновані, а зверху вони перекриті металевими кришками. Це перешкоджає попаданню можливих забруднень з поверхневими водами. Що також важливо, в районі родовищ відсутні будь-які промислові та житлові споруди [3].

Води Моршинського родовища є дуже корисними при лікуванні хвороб печінки, жовчного міхура. Порівнюючи вплив моршинської мінеральної води в різних концентраціях солей на виділення жовчі, дослідники зробили висновок, що ця вода у розведенні 3,5 г/л значно підвищує жовчоутворюючі функції печінки. При дослідженні функції шлунку у хворих на виразкову хворобу визначено, що при вживанні мінеральних вод у розведені 3,5 г/л спостерігається помітне зниження секреторної активності шлунка. Під впливом гіпертонічних розчинів у хворих на виразкову хворобу підвищувалась шлункова секреція, причому переважно посилювалась лужна секреція. Прийом мінеральної води сприяв також усуненню патології шлунка і печінки. При опіковому гастриті ця мінеральна вода відновлює соковиділення,

кислото- і ферментоутворення, нормалізує електролітний склад шлункового соку. Поліпшується загальний стан, відновлюється білкоутворююча функція печінки, нормалізується активність сироватки крові, вміст у крові беталіпопротеїдів, функція нирок. Особливо потрібно відмітити виявлену імунонормалізуючу дію моршинської хлоридно-сульфатної калієво-магнієво-натрієвої мінеральної води у хворих на хронічний гепатит [4].

Використовують моршинські мінеральні води на курорті Моршин як внутрішнє, так і зовнішнє. У природному вигляді концентрація солей у цих водах досягає до 300 г/л і більше, тому для внутрішнього вживання їх розводять водопровідною водою до 3,5-21 г/л, а для зовнішнього застосування – до 20 г/л.

Із внутрішніх методів у Моршині застосовують питне лікування, промивання шлунка, промивання і орошення кишок, сліпе зондування. Для сліпих зондувань використовують хлоридно-сульфатну калієво-магнієво-натрієву мінеральну воду у розведені 7-14 г/л. Для кишкових зрошень використовується сульфатно-хлоридна магнієво-натрієва мінеральна вода в розведені 3,5 г/л.

Для зовнішнього застосування при хворобах органів травлення готують ванни 1% і 2% концентрації. В основному це є хлоридно-натрієві ванни, під час приймання яких на поверхні шкіри утворюється своєрідна сольова оболонка. Вона затримується на шкірі тривалий час і спричиняє ряд морфологічних змін у різних її елементах. Порівняно з прісними такі ванни активніше впливають на кровообіг, дихання, обмін речовин, вгамовують біль і діють розсмоктувально. Крім хлоридно-натрієвих ванн, застосовують також ванни із штучної морської солі, механізм дії яких на організм подібний до дії хлоридно-натрієвих ванн.

Збручанське родовище мінеральних вод типу “Нафтуся” розташоване у південній частині Волино-Подільського артезіанського басейну. У відповідності до прийнятої гідрогеологічної стратифікації тут виділяють водоносні горизонти і комплекси четвертинних, міоценових, сеноманських відкладень. Найбільший інтерес складає водоносний комплекс силурійських утворень, з якими пов’язані всі відомі прояви мінеральних вод регіону. Умови циркуляції підземних вод у силурійських карбонатних колекторах визначаються ступенем їх тріщинуватості. Водоносність досить велика в зонах тектонічних порушень і різко знижується на ділянках, де тектонічні розломи проявляються слабо. Значна площинна поширеність силурійських відкладень, їх склад, висока водоносність, наявність розвіданих та апробованих родовищ мінеральних вод типу “Нафтуся” у поєднанні з гарними ландшафтами і кліматом дозволяють досить високо оцінити перспективи Поділля як зони потенційного курортного будівництва.

Збручанське родовище мінеральних вод типу “Нафтуся” розташоване в 3,5 км західніше смт Сатанова Городоцького району Хмельницької області в долині річки Збруч. У геоструктурному відношенні Збручанське родовище мінеральних вод розташовано у південній частині Волино-Подільської плити. У геологічній будові цієї території беруть участь метаморфічні і ультраметаморфічні нижньопротерозойскі породи, осадово-вулканогенні утворення верхнього протерозою і нижнього палеозою. Породи, до яких приурочені мінеральні води типу “Нафтуся”, представлені вапняками, які складаються з кальцію – до 50%, доломіту – 25…40%, глинистих речовин – до 10%. З важких мінералів зустрічаються (в г/т) пірит і піротин – до 200, халькопірит – до 10, сфалерит – до 15, гранат – до 20, магнетит – до 5900, циркон – до 600. Мікроелементи представлені (в г/т) свинцем, літієм, галієм, берилієм, міддю – до 10, хромом – 10…40, стронцієм – 100…300, барієм – 70…250. Специфічною ознакою збручанських вод є слібкий сірководневий запах.

Таблиця 2.

Порівняння макрокомпонентного складу (в% мг-екв/л) мінеральних вод типу “Нафтуся”

Родовище	Мінералізація, мг/л	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+
Трускавецьке	680-780	70-86	7-12	7-14	47-63	26-46	1-6
Сходницьке	400-1000	57-97	0-22	0-24	2-77	0-33	13-94
Збручанське	700-950	63-83	7-22	7-19	19-30	18-36	39-57
Гусятинське	700-900	49-79	0-36	0-21	12-35	11-38	26-77
Маківське	950-1070	75-91	3-4	6-8	2-5	0-7	92-98
Жабинці	800-850	70-76	12-14	12-16	13-14	13-14	68-72
Межі змін	400-1070	49-97	0-36	0-24	2-77	0-46	1-98

Серед катіонів домінують іони натрію (30…50% мг-екв) і магнію (30…35% мг-екв). Іонів кальцію (до 20% мг-екв) у водах Збручанського родовища менше, ніж іонів магнію. Цим вони відрізняються від трускавецьких та сходницьких вод, у складі яких іонів кальцію завжди більше, ніж іонів магнію. Співвідношення макрокомпонентів вод Збручанського родовища показує, що поряд з розчиненням порід на їх формування значно впливають іонообмінні процеси. У хімічному складі мінеральних вод Збручанського родовища розходження незначні. З глибиною хімічний склад мінеральної води дещо змінюється: збільшується вміст іонів хлору, сульфатів і натрію, зменшується – гідрокарбонатів кальцію і магнію. Одночасно зростає мінералізація до 1100 мг/л.

В усіх водах Збручанського родовища і у більшості мінеральних вод типу "Нафтуся" містяться іони амонію – 0,1…2% мг-екв.

У результаті аналізу іонного складу мінеральних вод Трускавця, Сходниці і Сатанова встановлено, що зміни складу катіонів і суттєві варіації аніонного складу не здійснюють помітного впливу на бальнеологічні властивості мінеральних вод. Хімічні показники мінеральних вод Збручанського родовища наведені у таблиці 3.

Таблиця 3.

Хімічні показники мінеральної води Збручанського родовища

Катіони	мг/л	%мг-екв/л	Аніони	мг/л	%мг-екв/л
Ca^{2+}	47,1-49,1	20,5-21,7	HCO_3^-	457,5-481,9	65,3-69,9
Mg^{2+}	32,8-36,5	23,5-26,5	Cl^-	61,8-77,4	15,4-18,9
(Na^++K^+)	134,5-147,9	51,7-56,0	SO_4^{2-}	79,9-86,5	14,7-15,6

Твердість води – 5,05-5,45 мг-екв. Показник pH – 7,05-7,2.

Таким чином, за загальним хімічним складом мінеральні води типу "Нафтуся" відносяться до холодних прісних вод з мінералізацією до 1 г/л, що мають нейтральну або слаболужну реакцію. В іонному складі вод всіх родовищ переважають гідрокарбонат-іони. Серед катіонів може домінувати будь-який з іонів – кальцію, натрію або магнію.

Мікроелементний склад мінеральних вод Збручанського родовища представлений в таблиці 4.

Таблиця 4.

Вміст мікроелементів (в мг/л) у мінеральних водах Збручанського родовища

Свердловина	Mn	Cu	Zn	Інші
1381	0,042	0,01	Не виявлені	
1389	Не виявлені	0,01	0,025	
1393	0,042	0,04	0,10	Ni-0,01 Co-0,007
1651	0,042	0,08	0,05	Ag-0,01
1653	Не виявлені	Не виявлені	Не виявлені	Ni-0,01 Ti-0,007 Cr-0,03 Pb-0,007

Іони титану, свинцю, цирконію, молібдену, ванадію, цинку, срібла присутні не у всіх пробах. Це пояснюється особливістю складу водоносних порід. Іони кобальту виявлені лише у воді свердловини 1393 Збручанського родовища. У водах Збручанського родовища вміст іонів марганцю становить $(3…4)\times10^{-2}$ мг/л. Якісний склад мікрокомпонентів мінеральних вод Трускавецького, Сходницького і Збручанського родовищ однотиповий.

У мінеральних водах типу "Нафтуся" міститься значна кількість кремнезему (у перерахунку на SiO_2 – від 8 до 30 мг/л). Бальнеологічно активна концентрація за ГОСТ 13273-73 дорівнює 25 мг/л. Сполуки кремнію є лікувальними компонентами, тому що доведено, що мінеральні води, які містять кремнезем у концентрації 15...55 мг/л, мають дію, аналогічну дії мінеральних вод типу "Нафтуся". У мінеральних водах типу "Нафтуся" міститься фосфор до 1 мг/л. Відзначено, що при зберіганні мінеральних вод його кількість значно змінюється в залежності від життєдіяльності бактерій.

В таблиці 5 приведені дані вмісту органічних речовин у мінеральних водах типу "Нафтуся" для

Таблиця 5.

Порівняння вмісту органічних речовин (мг/л) у мінеральних водах типу "Нафтуся"

Родовище	Вміст органічних сполук, мг/л	Бітуми	Гумінові кислоти	Карбонові кислоти	Спирто-розчинні смоли	Аміносполуки	Нафтенові кислоти	Феноли
Трускавецьке	19,0-29,0	1,1-2,9	0,015-0,1	0,020-0,128	1,6-7,7	3,5-6,0	0,01-0,3	2,5
Сходницьке	19,0-29,0	0,5-2,0	0,015-0,1	0,020-0,128	1,6-7,7	3,5-6,0	0,01-0,3	2,5
Збручанське	19,0-29,0	0-2,0	0,014-0,028	0,014-0,125	0-3,0	3,5-6,0	0-0,007	Не виявлені
Межі змін	19,0-29,0	0-2,9	0,014-0,1	0,014-0,128	0-7,7	3,5-6,0	0-0,3	0-2,5

Газовий склад мінеральних вод Збручанського родовища для деяких свердловин представлений у таблиці 6.

Таблиця 6.

Газовий склад мінеральних вод Збручанського родовища

Свердловина	Об'єм газової проби	Кисень, %	Азот, %	Вуглекислий газ, %	Сірководень, %	Радон, Бк/м^3
1381	28,2	9,18	83,60	7,22	0,43	1,20
1393	20,3	4,99	83,48	11,53	Не виявлений	1,50
1651	21,4	8,85	83,31	7,83	Не виявлений	0,35
1653	16,1	6,39	83,22	10,39	Не виявлений	1,17

Висновки

Таким чином, за складом розчинених газів, мінеральна вода Збручанського родовища відноситься до вуглекислоазотних. Сірководень міститься у кількості 0,5 мг/л, метан виявлений у вигляді слідів тільки в окремих пробах.

Література

1. Варивода І.М., Денисюк Н.М., Сердюк П.М. Курорти Прикарпаття, К.: Здоров'я, 1989. – 160 с.
2. Варивода І.М. Моршин, Л.: Каменяр, 1989.
3. Курорти Прикарпаття / під ред. проф. Глухенько Т.Т., Л. – 1975.
4. Кушнир В.В. Лечение заболеваний печени и желчных путей на курортах Прикарпатья, К.: Здоров'я, 1968.
5. Кушнир Е.А. Курорты западных областей Украины, К. – 1970.