

будівельних відходів для виготовлення будівельних матеріалів. Необхідні подальші наукові дослідження, скеровані на розробку будівельних матеріалів з використанням перероблених будівельних відходів.

1. Любешкина Е.Г. Твердые бытовые отходы. Проблемы и решения//Пищевая промышленность.— 2001. — 312. — С. 28–30. 2. Multifunktionale, zukunftsorientiertr Rauchgasreinigungstechniken/ Reimann Dieter. O. // Brennst–Warme–Kraft. – 1991. –43, №3. – С. Е61–Е64. 3.[http:// www.wasterecycling.ru/archive_journal/mai_2006_2/stroitelnye_othody.jdx](http://www.wasterecycling.ru/archive_journal/mai_2006_2/stroitelnye_othody.jdx). 4. Альков Н.Г., Коротеев А.С. Комплексная технология многостадийной утилизации твердых бытовых отходов с получением электроэнергии // Известия академии наук. Энергетика.— 2000.—№4.— С.21–29.

УДК 504.43.577.118.

Л.Я. Нечитайло, Г.М. Ерстенюк

Івано-Франківський національний медичний університет,
кафедра біологічної та медичної хімії

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОДИ РІВНИННОЇ ЗОНИ ПРИКАРПАТТЯ

© Нечитайло Л.Я, Ерстенюк Г.М., 2011

Проведено порівняльну оцінку змін аніонного та катіонного складу водних об'єктів рівнинної зони Прикарпаття. Встановлено істотні сезонні відмінності рівня хімічних елементів у питній воді.

Ключові слова: вода, хімічний склад, фізіологічна норма, гранично допустима концентрація.

A comparative evaluation of changes in anionic and cationic composition of groundwater of the plain area Carpathians was carried out. Significant differences in season level of chemical elements in drinking water was found.

Key words: water, chemical composition, the physiological norm, the maximum admissible concentration.

Постановка проблеми. Мікроелементний склад поверхневих вод відіграє важливу роль у функціонуванні живих організмів в екосистемі, включаючи і людину. Вода є одним з важливих чинників забезпечення гомеостазу організму шляхом підтримання унікальної структури та функції клітинних органел, регуляції осмотичного тиску та метаболічних процесів тощо. Відомо, що з водою людина отримує 1–25 % добової потреби у мікроелементах [1, 2]. Хімічні елементи надходять в організм людини з рослинною й тваринною їжею, питною водою, а також частина з атмосферним повітрям. З водою в організм потрапляють фтор, йод, мідь, цинк, селен, нікель та інші елементи, що мають важливе значення в обмінних процесах [1–3]. Нагромадження хімічних елементів живими організмами визначається не лише їх біологічною природою та геохімією середовища, але й харчовими ланцюгами, через які здійснюється зв'язок організмів і середовища. У харчовому ланцюзі може відбуватися зменшення концентрації одних мікроелементів та збільшення інших. Так, зокрема, хімічний склад води може впливати на виникнення і перебіг захворювань, викликаних надходженням в організм людини багатьох мікроелементів, таких як ртуть, свинець, кадмій, миш'як [1–4]. Для кожного хімічного елемента існують фізіологічні межі, зниження або підвищення яких у воді зумовлює порушення гомеостазу. З літературних джерел [5, 6] відомо, що мікроелементний склад води великою мірою залежить як від кліматично-географічних, екологічних умов, так і від господарської діяльності людини.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Територія Івано-Франківської області складається з рівнинних, передгірських та гірських регіонів, які характеризуються особливостями вмісту мікроелементів як у ґрунтах, так і у водоймах. Такі особливості зумовили інтерес до вивчення хімічного складу водойм прикарпатського регіону. Багато авторів (О.М. Адаменко, М.М. Приходько, О. Пендерецький, Ю.М. Лабій, С. Тимошук, І. Пацай, Г.Б. Гуменюк, Ю.Т. Федорчак, І.І. Кужда, Г.Д. Гуцуляк, Ю.Г. Гуцуляк, Л.В. Міщенко) досліджували вміст хімічних елементів у ґрунтах та водоймах Прикарпаття. Однак проведений аналіз літературних даних не дав змоги оцінити динаміку сезонних змін, що має важливе значення для об'єктивної оцінки стану питної води та розроблення заходів щодо його покращання. За останні роки в Івано-Франківській області відбулися зміни у промисловому та сільськогосподарському виробництві, що внесло істотні корективи в екологічну ситуацію на Прикарпатті. У цьому аспекті особлива увага належить моніторингу за рівнем хімічних елементів, які впливають на якість і тривалість життя людини.

Мета роботи – провести порівняльну характеристику та дослідження сезонних змін хімічного складу водойм рівнинної зони Прикарпаття.

Матеріали і методи. Об'єктом досліджень слугували джерела водопостачання рівнинної зони Прикарпаття. Зокрема, ми вибрали такі райони: Галицький – сільськогосподарський, Калуський – промисловий і Снятинський – радіаційно забруднений. Забір проб води здійснювали за сезонами (літо, осінь, весна) впродовж 2008–2009 рр. згідно з ГОСТ 26483-85, ГОСТ 26490-85, ГОСТ 24281-80, ГОСТ 24849-81. У відібраних збірках води потенціометричним методом з використанням йонселективних електродів визначали концентрацію іонів: хлориду, броміду, йодиду, нітрату, а також іонів заліза та хрому. Вміст кадмію і міді у воді визначали методом атомно-абсорбційної спектроскопії на спектрофотометрі С-115 ПК. Для визначення водневого показника (рН) застосовували йономір рН-125. Статистичну обробку одержаних даних проводили з використанням програми MYNOVA.

Експериментальна частина. У цій роботі наведені результати спостережень хімічного складу питної води рівнинної зони Прикарпаття, проведені літом та восени 2008 р. і весною – 2009 р. Виконані дослідження дали змогу виявити низку закономірностей. Так, зокрема, одним із важливих показників якості води є водневий показник, від якого залежить розвиток і життєдіяльність живих організмів, сталість різноманітних форм і міграція елементів [14]. У водах рівнинної зони Прикарпаття простежена така закономірність зміни водневого показника (табл. 1): влітку цей показник в усіх рівнинних районах становив 7,2–7,7, восени в Калуському і Галицькому районах – 6,5–7,1, Снятинському – 6,9, навесні рН перебував у межах 6,6–6,9. Порівнюючи одержані результати із фізіологічною нормою, слід відмітити підвищення водневого показника влітку, зокрема в Снятинському районі, в інших районах він відповідав вимогам щодо питної води [15] (табл. 1).

Визначення вмісту хлоридів влітку у питній воді Снятинського району показало підвищення їх до – 52 мг/л, а у весняно-осінній період цей показник знаходився у межах фізіологічної норми. У Калуському районі ми встановили істотне зниження рівня хлоридів восени, а влітку та навесні їх концентрація відповідала фізіологічній нормі. Стосовно вмісту хлоридів у Галицькому районі, то слід відмітити, що цей показник був нижчий, ніж у вищеперелічених районах протягом усіх досліджуваних періодів і становив 4–13 мг/л. Порівняльний аналіз одержаних результатів вмісту хлоридів у питній воді з фізіологічною нормою, вказує на те, що в кожному із досліджуваних районів спостерігаються відхилення від норми у різні пори року. Зростання рівня хлоридів може вказувати на незначне забруднення води господарсько-побутовими стічними водами [14, 16]. Та незважаючи на отримані показники хлоридів у питній воді, вони були нижчими за гранично-допустимі концентрації [15].

Дослідження сезонної динаміки вмісту бромід-іонів у воді Галицького і Калуського районів показало значне зростання їх рівня навесні порівняно з літнім і осіннім періодами. Стосовно вмісту

бромід-іонів у питній воді Снятинського району, то слід відмітити значне збільшення його у весняний та осінній періоди відповідно у 1,7 та 2,1 раза. Порівняльний аналіз одержаних даних з фізіологічною нормою, яка згідно з літературними даними [1, 5] становить (0,0021–0,2 мг/л), показав, що рівень бромід-іонів дуже зростає весною в усіх перелічених рівнинних районах, найбільшою мірою у Калуському районі. З літературних джерел відомо [5, 17, 18], що зростання рівня бромід-іонів може бути зумовлене забрудненням водою у результаті змиву з ґрунту розкладених рослинних залишків.

Таблиця 1

Динаміка змін аніонного складу питної води джерел Прикарпаття

Район/сезонність	Концентрація аніонів (мг/л)			
	pH	Cl ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻
Галицький район				
Літо – 2008	7,5 ± 0,1	13,9 ± 0,2	0,06 ± 0,001	12,4 ± 9,2
Осінь – 2008	7,1 ± 0,06	6,61 ± 0,87	0,13 ± 0,008	12,1 ± 9,1
Весна – 2009	6,8 ± 0,04	4,84 ± 2,07	0,20 ± 0,05	44,8 ± 17,9
Снятинський район				
Літо – 2008	7,7 ± 0,1	52,0 ± 10,9	0,21 ± 0,03	71,7 ± 18,9
Осінь – 2008	6,9 ± 0,1	23,6 ± 6,8	0,35 ± 0,06	92,0 ± 4 1,4
Весна – 2009	6,6 ± 0,1	33,9 ± 14,4	0,45 ± 0,13	24,9 ± 14,0
Калуський район				
Літо – 2008	7,2 ± 0,4	33,7 ± 15,7	0,13 ± 0,05	30,9 ± 16,4
Осінь – 2008	6,5 ± 0,2	6,3 ± 2,5	0,11 ± 0,02	2,3 ± 0,40
Весна – 2009	6,9 ± 0,3	30,2 ± 12,9	0,71 ± 0,25	7,07 ± 3,7
Фізіологічні межі	6,5-7,5	20-40	0,0021-0,2	< 0,15
ГДК	6,5-8,5	350	0,2	45

Щодо вмісту нітратів у питній воді, то слід зазначити, що у Галицькому районі влітку та восени їх рівень був значно нижчий, ніж навесні. У Калуському вміст нітратів зростав влітку і становив 30,9 мг/л, восени та весною відмічено зменшення їх концентрації до 2,3 – 7,07 мг/л. Порівняльний аналіз результатів власних досліджень щодо рівня нітратів з наведеними С.В. Нікітіної і співавторами [19] даними стосовно фізіологічно допустимих меж нітратів показує, що цей показник був вищий в усіх досліджуваних районах Прикарпаття у 15 – 613 разів. При цьому слід зазначити, що на Прикарпатті є джерела, де вміст нітратів перевищує не тільки фізіологічні межі, а й граничнодопустимі норми. Дослідження вмісту нітратів у питній воді Снятинського району показало істотні перевищення граничнодопустимої концентрації влітку та восени – на 16 та 20 % відповідно. Зростання рівня нітратів у воді може бути зумовлено надмірним використанням мінеральних добрив [20], а також забруднення водою рідкими відходами тваринницьких комплексів і господарсько-побутовими стічними водами [21]. Отже, проведені нами дослідження дали змогу встановити, що значна частина водних джерел рівнинної зони Прикарпаття забруднена нітратами.

Паралельно з визначенням аніонного складу у досліджуваних взірцях питної води проводились дослідження вмісту окремих мікроелементів, які відіграють важливу роль у підтриманні гомеостазу організму людини. Отримані результати наведені у табл. 2.

Як бачимо з представлених даних, влітку рівень заліза у питній воді істотно зростав порівняно з весняною порою, найвищий вміст цього елемента зафіксовано у джерелах питної води Галицького району. Ці результати узгоджуються з літературними даними [6–8, 22] про те, що підвищення рівня заліза залежить від геохімічних особливостей ґрунту, гідрологічних і метеорологічних умов цієї території. Та незважаючи на те, що отримані показники заліза у питній воді були нижчими за граничнодопустиму концентрацію, слід акцентувати увагу на зростанні рівня цього елемента вище від фізіологічної норми у літній період в усіх джерелах, оскільки саме підвищення стосовно норм має істотний вплив на живі організми. З наукових джерел відомо [1, 4, 5], що надмірне поступлення заліза спричиняє порушення морфофункціонального стану печінки та нирок, обміну залізовмісних білків тощо.

Динаміка змін окремих мікроелементів у питній воді джерел Прикарпаття

Район/сезонність	Концентрація мікроелементів (мкг/л)			
	Fe ⁺³	Cr ⁺⁶	Cu ⁺²	Cd ⁺²
Галицький район				
Літо – 2008	0,98 ± 0,4	0,003 ± 0,0003	3,3 ± 2,7	2,07 ± 0,2
Осінь – 2008	-	0,0027 ± 0,0007	3,6 ± 2,6	2,1 ± 1,1
Весна – 2009	0,0023 ± 0,002	0,44 ± 0,2	3,4 ± 1,2	2,01 ± 0,1
Снятинський район				
Літо – 2008	0,71 ± 0,2	0,0071 ± 0,003	2,9 ± 2,5	2,6 ± 0,1
Осінь – 2008	-	0,0051 ± 0,001	2,03 ± 0,52	1,6 ± 0,4
Весна – 2009	0,00013 ± 0,0007	0,83 ± 0,1	2,7 ± 1,3	2,3 ± 0,8
Калуський район				
Літо – 2008	0,36 ± 0,02	0,0037 ± 0,003	5,0 ± 0,1	2,1 ± 1,0
Осінь – 2008	-	0,0026 ± 0,0002	3,4 ± 1,3	0,2 ± 0,1
Весна – 2009	0,0068 ± 0,006	1,10 ± 0,3	5,8 ± 4,0	2,1 ± 0,2
Фізіологічні межі	0,03 – 0,05	0,5-1	2 – 10	-
ГДК	300	50	1000	1

Стосовно вмісту хрому у воді джерел рівнинної зони, то слід відмітити підвищення його рівня влітку. Однак найвищий рівень хрому зафіксовано у питній воді Калуського району навесні. Зростання рівня хрому може бути зумовлено забрудненням водою промисловими і побутовими відходами [6, 8, 24]. Аналіз одержаних результатів влітку та восени засвідчив, що вміст хрому у питній воді був нижчий від фізіологічної норми. Дефіцит хрому у питній воді зумовлює порушення обміну вуглеводів через зниження толерантності до глюкози і може сприяти розвитку стійкої гіперглікемії [1, 3, 5].

Визначення вмісту міді у досліджуваних пробах води показало, що концентрація цього мікроелемента не перевищувала граничнодопустимих параметрів та перебувала у межах фізіологічної норми. Найнижчий рівень міді відмічений у Снятинському районі восени, а найвищий – навесні у Калуському районі. Зростання вмісту міді може бути пов'язано з акумуляцією її в інших компонентах середовища з подальшим надходженням у водойми [22, 23].

З досліджуваних мікроелементів тільки рівень важкого металу – кадмію зростав протягом усіх досліджуваних періодів і перевищував граничнодопустимі концентрації у 1,6–2 рази. Винятком можна вважати незначний вміст кадмію у водоймах Калуського району в осінній період.

Зростання рівня кадмію може бути зумовлено забрудненням водою промисловими і побутовими відходами [22–24], органічними і мінеральними добривами, особливо фосфатними [25]. Поступлення кадмію в організм людини з питною водою може призвести до порушення процесів кровотворення, функціонування печінки, нирок, кісткової системи та інших органів та тканин через тривалий період напіввиведення.

Висновки. Проведений аналіз води дав змогу виявити, що населення Прикарпаття, яке проживає на теренах рівнинної зони, споживає питну воду з дефіцитним вмістом таких життєво важливих мікроелементів, як хром, та в окремих випадках залізо, і водночас з високим вмістом бромід-іонів, нітратів та токсичного елемента кадмію, що зокрема найбільш виражено для радіаційно забрудненого Снятинського і промислового Калуського районів. Отримані результати можуть певною мірою пояснити виникнення екологічних патологій у населення, яке проживає на теренах Прикарпатського регіону, що, своєю чергою, спонукає до продовження досліджень хімічного складу питної води та її впливу на організм людини.

1. Скальний А.В. *Химические элементы в физиологии и экологии человека.* – М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век». – М.: Мир, 2004. – 216 с. 2. Скальная М.Г., Нотова С.В. *Макро- и*

микроэлементы в питании современного человека: эколого-физиологические и социальные аспекты. – М.: РОСМЭМ, 2004. – 310 с. 3. Бабенко Г.О. Биосфера, антропогенез і здоров'я / Українська Академія національного прогресу. – Івано-Франківськ, 1999. – 204 с. 4. Середюк А.М., Белицкая Э.Н., Паранько Н.М. Тяжелые металлы внешней среды и их влияние на репродуктивную функцию женщин: монография. – Д.: АРТ-ПРЕСС, 2004. – 148 с. 5. Коломийцева М.Г., Габович Р.Д. Микроэлементы в медицине. – М.: Медицина, 1970. – 228 с. 6. Адаменко О.М., Приходько М.М. Регіональна екологія і природні ресурси. – Івано-Франківськ: Видавництво «Таля», 2000. – 278 с. 7. Приходько М.М., Приходько Н.Ф., Пісоцький В.П. та ін.. Наукові основи басейнового управління природними ресурсами (на прикладі річки Гнила Липа): монографія; за ред. М.М. Приходька. – Івано-Франківськ, 2006. – 270 с. 8. Пендерецький О.В. Екологія Галицького району: монографія; за ред. О.М. Адаменка. – Івано-Франківськ, 2004. – 198 с. 9. Лабій Ю.М. Геоекологічні особливості Карпат і Передкарпатської нафтогазоносною провінції як зони рекреації // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2009. – №2(20). – С. 68–71. 10. Тимошук С., Пацай І., Тимошук О. та ін. Хімічний аналіз води Дністрянського передкарпаття // Вісник Львів. ун-ту. Серія «Хімія». – 2007. – Вип 48, Ч.2. – С. 11–14. 11. Гуменюк Г.Б., Федорчак Ю.Т., Кужда І.І. Розподіл важких металів у системі вода – донні відкладення річки Дністер у зимовий період // Агроекологічний журнал. – 2008. – №4. – С. 62– 65. 12. Гуцуляк Г.Д., Гуцуляк Ю.Г. Водні ресурси Карпат, джерела їх забруднення та його негативні наслідки // Лісова інженерія: техніка, технологія і довкілля // Науковий вісник. – 2004. – Вип. 14.3. – С. 252–258. 13. Міщенко Л.В. Ландшафтні та геоекологічні структури в басейні нижніх течій річок Бистриць Солотвинської і Надвірнянської (Прикарпаття). // Науковий вісник Чернівецького університету. Серія географічна. – 2008. – Вип. 434. – С. 69–82. 14. Чікова І. Якість води у громадських криницях Городоцького району // Вісник Львів. ун-ту. Серія географічна. – 2006. – Вип. 33. – С. 431–439. 15. ДСаН ПІН 2.2.4 – 171-10. Санітарно-хімічні показники безпечності та якості питної води. 16. Грех В. Новітні дані про гідрохімічні показники води р. Верещиці (Басейн Дністра) // Вісник Львів. ун-ту. Серія географічна. – 2007. – Вип. 34. – С. 56–61. 17. Запорожець О.А., Погребняк О.С., Візір М.М. Спектрофотометричне визначення броматів(V) N, N – діетиламіном // Методи и объекты химического анализа. – 2009. – Т. 4. – №1. – С. 48–55. 18. Зайцев В.М., Зуй М.Ф., Сливчук Л.А. та ін. Сорбція мікрокількостей BrO_3^- та Br^- – іонів на аніонітах АВ – 17 та октадецилдиметил – амінопропілкремнеземі // Методи и объекты химического анализа. – 2009. – Т.4. – №1. – С. 28 –33. 19. Нікітіна С.В., Вуколова С.І., Шолойко С.М. та ін. Поняття про фізіологічну повноціну воду як складову екологічної освіти вчителів хімії: зб. наук.-техн. пр.: Науковий вісник НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.6. – С. 65–70. 20. Боровська І.М., Ткаченко В.Г. Динаміка хімічних показників якості питної води в містах Луганської області в 2006 – 2008 р. // Український журнал клінічної та лабораторної медицини. – 2008. – Т. 3, №4. – С. 36 – 38. 21. Ваикулат М.П. Актуальні гігієнічні аспекти застосування пестицидів, мінеральних та органічних добрив у сільському господарстві // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України: зб. тез доповідей наук.-практ. конф. – К., 2008. – Вип. 8. – С. 21–22. 22. Білоголовка В.Т., Кобаса І.М., Цимбалюк В.В. Моніторинг екологічного стану внутрішніх водійм міста Чернівці та річки Прут // Науковий вісник ЧНУ. – Вип. 422: Хімія. – Чернівці, 2008. – С. 15–19. 23. Триснюк І.В. Екологічна безпека агроecosystem Прикарпаття // Наукові записки Вінницького держ. пед. ун-ту. Серія «Географія». – 2008. – Вип. 17. – С. 118–123. 24. Трахтенберг І.М. Тяжелые металлы как химические загрязнители производственной и окружающей среды // Довкілля та здоров'я. – 1997. – №2. – С. 48–51. 25. Мудрий І.В. Еколого-гигиенические аспекты загрязнения почвы кадмием // Гігієна і санітарія. – 2003. – №1. – С. 32–35.