

УДК 628.112.23

Антонюк Н. Г., Мурланова Т. В.

ПОПЕРЕДНІЙ АНАЛІЗ ВОД ДЖЕРЕЛ ПУЩІ-ВОДИЦІ НА ВМІСТ ОСНОВНИХ МАТРИЧНИХ ЙОНІВ

У статті проведено попередній аналіз джерел Пущі-Водиці на вміст основних матричних йонів із використанням класичного титриметричного методу з наступними класифікацією та рекомендаціями щодо подальшого застосування цих вод.

Вступ

Нині, коли проблема забезпечення населення якісною прісною водою стає дедалі актуальнішою, а водопровідні станції, що застосовують класичні технології водоочищення, не можуть гарантувати належну якість питної води, використання альтернативних джерел водопостачання (колодязі, джерела, свердловини) розглядається як один із можливих шляхів розв'язання цієї проблеми [1, 2].

Проте води в таких локальних джерелах не завжди відповідають вимогам, що висуваються до питної води, а отже, потребують попереднього аналізу та відповідних рекомендацій щодо застосування.

Авторами статті було проаналізовано води джерел Пущі-Водиці на вміст у них основних матричних йонів з наступними рекомендаціями щодо необхідності їх очищення і можливості використання для питних потреб. Аналіз проведено на основі порівняння цих вод із бутильованими питними столовими водами.

Співвідношення основних неорганічних йонів та їх кількісний вміст у воді впливає на її найважливіші властивості, такі, як рівень рН, лужність, жорсткість та загальна мінералізація. Визначення цих показників є важливим для запобігання утворенню накипу на побутових приладах чи промислового обладнання, виявлення бальнеологічних властивостей води.

Для проведення аналізу було вибрано титриметричний метод з огляду на можливість визначення за його допомогою більшості компонентів, простоту та загальнодоступність. У рамках методу були використані методики кислотно-основного, комплексонометричного титрування, а також титрування методом осадження.

Досліджено сім природних підземних джерел Пущі-Водиці, що активно використовуються населенням для питних потреб.

Відповідно до поставленої мети проводили попереднє визначення вмісту матричних йонів води, таких, як карбонати, гідрокарбонати, сульфати, хлориди, кальцій, магній, натрій та калій.

Отримані результати зведено в таблиці та гістограми, а потім проаналізовано і картографовано.

1. Хімічний склад, класифікація та деякі властивості природних вод

Вода є найкращим природним розчинником, тому її майже не існує в чистому вигляді. Це складна багатокомпонентна система, хімічний склад якої є комплексом розчинених газів, мінеральних речовин та органічних сполук, що включає майже всі відомі хімічні елементи. Проте багато елементів міститься в природних водах у надзвичайно малих кількостях, які неможливо виявити внаслідок недостатньої чутливості методів аналізу [2-5].

Якісний та кількісний хімічний склад природних питних вод коливається у досить широких межах, проте не повинен перевищувати гранично допустимі концентрації (ГДК), встановлені відповідними нормативними документами для окремих показників, а також бути нижче за мінімальний фізіологічно необхідний вміст мінеральних солей та мікроелементів [1, 2].

У разі перевищення верхньої межі допустимих концентрацій зазвичай використовують очисні технології, такі, як зворотний осмос, нанофільтрування, електродіаліз, мембранна та термічна дистиляція. За низького вмісту необхідних елементів у вихідній чи занадто очищеній воді вдаються до додаткового збагачення, внаслідок чого утворюється техногенна питна вода [1].

Велика різноманітність якісного та кількісного хімічного складу природних вод не дає можливості класифікувати їх за якоюсь однією ознакою. З точки зору аналітичної хімії, найпридатнішою є класифікація за вмістом основних сольових компонентів, які становлять так звану матрицю об'єкта аналізу, склад якої важливий для вибору методу аналізу та підготовки проб води [3].

Кількісний склад матриці природних вод характеризується сумою сольових компонентів (головних йонів) і зумовлює мінералізацію води Σ , г/кг. За величиною мінералізації виділяють: прісні (< 1,0), солонуваті (1-25), солоні води (25-50) та розсоли (> 50) [2-4].

Якісний склад матриці природних вод характеризується співвідношенням шести головних йонів, кількість яких може перевищувати 12,5%-екв. Такими йонами є Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4 та $\text{HCO}_3 + \text{CO}_2$. Згідно з класифікацією О. О. Алекакіна, за переважним вмістом аніонів природні води поділяються на три класи: гідрокарбонатні й карбонатні, сульфатні та хлоридні. Своєю чер-

гою, кожен клас поділяється на три групи: кальцієву, магнієву та натрієву. Так, поверхневі та приповерхневі води України є в основному гідрокарбонатно-кальцієві, морські - хлоридно-натрієві, а деякі колодязні - сульфатно-магнієві («гіркі»). Досить різноманітними за складом матриці є мінеральні води [3, 4].

Концентрація головних йонів змінюється у поверхневих та приповерхневих водах під дією гідрологічного фактора - при збільшенні водного стоку навесні їх концентрація зменшується внаслідок розбавлення, а в літньо-осінній та зимовий періоди, навпаки, збільшується [2-5].

2. Підземні води

Підземні води - це природні води, які залягають у земній товщі нижче поверхні землі і являють собою сукупність усіх типів вод різного фазового стану. Вони містяться у гірських породах у вигляді надтонкої плівки, сорбованої на породі (гігроскопічна волога), тонких плівок, що вкривають частинки твердих речовин (плівкова волога), рідини, яка заповнює капіляри у проміжках між окремими частинками породи, а також при досить великій кількості вологи - у крапельно-струменевому стані, утворюючи підземні водойми значної потужності у вигляді водоносних шарів і тріщинних зон [2-4].

З огляду на особливості формування (контактування з різними гірськими породами і мінералами земної кори, наявність водотривких шарів, утрудненість зв'язку з атмосферою, ослаблення біологічних процесів, різку зміну тиску і температури з глибиною), підземні води дуже різняться за хімічним складом та мінералізацією. Тому серед підземних вод є всі класи та групи - від прісних вод до розсолів зі значним інтервалом поширення головних йонів [3,4].

За гідрохімічними особливостями підземні води доцільно поділяти за вертикальною зональністю - залежно від відстані до атмосфери і поверхневих вод, а також умов промивання та фільтрування.

Згідно з гідрогеодинамічною класифікацією Ігнатовича, підземні води за глибиною залягання поділяються на три зони [3]:

а) активного водообміну (верхня) - знаходяться вище місцевого базису ерозії, дренуються річками, сприйнятливі до впливу кисню та поверхневих вод, які надходять зверху (грунтові води);

б) утрудненого водообміну (середня) - проміжна зона, залежно від умов наближаються до першого чи третього типу;

в) відносно застійні води (нижня) - ізольо-

вані від впливу поверхневих вод, склад змінюється лише протягом геологічного часу.

З огляду на розташування джерел Пуші-Водиці, водонапір та рівень води в них можна зробити висновок про належність їх до групи ґрунтових вод.

3. Ґрунтові води

Ґрунтові води - це води першого від поверхні землі водоносного горизонту, що підпирається шаром витриманого водонапору. Зверху такий горизонт, як правило, не перекритий водотривкою породою, і води мають вільну поверхню. Внаслідок цього ґрунтові води характеризуються відсутністю напору, а рівень води в свердловинах установлюється на тій глибині, де ці води трапляються [3, 4].

Ґрунтові води гідравлічно пов'язані з поверхневими - водами річок, озер, водосховищ; вони найчастіше розташовані на площині у вигляді басейнів, а в річкових долинах - недалеко від поверхні, утворюючи в піску та гальці природні підземні потоки [2, 3].

Рівень ґрунтових вод залежить від гідрометеофакторів, внаслідок чого спостерігаються його суттєві сезонні коливання.

Мінералізація та хімічний склад ґрунтових вод змінюється при їх просуванні з півночі на південь України: від дуже прісних ($< 0,2$ г/л) гідрокарбонатно-кремнієвих і прісних ($0,2-1,0$ г/л) гідрокарбонатно-кальцієвих із домішками хлоридів та сульфатів в чорноземних районах до мінералізованих ($1-Ю$ г/л) сульфатно-хлоридно-натрієвих вод у південних степових районах [3].

Г. М. Каменський поділяв ґрунтові води за зональністю на два основні типи: континентального засолення і вилуговування [3].

Ґрунтові води континентального засолення характерні для аридного клімату пустель, напівпустель та сухих степів. Існує значна кількість типів вод. За солоністю - прісні, солонуваті й солоні. За основними компонентами - гідрокарбонатно-сульфатні, сульфатні, сульфатно-хлоридні й хлоридні води. Внаслідок інтенсивного випаровування води цього типу вирізняються відносно більшою солоністю. Склад органічних речовин у цих водах збіднений.

Ґрунтові води вилуговування притаманні областям надлишкового зволоження чи помірної вологості, але за наявності добре проникних порід, високої динамічності вод та активного дренажу. Загальна мінералізація таких вод $Л$ г/л, за складом переважають йони $НСO_3^-$ - Na^+ , $НСO_3^-$ - Ca^{2+} . За географічною зональністю і хімічним складом води Пуші-Водиці належать саме до цього типу.

У південних районах надлишкового зволоження трапляються ґрунтові води зі складом SO_4^- - Cl^- - Na^+ , SO_4^- - Cl^- - Ca^{2+} , з мінералізацією, як правило, < 1 г/л. Для цих зон характерним є суттєвий вміст органічних речовин [3].

4. Столові та мінеральні води

Окремого розгляду потребують також мінеральні питні та лікувальні води, що завдяки особливостям хімічного складу істотно впливають на фізіологічний стан організму людини [4].

Природна вода, яка використовується для пиття та господарських потреб, являє собою розчин мінеральних солей, розчинених газів та органічних речовин, кількісні співвідношення між якими залежать насамперед від походження води: вони здатні змінюватись посезонно або за рахунок зовнішніх впливів на водоносні горизонти [5].

Мінеральними називаються природні води, які внаслідок фізичних і хімічних особливостей складу сприятливі для організму людини та мають бальнеологічні властивості.

Характеристикою лікувальних мінеральних вод, крім мінералізації, є наявність у їхньому складі, окрім елементів основної матриці, специфічних компонентів, що й надають водам особливих властивостей.

Віднесення води до групи мінеральних ще не означає високий ступінь її мінералізації. Мінеральні води бувають і з дуже малою мінералізацією (наприклад, марціалні залізисті) [3].

Мінеральні води надзвичайно різноманітні як за величиною мінералізації, так і за концентраціями та співвідношенням головних йонів.

Взаємозв'язок між хімічним складом води і складом порід та гідрогеологічними умовами, в яких вона формується, дає змогу зробити деякі узагальнення щодо територіального розташування мінеральних вод. Так, О. І. Дзенс-Литовський і Н. І. Толстихін розробили карту-схему мінеральних вод на території країн СНД [3].

Провінції, класифіковані за А. Є. Бабинцем, на території України наведено нижче.

1. Вуглекислі води областей молодшої магматичної діяльності у внутрішніх Карпатах. До них належать джерела нарзанського, боржомського, есентукського типу, мінеральний склад вод яких майже повністю представлений содою. Найзначніші родовища експлуатуються курортами і за водами розливу мінеральних вод: «Поляна Квасова», «Лужанський», «Плосківський».

2. Азотні, азотно-метанові й метанові води артезіанських басейнів, крайових прогинів та складчастих областей, до них належить і зона сірководневих вод.

3. Радонові киснево-азотні води масивів кристалічних порід у межах Українського кристалічного масиву (Житомир, Коростишів, Біла Церква, Звенигородка, Знам'янка) [3].

Лікувальні мінеральні води є майже у всіх областях України. Найбільша кількість джерел виявлена в Передкарпатті, Закарпатті та Криму.

За призначенням питні мінеральні води поділяються на:

- лікувальні (приймають за призначенням лікаря як курс);
- лікувально-столові (приймають за призначенням лікаря як курс або періодично як столовий напій);
- природні столові (для необмеженого пиття) [3, 6].

Відповідно до основного нормативного документа, що діє в сфері розливу мінеральних вод України - ДСТУ 878-93 «Води мінеральні питні», основним критерієм щодо віднесення мінеральних вод до тієї чи іншої категорії є загальна мінералізація і вміст специфічних біологічно активних компонентів [6].

Спочатку мінеральні води пили безпосередньо з джерел на сформованих на їх базі курортах, згодом почалася робота з вивчення можливості застосування вод за їх межами. Головною перешкодою щодо переміщення мінеральних вод на значні відстані зі збереженням усіх терапевтичних властивостей є зміна їх фізико-хімічного складу при видобутку, транспортуванні і зберіганні.

Були відпрацьовані спеціальні прийоми обробки і розливу, що дають змогу мінімізувати якісні перетворення мінеральних вод, викликані різницею в умовах їх перебування в гірських породах і на земній поверхні.

Перші розлиті промисловим способом мінеральні води реалізовувалися через аптечну мережу як лікарські препарати. Однак великий попит населення стимулював віднесення мінеральних вод, що розливаються, до розряду особливого виду продукції подвійного застосування: медичного і харчового. Паралельно формувалася ще один напрям - розлив підземних вод, у яких вміст розчинених речовин не мав вираженого лікувального ефекту (мінеральні природні столові води). Наступним етапом стало виробництво мінеральних вод не насичених вуглекислотою, що вимагало встановлення термінів зберігання для кожного використовуваного для цього водопункту.

Таким чином, усі підземні води, що надходять у промисловий розлив, мають статус мінеральних. Головною умовою розливу мінераль-

них вод є збереження природних властивостей нативної (натуральної) води.

5. Експериментальна частина

Досліджували природні підземні джерела Пуші-Водиці, що активно використовуються населенням для питних потреб. Води цих джерел не підлягають моніторингу та контролю якості з боку санепідслужб та лісництв, у підпорядкуванні яких перебувають. Даних про попередні одноразові дослідження цих джерел у літературі теж не знайдено.

Метою дослідження було попереднє визначення основного сольового складу згаданих природних вод і порівняння його з установленими нормативами гранично допустимих концентрацій (ГДК) та складом столових мінеральних вод України.

Вміст сполук азоту, важких металів, органіки та бактеріологічний склад не аналізували через технічні складнощі. Оскільки Пушу-Водицю віднесено до рекреаційної зони, вона віддалена від траси, а вздовж лінії озер та на прилеглий до них території немає промислових об'єктів та сільськогосподарської діяльності, можна говорити про мінімальне антропогенне забруднення води за цими показниками.

Опитування населення показало, що більшість людей, які вживають джерельну воду Пуші-Водиці протягом багатьох років, не мають жодних скарг щодо її якості і, навпаки, впевнені у її позитивному впливі на здоров'я. Такі свідчення підтверджують нетоксичність досліджуваної води.

Під час роботи було досліджено 7 джерел Пуші-Водиці.

Води чотирьох з них (1-а, 3-я, 13-а і 14-а лінії) активно використовуються населенням м. Києва як столова вода та вода для приготування їжі. Всі чотири джерела - природного походження. Вони розташовані на берегах струмків та озер, де ґрунтові приповерхневі води самовільно виходять на поверхню на берегових схилах. Витік кожного зі струмків та місце навколо нього добре обладнано.

Джерело 14к не відрізняється від попередніх за всіма наведеними ознаками (розташоване за 3 м від джерела 14), окрім використання. Біля джерела поставлено табличку з написом «Killer» (існують легенди серед місцевого населення про непридатність його води для вживання).

Джерело, розташоване на 7-й лінії, - це церковний колодязь, вода якого використовується для пиття переважно парафіянами церкви та місцевим населенням.

Джерело на 5-й лінії - єдиний бювет на території Пущі у парку «Пуща-Водиця». Вода бювету мало вживається населенням.

Для проб із кожного джерела брали по 5 л води.

Порівняльний аналіз проводився за вмістом матричних йонів води, таких, як карбонати, гідрокарбонати, сульфати, хлориди, кальцій, магній, натрій та калій.

Дослідження вод джерел Пущі-Водиці проведено з використанням титриметричного методу аналізу із застосуванням таких методик: йодометричне визначення сульфатів [7], аргентометричне визначення хлоридів [4-13], кислотно-основне титрування карбонатів та бікарбонатів [4-13], комплексонометричне визначення йонів кальцію та магнію [4, 7, 8], розрахунок вмісту йонів калію та натрію за балансом еквівалентів [3, 14].

6. Результати та їх обговорення

6.1. Порівняння властивостей вод між собою та з гігієнічними нормативами, встановленими для питної води

Для оцінки якості джерельної води використовували гігієнічні нормативи, встановлені вітчизняними та міжнародними стандартами, а саме: Державні санітарні правила і норми «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання» (ДСанПін-96); рекомендації Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ, 1993); Директива Ради ЄС 98/83/ЄС про якість води, призначеної для споживання людиною.

Дотримання цих нормативів є обов'язковим і свідчить про нешкідливість хімічного складу води та сприятливі органолептичні властивості.

У табл. 1 наведено вміст матричних йонів,

Таблиця 1. Порівняння основних характеристик води з гігієнічними нормативами

Джерело	с Sr^{2+} , мг/л	с Ca^{2+} , мг/л	с Mg^{2+} , мг/л	с Na^{+} , мг/л	с K^{+} , мг/л	с NH_4^{+} , мг/л	с NO_3^{-} , мг/л	Жорсткість, ммоль-екв/л	Лужність, ммоль-екв/л	Мінералізація, мг/л
1-а лінія	73,65	14,06	57,13	18,04	5,27	46,31	11,17	1,33	0,93	225,63
3-я лінія	121,41	29,54	95,9	45,42	8,27	65,27	15,75	2,95	1,57	381,56
5-а лінія	100,06	4,25	271,36	56,45	9,32	82,45	19,89	3,58	4,43	543,78
7-а лінія	194,79	15,6	269,32	62,46	9,12	142,01	34,26	3,87	4,40	727,56
13-а лінія	113,4	21,74	253	62,79	12,16	83,59	20,17	4,13	4,13	554,51
14-а лінія	182,78	38,29	171,39	44,09	7,3	136,68	32,97	2,80	2,80	613,50
14к-а лінія	245,49	45,49	228,52	50,77	13,78	181,34	43,75	3,67	3,73	809,14
ДсанПін-96	500	250,00	-	-	10-80	-	-	7,0(10)	6,5-1,5	1000(1500)
ВООЗ, 1993	250	250,00	-	-	-	200	-	10	-	1000
ЄС,1998	250	250,00	-	100	50,00	200	-	-	-	1500

а також основні характеристики дослідженої води порівняно з рекомендованими нормативами.

З табл. 1 видно, що всі розглянуті характеристики води знаходяться у межах рекомендованих нормативів. Лише у джерелі 14к спостерігається порівняно висока мінералізація, а також наближення до межі рекомендованої концентрації щодо вмісту сульфатів.

Докладніше співвідношення деяких із цих показників у водах досліджених джерел показано на наступних гістограмах.

Жорсткість води (рис. 1) зумовлена наявністю в ній головним чином солей кальцію та магнію, а також інших двовалентних катіонів (Sr , Ba , Mn , Fe), що при взаємодії із аніонами утворюють малорозчинні сполуки, здатні за певних умов випадати в осад. Вважається, що жорст-

кість питної води не призводить до проблем зі здоров'ям у випадку «дуже жорсткої» води [3, 5]. Але дослідження, проведені в Інституті О. О. Богомольця НАН України в останні роки, показали, що за прогресуючого кальцієвого перевантаження починається низка деструктивних змін у клітинах, наприклад, у нейронах, що можуть закінчитися некротичними явищами і втратою чутливості [5]. Кальцієві йони регулюють не тільки всі функції клітини, а й її життєвий цикл у цілому, починаючи від зародження, росту, диференціації і закінчуючи смертю. Якщо порушуються механізми, що підтримують необхідний баланс, ті ж самі йони можуть перетворитися на ефективну зброю знищення клітини. Є припущення, що надлишок йонів Ca^{2+} призводить до хвороби Альцгеймера.

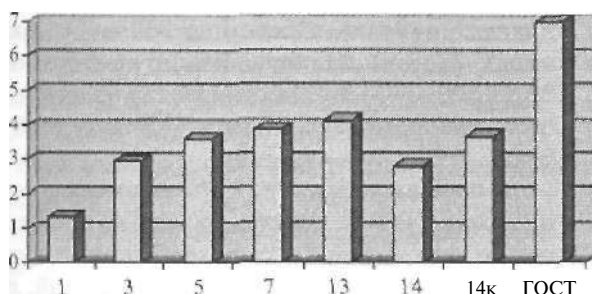


Рис. 1. Порівняння жорсткості води джерел Пущі-Водиці

Жорсткість у джерелах Пущі-Водиці коливалася в межах від 1,33 до 4,13 мг-екв/л (рис. 1), що свідчить про порівняну «м'якість» цих вод.

Лужність (рис. 2) у природних незабруднених водах з $pH < 8,2$ дорівнює вмісту гідрокар-

бонатів. Співвідношення показників «жорсткість» та «лужність» характеризує тимчасову жорсткість води, яку повністю усувають кип'ятінням унаслідок випадіння в осад карбонату кальцію і гідроксиду магнію.

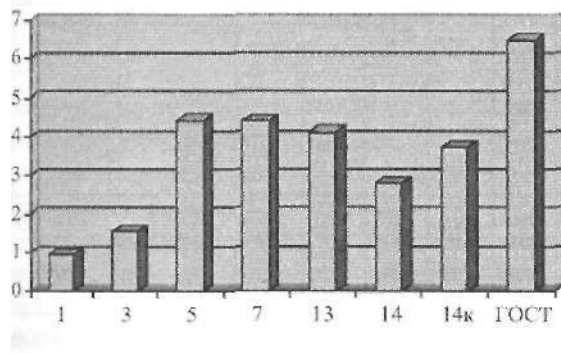


Рис. 2. Порівняння лужності води джерел Пущі-Водиці

Перевищення нормативу за лужністю у водах джерел Пущі-Водиці виявлено не було. Для всіх проб характерне нейтральне середовище. Для джерел 5, 7 і 14к характерне перевищення значення лужності (4,43, 4,40 і 3,73 мг · екв/л) над жорсткістю (3,58, 3,87 і 3,67 мг · екв/л, відповідно) води. Це свідчить про можливість значного пом'якшення води при кип'ятінні.

Загальна мінералізація (рис. 3) являє собою сумарний кількісний показник вмісту розчинних у воді речовин, серед яких найбільшу частку становлять неорганічні йони - гідрокарбонати, хлориди та сульфати кальцію, магнію і калію.

Достовірних даних про вплив на здоров'я людини підвищеного вмісту солей немає, тому ВООЗ цей показник не нормує. Смак води

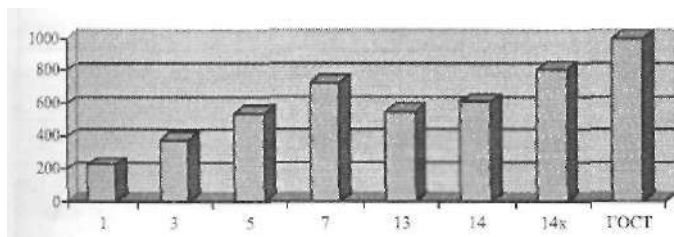


Рис. 3. Порівняння мінералізації води джерел Пущі-Водиці

вважається добрим, якщо вміст солей не перевищує 600 мг/л. При мінералізації > 1000 мг/л вода може викликати нарікання споживачів, тому за норматив у багатьох країнах береться значення мінералізації 1000 мг/л.

Серед досліджених вод лише у пробах із джерел 7 та 14к було перевищення рекомендованого оптимуму (727,56 і 809,14 мг/л відповідно). Обидві води для питних потреб населенням майже не вживаються.

6.2. Порівняння основного сольового складу води джерел Пуці-Водиці зі складом столових вод та їх класифікація

Вода, що продається в магазинах, може бути: питна (очищена до дистилату і штучно мінералізована чи природна, склад якої відповідає реко-

мендаціям ВООЗ), столова (рекомендована для пиття з сольовим вмістом до 500 мг/л), лікувально-столова (для періодичного застосування, 500-1500 мг/л) та лікувальна (вживається за призначенням лікаря, містить > 1500 мг солей на літр).

За переважаючими (> 12,5%) аніонами ці води поділяють (за В.О. Олександровим) на п'ять класів, до яких належать: гідрокарбонатний, сульфатний, хлоридний, нітратний і змішаний, що об'єднує води, які мають різні аніони у кількості 12,5%. Кожний клас поділяють за переважаючими катіонами [4].

Нами було проаналізовано мінеральні та столові води, найбільш розповсюджені в магазинах Києва. Дані наведено в табл. 2, де води класифіковані за мінералізацією.

Таблиця 2. Основні хімічні характеристики деяких зразків бутильованої води

Назва	Призначення	Тип	Хімічний склад, мг/дм ³						Специфічні компоненти, мг/л	Мінералізація, мг/л
			SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ , K ⁺		
Моршинська	Природна столова	Хлоридно-сульфатно-гідрокарбонатна різного катіонного складу	5	4,2	110	18	6	10		173
Знаменівська	Лікувально-столова	Гідрокарбонатно-хлоридна натрієва, кремнієва	<50	50-250	50-250	<50	<50	50-250	45-65 (H ₂ SiO ₃)	200-600
Оболонська	Природна столова	Гідрокарбонатно-хлоридна складного катіонного складу	< 50	<60	200-450	20-80	15-30	30-100		300-800
Софія Київська	Природна столова	Гідрокарбонатна магнієво-кальцієво-натрієва	10-80	<25	300-400	40-80	20-40	40-80		400-700
ВКО	Природна столова	Гідрокарбонатна магнієво-кальцієва	19,1	8,9	439,2	94	19,5	35,6		400-800
Оболонська-2	Природна столова	Гідрокарбонатна складного катіонного складу	<50	<50	300-500	40-100	10-60	20-100		400-900
Юрське джерело	Природна питна		150	450	300	11	4	315	0,3 (Fe)	900
Миргородська	Лікувально-столова	Хлоридна натрієва	50-250	1000-2500	150-450	30-200	<50	600-1200		2500-3500
Шаянська	Лікувально-столова	Гідрокарбонатна натрієва, кремнієва	<150	<150-350	2000-3000	100-250	<100	700-1300	50-100 (H ₂ SiO ₃)	3000-5000
Лужанська	Лікувально-столова	Гідрокарбонатна натрієва	<50	<100	2000-4500	50-200	<25	900-1800	<140 (H ₃ BO ₃)	3000-6500
Поляна Квасова	Лікувально-столова	Гідрокарбонатна натрієво-борна	<25	300-600	4500-8000	70-150	<50	1500-3000	100-250 (H ₃ BO ₃)	6500-12000

З табл. 2 видно, що з дослідженими водами джерел Пуші-Водиці може бути порівняно лише шість перших зразків бутильованої води. Тобто це свідчить про можливість віднесення джерельних вод до класу питних столових.

Розглянемо досліджувані джерельні води докладніше.

На рис. 4 показано основний сольовий склад води джерела № 1, виражений у відсотках від загальної суми йонів із урахуванням еквівалентів кожного з компонентів.

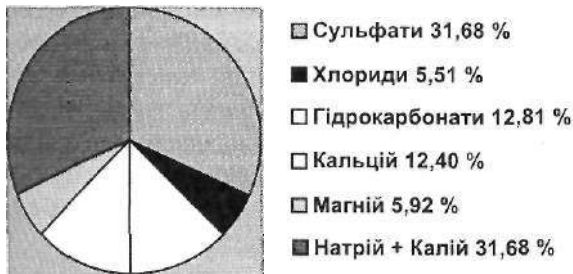


Рис. 4. Сольовий склад джерела № 1 (мініралізація 225,63 мг/л)

Відповідно до йонного складу ця вода може бути віднесена до класу мішаних сульфатно-гідрокарбонатних натрієвих. За мініралізацією - до природних столових.

З бальнеологічної точки зору води з підвищеним вмістом гідрокарбонатів рекомендовані спортсменам, людям, що займаються активною фізичною працею, немовлятам. Але такі води протипоказані хворим на гастрит. Високий вміст сульфатів сприяє лікуванню захворювань печінки, жовчовивідних шляхів, діабету, ожиріння. Проте не бажаним їх регулярне вживання дітьми та підлітками у період формування кісткового скелету, оскільки сульфати можуть перешкоджати нормальному засвоєнню кальцію.

Нарис. 5. наведено основний йонний склад джерела, розміщеного на 3-й лінії Пуші-Водиці. Ця вода може бути класифікована як така, що належить до змішаного класу сульфатно-гідрокарбонатних натрієво-кальцієвих. За мініралізацією вона належить до природних столових.

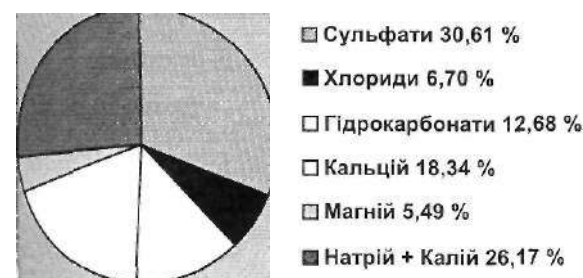


Рис. 5. Сольовий склад джерела № 3 (мініралізація 381,56 мг/л)

Кальцієві йони в організмі виконують функцію універсального посередника між процесами, які розвиваються на поверхні клітин, і внутрішньоклітинними цитоплазматичними механізмами. Помірне збільшення концентрації кальцію приводить до покращення процесів обміну речовин в організмі.

На рис. 6 наведено склад джерельної води № 5. Ця вода може бути віднесена до класу змішаних сульфатно-гідрокарбонатних натрієво-

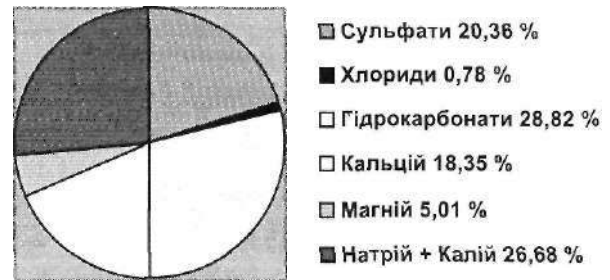


Рис. 6. Сольовий склад джерела № 5 (мініралізація 543,78 мг/л)

кальцієвих. Оскільки її мініралізація перевищує 500 мг/л, воду класифіковано як природну лікувально-столову.

Вода № 7 (рис. 7) віднесена до змішаних сульфатно-гідрокарбонатних натрієво-кальцієвих. Ця вода - друга за величиною мініралізації із розглянутих вод, тому її визначено як лікувально-столову.

Високий вміст гідрокарбонатів кальцію у воді свідчить про можливість значного зниження жорсткості за рахунок кип'ятіння.

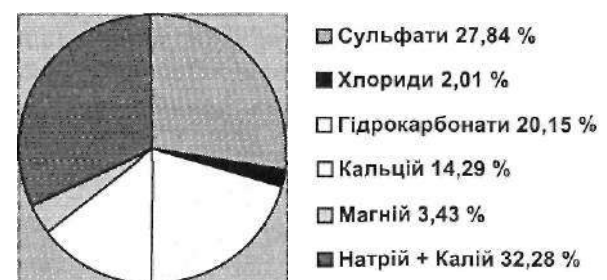


Рис. 7. Сольовий склад джерела № 7 (мініралізація 727,56 мг/л)

Змішана сульфатно-гідрокарбонатна натрієво-кальцієва вода № 13 за величиною мініралізації належить до лікувально-столових. Порівняно з іншими у цій воді підвищений вміст йонів магнію, який відповідає за нормальний ріст кісток і зубів (рис. 8).

Цікавою є суттєва різниця у мініралізації води в джерелах 14 (рис. 9) і 14к (рис. 10), що розташовані на відстані кількох метрів одне від одного.

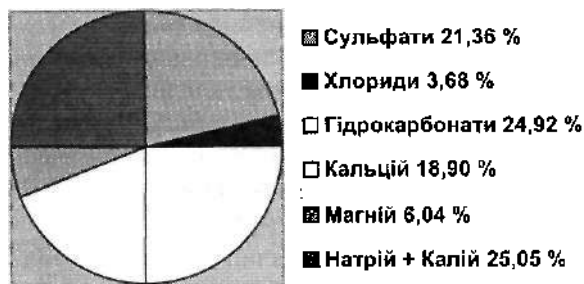


Рис. 8. Сольовий склад джерела № 13
(мінералізація 554,51 мг/л)

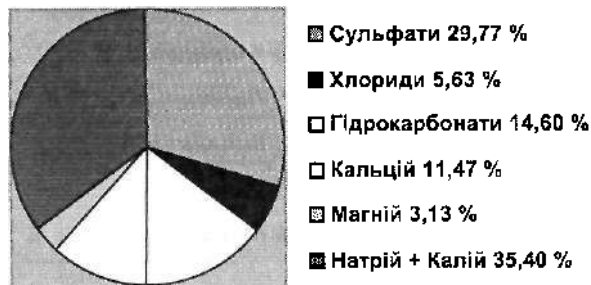


Рис. 9. Сольовий склад джерела № 14
(мінералізація 613,50 мг/л)



Рис. 10. Сольовий склад джерела № 14к
(мінералізація 809,14 мг/л)

При цьому у процентному співвідношенні вміст йонів залишається приблизно той самий.

Обидві води віднесено до класу змішаних сульфатно-гідрокарбонатних натрієвих природних лікувально-столових вод.

Воду з джерела 14к не рекомендовано для регулярного вживання через надмірну мінералізацію (809,14 мг/л).

У разі необхідності можна проводити опріснення води з використанням мембранних та сорбційних технологій, але для природної джерельної води такі методики недоцільні. Встановлювати фільтри на джерела також нераціонально, оскільки очищення всього водостоку потребує значних витрат фільтрату через швидке забруднення сорбційної системи. Застосування очисного обладнання споживачем теж практично неможливе через необхідність створення надлишкового тиску для стимуляції процесу фільтрування (0,05-0,5 МПа для мікро- та ультрафільтрування та 0,4-1,0 МПа для нанофільтрування) [1].

Тому на практиці для очистки відібраної у джерелах води може бути використане лише відстоювання в присутності подрібненого активованого вугілля (із сорбцією на ньому) та срібних речей (для знезараження).

Усі досліджені води відповідають українським та міжнародним гігієнічним нормативам і за основним сольовим складом визнані як питні природні столові та столово-лікувальні.

7. Картографування результатів

Для практичного застосування результатів проведеної роботи і визначення корисного для споживача зручного джерела отримані діаграми були нанесені на план-схему Пущі-Водиці.

Схему розміщення джерел наведено на рис. 11.

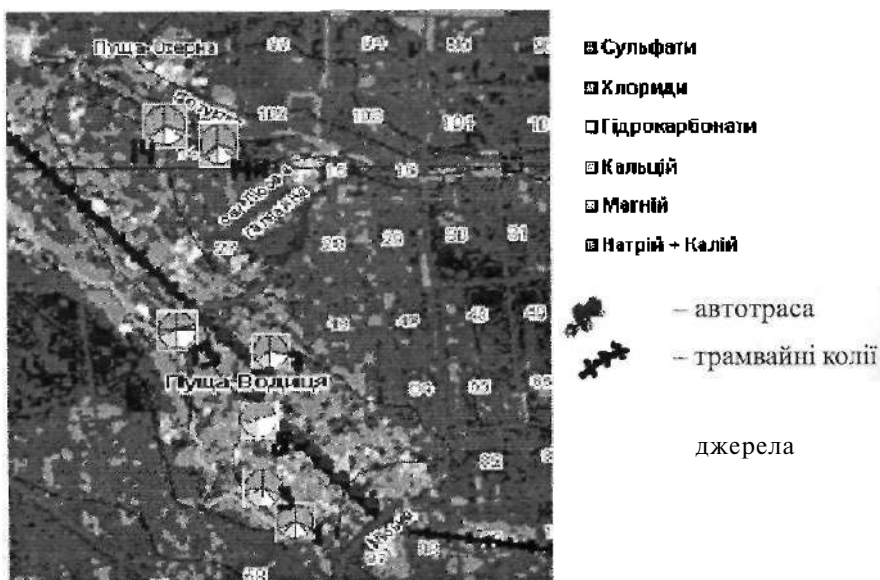


Рис. 11. Схема розміщення джерел Пущі-Водиці

Висновки

Уперше проаналізовано води джерел Пущі-Водиці, про склад яких не було офіційних даних. Досліджені води класифіковано за типом та зональністю. Проведено систематизацію досліджених вод за рівнем мінералізації із практичними рекомендаціями способів опріснення надто мінералізованої води. Визначено класи води кожного джерела, за Олександровим (за переважаючими йонами), та зроблено припущення про бальнео-

логічні властивості кожного з цих класів. Встановлено, що склад проаналізованих вод не суперечить жодному з українських чи міжнародних гігієнічних нормативів для питної води, і після порівняння зі зразками бутильованої води вони можуть бути віднесені до класу питних столових та лікувально-столових. Для зручності застосування результатів дослідження споживачем на основі отриманих даних побудовано картограму.

1. Брик М. Т. Питна вода і мембранні технології (огляд) // Наук. записки НаУКМА.- 2000.- Т. 18: Хімічні науки.- С. 4-24.
2. Гончарук В. В. Бювети Києва. Якість артезіанської води.- К.: Геопринт, 2003.- 110 с.
3. Пелешенко В. І., Хільчевський В. К. Загальна гідрохімія: Підручник.- К.: Либідь, 1997.- 384 с
4. Набиванець Б. Й. Аналітична хімія природного середовища: Підручник / Б. Й. Набиванець, В. В. Сухан, Л. В. Калябіна.- К.: Либідь, 1996.- 304 с
5. Шредер Г., Ніколаєвський А., Рибаченко В., Опейда Л. Швидкі аналітичні тести в хімічних дослідженнях довкілля.- Донецьк, 2001.
6. Минеральные воды Украины.- www.mw.ukrbiz.net.
7. Семенов А. Д. Руководство по химическому анализу вод и суши.-Ленинград: Гидрохимиздат, 1977.
8. Шапиро С. А., Шапиро М. А. Аналитическая химия.- М.: Высш. шк., 1963.- 339 с; ил.
9. Посыпайко В. И. Химические методы анализа.- М.: Высш. шк., 1989.- 447 с; ил.
10. Алексеев В. Н. Количественный анализ / Под ред. д-ра хим. наук П. К. Агасяна.- 4-е изд., перераб.- М.: Химия, 1972.
11. Бабко А. К., Пятницкий И. В. Количественный анализ: Учеб. пособие для хим. спец. ун-тов.- 3-е изд., перераб. и доп.- М: Высш. шк., 1968.- 495 с, ил.
12. Химический анализ объектов окружающей среды: Сб. науч. тр. / АН СССР. СО. Ин-т катализа, о-в.; Ред. В. В. Малахов.- Новосибирск: Наука, 1991.- 224 с.
13. Пилипенко А. Т., Пятницкий И. В. Аналитическая химия: В 2-х книгах.- М.: Химия, 1990.- Кн. 1.- 480 с; ил.
14. Алексеенко В. А. Экологическая геохимия: Учебник.- М.: Логос, 2000.- 627 с; ил.

N. Antoniuk, T. Murlanova

PRELIMINARY ANALYSIS OF PUSHCHA VODITSA'S SOURCES IN ORDER TO DETERMINE CONTENTS OF MAIN MATRIX IONS

This paper provides preliminary analysis of Pushcha Voditsa's sources in order to determine contents of main matrix ions by using of classic titrimetric method with following classification and recommendations of further using of waters which were analyzed.