

*Рак Я., д.т.н., завідувач кафедри охорони середовища Жешувського політехнічного університету, м. Жешув, Польща*

*Тхужевська-Цесляк Б., к.т.н., доцент кафедри охорони середовища Жешувського політехнічного університету, м. Жешув, Польща*

*Калда Г., д.т.н., професор кафедри охорони середовища Жешувського політехнічного університету, м. Жешув, Польща*

---

# ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ДЖЕРЕЛ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД ХМЕЛЬНИЧЧИНИ

Проведені дослідження екологічного стану джерел мінеральних вод Хмельниччини. Рекомендовано низку заходів щодо охорони та перспективності подальшого використання мінеральних вод Подільського регіону, в тому числі Білогірського родовища.

Here are given results of studying ecological condition of mineral water springs over Khmel'nitsky region. The range of measures aimed at protection and working out perspective usage of mineral waters in Podillia region including Bilogirsk spring are offered.

## **Вступ**

Протягом останніх років на території України здійснюється інтенсивне дослідження підземних вод не лише з метою визначення можливості їхнього використання в бальнеологічній практиці, а й можливості промислового розливу в якості лікувально-столових і столових напоїв.

В залежності від вмісту біологічно активних компонентів мінеральні води поділяють на лікувальні, лікувально-столові і природні столові.

До мінеральних питних лікувальних вод відносяться води із загальною мінералізацією від 8 до 12 г/л чи із мінералізацією менше 8 г/л при наявності в них підвищеної кількості деяких біологічно активних компонентів. Приймаються такі води лише за призначенням лікаря.

До мінеральних питних лікувально-столових вод відносяться води із загальною мінералізацією від 2 до 8 г/л. Дані води приймаються як лікувальні і несистематично в якості столових напоїв.

Природні столові води поділяють на природні мінеральні столові (мінералізація 1-2 г/л) і природні столові (мінералізація менше 1 г/л) води. Природні столові води використовують в якості

столових освіжаючих напоїв.

## **Результати досліджень**

В Хмельницькій області є 18 видів мінеральних вод, які відносяться до 8 типів. Одні мінеральні води відомі своїми бальнеологічними властивостями давно, інші відкриті нещодавно і потребують детального вивчення.

Одним із видів мінеральних вод на Хмельниччині є "Білогірська", джерело якої знаходиться біля селища міського типу Білогір'я.

Вода з даного джерела здавна використовувалась для водопостачання населення смт Білогір'я. Дослідження вказаної мінеральної води дало можливість встановити її цінність і дозволило рекомендувати її для промислового розливу в якості природної столової води. Тепер "Білогірська" вода входить до реєстру кращих природних питних столових вод України. Високу оцінку отримала "Білогірська" вода й від інституту харчування міста Лондона у Великобританії.

Білогірська вода – це вода з низькою мінералізацією, вона має високі смакові якості як

газована, так і натуральна негазована за рахунок невисокого вмісту кальцію, який при нагріванні води не утворює накипу. Саме тому ця вода є ідеальною не тільки для пиття, але й для приготування їжі.

### **Геологічна будова Білогір'я**

Умови і закономірності формування підземних вод визначаються впливом численних геолого-структурних і фізико-географічних факторів, що, розвиваючись і видозмінюючись протягом геологічного часу, визначають інтенсивність і спрямованість еволюції гідрогеологічної системи. При з'ясуванні закономірностей формування й еволюції гідродинамічних і гідрохімічних полів гідрогеологічної системи необхідне дослідження таких факторів, як геологічна будова, літофаціальний склад і колекторні властивості відкладень, особливості геологічної структури і мінералогічний склад водоносних порід, кліматичні й орогідрографічні особливості території.

Білогірська мінеральна вода приурочена до водоносних горизонтів крейдяних відкладів. Неконтрольована, по відношенню до охорони природи, експлуатація цього водоносного горизонту може призвести до зменшення запасів мінеральних вод, їх забруднення і втрати бальнеологічних властивостей. Все це зумовлює необхідність розробки заходів, які забезпечують охорону підземних, зокрема мінеральних вод, від вичерпання і забруднення.

Згідно з фізико-географічним районуванням території України досліджувана територія відноситься до Білогірського горбистого району Горинь-Слуцького геоморфологічного округу, що розташований у басейні р. Прип'яті і відзначається складною геоморфологічною будовою. В свою чергу округ відноситься до Північно-Подільської лісостепової області [1].

Поверхня Білогірського горбистого району дуже почленована балочними ерозійними формами. Ерозійні форми прорізують не лише четвертинні, але й значною мірою неогенові підклади, що сприяє утворенню джерел, заболоченню днищ балок і невеликих річкових долин. У цілому район вкритий лесованими суглинками, які легко піддаються ерозії, але в ньому є і піски, що смугою (ширина до 10 км) простягаються від с. Хорошів через Юрівку до Горині.

В геоструктурному відношенні територія Хмельницької області відноситься переважно до південно-західного схилу Українського кристалічного щита – Волино-Подільської плити і частково (північно-східна частина) – до його

західної частини. Границя Українського кристалічного щита проходить по лінії Шепетівка – Старокостянтинів – східніше Віньковець – східніше Могилева-Подільського.

Особливості геологічної будови району визначаються насамперед його розташуванням на західному схилі Українського кристалічного щита, де кристалічний фундамент понижується на захід в сторону Волино-Подільської плити від 0 до 1000 м.

Український кристалічний щит – це найбільш піднята частина фундаменту платформи, складена давніми, дуже зміненими метаморфічними та магматичними гірськими породами, які за віком відносяться до архею і нижнього протерозою. Абсолютний вік найдавніших з них становить понад від 2600 до 3500 млн. років. Щит, внаслідок розчленування багатьма розломами, має складну, але чітко виражену блокову будову.

Відповідно до геологічної будови на території Білогірського родовища виділяють такі водоносні горизонти і комплекси: водоносні горизонти у верхньо-крейдяних відкладах – водоносний горизонт сеноман-туронських відкладів і водоносний горизонт сеноманських відкладів, водоносний горизонт девонських відкладів.

Водоносні горизонти у верхньокрейдяних відкладах приурочені до тріщинуватої крейди турону і піщаникам сеноману. Водоносність верхньокрейдяної товщі зумовлена її тріщинуватістю і закарстованістю. Зона найбільшої тріщинуватості приурочена до верхньої товщі. Найявність потужної тріщинуватої зони у товщі крейдяних відкладень зумовила сприятливі умови для накопичення значних запасів підземних вод. Водоносні горизонти напірні. Водоносність верхньокрейдяних горизонтів нерівномірна за площею і залежить від ступеня тріщинуватості і закарстованості. Дебіти свердловин досягають від 5 до 10 л/с. Дебіт джерел в смт Білогір'я, що приурочені до крейдяних відкладів, від 5 до 6 л/с.

За хімічним складом води верхньокрейдяних відкладів гідрокарбонатні кальцієві і магнієво-кальцієві з мінералізацією до 1 г/л.

## **Критерії оцінки складу**

# мінеральних вод

Застосування мінеральних вод у лікувальних цілях зумовило необхідність встановлення єдиних принципів комплексної оцінки природних вод за хімічним складом та фізичним властивостям відповідно до сучасних уявлень про вплив лікувальних мінеральних вод на організм людини. Виникла необхідність у розробці об'єктивних критеріїв для поділу мінеральних вод на різні групи, класи і виділення серед різноманіття мінеральних вод характерних типів (стандартів, еталонів), які мають певний склад і властивості, і відповідно аналогічну лікувальну дію.

Принцип аналогії, тобто зіставлення нових мінеральних вод з водами відомими і добре вивченими, успішно використовують у курортній практиці в різних країнах. Назви таких відомих мінеральних вод, як "Ссентуки", "Боржомі", "Мацеста", "Карлови Вари" та інших, давно стали загальними назвами мінеральних вод визначеного складу.

В даний час значна увага приділяється всебічному вивченню фізико-хімічних властивостей мінеральних вод й розробці принципів їхньої класифікації. З класифікацією мінеральних вод тісно пов'язане питання про кількісні критерії, яким повинні відповідати мінеральні води.

При доборі критеріїв, які характеризують хімічний склад і фізичні властивості мінеральних вод, були виділені найважливіші, що визначають фізіологічний, а отже, й лікувальний вплив вод. До числа таких ознак відносяться загальний вміст розчинених у воді речовин (загальна мінералізація вод); іонний склад вод; газовий склад і газонасиченість вод (розчинені і спонтанні гази); вміст у водах фармакологічно (терапевтично) активних мікрокомпонентів (мінеральних й органічних); радіоактивність вод; активна реакція вод, що характеризується величиною рН; температура вод.

В якості критеріїв оцінки якості мінеральних вод використовують такі фізико-хімічні характеристики:

- основний іонний склад; загальна мінералізація; газовий склад; показники кислотно-лужних (рН), окисно-відновних (Eh) та буферних властивостей (Б.Е.);
- вміст речовин антропогенного походження: сполук азоту (нітратів, нітритів, іонів амонію), пестицидів, деяких важких та перехідних металів (свинцю, селену, кадмію, міді, цинку, ртуті, хрому, стронцію, миш'яку, фтору); радіоактивних елементів (урану, радію).

Більшість вказаних показників останніх трьох груп регламентується за їх токсичністю.

## ФІЗИКО-

Таблиця 1

Компоненти	Дата відбору проби – 18.05.2003 р.			Дата відбору проби – 19.06.2003 р.		
	грами	мг-екв	екв-%	грами	мг-екв	екв-%
Катіони						
Na <sup>+</sup>	0,0185	0,81	14,22	0,0083	0,363	6,53
Ca <sup>2+</sup>	0,0772	3,85	67,54	0,0820	4,092	73,64
Mg <sup>2+</sup>	0,0126	1,04	18,24	0,0134	1,102	19,83
Сума	0,1083	5,70	100,00	0,1037	5,557	100,00
Аніони						
Cl <sup>-</sup>	0,0071	0,20	3,52	0,0071	0,20	3,60
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,0104	0,22	3,85	0,0123	0,256	4,61
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,3220	5,28	92,63	0,3111	5,101	91,79
Сума	0,3395	5,70	100,00	0,3303	5,557	100,00
Загальна сума	0,4478			0,4342		

# Хімічна характерис тика мінеральних вод Білогірського джерела

Вивчення фізичних властивостей підземних вод проводилось в основному в польових умовах, безпосередньо біля джерела.

Підземні води Білогірського джерела безбарвні, прозорі, на смак – прісні, без запаху, температура – від 8 до 9 °С.

Питома вага при 20 °С становить 1,002.

За концентрацією водневих іонів води нейтральні або слаболужні, рН знаходиться в межах від 7,0 до 7,8.

Із радіоактивних елементів визначались такі: уран –  $1,625 \times 10^{-6}$  г/л, радій –  $1,7 \times 10^{-11}$  г/л і радон, який не був виявлений.

Розчинені гази представлені вуглекислою – 19,07 мг/л, киснем – 5,76 мг/л. Сірководень не виявлений. При низькому загальному газонасиченні води джерела за

Таблиця 2

Компонент	Вміст, мг/л	Компонент	Вміст, мг/л
1	2	3	4
Катіони			
K <sup>+</sup>	-	Be <sup>2+</sup>	не виявлено
Cb <sup>+</sup>	-	Ti <sup>4+</sup>	-
Li <sup>+</sup>	не виявлено	Pb <sup>2+</sup>	не виявлено
Rb <sup>2+</sup>	-	Hg <sup>2+</sup>	не виявлено
Sr <sup>2+</sup>	0,70	Bi <sup>3+</sup>	не виявлено
Ba <sup>2+</sup>	0,14	Cu <sup>2+</sup>	0,0036
Al <sup>3+</sup>	-	Sn <sup>2+</sup>	0,0007
Cr <sup>3+</sup>	0,0140	Mo <sup>6+</sup>	0,0007
Fe <sup>2+</sup>	не виявлено	Ge <sup>4+</sup>	не виявлено
Fe <sup>3+</sup>	не виявлено	Se <sup>4+</sup>	-
Fe <sub>загальн.</sub>	-	Au <sup>2+</sup>	не виявлено
Mn <sup>2+</sup>	0,045	Pt <sup>2+</sup>	не виявлено
N <sup>2+</sup>	0,0018	Pd <sup>2+</sup>	-
Co <sup>2+</sup>	0,0023	Ag <sup>+</sup>	0,0014
Zn <sup>2+</sup>	не виявлено	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	не виявлено
Сума катіонів: 0,9095 мг/л			
Аніони			
Br <sup>-</sup>	2,182	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	17,21
1	2	3	4
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	не виявлено	S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	не виявлено	HBO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,364
I <sup>-</sup>	1,904	H <sub>3</sub> As <sub>3</sub> O <sub>3</sub> <sup>-</sup>	не виявлено
F <sup>-</sup>	0,16	S <sup>-</sup>	0,0009
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-		
Сума аніонів: 21,8209 мг/л			

Примітка: W, Ga, Hf, Cd, Nb, Y, Za, Ce, Yb, Se, Sb, Th, P, Cs – не виявлені.

У мікрокомпонентному складі найбільше значення мають стронцій, барій, хром, марганець, нікель, кобальт, мідь, олово, молібден, срібло, бром, йод, фтор, метаборна кислота, кремнієва кислота, ванадій, цирконій. Із мікрокомпонентів, які є токсичними, у воді

Білогірського джерела присутні ванадій, фтор і хром. Не виявлені такі мікрокомпоненти як літій, залізо, цинк, берилій, вісмут, германій.

Розчинені гази представлені вуглекислотою і киснем. Сірководень не виявлений. При низькому

Таблиця 3

Показники	Результати аналізу		Згідно з ГОСТом 2874-73
	смт Білогір'я (каптаж)	ст. Сухольє (каптаж)	
Температура	8 °С	8 °С	-
Смак	без присмаку	без присмаку	-
Запах	0 балів	0 балів	не більше 2 балів
Колір	3°	3°	-
немає	немає		-
немає	немає		-
30 см	30 см		не менше 30 см
немає	немає		без осаду
7,0	6,8		6,5-9,5
-	-		1000 мг/л
3,2 мг/л	3,04 мг/л		2-3 мг/л
0,08 мг/л	0,04 мг/л		сліди
немає	немає		10 мг/л
0,001 мг/л	0,001 мг/л		сліди
8,0 мг/л	15,0 мг/л		300 мг/л
-	40,0 мг/л		500 мг/л
5,8 мг/л	5,8 мг/л		-
Загальна твердість	7,8 мг-екв/л	6,6 мг-екв/л	8 мг-екв/л
Постійна твердість	3,8 мг-екв/л		-
Тимчасова твердість	4,0 мг-екв/л		-
Кальцій	3,6 мг/л	4,6 мг/л	-
Магній	4,2 мг/л	2,0 мг/л	-
Залізо	0,2 мг/л	0,3 мг/л	0,3 мг/л
Алюміній	-	-	0,10 мг/л
Марганець	0,1 мг/л	-	0,1 мг/л
Цинк	-	-	5,0 мг/л
Фтор	0,2 мг/л	0,2 мг/л	0,7 мг/л
Молібден	-	-	0,5 мг/л
Свинець	-	-	0,1 мг/л
Миш'як	-	-	0,05 мг/л
Стронцій	-	-	2,0 мг/л
Мідь	0,01 мг/л	0,05 мг/л	1,0 мг/л
Розчинений кисень	-	-	
Біологічне споживання кисню	-	-	333
Колі-титр	333	333	3
Колі-індекс	3	3	100
Число колоній	100	100	

Із радіоактивних елементів присутні уран і радій. Радон не виявлений. Вміст токсичних мікроорганізмів і концентрація компонентів, що визначають санітарно-хімічний стан води, знаходиться в межах, які регламентуються ДСТУ 878-93.

Вода Білогірського джерела відноситься до групи природних столових вод, які використовуються для промислового розливу.

# Рекомендації щодо охорони джерела Білогірської мінеральної води

Для збереження підземних, зокрема мінеральних, вод необхідно здійснювати ряд природоохоронних заходів. Основні заходи – це створення зон санітарної охорони водозаборів, запобігання забрудненню підземних вод і контроль вмісту забруднюючих речовин, обладнання водозаборів апаратурою для забезпечення нормальної експлуатації [4].

**Зони санітарної охорони.** З метою охорони водних об'єктів у районах водозабору води для водопостачання населення, лікувальних і оздоровчих потреб встановлюються зони санітарної охорони, які поділяють на пояси особливого режиму. Межі зон санітарної охорони водних об'єктів встановлюються місцевими Радами народних депутатів за погодженням з державними органами санітарного нагляду, охорони навколишнього природного середовища, водного господарства та геології [5].

**Зона санітарної охорони (ЗСО)** складається з трьох поясів. Оскільки джерельні води за ступенем захищеності можуть бути прирівняні до ґрунтових вод, то перший пояс – зона суворого режиму – повинен мати радіус не менше 50 м. Розміри і конфігурація другого поясу – зони обмежень, яка призначена для захисту від бактеріального забруднення, – визначаються розрахунково. Розмір поясу в

залежності від функціональних властивостей водоносних і перекриваючих порід, а також від дебіту джерела може змінюватись від десятків до сотень метрів. Третій пояс, який також відноситься до зони обмежень і призначений для захисту від хімічного забруднення, також визначається розрахунковим методом. Його розмір залежить від терміну експлуатації і при тривалому терміні досягає меж зони живлення водоносного горизонту.

У зоні санітарної охорони повинні здійснюватись спеціальні водоохоронні заходи, що виключають можливість надходження забруднення у водозабір і водоносний горизонт в районі водозабору.

В межах I поясу ЗСО передбачаються такі водоохоронні заходи:

1) планування, огороження, озеленення, забезпечення охороною, відвід вод поверхневого стоку за межі зони;

2) каналізування будівель з відведенням стічних вод у найближчу систему каналізації;

3) виконання всіх санітарно-технічних вимог до конструкції водозабірних і спостережних свердловин. Водозабірні свердловини повинні бути обладнані апаратурою для систематичного контролю за відповідністю фактичного дебіту при експлуатації проектному дебіту;

4) забороняється пересування сторонніх осіб, розміщення житлових та господарських будівель, застосування пестицидів, органічних і мінеральних добрив, прокладання водопроводів, трубопроводів, видобування гравію чи піску та проведення інших будівельно-монтажних робіт, безпосередньо не пов'язаних з будівництвом, реконструкцією та експлуатацією водопровідних споруд та мереж, скидання будь-яких стічних вод та випасання худоби, проведення вирубування лісу.

В межах II поясу ЗСО здійснюються такі водоохоронні заходи:

1) межі ЗСО II поясу виносяться в натуру і закріплюються розпізнавальними знаками;

2) здійснюються регулювання відведення територій під забудову населених пунктів, спорудження лікувально-профілактичних та оздоровчих закладів, промислових і сільськогосподарських об'єктів, а також внесення можливих змін у технологію виробництва промислових підприємств, пов'язаного з ризиком забруднення підземних вод стічними водами;

3) проводиться благоустрій промислових і сільськогосподарських об'єктів, населених пунктів та окремих будівель, їх централізоване водопостачання, каналізування, відведення забруднених підземних вод, а також виявлення, тампонування (або відновлення) всіх старих, недіючих, дефектних або неправильно експлуатованих свердловин та шахтних колодязів, які створюють небезпеку забруднення водоносного

горизонту, що використовується, регулюється будівництво нових свердловин;

4) забороняється забруднення територій сміттям, гноєм, відходами промислового виробництва та іншими відходами, розміщення складів паливно-мастильних матеріалів, пестицидів та мінеральних добрив, накопичувачів, шламосховищ та інших об'єктів, які створюють небезпеку хімічного забруднення джерел водопостачання, а також розміщення кладовищ, скотомогильників, полів асенізації, наземних полів фільтрації, гноєсховищ, силосних траншей, тваринницьких і птахівничих підприємств та інших сільськогосподарських об'єктів, які створюють небезпеку мікробного забруднення джерел водопостачання. Не допускається зберігання і застосування мінеральних добрив та пестицидів, закачування відпрацьованих вод у підземні горизонти, підземне складування твердих відходів та розробка надр землі, проведення вирубування лісу.

В межах III поясу ЗСО здійснюються такі водоохоронні заходи:

1) проводиться виявлення, тампонування (або відновлення) старих, недіючих свердловин та таких, які неправильно експлуатуються і створюють небезпеку забруднення використаного водоносного горизонту.

Буріння нових свердловин та проведення будь-якого нового будівництва потрібно проводити за обов'язковим погодженням з органами державної санітарно-епідеміологічної служби та геології на місцях;

2) забороняється закачування відпрацьованих

(зворотних) вод у підземні горизонти з метою їх захоронення, підземного складування твердих відходів і розробки надр землі, що може призвести до забруднення водоносних горизонтів, розміщення складів паливно-мастильних матеріалів, а також складів пестицидів і мінеральних добрив, накопичувачів промислових стічних вод, нафтопродуктів та нафтопроводів, що створюють небезпеку хімічного забруднення підземних вод [5].

#### **Запобігання забрудненню підземних вод.**

Підприємства, установи і організації, діяльність яких може негативно впливати на стан підземних вод, особливо ті, які експлуатують накопичувачі промислових, побутових і сільськогосподарських відходів, повинні здійснювати заходи щодо попередження забруднення підземних вод, а також обладнувати локальні мережі спостережувальних свердловин для контролю за якісним станом цих вод.

З метою запобігання забрудненню вод сільськогосподарські, лісогосподарські підприємства, селянські (фермерські) господарства та громадяни зобов'язані дотримуватись встановлених правил зберігання, транспортування та використання добрив, хімічних засобів захисту рослин та інших токсичних препаратів і речовин [6].

У разі вичерпання запасів підземних вод, визначених Державною комісією України по запасах корисних копалин, а також у разі забруднення підземних вод встановлюються причини, з яких це сталося, і за пропозиціями державних органів геології і охорони

## **Література**

1. Геренчук К.І. Природа Хмельницької області. – Львів: Вища школа, 1980. – 179 с.
2. Посохов Е.В. Общая гидрогеохимия. – Л.: Недра, 1975. – 208 с.
3. ДСТУ 878-93. Води мінеральні питні. Технічні умови.
4. Справочник по охране геологической среды: В 2-х т. / Г.В. Войткевич, В.М. Глоба, В.И. Коробин. – Ростов-на-Дону: Феникс, 1996.
5. Водний кодекс України.
6. Охрана окружающей среды: Учебник для вузов / Автор-составитель А.С. Степановских. – М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2000. – 208 с.
7. Постанова Кабінету Міністрів № 2024 від 18.12.98 р. Про правовий режим зон санітарної охорони водних об'єктів.