

УДК 504.4.3:556.314(477.77)

Климчук Д.О., к.б.н., зав. лаб.; \*Курик М.В., д.ф.-м.н., зав. відділом;  
\*\*Матвеева Н.А., к.б.н., зав. лаб.; Сапсай В.І., н.с.; \*\*\*Маханець І.А., к.б.н., доц.

## ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОДИ ДЖЕРЕЛА ЧОРГІВ (с. ВЕЛИКА КОПАНЯ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

*Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, 01601, МСП-1, м. Київ, вул. Терещенківська; e-mail: microscopy.botany@gmail.com.*

*\*Інститут фізики НАН України, 03028, м. Київ, просп. Науки, 46;*

*Український інститут екології человека г. Київ; e-mail: kurik@iop.kiev.ua.*

*\*\*Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, 03143, м. Київ, вул. Академіка Заболотного, 148;*

*\*\*\*Карпатський інститут підприємництва вищого навчального закладу «Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна», 90400, м. Хуст, вул. Заводська 1А*

Незважаючи на те, що вода є основним компонентом на Землі, покриває 70 % її поверхні, входить до складу ґрунтів, гірських порід, атмосфери, лише незначна її частина (3%) припадає на прісну воду, з якої 80% малодоступні у вигляді снігу і льоду на вершинах гір і полярних континентах. Таким чином для потреб живих організмів залишається менше 1% її загальної кількості на планеті.

Вода відіграє надзвичайно важливу роль в життєдіяльності живих організмів, походження яких, згідно сучасним уявленням, пов'язується з водним середовищем. В будь-якому організмі вода є середовищем, в якому відбуваються фізико-хімічні реакції, що забезпечують його життєдіяльність; крім того, вона безпосередньо бере участь в цілому ряді біохімічних процесів.

Забезпечення населення якісною питною водою є проблемою №1 у світі. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), близько 80% захворювань населення пов'язується із вживанням недоброякісної питної води. Хоча, слід зауважити, ще у 1985 році цей показник становив лише 48% [1, 2].

Засоби масової інформації, санітарні лікарі в більшій мірі приділяють увагу продуктам харчування, їх калорійності, вмісту біологічно-активних речовин, ніж воді як засобу для забезпечення здоров'я людини.

Добове споживання води людиною приблизно у 4-5 разів перевищує масу їжі (близько 500 г по сухій масі). Тому, вживання достатньої кількості якісної води за важливістю може поступатися лише повітрю, добове використання якого значно перевищує (близько 20 кг) масу води [3].

Вода - універсальний розчинник, здатна розчиняти різноманітні речовини, кисень, мінерали, з якими вона контактує, накопичувати поряд з корисними небажані або надлишкові для організму людини концентрації розчинених речовин органічного походження, важких металів тощо. Це стає особливо актуальним з посиленням техногенного забруднення довкілля.

Які ж вимоги висовуються до питної води сьогодні? Згідно рекомендаціям ВООЗ, діючим вимогам Державних санітарних правил і норм ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [4] питна вода повинна відповідати фізико-хімічним (якісний і кількісний склад мінеральних компонентів, загальна мінералізація, жорсткість, кислотність, лужність, рН), мікробіологічним, радіологічним нормативам. Останнім часом посилюється інтерес до окисно-відновного потенціалу, який пропонується включити до критеріїв, що відносяться до якості питної води [5].

В залежності від вмісту сухого залишку ( $\text{мг/дм}^3$ ) якість питної води ВООЗ класифікує на: «відмінну» - менше 300, «добру» - 300-600, «задовільну» - 600-900, «незадовільну» - 900-1200; "непридатну" - більше 1200. Жорсткість води визначається по величині концентрації  $\text{CaCO}_3$  ( $\text{мг/дм}^3$ ) і характеризується як «м'яка» - 0-60, «середньої жорсткості» - 60-120, «жорстка» - 120-180, «дуже жорстка» - понад 180. Мінералізація питної води згідно ДСанПіНу [4] знаходиться в межах 100-1000 мг з жорсткістю, що не перевищує 7 ммоль/ $\text{дм}^3$ .

Діючими нормативами визначено гранично допустимі концентрації для більшості мінералів (хімічних елементів), що варіюють у відносно широких межах. Водневий показник (рН) питної води знаходиться в межах 6,5-8,5, що є фізіологічним для організму людини, сприяє підтриманню кислотно-лужної рівноваги, а оптимальне значення її окисно-відновного потенціалу (ОВП) має наближатися до ОВП біологічних рідин організму людини – від –50 до –100 мВ [5].

Професором М.В. Куриком [6] (Український інститут екології людини) запропоновано поділяти питну воду на воду найвищої, високої, середньої та низької якості. Усі категорії води мають задовольняти вимогам ДСанПіНу [4], а питна вода найвищої якості за своїми властивостями підпорядковуватися закону Пастера-Кюрі-Вернадського [7], характеризуватися наявністю оптичної анізотропії (дисиметрії за Вернадським) подібно зв'язаній воді організму людини [8].

Питна вода має бути також позбавлена мікроорганізмів, бактерій, збудника коліту (*colitic germs*), підлягати обробці дезінфікуючих агентів, подібно хлору, який переважно застосовується в Україні. Разом з тим, дослідженнями останніх років показано, що внаслідок взаємодії хлору з природними органічними сполуками поверхневих вод утворюються галогенмісткі сполуки [9-11], багато з яких спричинюють токсичну та канцерогенну дію на організм людини [12-14].

Незважаючи на тисячорічний інтерес, зусилля вчених світу останніх десятиріч та надзвичайно важливу роль для здоров'я людини, вода й донині залишається самою дивовижною і загадковою речовиною в

природі, а, завдяки її аномальним властивостям [15-17], біологічне життя на Землі можливе в існуючому вигляді.

Дана робота присвячена вивченню властивостей води природного джерела Чоргів, що розташоване у населеному пункті Велика Копаня Закарпатської області. Інтерес до неї зумовлений широковідомим феноменом - рекордною в межах України народжуваністю близнюків та двійнят [18], яку місцеві жителі пов'язують із водою природного джерела. У зв'язку з зазначеним актуальним є проведення досліджень фізико-хімічних властивостей води, порівняльного аналізу її основних характеристик з такими, що пред'являються до питної води, з метою визначення її якості, придатності для харчових та інших потреб.

### Матеріали і методи

Об'єктом даного дослідження є вода із самовиливного джерела Чоргів, розташованого на узбіччі дороги Виноградів-Хуст у центрі населеного пункту Велика Копаня Виноградівського району Закарпатської області. Для аналізу проби води відбирали приблизно в один і той же час доби (9-10 год) в січні, червні та серпні 2014 року. Дослідження включали визначення хімічного складу, загальної мінералізації, водневого (рН) показника, окисно-відновного потенціалу (ОВП) та електропровідності, проведення мікробіологічного аналізу.

Макроелементи визначали методом хімічного аналізу. Якісний та кількісний склад мікроелементів оцінювали атомно-емісійним методом (спектрометр С-115-М1, спектрограф СТЕ-2, Санкт-Петербург, Росія) Вміст нітратів визначали потенціометричним методом за допомогою іон-селективного електроду ЕЛІТ-021. В якості характеристики концентрації нітрат-іону застосовували величину  $\text{pNO}_3^-$ , яка тотожна від'ємному десятковому логарифму активності іонів нітрату в розчині. Калібрування проводили послідовним вимірюванням різниці потенціалів між електродом ЕЛІТ-021 і допоміжним електродом при поміщенні їх у стандартні розчини  $\text{KNO}_3$  по мірі зростання їх концентрації, починаючи зі значення  $\text{pNO}_3=5,0$  ( $10^{-5}$  моль/ $\text{дм}^3$ ). Величину  $\text{pNO}_3^-$  зразків води визначали за побудованим графіком, яку також виражали в  $\text{мг/дм}^3$ .

Загальну мінералізацію ( $\text{мг/дм}^3$ ) визначали за масою сухого залишку ваговим методом (з точністю до четвертого знаку) після випаровування та висушування зразків води при  $105^\circ\text{C}$  до постійної маси та TDS (Total dissolved solids) показником сумарної концентрації розчинених домішок в пробах води за допомогою приладу COM-100, фірми Digital. Inc. США.

Кислотно-лужний показник (рН) вимірювали на перетворювачі іонометричному И-150 Аквилон (Москва, Росія). Окисно-відновний потенціал (ОВП, редокс-потенціал) вимірювали за допомогою ОВП-метра (ORP-169D ORP/REDOX TESTER, Китай). Електропровідність води – її здатність проводити електричний струм в постійному електричному полі, що виражається в мікросіменсах (мкСм), визначали за допомогою приладу COM-100, EC/TDS/temp COMBOMETER, фірми Digital. Inc. США з точністю вимірювань  $\pm 10\%$ .

Бактеріологічне дослідження проводилося на зразках, відібраних у січні (24.01.2014 р.), які тестувалися через 2 доби після відбору з джерела, а також після 6 місяців їх зберігання в лабораторних умовах при кімнатній температурі. Для цього аліквоти (0,25-, 0,5-, і 1,0 мл) зразків води вносили у чашки Петрі (10 см в діаметрі) з агаризованим поживним середовищем Nutrient Agar (HiMedia Ltd, Індія), рН 7,5, розтирали за допомогою стерильного шпателью та інкубували при  $37^\circ\text{C}$  впродовж 7 діб. В іншому тесті аліквоти (0,5-, 1,0-, і 2,0 мл) зразків води вносили до 5 мл стерильного рідкого середовища Nutrient Broth (HiMedia Ltd, Індія) з подальшою 7-и добовою інкубацією флаконів при  $37^\circ\text{C}$ . Наявність чи відсутність росту колоній мікроорганізмів на агаризованому та у рідкому поживному середовищі оцінювали щодоби візуально або за зміною оптичної густини середовища з використанням колориметра (КФК-2-УХЛ 4,2) відповідно.

## Результати

Природна само виливна вода джерела Чоргів представляє собою прозору, безбарвну, м'яку (жорсткість  $0,55 \text{ мг-екв/дм}^3$ ), без запаху, приемну на смак рідину. Як видно із наведених у таблиці 1 результатів хімічного аналізу проб води досліджуваного джерела Чоргів, серед макроелементів найбільший вміст припадає на іони кальцію ( $6,43 \text{ мг/л}$ ). У відносно меншій концентрації у воді присутні іони магнію. Співвідношення між катіонами кальцію та магнію, які надають воді жорсткості, становить 3,7. Катіони лужних металів – натрій і калій представлені відносно незначними концентраціями. Серед аніонів у воді домінують гідрокарбонати, у відносно значимій концентрації представлений кремній, тоді як сульфати, хлориди і нітрати представлені значно меншими концентраціями.

У воді присутні такі важливі для організму людини мікроелементи як цинк залізо, марганець (останній входить до складу важливих ферментів вуглеводного обміну і часто відсутній в ґрунтах). У відносно нижчих концентраціях у воді присутні нікель, мідь, хром, молібден. Із перехідних елементів виявлені титан, цирконій, ванадій. Із хімічних елементів, що підлягали аналізу, але не виявлялися - барій.

Проби води джерела Чоргів характеризувалися надто низькою загальною мінералізацією ( $54,5 \text{ мг/дм}^3$ ). Зокрема, вміст сухого залишку, що визначався в пробах води, відібраних у січні, червні та серпні місяці, варіював в незначних межах:  $50,3$ -,  $48,7$ - та  $54,9 \text{ мг/дм}^3$ , відповідно і в середньому становив  $51,3 \pm 3,2 \text{ мг/дм}^3$ . Близькі значення були отримані за TDS показником сумарної концентрації розчинених домішок в пробах води за допомогою приладу COM-100 (див. табл. 2).

Досліджувана вода характеризувалася слабкою кислотою (рН  $6,54 \pm 0,36$ ) реакцією з середнім значенням ОВП  $165 \pm 68 \text{ мВ}$  та відносно низькою електропровідністю, яка варіювала в незначних межах і в середньому складала  $74 \pm 9 \text{ мкСм}$  (див. табл. 2).

**Таблиця 1.** Хімічний склад проб природної води джерела Чоргів (с. Велика Копання Закарпатської області)

Найменування показників	Результати вимірювань	Вимоги НД ДСанПіН 2.2.4-171-10, не більше	Добова потреба організму людини, мг
<b>Узагальнені показники</b>			
Жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,55	7,0 (1,5-7,0) *	
Лужність заг., мг-кв/дм <sup>3</sup>	0,5	6,5 (0,5-6,5) *	
Окислюваність перманганатна мгО/дм <sup>3</sup>	0,7	5,0	
Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>	51,3	1000 (200-500) *	
Загальна мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	54,5	1000 (200-500) *	
<b>Макроелементи, катіони, мг/дм<sup>3</sup></b>			
Кальцій (Ca <sup>2+</sup> )	6,43	130 (25-75) *	800
Натрій (Na <sup>+</sup> )	2,65	200 (2-20) *	1100-3300
Магній (Mg <sup>2+</sup> )	1,76	80 (10-50) *	350
Калій (K <sup>+</sup> )	0,59	- (2-20) *	1900-5600
Амоній (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	<0,05	0,1	
<b>Аніони, мг/дм<sup>3</sup></b>			
Гідрокарбонати (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	27,5	400	
Кремній (Si)	5,5	10	
Хлориди (Cl <sup>-</sup> )	4,97	250	1700-5100
Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	4,22	250	
Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	0,6	45	
Фториди (F <sup>-</sup> )	0,17	1,2	
<b>Мікроелементи, мкг/дм<sup>3</sup></b>			
			<b>мкг</b>
Цинк (Zn)	42	1000	15000
Залізо заг. (Fe)	34	200	10000
Алюміній (Al)	16	100	
Марганець (Mn)	4	50	2000-5000
Мідь (Cu)	3	1000	2000-3000
Молібден (Mo)	<2,5	70	150-500
Хром (Cr)	1	50	50-200
Нікель (Ni)	0,9	20	
Титан (Ti)	0,8		
Ванадій (V)	0,8		
Цирконій (Zr)	0,4		
Барій (Ba <sup>2+</sup> )	н/виявл.		

**Примітка.** \* - у дужках наведено значення оптимального вмісту деяких неорганічних компонентів у питній доочищеній воді.

Мікробіологічні дослідження, проведені на пробах (січень 2014 р.) води через дві доби після відбору, а також після 6 місяців їх зберігання в лабораторних умовах,

не виявили наявності мікроорганізмів при експозиції її аліквот як на агаризованому в ч. Петрі, так і в рідкому у флаконах, поживних середовищах.

**Таблиця 2.** Результати досліджень фізико-хімічних показників проб води джерела Чоргів (с. Велика Копання Закарпатської області)

Показники та одиниці вимірювань	Результати вимірювань	Вимоги НД ДСанПіН 2.2.4-171-10
Водневий показник, рН	6,54±0,36	6,5-8,5
Окисно-відновний потенціал, мВ	165±68	+100 до +400 мВ [5]
Електрична провідність, мкСм	74±9	400 – 1000
Сумарна концентрація розчинених домішок (мг/дм <sup>3</sup> )	48,7±9,0	1000 (200-500)

**Примітка.** \* - у дужках наведено значення оптимального вмісту деяких неорганічних компонентів у питній доочищеній воді.

### Обговорення результатів

Досліджувана вода джерела Чоргів за класифікацією відноситься до мінеральних. Однією з її основних особливостей є надзвичайно низька мінералізація (54,5 мг/дм<sup>3</sup>). Слід зазначити, що проби води, відібрані у січні, червні і серпні, були близькими за вмістом сухого залишку. Така відносна сезонна стабільність мінералізації може вказувати на певні особливості щодо формування вод самого джерела, зокрема на його відносно високу буферність. Мінералізація води джерела Чоргів приблизно удвічі нижча при порівнянні з найбільшим на планеті озером Байкал - 109 мг/дм<sup>3</sup> [19] і близька до мінералізації вод ріки Індигірки (Якутія, РФ) з сухим залишком 50 мг/дм<sup>3</sup> [20], річки Іршава, що протікає у межах Іршавського району Закарпатської області, з вмістом сухого залишку 55,4 мг/дм<sup>3</sup> [21].

Згідно результатам хімічного аналізу, досліджувана вода джерела Чоргів характеризується низьким вмістом макро- і мікроелементів. Їх значення в середньому на порядок нижчі гранично допустимих концентрацій, визначених діючими вимогами ДСанПіну [4]. Незважаючи на низьку мінералізацію, досліджувану воду слід віднести до фізіологічно повноцінних, оскільки у своєму складі вона містить основні іони, у тому числі іони фтору, які є показником повноцінності мінерального складу води.

За критерієм загальної мінералізації, згідно класифікації ВОЗ, досліджувану воду слід віднести до питної води з «відмінною» якістю. Водночас за даним критерієм вона не відповідає нормативам чинного стандарту [4] і при постійному вживанні не може бути

суттєвим джерелом мінеральних елементів для організму людини. Втім ця обставина не становить загрозу для здоров'я, оскільки основним джерелом мінеральних елементів для організму людини є продукти харчування. В 4 колонці таблиці 1 наведено добову потребу дорослої людини в мінеральних елементах, яка складає близько 10,6 г. Наприклад, за умови щоденного споживання 2 л води з середньою мінералізацією 500 мг/дм<sup>3</sup> лише незначна (1/10) її частина може поповнюватися за рахунок питної води.

Іншою важливою функцією, яку виконує вода у будь якому організмі, є розчинення інгредієнтів їжі для побудови тканин організму, виведення з організму продуктів метаболізму тощо. Втім розчинна здатність води знижується зі збільшенням концентрації розчинених солей. У зв'язку з цим, припускається, що низька мінералізація досліджуваної води джерела Чоргів посилює зазначені вище властивості, що є не менш важливим, ніж відносно поповнення організму мінеральними елементами.

Ряд характеристик, що оцінювалися у даному дослідженні, ґрунтуються на здатності води до іонізації – процесу, при якому атом чи молекула втрачає електрон, який переходить до іншого атому, чи навпаки, отримує електрон від іншого атому. При іонізації молекули води відбувається її розчеплення на іон водню (H<sup>+</sup>) та гідроксил іон (OH<sup>-</sup>). Іонізовані молекули води здатні взаємодіяти з багатьма наявними у ній речовинами, утворюючи різноманітні продукти реакції. Якість води, що надходить до рослин, тварин і людини, в значній мірі залежить від величини рН. Зважаючи, що рН більшості внутрішніх середовищ (плазма крові, лімфа, міжклітинна та внутрішньо-

суглобова рідини) організму людини знаходиться в межах 7,26-7,45 та є одним із найбільш стабільних параметрів гомеостазу, рН оптимальної води мав бути близьким до зазначених меж, тобто, бути слабо лужним. Щодо нашого дослідження, досліджувана вода має слабо кислу реакцію (рН 6,54), хоча і знаходиться в межах (6,5-8,5), встановлених існуючими нормативами для питної води.

Для оптимального використання води у обмінних процесах її ОВП повинен наближатися до ОВП біологічних рідин людини: крові, плазми, сироватки. Зазвичай ОВП біологічних рідин організму здорової людини знаходиться у мінусовому діапазоні, зокрема, сироватки крові – від – 23 до – 56 мВ [22]. Якщо в організм поступає вода з високим значенням ОВП, вона відбирає електрони від клітинних мембран, органел, ферментів тощо, які зазнають окислювальної деструкції. Для досліджуваної нами води джерела Чоргів середнє значення ОВП становило 165 мВ. Для порівняння, ОВП води централізованого водопостачання у м. Києві за даними Пересічного і Федорової [5] знаходиться у межах від +350 – +450 мВ, а більшості фасованих вод – +200 - +400 мВ. Цими ж авторами виявлено також тенденцію до вищих значень ОВП серед газованих вод і напоїв порівняно із негазованими. Серед природних джерел питної води високої якості в Україні відомі нафтусеподібні води, лікувальні властивості яких зумовлені наявністю органічних сполук з відновлювальними властивостями, зі значенням ОВП від – 220 до +20 мВ [23]. Таким чином, наведений вище порівняльний аналіз свідчить, що, незважаючи на низьку мінералізацію води джерела Чоргів, показник її ОВП співставний з таким для фасованих мінеральних вод.

Присутність у воді мінеральних компонентів посилює її електропровідність за рахунок дисоціації молекул солей на негативні і позитивні заряджені іони та їх руху відповідно до аноду і катоду. Очевидно, що низька мінералізація досліджуваної води зумовлювала також відносно незначну (74±9 мкСм) її електропровідність, яка є близькою з аналогічним показником води річки Іршава – 60 мкСм [21].

## Висновки

Одним із пріоритетних аспектів життєдіяльності людини у 21 столітті є підвищення якості та тривалості життя. Досягнення такої мети буде недосяжними без відповідних заходів, направлених на покращення якості питної води, пошуку та моніторингу природних джерел з задовільними типами води. З високою мірою ймовірності до останніх можна віднести воду джерела Чоргів населеного пункту Велика Копаня Закарпатської області. За хімічним складом вона відноситься до гідрокарбонатно-кальцієвої, за переважною більшістю нормативних критеріїв - до питної води високої якості.

Зважаючи на низьку мінералізацію води, для безпечного її постійного вживання доцільне додаткове поповнення організму, особливо в зимо-весняний період, мінеральними елементами за рахунок БАД тощо. Разом з тим, передбачається, що регулярне споживання низько мінералізованої води сприяє активізації внутрішньоклітинних процесів, посиленню обміну речовин, нейтралізації та виведенню токсинів з організму.

Вода джерела Чоргів може бути рекомендована для дитячого харчування, а також як основа для приготування бутильованої води, в тому числі із заданими характеристиками, напоїв, як додатковий засіб при прийомі ліків, а також водолікування.

## Список використаних джерел

1. Vtsumi H., Kiyohige K., Mitade C. Mutagenicity and cytotoxicity of tap and raw water and their potential risk. *Environ. Health Perspectives*. 1992, 26(12), 247-254.
2. Быстрых В.В. Гигиеническая оценка влияния питьевой воды на здоровье населения. *Гигиена и санитария*. 1998, 6, 20-22.
3. Справочник по космической биологии и медицине (Под ред. А.И. Бурназяна, О.Г. Газенко). М.: *Медицина*, 1983. С. 352.
4. Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною: *ДСанПін 2.2.4-171-10*. Затв. Наказом МОЗ № 400 (12.05.2010).
5. Пересічний М., Федорова Д. Електроактивована вода у харчуванні людини. *Товари і ринки*. 2013, 1, 70-86.

6. Курик М.В. Про фрактальну питну воду («жива вода»). *Фізика свідомості й життя, космологія й астрофізика*. 2001, 3, 45-48.
7. Вернадский В.И. Вивчення явищ життя й нова фізика. М.: Вид. АН СРСР, серія ОМЕН, 1931. С. 403.
8. Курик М.В. Мицеллярность и фрактальные кластеры биологических структур. *Изв. АН СРСР*. 1991, 55(9), 1798-1803.
9. Rav-Acha Ch., Blits R., Choshen E., Serri A., Limoni B. The action of chlorine dioxide on aquatic organic materials during the disinfection of drinking water. *J. Environ. Sci.* 1983, 18(5), 651-671.
10. Ильницкий А.П., Королев А.А., Худoley В.В. Канцерогенные вещества в водной среде. М.: Наука, 1993. С. 222.
11. Gallard H., Von G.U. Chlorination of natural organic matter: kinetics of chlorination and of THM formation. *Water Res.* 2002, 36 (1), 65-74.
12. Morris R.D. Drinking water and cancer. *Environmental Health Perspective*. 1995, 103(8), 225-231.
13. Koivusalo M., Vartiainen T. Drinking water chlorination by products and cancer. *Rev Environ Health*. 1997, 12(2), 81-90.
14. Villanueva C., Fernandez F., Malats N., Grimalt J.O., Kogevinas M. Metaanalysis of studies on individual consumption of chlorinated drinking water and bladder cancer. *J Epidemiol Community Health*. 2003, 57(3), 166-173.
15. Эйзенберг Д., Кауцман В. Структура и свойства воды. Л.: Гидрометеиздат, 1975. С. 280.
16. Синюков В.В. Вода известная и неизвестная. М.: Знание, 1987. С.176.
17. Климчук Д.А. Водный режим растений. Клеточные механизмы адаптации растений к неблагоприятным воздействиям экологических факторов в естественных условиях. К.: Наукова думка, 2003. С. 277.
18. Петерварі Н. Велика Копаня – українська столиця близнюків. *Закарпатська правда*, 2013, 36 (14-20 вересня).
19. Нохрин Д.Ю., Грачева И.В., Грибовский Ю.Г. Исследование химического состава проб воды озера Байкал и реки Иркут в 2007 году. *Вестник Челябинского гос. у-та. Сер. Экология. Природопользование*. 2008, 3, 86-90.
20. Друзьяк Н.Г. Как продлить быстротечную жизнь. СПб.: «Крылов», 2008. С. 181.
21. Трапезнікова Л.В., Монич І.І., Хрипта Ю.В. Екологічний стан поверхневих та ґрунтових вод басейну р. Іршава. *Наук. вісник Ужгород. ун-ту. Серія Хімія*. 2013, 1(29), 87-93.
22. Хубутія М.Ш., Евсеев А.К., Колесников В.А., Гольдин М.М., Давыдов А.Д., Волков А.Г., Степанов А.А. Измерения потенциала платинового электрода в крови, плазме и сыворотке крови. *Электрохимия*. 2010, 46(5), 569-573.
23. Шестопалов В.М., Моисеева Н.П. Еще раз о лечебном начале минеральных вод типа «Нафтуса». *Геологический журн*. 2004, 3, 96-97.

Стаття надійшла до редакції: 06.10.2014.

## PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF CHORGIV SOURCE WATER (VELYKA KOPANYA village OF TRANSCARPATHIAN REGION)

**Klymchuk D.O., Kurik M.V., Matveeva N.A., Sapsay V.I., Makhanets' I.A.**

The chemical composition, physical and microbiological peculiarities of natural water of Chorgiv source located in the village of Velyka Kopanya of Transcarpathian region was investigated. A comparative analysis of its key features with those imposed on drinking water was carried out. Acceptability of use of Chorgiv source natural water for drinking and other needs is reasoned.

*Колектив авторів висловлює подяку проф. А.Р. Павленку за надання геофізичного обладнання, голові сільської ради В.І. Пилипу, секретарю – О.Ю. Сергієвій та землевпоряднику – В.М. Чонці с. Велика Копаня за сприяння та допомогу в проведенні наукових досліджень*