Л.І. ПІПАШ, П.С. ПАПАРИГА,
Н.Ф. АНДРІЙЧУК, А.В. ВЕКЛЮК.
Карпатський біосферний заповідник,
м. Рахів, Закарпатська обл., 90600,Україна

АНАЛІЗ ГІДРОХІМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВОДИ РІЧКИ ЧОРНА ТИСА ТА ЇЇ ПРАВИХ ПРИТОК

Реферат. Представлено результати аналізу гідрохімічного стану води у річці Чорна Тиса та її правих допливів – потоків Гаврилець, Свидовець, Труфанець, Гроп'янець за період 2003-2023 рр. у межах Свидовецького масиву Карпатського біосферного заповідника та суміжних територій. Проведено екологічну оцінку якості поверхневих вод річки Чорна Тиса та її правих допливів – потоків Гаврилець, Свидовець, Труфанець, Гроп'янець за екологічною класифікацією. За результатами досліджень встановлено, що найякіснішою є вода у верхів'ї р. Чорна Тиса, витоки, де було визначено індекси C^{Ca}_{I}; C^{Ca}_{II} у 67 та 33% випадків, тобто – є дуже чистою та чистою. Найгіршої якості воду визначено у р. Чорна Тиса в середній течії (табл. 2), в районі с. Чорна Тиса та с-ще Ясіня (C^{Ca}_{III} – 100%) – є забрудненою у всіх випадках. Викликає занепокоєння визначений на фоні невеликої мінералізації індекс іонного складу C_{III}^{ca} (вода гідрокарбонатно-кальцієва третього типу), що є свідченням погіршення її якості, у верхній течії деяких потоків та самій річці. Це може бути пов'язано з тим, що у водозбірних басейнах цих водотоків знаходяться турбази комплексу "Драгобрат", як потенційні забруднювачі води (п. Свидовець) та щільно розташовані оселі місцевих жителів (п. Гаврилець) без централізованого водовідведення і очищення стічних вод.
Ключові слова: гідрохімічні параметри, моніторинг, водотоки, водозбірний басейн, забруднення, якість води.

Вступ

Гірські річки зазвичай віддалені від джерел антропогенного забруднення і, відповідно, слугують еталонними системами для вивчення перебігу різноманітних природних процесів, позбавлених прямого впливу людини. Вони є основними джерелами постачання прісної води, яка необхідна для різноманітних потреб людини та підтримки життєдіяльності рослинного і тваринного світу. Водночас упродовж останніх десятиліть, гірські водотоки, протікаючи через населені пункти, страждають від антропогенного забруднення, приймаючи господарсько-побутові та сільськогосподарські стічні води, а прибережні території в межах населених пунктів часто засмічуються побутовими відходами. В цьому контексті комплексний моніторинг екологічного стану водних об'єктів, або, щонайменше, моніторинг їх гідрохімічного стану є вкрай актуальним.

Гідрохімічний моніторинг водних об'єктів є складовою частиною фонового моніторингу і проводяться в Карпатському біосферному заповіднику (КБЗ) з 2003 року. Неохопленою вищенаведеними дослідженнями залишалась річка Чорна Тиса та її праві допливи на прилеглих до КБЗ територіях. На даний час актуальним є створення методологічної основи системи моніторингу, яка б дозволила поєднати методи гідрохімічні та еколого-токсикологічні для комплексної діагностики стану водних екосистем. Для вирішення цих завдань проводились дослідження водотоків річки Чорна Тиса у в межах території КБЗ і прилеглих територій – потоків Гаврилець, Свидовець, Труфанець та Гроп'янець.

Матеріали та методика досліджень

Об'єктом дослідження є річка Чорна Тиса та її праві допливи – потоки Гаврилець, Свидовець, Труфанець, Гроп'янець. Це типові гірські водотоки з вузькими долинами та швидкою течією. Річка Чорна Тиса бере початок на північно-східному схилі Свидовецького хребта біля г. Околи

на висоті 1400 м н.р.м. Довжина її 49 км, площа басейну 567 км^2, басейн цілком лежить у гірській місцевості, що й визначає гірський характер режиму та будови долини річки. Долина її глибока, слабозвивиста. Ширина русла змінюється від 10 до 25-50 м. Глибина в межінь – 0,5-2,0 м, під час паводків збільшується до 4-6 м. Швидкість течії у межінь 1,0-1,5 м/с. Середні витрати води (с. Білин) – 12,3 м^3/с (Яцик та ін., 1991). Біля с-ща Ясіня з лівої сторони в Чорну Тису впадає р. Лазещина. Праві притоки р. Чорна Тиса – потоки Гаврилець, Свидовець, Труфанець, Гроп'янець беруть початок у Свидовецькому масиві на східних схилах гір Драгобрат, Близниці та Стремчиска. Гідрологічний режим водотоків зумовлений кількістю атмосферних опадів, максимум яких припадає на літо та осінь. Найнижчий рівень води фіксується взимку, потім у серпні та вересні. Інтенсивні розливи досліджуваних водотоків починаються в березні і тривають до травня, під час танення снігу в горах. Великі розливи спостерігаються під час осінніх дощів у кінці жовтня та на початку листопада. Гірська частина річки Чорна Тиса взимку не замерзає, оскільки характеризується значною рухливістю. Досліджуваним водотокам притаманні неширокі та глибокі долини зі стрімчастими схилами. Глибина долин коливається від 600–700 м (високогір'я) до 150–200 м (передгір'я). Їх розширення спостерігається в місцях виходу м'яких до процесу вивітрювання порід, у результаті чого утворюються котловини різних форм. Річкові долини мають велике значення спаду: у верхів'ях воно сягає 60–70 м/км, у передгір'ях – до 5–10 м/км (Запотоцький та ін., 2015). Для них не є характерним поступове розширення від витоків до гирла річки. Ширина гірських долин залежить від орографічної ситуації. У більшості випадків, у верхніх частинах вона становить 10–15 м, у пригирлових місцях – до 70–90 м. Швидкість течії річок також різна: у горах вона дорівнює 1–2 (іноді 3–6) м/с, в передгір'ях – 0,5 м/с (Запотоцький та ін., 2015). Однак під час паводків швидкість течії навіть на передгірських ділянках може збільшуватися до 3–5 м/с. Усі досліджувані водотоки мають постійну течію. Взимку у верхів'ях можливе їх перемерзання. Для гірських водотоків характерний нерівномірний розподіл річного стоку: на літо припадає його найбільша частка – 41–53%, на осінь – лише 11–15%, на зиму – 18%, на весну – 10–22% (Запотоцький та ін., 2015).

Проби води для аналізу із досліджуваних водотоків відбиралися декілька разів на рік у основні гідрологічні фази в попередньо підготовлену чисту інертну тару на постійних пунктах відбору. Надалі проби води були проаналізовані в хімічній лабораторії заповідника на вміст головних іонів сольового складу: SO_4^{2-}, HCO_3^-, Cl^-, Ca^{2+}, Mg^{2+}, $Na^+ + K^+$, нітрати та залізо загальне в мг/дм^3, загальну жорсткість та лужність в мг-екв/дм^3, згідно стандартних методик. Показник РН (активна реакція води) визначався електрометричним методом за допомогою приладу AD1030. Всі прилади, що використовувались при аналізі, пройшли державну повірку.

Для характеристики гідрохімічних особливостей досліджуваних вод ми користувались класифікацією О.А. Альокіна, згідно якої клас води визначався за переважаючими аніонами, група – за переважаючими катіонами, а тип води – за співвідношенням між іонами в еквівалентах (Харченко та ін., 1999). Екологічну оцінку якості води проводили згідно "Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями" (Харченко та ін., 1999).

Результати дослідження та їх обговорення

Проаналізовано багаторічну динаміку гідрохімічного стану води у річці Чорна Тиса вздовж течії та її допливів – потоків Гроп'янець, Труфанець, Свидовець, Гаврилець. Результати досліджень за період з 2003 по 2023 роки наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. **Багаторічні дані (2003-2023 рр.) гідрохімічного складу води річки Чорна Тиса та її правобережних притоків***

Інгредієнт	потік Гроп'янець	потік Труфанець	потік Свидовець	потік Гаврилець	р. Чорна Тиса, витоки	р. Чорна Тиса вище гирла п. Гаврилець	р. Чорна Тиса ур. Кевелів
pH	6,38-7,78 7,19	6,15-7,87 7,08	6,46-7,99 7,07	6,63-7,13 6,92	6,75-7,20 6,98	6,07-7,46 6,77	6,17-7,66 7,04
Жорсткість, мг-екв/дм^3	0,70-2,85 1,90	1,30-1,94 1,64	1,55-2,65 1,93	2,38-3,15 2,84	1,25-1,48 1,38	1,96-3,20 2,58	1,44-2,72 2,14
Ca^{2+}, мг/дм^3	9,6-48,1 31,9	22,1-34,1 28,6	27,3-43,1 32,6	42,1-56,5 49,2	20,0-20,8 20,5	30,1-50,1 40,1	21,2-40,1 34,3
Mg^{2+}, мг/дм^3	2,9-5,5 3,8	1,7-3,6 2,6	2,2-6,1 3,6	3,4-6,7 4,7	2,6-5,8 4,3	5,6-8,5 7,1	1,8-7,9 5,0
$Na^{+}+K^{+}$, мг/дм^3	0,4-9,6 4,1	1,5-9,3 4,0	1,0-3,9 2,3	1,0-3,0 2,3	1,5-4,5 3,1	1,6-1,9 1,8	1,5-12,0 5,3
HCO_3^-, мг/дм^3	36,6-142,7 102,3	63,4-109,1 87,1	84,4-120,5 100,2	131,2-183,0 156,7	73,0-91,5 80,6	101,5-164,9 133,0	76,1-148,8 116,4
Cl^-, мг/дм^3	2,0-3,6 2,6	1,7-4,3 2,8	2,2-3,8 2,7	1,7-4,1 2,0	1,3-2,7 1,9	3,7-4,0 3,8	2,1-7,9 3,6
SO_4^{2-}, мг/дм^3	6,3-25,0 15,3	11,0-19,0 14,2	4,5-28,8 13,9	6,5-19,4 11,7	5,0-7,0 6,2	12,8-22,0 17,4	12,0-25,0 16,2
Загальна мінералізація, мг/дм^3	60-225 160	108-167 140	129-203 133	191-253 223	107-130 117	156-251 203	134-220 181
NO_3^-, мг/дм^3	0,1-1,0 0,5	0,1-1,0 0,5	0,05-2,0 0,7	0,5-1,0 0,6	0,1-1,0 0,5	1,0-3,0 2,0	0,5-3,0 1,5
Fe заг, мг/дм^3	0,005-0,013 0,007	0,005-0,035 0,02	0,005-0,03 0,02	0,005-0,02 0,01	0,001-0,003 0,002	0,005-0,07 0,038	0,005-0,035 0,015

***** – в чисельнику наведені мінімальні та максимальні значення, в знаменнику – середні за 20 років досліджень.

Згідно з результатами аналізу, вода в р. Чорна Тиса є м'якою, слабомінералізованою, гідрокарбонатного класу кальцієвої групи. Іонний склад представлений HCO_3^- (73,0 – 164,9 мг/дм^3) та Ca^{2+} (20,0 – 50,1 мг/дм^3).

Вміст сульфатів становив 5,0 – 25,0 мг/дм^3, а хлоридів: 1,3 – 7,9 мг/дм^3.

Загальна мінералізація в річці коливалась в межах 107,0 – 251,0 мг/дм^3. Відповідно менші значення визначені близько до витоків з поступовим збільшенням вниз по течії. Загальна жорсткість не перевищувала 3,20 мг-екв/дм^3.

Вода в обстежених притоках була слабомінералізованою, м'якою, гідрокарбонатного класу кальцієвої групи. Іонний склад води представлений HCO_3^- (36,6 – 183,0 мг/дм^3) та Ca^{2+} (9,6 – 56,5 мг/дм^3).

Максимальні значення загальної жорсткості води (3,15 мг-екв /дм^3) та загальної мінералізації (253 мг/дм^3), були визначені в потоці Гаврилець. Кількість сульфатів не перевищувала 28,8, а хлоридів – 3,8 в мг/дм^3.

За критерієм мінералізації вода в річці Чорна Тиса (по всій довжині) та її притоках відповідала категорії якості 1 – "гіпогалинні", класу якості – "прісні води" (загальна мінералізація не перевищує 500 мг/дм^3).

За забрудненістю компонентами сольового складу – хлоридами та сульфатами, проаналізовані води належать до категорії якості 1 ($Cl^- < 20$ мг/дм^3, $SO_4^{2-} < 50$ мг/ дм^3).

Важливим показником для еколого-санітарної характеристики води є показник pH (активна реакція води), який визначається співвідношенням іонів водню та гідро-

ксильних іонів. Ця величина змінюється від 0 до 14 одиниць. Нейтральному середовищу відповідає РН = 7, менше 7 – кислому, більше 7 – лужному. На показник РН можуть впливати як природні, так і антропогенні фактори. Середні величини рН, визначені в досліджуваних водотоках вказують, що вода мала здебільшого слабокислу близьку до нейтральної та слаболужну реакції. Спостерігалось зниження рН до слабокислого навесні, що зв'язано з поступленням великої кількості талих вод у водотоки.

Як видно із таблиці 2, за співвідношенням іонів вода досліджуваних водотоків може бути віднесена переважно до другого (II) типу, у верхів'ї до першого (I) або змішаного (I-II), а в деяких випадках – до третього (III) типів. Відповідно склад води відповідає індексам C^{Ca}_{II}, рідше C^{Ca}_{I}, C^{Ca}_{I-II} та C^{Ca}_{III}. Викликає занепокоєння визначений на фоні невеликої мінералізації індекс іонного складу C_{III}^{ca} (вода гідрокарбонатно-кальцієва третього типу), що є свідченням погіршення її якості, у верхній течії деяких потоків та самій річці. Це може бути пов'язано з тим, що вище по течії знаходяться турбази комплексу "Драгобрат", як потенційні забруднювачі води (п. Свидовець) та розташовані доволі густо оселі місцевих жителів (п. Гаврилець). Також вода гіршої якості, з індексом іонного складу C_{III}^{ca} була визначена у пробах відібраних у середній течії річки Чорна Тиса в районах с. Чорна Тиса та с-ща Ясіня, що вказує на забруднення води в той період, можливо, побутовими стоками. В нижній течії (ур. Кевелів) спостерігалась зміна індексу на C_{II}^{ca}, що є свідченням покращення її якості, очевидно, через розбавлення води у річці Чорна Тиса водами водотоків, які є її допливами.

Характеризуючи якість води за індексами іонного складу (табл. 2) у бік її погіршення досліджувані водотоки можна розмістити наступним чином:

1) найкращої якості є вода у р. Чорна Тиса, витоки, де було визначено індекси C^{Ca}_{I}; C^{Ca}_{II} у 67 та 33% випадків відповідно;

2) потоки Гроп'янець та Труфанець (C^{Ca}_{II} – 100%);

3) р. Чорна Тиса, ур. Кевелів (C^{Ca}_{II} – 90%; C^{Ca}_{III} – 10%);

4) п. Гаврилець (C^{Ca}_{III} – 30%; C^{Ca}_{II} – 70%) та п. Свидовець (C^{Ca}_{I-II} – 12%; C^{Ca}_{II} – 63%; C^{Ca}_{III} – 25%);

5) найгіршої якості визначено воду у р. Чорна Тиса в середній течії, в районі с. Чорна Тиса та с-ща Ясіня (C^{Ca}_{III} – 100%).

У всіх відібраних пробах води вміст NO_3^-, при ГДК – 40 мг/дм^3, був низьким і не перевищував 3,0 мг/дм^3 (табл. 1).

Вміст розчинних сполук заліза знаходиться в залежності від РН середовища і окисно-відновних процесів, що протікають в ньому. ГДК для заліза < 0,3 мг/дм^3. Для деяких карпатських річок характерний дещо вищий вміст заліза з чисто природних причин. За даними хімічного аналізу (табл. 1) в досліджуваних водах заліза містилось від 0,001 до 0,07 мг/дм^3, тобто, у жодному випадку перевищення ГДК не спостерігалось. Максимальні його значення визначені в р. Чорна Тиса, вище гирла п. Гаврилець.

Висновки

За результатами отриманих даних гідрологічних досліджень за період 2003-2023 рр. проаналізовано динаміку гідрохімічного стану річки Чорна Тиса та її правих допливів у межах Свидовецького масиву Карпатського біосферного заповідника та

Таблиця 2. **Порівняльна характеристика якості води в річці Чорна Тиса та її притоках**

Водотоки	потік Гроп'янець	потік Труфанець	потік Свидовець	потік Гаврилець	р. Чорна Тиса, витоки	р. Чорна Тиса вище гирла п. Гаврилець	р. Чорна Тиса ур. Кевелів
Індекси,%	C^{Ca}_{II} – 100	C^{Ca}_{II} – 100	C^{Ca}_{I-II} – 12; C^{Ca}_{II} – 63; C^{Ca}_{III} – 25	C^{Ca}_{III} – 30; C^{Ca}_{II} – 70	C^{Ca}_{I} – 67; C^{Ca}_{II} – 33	C^{Ca}_{III} – 100;	C^{Ca}_{II} – 90; C^{Ca}_{III} – 10

суміжних територій. Проведено екологічну оцінку якості поверхневих вод річки Чорна Тиса та її правих допливів – потоків Гаврилець, Свидовець, Труфанець, Гроп'янець за екологічною класифікацією. За результатами досліджень встановлено, що найякіснішою є вода у верхів'ї р. Чорна Тиса, витоки, де було визначено індекси C^{Ca}_{I}; C^{Ca}_{II} у 67 та 33% випадків відновідно, тобто – є дуже чистою та чистою. Найгіршої якості воду визначено у р. Чорна Тиса в середній течії (табл. 2), в районі с. Чорна Тиса та с-ща Ясіня (C^{Ca}_{III} – 100%) – є забрудненою у всіх випадках. Викликає занепокоєння визначений на фоні невеликої мінералізації індекс іонного складу C_{III}^{ca} (вода гідрокарбонатно-кальцієва третього типу), що є свідченням погіршення її якості, у верхній течії деяких потоків та самій річці. Це може бути пов'язано з тим, що у водозбірних басейнах цих водотоків знаходяться турбази комплексу "Драгобрат", як потенційні забруднювачі води (п. Свидовець) та щільно розташовані оселі місцевих жителів (п. Гаврилець) без централізованого водовідведення і очищення стічних вод.

Список посилань

Запотоцький С.П. Рахівський район: природа, населення, господарство: навч.-метод. посіб. із професійно орієнтованої практики / С.П. Запотоцький, Ю.С. Брайчевський, О.О. Галаган [та ін.]. – за ред. Я.Б. Олійника. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2015. – 254 с.

Харченко Т.А. Гідроекологічний стан басейну Тиси / [Т.А. Харченко, А.В. Ляшенко, М.О. Овчаренко та ін.]. – Київ, 1999. – 152 с.

Яцик А.В. Малі річки України: Довідник / [А.В. Яцик, Л.Б.Бишовець, Є.О. Богатов та ін.]. – К.: Урожай, 1991. – 293 с.

ANALYSIS OF THE HYDROCHEMICAL PARAMETERS OF WATER OF THE CHORNA TYSA RIVER AND ITS RIGHT TRIBUTARIES

L.I. PIPASH, P.S. PAPARYGA, N.F. ANDRIYCHUK, A.V. VEKLUK

Abstract. Article presents results of the analysis of hydrochemical state of water in the Chorna Tysa River and its right tributaries – the Havrylets, Svydovets, Trufanets, and Gropyanets streams for the period of 2003-2023 within the Svydovets massif of the Carpathian Biosphere Reserve and adjacent territories. An ecological assessment of the quality of the surface waters of the Chorna Tysa River and its right tributaries was carried out according to ecological classification. Based on the results of research, it was established that the highest quality water is in the upper reaches of the Chorna Tysa River, the source, where the C^{Ca}_{I}; C^{Ca}_{II} indices were determined in 67 and 33% of cases, that is – very pure and pure. The water of the worst quality was determined in the Chorna Tysa River in the middle course (Table 2), in the area of the village Chorna Tysa and the village Yasinya (C^{Ca}_{III} – 100%) – is contaminated in all cases. The index of the ionic composition of C_{III}^{ca} (hydrocarbonate-calcium water of the third type), determined against the background of low mineralization, causes concern, as it is evidence of deterioration of its quality in the upper reaches of some streams and the river itself. This may be due to the fact that in the catchment areas of these watercourses there are situated facilities of the "Drahobrat" touristic complex, as potential water polluters (Svydovets stream) and a densely located settlements of local residents (Gavrylets stream) without a centralized drainage and wastewater treatment.

Key words: hydrochemical parameters, monitoring, watercourses, catchment area, pollution, water quality.