



П.С. ПАПАРИГА, Л.І. ПІПАШ,
В.В. МАЛЯР, А.В. ВЕКЛЮК.
Карпатський біосферний заповідник
м. Рахів, Закарпатська обл., 90600, Україна
E-mail: cbr-rakhiv@ukr.net

ГІДРОХІМІЧНИЙ СТАН ВОДОТОКІВ ВЕРХНЬОГО БАСЕЙНУ ТИСИ У МЕЖАХ ТЕРИТОРІЇ КАРПАТСЬКОГО БІОСФЕРНОГО ЗАПОВІДНИКА

Папарига П.С., Піпаш Л.І., Маляр В.В., Веклюк А.В. **Гідрохімічний стан водотоків верхнього басейну Тиси в межах території Карпатського біосферного заповідника.** – Природа Карпат: науковий щорічник Карпатського біосферного заповідника та Інституту екології Карпат НАН України. – 2017. – №1. – С. 77–83.

У статті наведено результати аналізу гідрохімічного стану води у водотоках верхнього басейну Тиси в межах території Карпатського біосферного заповідника – п. Білий, р. Говерла, р. Богдан, п. Квасний (ур. Головач) р. Біла Тиса, р. Чорна Тиса, р. Тиса. Проведено екологічну оцінку якості поверхневих вод за екологічною класифікацією. Встановлено, що води п. Білий відносяться до дуже чистих, в той же час води р. Тиса – до слабо забруднених. Проведено моніторингові дослідження (2002–2015 рр.) щодо динаміки показників загальної мінералізації і показників рН води потоку Білий та річки Тиса. Встановлено, що мінералізація води потоку Білого у 5 разів менше, ніж у річці Тиса (34 та 185 мг/дм³ відповідно). За результатами досліджень 1991 року проаналізовано вміст важких металів в ріках Чорна Тиса, Біла Тиса, Тиса, Шопурка. Визначено, що ріка Тиса була найбільш забрудненою внаслідок роботи промислових підприємств. Наголошено, що покращенню гідрохімічного стану досліджуваних водотоків за останні три десятиріччя посприяв факт передачі значної території водозбірного басейну досліджуваних об'єктів у підпорядкування Карпатського біосферного заповідника.

Ключові слова: гідрохімічні параметри, моніторинг, водотоки, водозбірний басейн, забруднення

Paparyha P.S., Pipash L.I., Maliar V.V., Veklyuk A.V. **Hydrochemical state of watercourses in the upper Tisza River Basin within the territory of CBR**

The results of the hydro-chemical parameters monitoring of water in the streams of the upper Tisza River Basin are provided in the article. An environmental assessment of water quality in the streams of the upper Tisza Basin in the Ukrainian Carpathians with the annual average from 2002 to 2015 is made. According to the research, the watercourses of CBR territory are used as reference systems while conducting similar studies on anthropogenically-affected areas. It was determined that for more information on hydrochemical state of the studied areas it was essential to expand hydrochemical monitoring not only in size but also in quantitative hydrochemical parameters such as nutrients (N, P), heavy metals, radon and other toxic elements. Parallel geochemical soil studies and the biogeochemical research would enable to trace the migration of chemical elements in the «precipitation –> soil –> plant –> animals –> human» system. The introduced hydrochemical monitoring will let us accumulate a large number of continuous measuring tests and observations that will allow taking the necessary measures timely to stabilize and eliminate possible environmental problems within the economic development of the economic complex, which would not have adverse effects on the biota in general and people in particular.

Keywords: hydro-chemical parameters, monitoring, watercourses, catchment basin, pollution

Вивчення навколишнього природного середовища, його змін під дією антропогенних факторів, здійснення фонових екологічного моніторингу, що визначає основні зміни екосистем, є одним із завдань біосферних заповідників. Найкраще фіксують такі зміни гідрохімічні показники (інгредієнти) у водних об'єктах, оскільки вони відіграють важливу роль у фізіологічних, біохімічних та геохімічних процесах, які відбуваються у ґрунті, воді та рослинах, визначають оптимальні умови існування живих організмів та їхню біологічну продуктивність. Вивчення закономірностей розподілу в них забруднювальних речовин дозволяє достовірно оцінювати ступінь та параметри забруднення території. Гідрохімічний моніторинг водних об'єктів є складовою частиною фонових моніторингу і проводяться в Карпатському біосферному заповіднику (КБЗ) з 2002 року. 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 верхнього басейну Тиси в межах території Карпатського біосферного заповідника – п. Білий, р. Говерла, р. Богдан, п. Квасний (ур. Головач) р. Біла Тиса, р. Чорна Тиса, р. Тиса.

Матеріали та методика досліджень

Проби води із досліджуваних водотоків відбиралися у основні гідрологічні фази у спеціально підготовлену інертну тару на постійних пунктах відбору. Протягом кожного року із кожного пункту відбору було відібрано від трьох до п'яти проб і проаналізовано в хімічній лабораторії заповідника. Аналіз проведено на вміст головних іонів сольового складу: SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ + K^+ та залізо загальне і нітрати в мг/дм^3 , загальну жорсткість, а також лужність в мг-екв/дм^3 , згідно стандартних методик. Показник РН – електрометричним методом за допомогою приладу РН-150. 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

Показники величин мінералізації та іонного складу води, їх співвідношення, суми іонів, концентрація іонів водню та деякі інші є звичайними, властивими всім водним екосистемам інгредієнтами. Їх концентрація може змінюватись внаслідок життєдіяльності живих організмів, господарської діяльності людини та природних факторів (Харченко та ін., 1999).

Результати досліджень за період з 2002 по 2015 роки представлені в таблицях 1–2. Як видно із таблиць 1–2, в іонному складі переважає: серед аніонів – HCO_3^- , вміст якого коливався від 13,3 до 159,0 мг/дм^3 ; серед катіонів, переважно, – Ca^{2+} (2,5–46,1 мг/дм^3) в залежності від ступеня мінералізації; на високірів'ї (п. Білий) інколи переважаючим може бути Na^+ . Отже, здебільшого вода характеризувалась як гідрокарбонатно-кальцієва, рідше – гідрокарбонатно-натрієва першого, другого (іноді третього типів).

Іон SO_4^{2-} займає друге місце після HCO_3^- . Мінімальний вміст його – 1,5 мг/дм^3 (8,9% від загальної мінералізації) зафіксований у пробі води з п. Білий. Там же спостерігалось збільшення вмісту сульфатів до 4,9 мг/дм^3 (15,9% від загальної мінералізації) після проходження зливових дощів. Причиною може бути випадання кислотних опадів, адже живлення цього водотоку переважно атмосферне. В період весняного сніготанення в деяких випадках також було визначено збільшення сульфатів, наприклад, до 26,5 мг/дм^3 в р. Тиса на гідропосту біля центральної садиби заповідника (мінімальне значення – 7,5 мг/дм^3).

Таблиця 1. Гідрохімічний склад водотоків верхнього басейну Тиси (2002–2010 рр.) *

Інгредієнт	п. Білий, водоспад, в.н.р.м 1550 м	р. Говерла, гідропост, КПП, в.н.р.м 750 м	р. Богдан, ур.Лавка	п. Квасний (ур. Головач)	р. Біла Тиса, Усть Говерла	р. Чорна Тиса ур. Кевелів	р. Тиса, гідропост ур. Підділ
РН	<u>5.84-7.46</u> 6,49	<u>6.65-7.68</u> 7,17	<u>6.40-7.70</u> 7,09	<u>6.38-7.75</u> 6,92	<u>7.08-8.05</u> 7,57	<u>6.17-7.40</u> 6,99	<u>6.69-8.68</u> 7,9
Жорсткість, мг-екв/дм ³	<u>0.18-0.37</u> 0,26	<u>0.52-1.30</u> 0,96	<u>1.17-1.80</u> 1,54	<u>0.82-2.2</u> 1,51	<u>1.14-1.15</u> 1,15	<u>1.44-2.35</u> 2,13	<u>1.37-2.80</u> 2,10
Ca ²⁺ , мг/дм ³	<u>2.6-7.0</u> 4,2	<u>8.3-20.6</u> 15,0	<u>17.3-28.1</u> 24,1	<u>13.8-38.6</u> 25,8	<u>17.4-20.7</u> 19,1	<u>21.2-40.1</u> 32,9	<u>24.0-46.1</u> 33,6
Mg ²⁺ , мг/дм ³	<u>0.2-0.9</u> 0,6	<u>1.2-5.5</u> 2,6	<u>1.3-7.3</u> 4,1	<u>1.6-3.3</u> 2,7	<u>1.2-3.4</u> 2,3	<u>1.8-7.9</u> 5,5	<u>2.0-9.8</u> 5,3
Na ⁺ +K ⁺ , мг/дм ³	<u>3.0-5.4</u> 4,5	<u>3.0-8.8</u> 5,8	<u>2.3-9.3</u> 5,6	<u>4.2-8.4</u> 6,2	<u>4.4-20.1</u> 12,3	<u>1.5-12.0</u> 5,8	<u>1.0-12.2</u> 7,5
HCO ₃ ⁻ , мг/дм ³	<u>13.3-22.2</u> 17,1	<u>33.0-73.0</u> 54,5	<u>68.5-110.0</u> 86,6	<u>46.3-126.9</u> 85,4	<u>65.3-91.5</u> 78,4	<u>76.1-130.0</u> 113,9	<u>73.0-159.0</u> 118,4
Cl ⁻ , мг/дм ³	<u>1.6-4.3</u> 3,1	<u>1.8-4.0</u> 2,6	<u>2.2-3.6</u> 2,7	<u>2.0-3.2</u> 2,7	<u>3.5-3.6</u> 3,6	<u>2.1-7.9</u> 4,7	<u>2.1-10.4</u> 4,7
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	<u>2.6-4.7</u> 3,4	<u>3.5-19.0</u> 11,0	<u>9.3-18.7</u> 12,6	<u>11.3-16.5</u> 13,1	<u>7.0-17</u> 12,0	<u>11.2-25.0</u> 16,9	<u>9.1-26.5</u> 16,8
Загальна мін-ція, мг/дм ³	<u>29-39</u> 33	<u>55-118</u> 92	<u>109-167</u> 136	<u>81-197</u> 136	<u>102-153</u> 128	<u>134-203</u> 180	<u>127-240</u> 188
NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	1,10	<u>0.75-3.0</u> 1,43	<u>1.5-2.45</u> 1,82	1,80	<u>1.4-3.0</u> 2,20	2,95	<u>0.5-5.6</u> 2,35
Fe заг, мг/дм ³	0,01-0,02	<u>0.02-0.12</u> 0,06	<u>0.02-0.12</u> 0,07	0,04	0,05	<u>0.008-0.035</u> 0,017	<u>0.01-0.3</u> 0,07
Індекс	C _{I-II} ^{Ca} , C _I ^{Ca} , C _I ^{Na} , C _I ^{Ca}	C _{II} ^{Ca} , C _I ^{Ca}	C _{II} ^{Ca} , C _{I-II} ^{Ca}	C _{II} ^{Ca}	C _{II} ^{Ca}	C _{II} ^{Ca} , C _{III} ^{Ca}	C _{II} ^{Ca} , C _{III} ^{Ca}

Таблиця 2. Гідрохімічний склад водотоків верхнього басейну Тиси (2011–2015 рр.) *

Інгредієнт	п. Білий, водоспад, в.н.р.м 1550 м	р. Говерла, гідропост, КПП, в.н.р.м 750 м	р. Богдан, ур. Лавка	п. Квасний (ур. Головач)	р. Біла Тиса, Усть Говерла	р. Чорна Тиса ур. Кевелів	р. Тиса, гідропост ур. Підділ
РН	<u>5.84-6.64</u> 6,30	<u>6.67-7.68</u> 7,07	<u>6.28-6.72</u> 6,55	<u>6.36-6.90</u> 6,60	<u>6.90-7.36</u> 7,13	<u>7.40-7.66</u> 7,51	<u>6.78-8.39</u> 7,83
Жорсткість, мг-екв/дм ³	<u>0.25-0.34</u> 0,27	<u>0.76-1.18</u> 0,94	<u>0.98-1.80</u> 1,42	<u>0.89-2.20</u> 1,51	<u>1.10-1.21</u> 1,16	<u>2.10-2.35</u> 2,25	<u>1.30-2.72</u> 2,15
Ca ²⁺ , мг/дм ³	<u>2.5-4.6</u> 3,4	<u>12.8-19.4</u> 15,8	<u>13.2-25.1</u> 21,2	<u>14.8-37.9</u> 25,4	<u>18.0-19.7</u> 18,9	<u>34.0-38.1</u> 35,4	<u>16.0-43.2</u> 33,5
Mg ²⁺ , мг/дм ³	<u>0.6-1.8</u> 1,2	<u>1.5-2.6</u> 1,9	<u>2.3-6.7</u> 4,4	<u>1.8-3.9</u> 2,9	<u>2.4-2.8</u> 2,6	<u>4.9-7.5</u> 6,0	<u>4.2-8.1</u> 5,8
Na ⁺ +K ⁺ , мг/дм ³	<u>2.4-7.1</u> 4,9	<u>4.4-8.2</u> 6,0	<u>2.6-9.9</u> 6,0	<u>1.5-7.0</u> 4,2	<u>5.3-7.0</u> 6,2	<u>1.5-4.7</u> 3,9	<u>3.1-9.3</u> 5,3
HCO ₃ ⁻ , мг/дм ³	<u>16.5-29.2</u> 19,6	<u>43.9-67.9</u> 56,5	<u>66.0-98.3</u> 84,4	<u>47.6-125.7</u> 83,3	<u>63.9-73.6</u> 68,8	<u>114.2-130.0</u> 122,1	<u>70.0-131.8</u> 115,7
Cl ⁻ , мг/дм ³	<u>1.4-3.6</u> 2,3	<u>1.6-4.3</u> 3,2	<u>1.9-3.2</u> 2,4	<u>1.8-3.4</u> 2,4	<u>3.4-3.6</u> 3,5	<u>2.1-3.4</u> 2,7	<u>3.0-10.6</u> 5,1
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	<u>1.5-4.9</u> 3,6	<u>5.0-11.2</u> 7,8	<u>8.5-11.2</u> 10,0	<u>8.6-15.7</u> 11,3	<u>5.6-14.0</u> 9,8	<u>12.0-15.5</u> 13,4	<u>7.5-25.8</u> 16,2
Загальна мін-ція, мг/дм ³	<u>27-44</u> 35	<u>74-111</u> 91	<u>105-150</u> 128	<u>78-193</u> 129	<u>108-130</u> 119	<u>177-192</u> 183	<u>107-216</u> 181
NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	<u>0.43-4.1</u> 2,68
Fe заг, мг/дм ³	<u>0.01-0.02</u> 0,014	<u>0.03-0.10</u> 0,07	<u>0.02-0.10</u> 0,07	<u>0.01-0.08</u> 0,04	<u>0.02-0.10</u> 0,07	<u>0.01-0.23</u> 0,08	<u>0.08-0.23</u> 0,16
Індекс	C _I ^{Ca} , C _I ^{Na}	C _{II} ^{Ca} , C _I ^{Ca}	C _{II} ^{Ca} , C _I ^{Ca}	C _{II} ^{Ca}	C _{I-II} ^{Ca} , C _{II} ^{Ca}	C _{II} ^{Ca} , C _{III} ^{Ca}	C _{II} ^{Ca} , C _{III} ^{Ca}

* – в чисельнику наведені мінімальні та максимальні значення результатів аналізу за рік, в знаменнику – середні значення. Індекс – іонний склад вод (класифікація Альюкіна)

Хлорид-іони дуже добре розчиняються у воді і мало сорбуються зваженими частинками. Відповідно, значне збільшення концентрації хлоридів у воді річок може слугувати чутливим індикатором техногенного навантаження.

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

Вода досліджуваних водотоків прісна (у високогір'ї – ультрапрісна). Загальна сума іонів становила 27-240 мг/дм³, відповідно: мінімальна – у високогір'ї (потік Білий, водоспад, 1550 м н.м.р.), близько до витоків, з поступовим збільшенням вниз по течії (рис. 1).

Найменші значення мінералізації спостерігаються в період весняної повені, коли тане сніг, а також в теплий період року під час зливових дощів. У цей час проходить розведення річкової води. Найбільші значення мінералізації характерні для зимової межени.

У річці Чорна Тиса та потоці Квасний спостерігалася досить висока мінералізація води. Загальна сума іонів становила від 78 до 197 мг/дм³ у потоці Квасний та від 134 до 203 мг/дм³ у річці Чорна Тиса в районі урочища Кевелів. Максимальні значення загальної мінералізації відмічені в річці Тиса (рис. 2).

Згідно класифікації вод за критерієм мінералізації всі води відповідають категорії

якості 1 – «гіпогалінні», для якої загальна сума іонів не перевищує 500 мг/дм³.

Загальна жорсткість води обумовлена, головним чином, присутністю розчинних сполук кальцію та магнію і змінюється в залежності від типу порід та ґрунту, з яких складається басейн водозбору, а також від пори року (Харченко та ін., 1999). При жорсткості до 4 мг-екв/дм³ вода вважається м'якою. В досліджуваних водах загальна жорсткість змінювалась в сторону поступового збільшення вниз по течії і коливалась від 0,18 (на високогір'ї) до 2,80 мг-екв/дм³ (р. Тиса). Отже, всі ці води є м'якими.

Високогірні потоки є найбільш вразливими з точки зору закислення, так як природно показник рН у них є вже слабкокислим, що й видно на прикладі потоку Білий (рис. 3).

Середні величини рН, зареєстровані в досліджуваних водотоках, свідчать, що вода мала здебільшого близьку до нейтральної та слаболужну реакції. Спостерігалось зниження рН до слабокислого навесні, що зв'язано з поступленням великої кількості талих вод у водотоки. У високогірній частині вода потоків має слабкислу реакцію у більшості випадків. Мінімальне значення – 5,84 визначено у пробі відібраній після проходження значних опадів (тоді ж спостерігалось і збільшення сульфатів).

Максимальне середнє багаторічне (2002–2015 рр.) значення рН 7,88 отримано

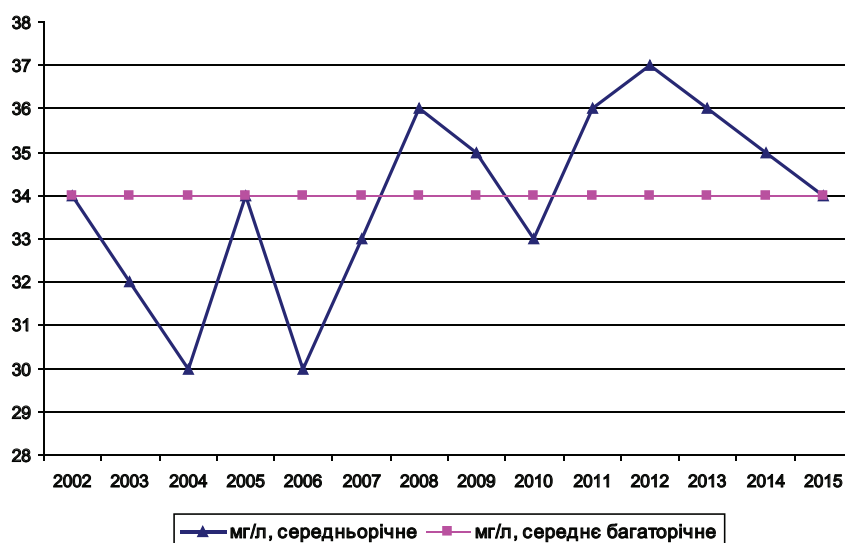


Рис. 1. Динаміка середньорічних показників загальної мінералізації води потоку Білий (водоспад, 1550 м н.р.м.).

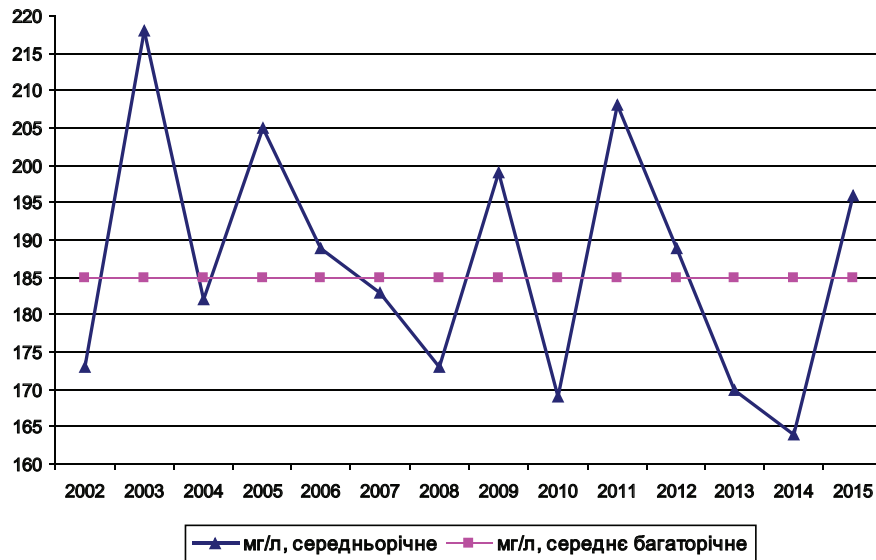


Рис. 2. Динаміка середньорічних показників загальної мінералізації води річки Тиса (м. Рахів, ур. Підділ, гідропост, 390 м н.р.м.).

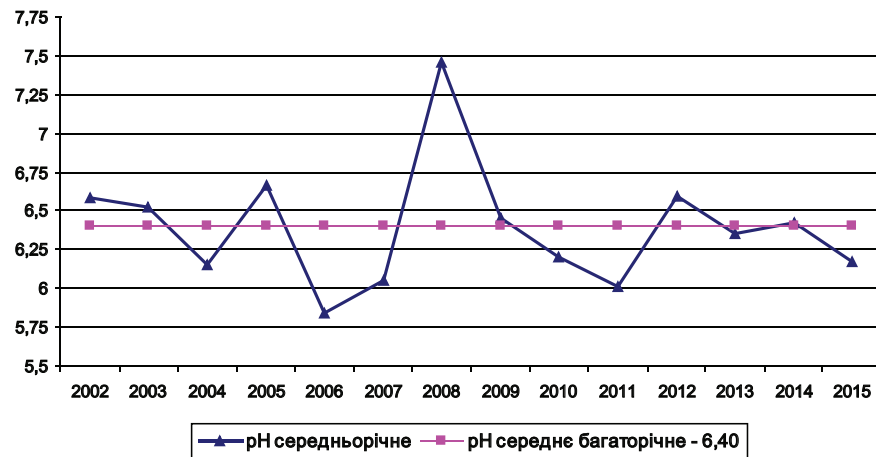


Рис. 3. Динаміка середньорічних показників рН води потоку Білій (водоспад, 1550 м н.р.м.)

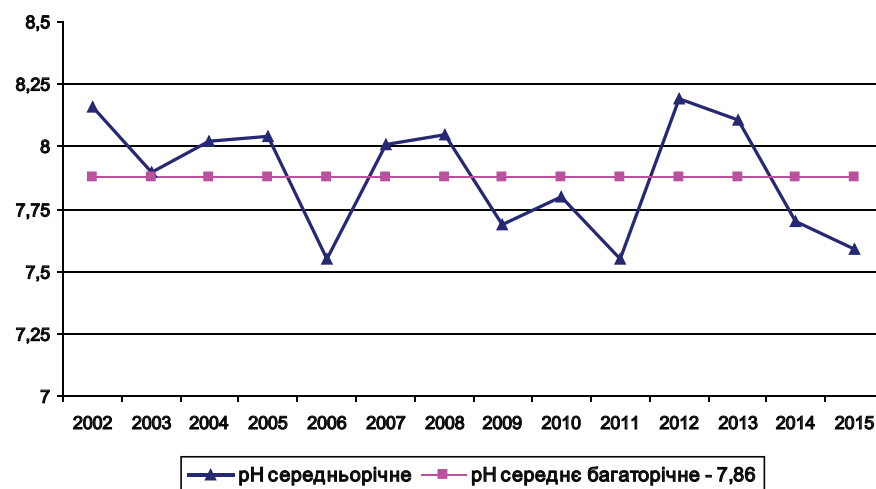


Рис. 4. Динаміка середньорічних показників рН води річки Тиса (м. Рахів, ур. Підділ, гідропост, 390 м н.р.м.)

при дослідженні води р. Тиса, що являється показником порушеності водних екосистем, тому що для водотоків характерна кисла та слабокисла реакція водного середовища, коли живлення рік здійснюється за рахунок поверхнево-схилових вод (рис. 4).

Максимальні значення показника рН (більше 8,5) вказують на надходження в річку забруднюючих речовин, що й було визначено в річці Тиса під час паводку. Цьому сприяють і транскордонні перенесення забруднюючих речовин атмосферними течіями із промислово-розвинених територій. Це підтверджують попередні дослідження проведені науковими співробітниками КБЗ.

Вміст розчинних сполук заліза знаходиться в залежності від рН середовища і окисно-відновних процесів, що протікають в ньому. ГДК для заліза < 0,3 мг/дм³. Для деяких карпатських річок характерний дещо вищий вміст заліза з чисто природних причин. За даними хіманалізу в досліджуваних водах заліза містилось від 0,008 до 0,3 мг/дм³.

Щодо NO₃⁻ (ГДК < 40 мг/дм³) – у всіх випадках спостерігалось незначне збільшення їх вниз по течії (0,5 – 5,6 мг/дм³). Це свідчить про дуже незначне привнесення нітратів вниз по течії водотоку.

Для екологічного аналізу вод за гідрохімічними параметрами було використано екологічну класифікацію з зазначенням класу і критерію якості вод за кожним водотоком. Аналізувалися наступні показники – вміст хлоридів, сульфатів, загальне залізо та загальна мінералізація (табл. 3).

Отримано наступні висновки щодо ступеня забруднення вод: потік Білий – дуже чисті; ріки Говерла, Богдан, Біла Тиса, потік Квасний – чисті; р. Чорна Тиса – досить чисті; р. Тиса – слабо забруднені (вміст загального заліза становить 0,16 мг/дм³).

Отже, ми висвітлили екологічну оцінку якості води за загальними показниками. Але не менш важливою оцінкою якості води є виявлення специфічних забруднювачів токсичної дії таких як нафтопродукти, феноли, хлорорганічні інсектициди, що використовуються у сільському господарстві, важкі метали, поверхнево-активні речовини, тощо. Згідно даних попередніх дослідників (Харченко та ін., 1999) за 1991 рік ситуація стану якості води за специфічними показниками токсичної дії на українській частині басейну верхньої Тиси була досить несприятливою. Особливо це стосується забруднення вод важкими металами які надходять у вищевказані водотоки, які у десятки разів перевищували фонові показники. Головною причиною такого стану безперечно було інтенсивне на той час антропогенне навантаження на селітебних ділянках досліджуваних водотоків, яке було підсилене природними чинниками, адже Карпати є геохімічною провінцією з підвищеною концентрацією важких металів (Харченко та ін., 1999). Концентрація важких металів зумовлена їх надходженням як із антропогенних джерел так і з природних. А річка Тиса, як головна артерія, в яку впадають річки нижчого порядку (Чорна Тиса, Біла Тиса, Шопурка) є найбільше забрудненою за всіма компонентами токсичної дії. Вміст важких металів у воді р. Тиса у рази більший

Таблиця 3. Оцінка якості поверхневих вод за екологічною класифікацією (2015 р.)

Інгредієнт Клас якості вод	п. Білий	р. Говерла	р. Богдан	п. Квасний	р. Біла Тиса,	р. Чорна Тиса	р. Тиса
Cl ⁻ , мг/дм ³ Клас якості вод	2,3 ІІ	3,2 ІІ	2,4 ІІ	2,4 ІІ	3,5 ІІ	2,7 ІІ	5,1 ІІ2
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³ Клас якості вод	3,6 ІІ	7,8 ІІ	10,0 І2	11,3 І2	9,8 ІІ	13,4 І2	16,2 І2
Заг. мінер., мг/дм ³ Клас якості вод	35 ІІ	91 ІІ	128 ІІ2	129 ІІ2	119 ІІ2	183 ІІ3	181 ІІ3
Fe заг, мг/дм ³ Клас якості вод	0,014 ІІ	0,07 ІІ2	0,07 ІІ2	0,04 ІІ	0,07 ІІ2	0,08 ІІ3	0,16 ІІ4

Таблиця 4. Характеристика якості води у водотоках водозбірному басейну верхньої частини Тиси за вмістом (мкг/л) речовин токсичної дії у 1991 р. (Харченко та ін., 1999)

Назва річки	Cu	Zn	Cr	Fe	Mn	Ni	Cd	Pb
Чорна Тиса	7,2-19,3	17,4-171,2	0,0-13,2	30,0-40,0	7,2-4,3	0,0-18,1	1,0-6,0	19,5-40,3
Біла Тиса	1,6-9,2	18,3-224,7	0,0-6,9	20,0-50,0	7,2-23,7	0,0-19,8	0,0-7,5	11,1-36,0
Шопурка	6,4-338	523-171,4	0,0-4,5	40,0-60,0	3,6-11,4	0,0-14,4	1,3-5,3	12,6-28,9
Тиса	2,6-86,3	29,9-592,1	0,0-20,8	30,0-100,0	3,9-29,2	0,0-37,8	0,0-10,2	12,2-65,9

у порівнянні із вмістом важких металів у її притоках (табл. 4). Це може пояснюватися надходженням відповідних токсичних речовин у р. Тиса станом на 1991 рік із великих промислових підприємств-забруднювачів, які були розміщені на березі р. Тиса в межах міста Рахів і успішно функціонували до середини 90-их років минулого століття.

Найбільш забрудненою за вмістом важких металів у 1991 році була р. Тиса. На некондиційний (нестача чи надлишок) вміст важких металів та інших токсичних елементів у ґрунтах, водах та рослинах Чорногірського масиву КБЗ та прилеглих територій як антропогенної, так і природної генези вказують дослідження проведені на території КБЗ в 2005–2010 роках (Папарига, 2010). Згідно даних досліджень на даний час ситуація є суттєво кращою завдяки припиненню діяльності у середині 90-их років минулого століття усіх великих підприємств-забруднювачів. Зокрема – це фабрика штучного хутра, яка розташована у середній течії річки Чорна Тиса; картонно-паперова фабрика, конденсаторний завод, меблева фабрика та ін. які розташовані на березі річки Тиса в районі міста Рахів. Усі вони скидали відходи виробництва у вищенаведені водотоки. Покращенню гідрохімічного стану досліджуваних водотоків за останні три десятиріччя безумовно посприяв факт передачі значної території водозбірного басейну досліджуваних об'єктів у підпорядкування Карпатського біосферного заповідника.

Висновки

В результаті власних гідрологічних досліджень проаналізовано гідрохімічний стан водотоків верхнього басейну Тиси в межах території Карпатського біосферного заповідника. Проведено екологічну оцінку якості поверхневих вод (п. Білий, р. Говерла, р. Богдан, п. Квасний (ур. Головач) р. Біла Тиса, р. Чорна Тиса, р. Тиса) за екологічною класифікацією. Встановлено, що води п. Білий відносяться до дуже чистих, в той же час води р. Тиса – до слабо забруднених. Проведено моніторингові дослідження (2002–2015 рр.) щодо динаміки показників загальної мінералізації і показників рН води потоку Білий та річки Тиса. З'ясовано, що мінералізація вод потоку Білий у 5 разів менше, ніж у річці Тиса (34 та 185 мг/дм³ відповідно). За результатами досліджень 1991 року проаналізовано вміст важких металів в ріках Чорна Тиса, Біла Тиса, Тиса, Шопурка. Визначено, що ріка Тиса була найбільш забрудненою внаслідок роботи промислових підприємств. Наголошено, що покращенню гідрохімічного стану досліджуваних водотоків за останні три десятиріччя посприяв факт передачі значної території водозбірного басейну досліджуваних об'єктів у підпорядкування Карпатського біосферного заповідника. Як свідчать результати досліджень, водотоки на території КБЗ можуть слугувати еталоном при проведенні хіманалізу води у водотоках на антропогенно-порушених територіях.

Папарига П.С. Геохімія важких металів у природних комплексах Карпатського біосферного заповідника (на прикладі Чорногірського масиву та прилеглих територій): дисертаційна робота на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук: 04.00.02 / Папарига Петро Степанович. – Львів, 2010. – 113 с.

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

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

