

УДК 551.4:502.4

ТРАВЕРТИНОВІ ДЖЕРЕЛА МІЖГІР'Я ТА ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ (ЗАКАРПАТСЬКА ОБЛАСТЬ): ІСТОРІЯ, СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ОХОРОНИ

Олег Орлов¹ , Марина Рагуліна¹ , Роман Дмитрук² 
Уляна Борняк² , Любов Кіт² , Калина Гоблик³ 

¹ Державний природознавчий музей НАН України,
вул. Театральна, 18, м. Львів, Україна, 79008,
вул. П. Саксаганського, 1, м. Львів, Україна, 79000
e-mail: orlov0632306454@gmail.com, funaria@ukr.net

² Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. П. Дорошенка, 41, м. Львів, Україна, 79007
e-mail: roman.dmytruk@lnu.edu.ua, ulyana.bornyak@lnu.edu.ua,
lyubov.kit@lnu.edu.ua

³ Ужгородський національний університет,
вул. Університетська, 14, м. Ужгород, Україна, 88000
e-mail: kschkirta@ukr.net

Досліджено історію загосподарювання та сучасний стан жорстководних травертинових джерел Міжгір'я та околиць, їхню геологічну та біотичну складову. Вивчено природоохоронне значення досліджуваних джерел як об'єктів живої та неживої природи. Встановлено, що жорстководні травертинові джерела досліджуваної території приурочені до берегів потоків та річок у підніжжі гірських хребтів, на висоті 470–595 м н.р.м. За температурним режимом вони є холодноводними, за реакцією середовища – близькі до нейтральних, за загальною мінералізацією – солонуваті, за хімічним складом – озалізовані вуглекислі гідрокарбонатно-кальцієво-натрієво-магнієві. Досліджені джерела відзначаються різноманітністю форм туфоутворення, що відображено в потужності, кольорі, часі утворення тощо. У формуванні травертинів усіх обстежених локацій важливу роль відіграють представники мікро-, бріо та фітобіоти. Бактерії, водорості та мохоподібні є активними агентами туфогенезу, а судинні рослини – лише пасивними “виробниками” органічного матриксу. На ініціальній стадії формування травертинів провідну роль відіграють мікроорганізми, тоді як в подальшому основними агентами туфогенезу є амфібійна бріобіота.

Зважаючи на тривалий період загосподарювання регіону, сьогодні до комплексу природних чинників часто долучається антропогенний, який значно впливає на природні процеси туфонагромадження. Усі досліджувані джерела у той чи інший спосіб зазнали антропогенного втручання. Як наслідок, витoki більшості джерел цілком втратили свій природний характер та зазнали каптування. Це призвело до повної або часткової інактивації травертинових масивів. Слід зазначити, що більшість джерел дотепер зберегли свої туфотвірні властивості та активно продукують поклади травертину на сучасному етапі. Зважаючи на специфіку та цінність біотичної і абіотичної складової,

жорстководні туфогенні джерела Міжгір'я та прилеглих територій можна вважати комплексними пам'ятками природи Закарпаття.

Ключові слова: травертинові джерела, вапняковий туф, рідкісні оселища, Карпати.

Вступ. Згідно з геоморфологічною регіоналізацією Українських Карпат [9, 14] досліджувана територія знаходиться в межах двох морфоструктур II-го порядку – Вододільно-Верховинських та Полонинсько-Чорногірських Карпат (рис. 1). Межа між цими морфоструктурами проходить по лінії, що простягається на південь від Міжгір'я в напрямку на схід до сіл Синевир та Негровець. У межах Вододільно-Верховинських Карпат виділено дві морфоструктури III-го порядку. Перша відповідає Воловецько-Міжгірській верховині (власне південно-східній її частині – Міжгірській верховині). Воловецько-Міжгірська верховина сформувалася в межах Бітлянської підзони Сойменського покриву. Міжгірська верховина через високо підняті Голятинську і Сойменську складки характеризується дещо більшими абсолютними відмітками (до 1 200 м), значним вертикальним розчленуванням і переважанням середньогір'я. Друга морфоструктура – Привододільні (Внутрішні) Горгани з найвищою вершиною Канч (1 578 м). Вона приурочена до піднятої основи зони Кросно (Сілезький покрив) у межах якої значного поширення у складі верхньойдово-палеогенового флішу набувають масивні пісковики. Межа між цими морфоструктурами проходить по долині Ріки.

У межах Полонинсько-Чорногірської морфоструктури в околицях Міжгір'я виділено також дві морфоструктури III-го порядку, розділених долиною Ріки. Правобережжя належить до морфоструктури Полонини-Боржави, з якою пов'язані максимальні абсолютні висоти Полонинського хребта. В межах масиву виділено кілька морфоструктур нижчих порядків. У нашому випадку це морфоструктура Кук-Паленого Груню (абсолютні позначки сягають 1 361 м, г. Кук), яка сформувалася на контакті насуву Поркулетського покриву на Дуклянський. Лівобережжя Ріки відповідає морфоструктурі Полонини-Красної, а саме її північно-західній частині морфоструктурі Мерші-Тепешу з абсолютними позначками 850–1000 м. У геологічному відношенні вона відповідає Вільшанській підзоні Дуклянського покриву з переважанням у складі грубого піщано-глинистого флішу.

Меридіональною віссю досліджуваної території є долина Ріки. В районі Міжгір'я долина Ріки дещо розширюється, утворюючи овальної форми пониження – Міжгірську улоговину. На цьому відтинку збереглося кілька різновікових терасових рівнів, верхні з яких дослідниками пов'язуються з пра-Рікою. Загалом в околицях Міжгір'я виділено 8 різновисотних терасових рівнів з яких два голоценові (заплава і надзаплавна тераса) та шість пліоцен-плейстоценових, водночас перевищення найвищої VIII тераси над сучасною долиною Ріки становить 180 м [9, 14].

Травертини (вапнякові туфи) репрезентують сучасне мінералоутворення. Це специфічні карбонатні породи осадового типу, що утворюються в результаті низки хімічних реакцій у процесі виділення розчиненого вуглекислого газу з поверхневих чи підземних вод, збагачених Ca^{2+} та HCO_3^- . В Українських Карпатах вони є доволі поширені та зазвичай приурочені до джерел мінеральних вод. Тут травертини утворені головню кальцитом та часто озалізнені [8].

За хімічним складом мінеральні води досліджуваного району є переважно вуглекислими, гідрокарбонатно-кальцієвого складу [7], що спричинює активне осадження травертинів

на їхніх витоках. Вони прив'язані до зони розломів у флішеві товщі та обумовлені процесами термометаморфізму та наявністю карбонатної речовини в породах [1].

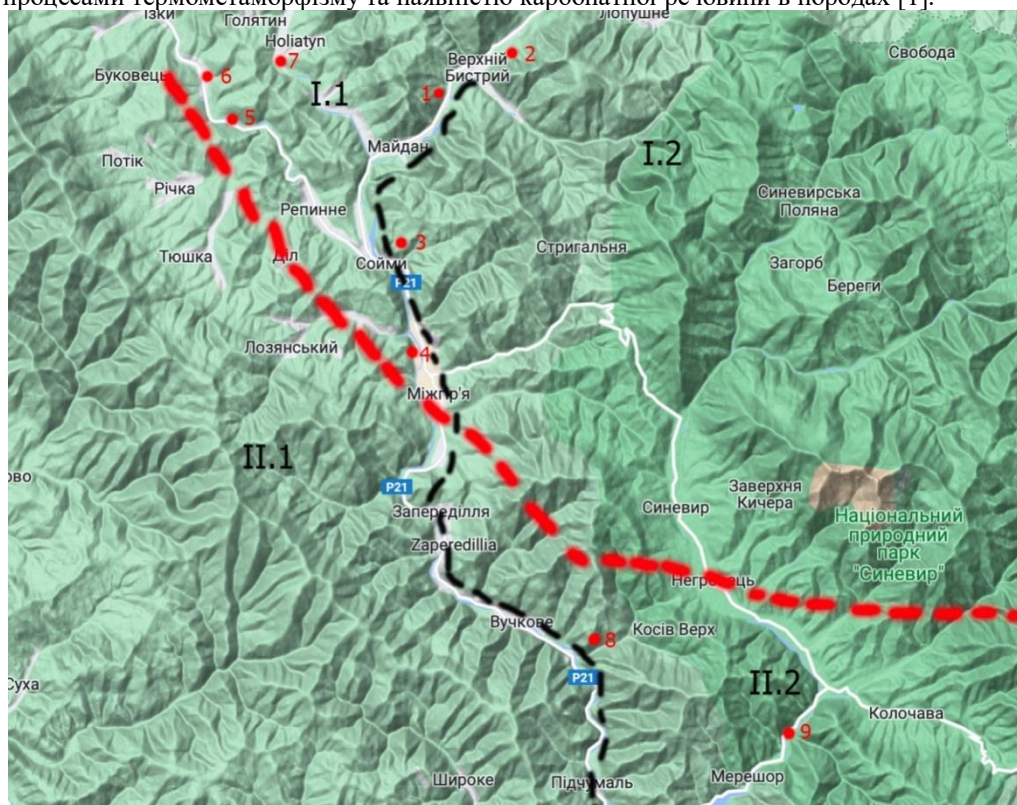
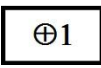


Рис. 1. Морфоструктури околиць Міжгір'я і місцезнаходження травертинів.
Fig. 1. Morphostructures of the Mizhhirya neighborhood and the location of travertines.

Умовні позначення

- | | |
|---|---------------------------------------|
|  | межа між морфоструктурами II порядку |
|  | межі між морфоструктурами III порядку |
|  | місцезнаходження травертинів |

I. Морфоструктура Вододільно-Верховинських Карпат: I.1. Воловецько-Міжгірська верховина; I.2. Внутрішні Горгани. II. Морфоструктура Полонинсько-Чорногірських Карпат: II.1. Полонина-Боржава; II.2. Полонина-Красна.

Місцезнаходження травертинів: 1 – джерела в урочищі Квас у с. Верхній Бистрий; 2 – джерело в урочищі Менчул у с. Верхній Бистрий; 3 – джерело “Соїми”, с. Соїми; 4 – джерела в урочищі

Клива, смт Міжгір'я; 5 – джерело “Келечинський квас” у с. Келечин; 6 – джерела на потоці Буковець в урочищі Буковець, с. Келечин; 7 – джерела на потоці Рудавець в урочищі Рудавець, що в с. Голятин; 8 – джерело-гейзер в урочищі Петровець, с. Вучково; 9 – джерело “Колочавський боркут” в урочищі Квасовець, с. Колочава.

На “значну кальцифікуючу силу” місцевих джерел звертали увагу ще в позаминулому столітті [24]. Проте дослідження джерел Міжгір'я та околиць мали здебільшого бальнеологічне спрямування [1, 24, 26], тоді як їхні туфотвірні властивості були поза увагою дослідників. Найближчі до досліджуваного району знахідки травертинів описано в межах Чорногірського хребта та в долині річки Тиса [8]. Наші попередні дослідження, що стосуються окремих гідрологічних об'єктів Міжгір'я та прилеглих територій висвітлено в низці праць [2, 3, 12, 13].

Відомо, що на особливості формування та мінералогію травертинів визначальний вплив мають температура води, її склад, а також локальна біотична активність [6, 8]. Отже, травертинові джерела (*petrifying springs*) є унікальними природними утвореннями, що формуються складною комплексною взаємодією абіо- та біотичних чинників. Це, а також точковий характер їхнього поширення та вразливість до зовнішніх чинників, обумовлює їхню пріоритетність для охорони в країнах Європи [21, 22].

Отож метою нашої роботи було дослідження історії загосподарювання та сучасного стану травертинових джерел Міжгір'я та прилеглих територій, їхньої геологічної та біотичної складової, а також вивчення природоохоронного значення як цінних об'єктів живої та неживої природи.

Методика та матеріали досліджень. Основні матеріали для роботи зібрані упродовж 2023 р. Моделлю для досліджень обрано сім груп травертинових джерел, розташованих у межах Міжгір'я та прилеглих територій: в околицях населених пунктів Верхній Бистрий, Голятин, Сойми, Міжгір'я, Келечин, Вучкове і Колочава. Для кожного з місцезнаходжень зазначали: розташування (географічні координати, висота над рівнем моря), ступінь природності витоків та русла (природні – N (без видимих змін), квазіприродні – QN (слабко трансформовані) та антропогенні – A (сильно трансформовані зі зміною характеру витоків, русла та течії) [10]. Типи природних оселищ, пріоритетних для охорони, визначали за переліком “Natura-2000” [22]; локуси, важливі для збереження мохоподібних – згідно з концепцією “hot spot” [18]. Індикаторні для біотопу жорстководних джерел (*petrifying springs*: 7220) види судинних та мохоподібних визначали за зведеним переліком [16, 21]. Назви синтаксонів мохової рослинності наведено за продромусом [15].

Результати та обговорення. Травертинові джерела Міжгір'я та околиць приурочені до берегів потоків, що дренують гірські хребти. Абсолютні висоти виходів підземних вод на денну поверхню коливаються в межах 470–595 м н.р.м. За температурним режимом вони є холодноводними (7–15 °C), за реакцією середовища – близькі до нейтральних (рН 5,7–6,4), за загальною мінералізацією – солонуваті (2,5–9,7 г/дм³), за хімічним – вуглекислі гідрокарбонатно-кальцієво-натрієві з високим вмістом заліза (таблиця). Мінеральні води здавна загосподарьовані місцевим населенням. Перші письмові згадки про цілющі води Мармароського комітату, що використовувалися для приготування купелей та для розливу, припадають на середину XVI ст. [1]. Вуглекислі води, як і джерела, отримали назву “квас” (місцевий етнізм на позначення кислоти). Локально побутує також назва “боркут” (від угорського “bor” – винний та “kút” – колодязь, тобто “кисла вода”). Розрізняли джерела двох типів: “зі скали” (від чеського “skala”) або “стінки” (від рум. “stâncă” – скеля) та “з рипи” – невеликого відстійника-копанки в землі (від рум. “rîpă” – вибоїна, провалля) [27].

Антропогенне навантаження на джерела суттєво зросло наприкінці XIX – початку XX ст., коли місцевість навколо Міжгір'я була визнана курортною. Більшість відомих нині джерел цієї території свого часу були описані в працях угорських та чеських дослідників [24, 26]. Розквіт приватних водолікарень (Сойми, Верхній Бистрий, Келечин) припав на 1910–1914 рр., проте під час Першої світової війни бальнеологічна інфраструктура зазнала руйнувань та поступово занепадала. Інтерес до мінеральних вод відродився у 50-х рр. XX ст. Типовим способом загосподарювання джерел стає колодязь, каптований металевими та/або бетонними трубами, а згодом свердловина, за допомогою якої здійснюють промисловий забір води зі свердловин.

Таблиця

Характеристика жорстководних травертинових джерел Міжгір'я та прилеглих територій
Characteristics of the key petrifying springs of Mizhhirya and adjacent territories

Параметри	Розташування / назва або № джерела					
	Верхній Бистрий, № 1	Сойми, № 1	Міжгір'я, № 3	Келечин, № 329	Вучково**, № 234	Колочава, "Боркут"
<i>Загальна характеристика</i>						
Координати	48.636628, 23.530744	48.5604, 23.4890	48.5511, 23.4887	48.6108, 23.3899	48.458370, 23.527121	48.4128 23.6839
Висота, м н.р.м.	595	560	470	545	410	550
Загальна мінералізація, г/дм ³ *	9,7	6,7	9,2	2,5	21,5	4,3
pH *	6,3	6,2	6,0	5,7	6,4	6,2
Температура, °C *	15	9	15	7	12	12
Ступінь природності	A	A	QN	A	A	A
Тип загосподарювання	каптаж	каптаж	грот	каптаж	свердл.	каптаж
<i>Хімічний склад води, мг/дм³</i>						
CO ₂	1331, 0	1800,0	1197,0	2000,0	1200,0	1500,0
Ca ²⁺	559,6	656,0	380,0	275,7	462,0	202,3
Mg ²⁺	74,4	58,3	41,7	41,0	42,8	50,7
Na ⁺ + K ⁺	2595,9	1417,0	2667,0	39,77	7320,7	1032,3
Fe ³⁺	45,0	4,7	2,3	55,8	н/д	4,0
HCO ₃ ⁻	2776,0	2836,5	2714,5	268,4	3934,5	2013,0

Примітка: * – за літературними даними [1, 7, 11], ** – дані актуальні до 2016 р.; н/д – дані відсутні.

Як наслідок, усі досліджувані джерела у той чи інший спосіб зазнали антропогенного втручання (див. табл.). Наближеними до природних є виходи джерел із тріщин у гірській породі, розширені гротоподібно. Витоки більшості джерел втратили свій природний характер і зазнали каптування. Це призвело до повної або часткової інактивації травертинових масивів. Проте більшість джерел зберегли свої туфотвірні властивості та активно продукують поклади травертину на сучасному етапі.

Джерела в урочищі Квас у с. Верхній Бистрий. Група джерел, розташованих на східному схилі г. Смерек в урочищі Квас (див рис. 1). Джерела № 1, 3 і 5 мають статус гідрологічних пам'яток природи місцевого значення [11].

Основне джерело (№ 1) відзначається з-поміж інших найбільшою повноводністю та найвищою мінералізацією (9,7 г/дм³). Його витoki каптовані бетонним резервуаром прямокутної форми. Нижче за течією його води розділяються на декілька потічків, дрібніші з яких губляться на схилі, а два більших формують рукави з відкладами вапнякового туфу, що на виположених ділянках мають вигляд віялоподібних ступінчастих каскадів, а на стрімких схилах та борті дороги утворюють декілька водоспадів різної потужності, з яких принаймні один має сезонний характер. Поруч на схилі простежується природний вихід вод, що має вигляд мочаристої ділянки з чисельними точковими височуваннями. Кілька менших джерел штучно розчищені, поглиблені та облаштовані дерев'яними накриттями (№ 3 і 5).

Травертинове тіло терасового типу, яке сформувалося на схилі, зараз є не активним та перерізане ґрунтовою дорогою. Ширина травертину становить орієнтовно 25 м, протяжність по схилу – до 12 м, потужність шару у відслоненій ділянці – 1–3 м. Відклади пористі, шаруваті, інколи брекчієподібні, строкатого, бурувато-сірого забарвлення різної інтенсивності, місцями сильно озалізовані до яскравого охристо-бурого кольору. На інактивованих травертинових відслоненнях виявлено специфічні обростання кальцієфільних мохоподібних союзу *Ctenidion mollusci* Stefureac 1941, притаманні сухим травертинам Європи [23].

Період господарювання на території урочища характеризується активним антропогенним втручанням, за якого відбулося каптування джерела, зрізання схилу для зведення будівель та прокладання дороги, що призвело до різких змін умов формування травертинів. На витоках можна спостерігати ініціальну стадію туфонагромадження, провідну роль у якій відіграють представники мікробіоти, головно – ціанобактерії порядку *Oscillatoriales*, які утворюють глекву охристу масу та нитчасті слизисті обростання чорно-зеленого забарвлення. Також тут можна простежити активний розвиток колоній залізобактерій комплексу SLG (*Sphaerotilus-Leptotrix*), що рясно вкриває донну поверхню потоків та бетонні стінки каптажів [12].

Описана мікробіота бере активну участь у процесах первинного травертинонагромадження, зумовлюючи формування дрібних утворень – мінералізованих фрагментів бактеріальних колоній. Такі бактеріогенні ініціальні форми представлені дрібно-, зрідка середньозернистими охристо-жовтими агрегатами (ініціальними сферолітами), діаметром 0,5–2,0 мм, що активно нарастають на органічній, неорганічній та антропогенній основі, яка цілком або частково занурена у воду потоків.

У заглибині під терасою зафіксований ще один різновид сучасного травертиноутворення – натічні форми світло-сірого забарвлення. Основою для таких сталактитоподібних утворень слугують травертини більш ранньої генерації. Натічні карбонати відкладаються не безпосередньо на травертинову основу, а на органічний матрикс, який вирізняється яскравим світло-зеленим забарвленням та представлений обростаннями нитчастих та кокоїдних кальцифільних зелених мікроводоростей (*calcareous green algae*) [17].

Зауважимо, що зараз територія урочища Квас зазнає значної антропопресії через несанкціонований забір мінеральних вод для пиття та “купелей”. З 2011 р. тут діяв приватний санаторій “Ясінь”, що припинив свою діяльність кілька років тому. Проте прокладені від джерела № 1 труби до сьогодні активно використовує місцеве населення.

Джерело в урочищі Менчул у с. Верхній Бистрий. Розташоване на лівому березі р. Ріка в підніжжі г. Менчул (див. рис. 1). На початку XX ст. тут стояла споруда “на дві кімнатки, де влітку надавали купелі” [26], а в 1960–90 рр. діяв бальнеологічний санаторій “Менчул”. Зараз джерело має вигляд мурованого колодязя під бетонним переkritтям, а стік до берегу Ріки проходить штучно поглибленим та спрямленим руслом. Незважаючи на доволі високу мінералізацію води (4,6 г/дм³ [1]), у джерелі виявлені слабкі ознаки процесів туфонагромадження, на стадії утворення бактерійних плівок до 1 мм на стінках колодязя та на рослинних рештках під вивідною трубою.

Джерело “Сойми”, с. Сойми (див. рис. 1). Наприкінці XIX ст. у с. Сойми було відкрито невелику приватну водолікарню. В 1900 р. район був визнаний курортною місцевістю, проте під час Першої світової війни його інфраструктура була цілковито зруйнована. В 1950 р. на базі свердловин мінеральних вод, пробурених на лівому березі р. Ріки, було відкрито санаторій “Верховина”. Найвідоміше нині сойминське джерело розташоване на лівому березі р. Ріка неподалік санаторію. Воно є крайнім витокom потоку Квасовець, що бере початок на північному схилі г. Торсола.

Джерело облаштоване у 1960-х рр. Воно має цікаву конструкцію: струмінь води, виведений у металеву трубу, спадає згори в бетонну чашу, а далі відводиться крізь стік бетонного резервуару до русла Ріки. Проте значна частина води переливається через край чаші та утворює невеликий потік, що вільно стікає схилом. Стінки колодязя під резервуаром вкриті обростаннями залізо- та ціанобактерій, активно залучених до процесів біокальцифікації, які утворюють чисельні сфероліти. Навколо бетонної чаші – на брукованому майданчику та далі по схилу до русла Ріки, сформувалося травертинове тіло віялоподібної форми терасового типу довжиною до 15 м. На бетонній плитці карбонатні відклади утворюють доволі міцну злегка пористу кірку, потужністю від 3 до 7 см у різних ділянках, вниз по схилу потужність відкладів збільшується (до 50 см), а сама товща стає шаруватою. Характерною є сезонна виразна інкрустація травертинового тіла листям дерев, головню – верби (*Salix* sp.).

Джерела в урочищі Клива, смт Міжгір'я. Розташовані на правому березі р. Ріка на околицях смт Міжгір'я в підніжжі г. Клива, на відстані орієнтовно 3 м одне від одного (див. рис. 1). Вони вибиваються на денну поверхню природним шляхом крізь тріщини в гірських породах. Джерела мають статус гідрологічної пам'ятки місцевого значення [11]. Виходи мають вигляд невеличких гrotів та штучно розширені здавна: квасне солоне джерело “Під кливами” згадує у своїй праці І. Сілагі ще у 1876 р. [24].

Нижче за течією на пологому березі Ріки сформувалися віялоподібні травертинові відклади терасового типу довжиною до 10 м та до 5 м у ширину. Потужність травертинових відкладів коливається від тонких 1–2 мм плівок до 15–20 см. У руслі потічків представлені рясні драглеподібні обростання туфогенних мікроорганізмів: залізо- та ціанобактерій, колонії яких утворюють дрібні сфероліти, які згодом формують слабо-цементовані тромболіти.

Описані джерела мало відомі загалу та розташовані осторонь популярних туристичних маршрутів. На вогких стінках гrotів фрагментарно збереглася рідкісна для регіону амфібійна кальцієфільна мохова рослинність *Pellion endiviifoliae* Bardat in Bardat et al. 2004, притаманна природним травертиновим джерелам рівнинних та низькогірних областей Європи [16].

Джерело “Келечинський квас” у с. Келечин. Джерело № 329 – гідрологічна пам'ятка місцевого значення, розташоване при дорозі між сс. Келечин та Репинне (див. рис. 1).

Виходи підземних вод каптовані, їх виведено через металеву трубу. Внутрішній резервуар захищено дерев'яним накриттям у вигляді мініатюрного зрубу. На жаль, під час благоустрою джерела та прилеглої території влітку 2023 р., було цілковито знищено травертинові утворення, які згромаджувались на витоках, формуючи пухкі бріоліти охристо-бурого забарвлення під моховою рослинністю. Зараз прояви туфогенезу представлені виключно ініціальними відкладами – бактеріогенним осадом на рослинних рештках товщиною до 1 мм.

Джерела на потоці Буковець в урочищі Буковець, с. Келечин. Виходи мінеральних вод у лісовому урочищі поблизу Келечина відомі здавна. І. Сілагі згадує два джерела квасної залізистої води [24], Ф. Візнер – три, зазначаючи, що “води придатні для розливу” [26]. У 1950-х рр. пробурено біля десяти свердловин на правому березі річки Репінка. Розлив мінеральної води періодично проводився з 1987 р. Зараз вода, особливістю хімічного складу якої є високий вміст заліза [1], використовується для питного лікування в гематологічному відділенні санаторію “Верховина”.

Джерело № 226 – гідрологічна пам'ятка місцевого значення. Розташоване у південній околиці с. Келечин, крайня коротка притока потоку Буковець (див. рис. 1). Витік каптований, виведений у трубу через підпірну стінку, вимурувану ще на початку XX ст. Майже по усій площі підпірної стінки під витоками, утворюються травертинові відклади потужністю від 1–2 до 20 см, місцями сильно ущільнені зі слідами розчинення і повторного наростання. Вище по схилу розташована невелика мочариста ділянка з природним виходом вод, які стікають зі схилу окремими струменями.

У формуванні сучасних відкладів активну участь бере мохова рослинність *Pellion*, мінералізовані дернини якої утворюють крихкі бріоліти охристо-бурого забарвлення. Під джерелом на мочаристій ділянці виявлено зарості гігантського хвощу *Equisetum telmatea* Ehrh., який є діагностичним видом для природних травертинових джерел Європи [21]. Відслонення з уламками травертинів над джерелом заселяють раритетні для флішової зони Карпат кальцифільні угруповання союзу *Ctenidion*.

Витоки потоку Буковець (права притока р. Репінка) розташовані децю вище в лісі. Потік розпочинає джерело, що б'є з-під скелі, а виходи його розширені здавна у вигляді невеликого гроту. На початку XX ст. тут діяли невеличкі приватні купелі, звані “Жидівськими”.

На кам'яних стінках гроту виявлено ініціальні прояви туфонагромадження за участі мікробіоти у вигляді охряного осаду. Нижче, по ходу потічка можна простежити чисельні точкові (крапельні та струменеві) височування озалізненних вод, приурочені до тріщинуватих порід флішевої товщі, помітні за іржавим кольором. На їхніх виходах під мініатюрними водоспадаками формуються ініціальні травертинові утворення у вигляді охристо-бурих кірок потужністю до 1–2 см. Зону утворення травертинових кірок колонізують кальцифільні мохоподібні, насамперед – *Pellia endiviifolia*.

Джерела на потоці Рудавець в урочищі Рудавець, що в с. Голятин. Розташовані вздовж потоку Рудавець на північній околиці с. Голятин. Одне з джерел, що є гідрологічною пам'яткою природи місцевого значення [11], має штучно розширені виходи у вигляді неглибокого відстійника, викопаного в землі. На витоках цього джерела ознак туфонагромадження виявлено не було, очевидно, через його слабку мінералізацію (0,5 г/дм³) [1]. Ймовірно, що саме це джерело з “лужно-залізним квасом” у присілку Рудавець згадує у своїй праці Ф. Візнер [26]. Інші витоки представлені чисельними точковими природними виходами озалізненних вод. Назву потічок отримав завдяки високому вмісту заліза, що зумовлює червоне забарвлення води та відкладів, які він формує. Вони приурочені до

тріщинуватих порід флішевої товщі по лівому борту потоку. Тут формуються міцні та щільні відклади у вигляді охристо-бурих кірок потужністю до 0,8–1,0 см, місцями вкриті піонерними обростаннями *Pellia endiviifolia*.

Джерело-гейзер в урочищі Петровець, с. Вучково. В 60-х рр. XX ст. на правому березі потоку Петровець закладено свердловину (№ 234), глибиною 20 м, з якої утворився пульсуючий гейзер з періодичністю викиду що дві години, висотою 5–7 м та тривалістю виверження до 10 хв, що швидко набув слави місцевої туристичної цікавинки. Поряд облаштували відпочинкову зону. В 90-х рр. минулого століття в урочищі планували збудувати санаторний комплекс, для потреб якого частину водного потоку відвели горизонтально. В 2016 р. гейзеру повернули вертикальне спрямування та оформили у вигляді “фонтану” з бетонною чашею довкола. Такі неодноразові втручання у конструкцію свердловини порушили первинний режим гейзеру: зараз вода б’є нерегулярно (раз на 3–4 години) та стала помітно менш солоною. Також під час благоустрою території було знищено поклади травертину, що осаджувалися навколо штучного “жерла” гейзеру, у вигляді шаруватої кірки охристого забарвлення, потужністю до 30 см. На жаль, після облаштування фонтану ці поклади не поновилися, вочевидь, через зміни мінералізації води у свердловині та режиму пульсації.

Відзначимо, що холодноводні гейзери є рідкісними скрізь у світі [20], більшість із них має штучне походження та утворилася на місці свердловин. Найвідомішим є найвищий в Європі гейзер поблизу м. Андернах у Німеччині [25]. Серед американських гейзерів слід згадати “Crystal Geyser”, розташований на березі Грін-рівер у штаті Юта (США). Він утворився на місці розвідувальної свердловини, пробуреної з георозвідувальною метою в 1935 р. та є популярним місцевим геосайтом. Поверхня навколо нього вкрита товстим шаром помаранчевого травертину в утворенні якого активну участь беруть ціано- та залізобактерії [19]. На жаль, недбале ставлення до Вучківського гейзеру та невідале господарювання майже знищили цей унікальний об’єкт з неопініним геоатрактивним потенціалом.

Джерело “Колочавський боркут” в урочищі Квасовець, с. Колочава. Гідрологічна пам’ятка природи місцевого значення, що входить до складу НПП “Синевир” [4]. Досліджуване джерело є здавна загосподарованим: “...в присілку Мерешор, на лівому березі р. Терелі б’є сильне джерело лужної залізної води, дещо сірчисте. Поруч стоїть споруда на три купальні. Вода використовується для пиття” [26].

Витоки джерела набули сучасного вигляду у 60-х рр. XX ст., коли два з них були каптовані бетонними резервуарами та виведені в труби. У 60–70 рр. минулого століття тут працювали купальні, а поруч розташовувалася ярмаркова площа та стадіон (знищений повінню 1998 р.). Під час останнього благоустрою джерел (2018 р.) була впорядкована навколишня територія та поновлено дерев’яні зруби-накриття. Дещо вище по схилу спостерігається природний вихід вод, що має вигляд мочаристої ділянки розміром 10×5 м з чисельними точковими височуваннями. Вони формують невеличкі струмки, що стікають схилом і вливаються в основний потік між двома зрубами.

Сучасні туфові утворення представлені двома типами. Для горизонтальних та субгоризонтальних поверхонь притаманні легкі, крихкі, пористі слабкосцементовані бріоліти із залишками таломів мохів союзу *Pellion*, рясно інкрустовані листям дерев, головно буку (*Fagus sylvatica* L.), які через значне озалізнення мають темне іржаво-буре забарвлення. Водночас на вертикальних ділянках по ходу русла струмків, сформувалися вузькі ступінчасті каскади шириною до 0,5 м та висотою до 1 м. Тут домінують натічні сталактитоподібні

форми, основою для яких слугують гілки дерев, нанесені потоком води, неоднорідного, сірого з буруватими ділянками забарвлення. Прилегли до русла ділянки каскадів заселяє гігрофільний злак *Poa trivialis* L., цьогорічні стебла якого імпринтовані у відклади травертину і засвідчують високу швидкість осадження – до 4 см за вегетаційний сезон.

Також на схилі за правим зрубом виявлено відслонення травертинового тіла потужністю до 2 м, яке сформувалось у догосподарчий період та мвйже інактивоване тепер унаслідок активної антропогенної діяльності. Тіло травертину має добре помітну шаруватість, що вказує на сезонний характер формування відкладів.

Мохова рослинність активної зони представлена союзом *Pellion*. На інактивованих ділянках панують угруповання союзу *Ctenidion*. На свіжоосушених ділянках поширюється піонерна кальцієфільна рослинність союзу *Grimaldion flagrantis* Smarda & Hadac 1944 [13].

Висновки. Травертини в Міжгір'ї та його околицях мають значне поширення. За час дослідження нами виявлено шість місць, де формувалися або продовжують формуватися травертини. Вони приурочені до виходів солонуватих вод (мінералізація складає). Джерела приурочені до підніжжів або нижніх частин схилів гірських хребтів досліджуваної території. Травертини різняться між собою за розмірами (потужність коливається в межах від 0,01 до 1–3 м), забарвленням (від світло-сірих до насичено охристо-бурих), інколи утворення, туфотвірною біотою тощо.

У формуванні травертинів усіх обстежених локацій важливу роль відіграють представники мікро-, бріо та фітобіоти. Водночас участь біоти в утворенні травертинів може бути й активною, і пасивною (опосередкованою). Зокрема бактерії, водорості та мохоподібні є активними агентами туфогенезу, тоді як судинні рослини є лише пасивними “виробниками” органічного матриксу. На початковому (ініціальному) етапі формування травертинів провідну роль відіграють мікроорганізми, в подальшому основним травертино-формуєчим агентом є амфібійна бріобіота.

Мохова рослинність *Pellion*, поширена на слабкозмінених джерелах, маркує раритетне оселище “7220: Petrifying springs with tufa formation”, яке входить до європейського переліку біотопів, пріоритетних для охорони [16, 22]. Інактивовані ділянки травертинових масивів виступають локусами “hot spot” для поширення петрофільно-кальцифільної мохової рослинності *Ctenidion*, хоча в межах досліджуваної території, як і у флішових Карпатах загалом, виходи карбонатних порід є рідкісними [5].

Окрім біотичної складової джерел, неабияку природоохоронну цінність мають і самі породи – озалізнені травертини, як своєрідні прояви сучасного мінералоутворення та можуть виступати цікавими локальними геосайтами. Відслонення карбонатних туфів характерного охристо-бурого забарвлення, а також терасовані каскади у руслах струмків, мають не лише наукове, а й естетичне значення, а зважаючи на довгий період їхнього загосподарювання, є ще й цінними історико-культурними об'єктами.

Отож, зважаючи на специфіку та цінність біотичної (кальцифільна бріобіота) і абіотичної (озалізнені травертини) складової, жорстководні туфогенні джерела Міжгір'я та прилеглих територій можна вважати комплексними пам'ятками природи Закарпаття. Незважаючи на природоохоронний статут більшості обстежених джерел, вони нерідко потерпають від надмірного антропогенного навантаження та потребують посилення заходів охорони.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Білак С. Мінеральні води Закарпаття (хімічний склад, генезис, перспективи використання. Ужгород : ФОП Сабов А. М., 2018. 182 с.
2. Борняк У., Рагуліна М., Орлов О. Систематизація та стислий огляд травертинових джерел Міжгірської верховини (Закарпатська область). *Проблеми геології України : матер. XIV Всеукр. наук. конф.* Львів, 2023. С. 63–65.
3. Борняк У. І., Рагуліна М. Є., Орлов О. Л. Травертини урочища Квас – перспективна пам'ятка природи Закарпатської області. *Мінерально-сировинні багатства України: шляхи оптимального використання* : матер. 11-ої наук.-практ. конф. Хорошів, 2023. С. 208–213. DOI: <https://doi.org/10.59911/conf.2023.30>.
4. Водойми. URL: <https://synevyr-park.in.ua/doslidzhuy/pryroda-parku/vodoymy>.
5. Головченко Д., Кшановська Т. Мінеральний склад та поширення карбонатних утворень кросненської світи Українських Карпат. *Мінералогічний збірник*. 2004. № 54. Вип. 2. С. 230–234.
6. Дідух Я. П., Чорней І. І., Буджак В. В. та ін. Рідкісний туфогенний біотоп у басейні Дністра. *Український ботанічний журнал*. 2018. Т. 75. № 2. С. 149–159. DOI: <https://doi.org/10.15407/ukrbotj75.02.149>.
7. Лемко І. С., Фекийшгазі Б. М., Киртич Л. П. та ін. Мікроелементний склад мінеральних вод та медико-географічне районування Закарпаття. *Медицина гідрологія та реабілітація*. 2005. Т. 3. № 2. С. 4–13.
8. Матковський О., Білоніжка П., Возняк Д. та ін. Мінерали Українських Карпат. Процеси мінералоутворення. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2014. 584 с.
9. Кравчук Я. Рельєф Українських Карпат : монографія. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2021. 576 с.
10. Орлов О. Л., Рагуліна М. Є., Дмитрук Р. Я., Борняк У. І., Омельчук О. С. Травертинові джерела східних околиць Львова – цінні об'єкти живої та неживої природи. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій*. 2023. Вип. 1 (15). С. 133–153. DOI: <https://doi.org/10.30970/gpc.2023.1.3952>.
11. Природо-заповідний фонд. *Система моніторингу довкілля Закарпатської області*. URL: <https://ecozakarp.net.ua>.
12. Рагуліна М., Орлов О., Борняк У., Дмитрук Р., Кіт Л. Оселище вуглекислих залізистих травертинових джерел Міжгірської Верховини (Українські Карпати). *Навколишнє середовище для майбутнього через наукову освіту* : матер. Міжнар. наук.-практ. конф. Ужгород : ПП “АУТДОР-ШАРК”, 2023. С. 125–128.
13. Рагуліна М., Орлов О., Гоблик К., Борняк У. Жорстководне джерело “Колочавський боркут” (Закарпатська обл., Україна): сучасний стан та соціологічне значення. *Natural Resources of Border Areas under a Changing Climate : the 7th International Scientific Conference: the program, abstracts*. Chernihiv : Desna Polygraph, 2023. P. 108.
14. Сливка Р. Геоморфологія Вододільно-Верховинських Карпат. Львів : В-во ЛНУ ім. І. Франка, 2001. 152 с.
15. Bardat J., Bioret F., Botineau M. et al. *Prodrome des végétations de France*. Paris : Muséum national d'Histoire naturelle. 2004. 172 p.

16. Bensettiti F., Gaudillat V., Haury J. Cahiers d'habitats. Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. T. 3. Habitats humides. Paris : La Documentation française, 2002. 457 p.
17. Bruno G. The contribution of calcareous green algae to the production of limestones: a review. *Geodiversitas*. 2012. 34(1). P. 35–60. DOI: <https://doi.org/10.5252/g2012n1a3>.
18. Hallingbäck T., Tan B. Past and present activities and future strategy of bryophyte conservation. *Phytotaxa*. 2010. 9(1). P. 266–274. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.9.1.15>.
19. GeoSights: Crystal Geyser, Grand County, Utah. URL: <https://geology.utah.gov/map-pub/survey-notes/geosights/crystal-geyser>.
20. Glennon J. A., Pfaff R. M. The operation and geography of carbon-dioxide-driven, cold-water geysers. *GOSA Transactions*. 2005. Vol. 9. P. 184–192.
21. Lyons M. D., Kelly D. L. Monitoring guidelines for the assessment of petrifying springs in Ireland. *Irish Wildlife Manuals*. 2016. № 94. 73 p.
22. NATURA 2000. URL: <https://natura2000.eea.europa.eu>.
23. Poponessi S., Aleffi M., Sabovljević M., Venanzoni R. Bryophyte diversity hotspot: the Marmore Waterfalls Regional Park (Umbria, central Italy). *Italian Botanist*. 2020. 10(1). P. 33–45. DOI: <https://doi.org/10.3897/italianbotanist.10.54885>.
24. Szilágyi I. Máramaros vármegye egyetemes leírása: a magyar orvosok és természetvizsgálók 1876-ban Szigeten tartott XIX-dik nagygyűlésének alkalmából. Budapest : Magyar Királyi Egyetemi Könyvnyomda, 1876. 516 s.
25. The history of the geyser in Andernach: from 1900 until today. URL: <https://www.geysir-andernach.de/en/geysir/historie>.
26. Wiesner I. F. Vodstvo a minerální prameny země Podkarpatoruské. Praha : Politika, 1935. 65 s.
27. Zsolt S. Máramaros megye helységneveinek etimológiai szótára. Nyíregyháza Bessenyei: Könyvkiadó, 2012. 180 s.

REFERENCES

1. Bilak, S. (2018). Mineral'ni vody Zakarpattya (khimichnyy sklad, henezys, prspektyvy vykorystannya. Uzhhorod : FOP Sabov A. M. [in Ukrainian].
2. Bornyak, U., Ragulina, M., & Orlov, O. (2023). Systematyzatsiya ta styslyy ohlyad travertynovykh dzherel Mizhhirs'koyi verkhovyny (Zakarpats'ka oblast'). *Problemy heolohiyi Ukrayiny : Zbirnyk naukovykh prats' za materialamy XIV Vseukrayins'koyi naukovo-y konferentsiyi*. L'viv, 63–65. [in Ukrainian].
3. Bornyak, U. I., Ragulina, M. Y., & Orlov, O. L. (2023). Travertyny urochyscha Kvas – perspektyvna pam'yatka pryrody Zakarpats'koyi oblasti. *Mineral'no-syrovynni bahatstva Ukrayiny: shlyakhy optimal'noho vykorystannya : materialy odyndatsyatoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi*. Khoroshiv, 208–213. DOI: <https://doi.org/10.59911/conf.2023.30> [in Ukrainian].
4. Vodoymy. URL: <https://synevyr-park.in.ua/doslidzhuy/pryroda-parku/vodoymy/> [in Ukrainian].
5. Holovchenko, D., & Kshanovs'ka, T. (2004). Mineral composition and distribution of carbonaceous rocks in the krosno suite of the Ukrainian Carpathians. *Mineralogical collection*, 54(2), 230–234 [in Ukrainian].

6. Didukh, Ya. P., Chorney, I. I., Budzhak, V. V., et al. (2018). Rare tufa forming habitat in the Dnister River basin. *Ukrainian Botanical Journal*, 75 (2), 149–159. DOI: <https://doi.org/10.15407/ukrbotj75.02.149> [in Ukrainian].
7. Lemko, I. S., Fekeshhazi, B. M., Kirtich, L. P., et al. (2005). Microelemental composition of mineral waters and medicalgeographic division of Transcarpathia. *Medical hydrology and rehabilitation*, 3(2), 4–13 [in Ukrainian].
8. Matkovs'kyi, O., Bilonizhka, P., Voznyak, D., et al. (2014). Mineraly Ukrayins'kykh Karpat. *Protsesty mineraloutvorenya*. L'viv : LNU im. I. Franka [in Ukrainian].
9. Kravchuk, Ya. (2021). Rel'yef Ukrayins'kykh Karpat : monohrafiya. L'viv : LNU im. I. Franka [in Ukrainian].
10. Orlov, O., Ragulina, M., Dmytruk, R., Bornyak, Y., & Omelchuk, O. (2023). Petrifying springs of eastern vicinity of Lviv City as valued objects of living and inanimate nature. *Problems of geomorphology and paleogeography oh the Ukrainian Carpathians and adjacent areas*, 1(15), 133–153. DOI: <https://doi.org/10.30970/gpc.2023.1.3952> [in Ukrainian].
11. Pryrodo-zapovidnyy fond (n.d.). Cystema monitorynhu dovykillya Zakarpats'koyi oblasti. URL: <https://ecozakarp.net.ua> [in Ukrainian].
12. Ragulina, M., Orlov, O., Bornyak, U., Dmytruk, R., & Kit, L. (2023). Oselyshche vuhlekyslykh zalizystykh travertynovykh dzherel Mizhhirs'koyi Verkhovyny (Ukrayins'ki Karpaty). *Proceedings of International Scientific Practical Conference "Environment for the Future by Science Education"*. Uzhhorod : PP "AUTDOR-SHARK", 125–128 [in Ukrainian].
13. Ragulina, M., Orlov, O., Hoblyk, K., & Bornyak, U. (2023). Zhorstkovidne dzherelo "Kolochavs'kyi borkut" (Zakarpats'ka obl., Ukrayina): suchasnyy stan ta sozolahichne znachennya. *Natural Resources of Border Areas under a Changing Climate : the 7th International Scientific Conference: the program, abstracts*. Chernihiv : Desna Polygraph, 108 [in Ukrainian].
14. Slyvka, R. (2001). *Heomorfologiya Vododil'no-Verkhovyns'kykh Karpat*. L'viv : V-vo LNU im. I. Franka [in Ukrainian].
15. Bardat, J., Bioret, F., Botineau, M., et al. (2004). *Prodrome des végétations de France*. Paris : Muséum national d'Histoire naturelle [in French].
16. Bensettiti, F., Gaudillat, V., & Haury, J. (2002). Cahiers d'habitats. *Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire*. T. 3. Habitats humides. Paris : La Documentation française [in French].
17. Bruno, G. (2012). The contribution of calcareous green algae to the production of limestones: a review. *Geodiversitas*, 34(1), 35–60. DOI: <https://doi.org/10.5252/g2012n1a3>.
18. Hallingbäck, T., & Tan, B. (2010). Past and present activities and future strategy of bryophyte conservation. *Phytotaxa*, 9(1), 266–274. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.9.1.15>.
19. GeoSights: Crystal Geyser, Grand County, Utah. (n.d.). *Utah Geological Survey*. URL: <https://geology.utah.gov/map-pub/survey-notes/geosights/crystal-geyser>.
20. Glennon, J. A., & Pfaff, R. M. (2005). The operation and geography of carbon-dioxide-driven, cold-water geysers. *GOSA Transactions*, 9, 184–192.
21. Lyons, M. D., & Kelly, D. L. (2016). Monitoring guidelines for the assessment of petrifying springs in Ireland. *Irish Wildlife Manuals*, 94, 73.
22. NATURA 2000 (n.d.). URL: <https://natura2000.eea.europa.eu>.

23. Poponessi, S., Aleffi, M., Sabovljević, M., & Venanzoni, R. (2020). Bryophyte diversity hotspot: the Marmore Waterfalls Regional Park (Umbria, central Italy). *Italian Botanist*, 10(1), 33–45. DOI: <https://doi.org/10.3897/italianbotanist.10.54885>.
24. Szilágyi, I. (1876). *Máramaros vármegye egyetemes leírása: a magyar orvosok és természetvizsgálók 1876-ban Szigeten tartott XIX-dik nagygyűlésének alkalmából*. Budapest : Magyar Királyi Egyetemi Könyvnyomda [in Hungarian].
25. The history of the geyser in Andernach: from 1900 until today. (n.d.). *Geysir Andernach*. URL: <https://www.geysir-andernach.de/en/geysir/historie>.
26. Wiesner, I. F. (1935). *Vodstvo a minerální prameny země Podkarpatoruské*. Praha : Politika [in Czech].
27. Zsolt, S. (2012). *Máramaros megye helységneveinek etimológiai szótára*. Nyíregyháza Bessenyei : Könyvkiadó [in Hungarian].

Стаття: надійшла до редакції 16.01.2024

доопрацьована 22.05.2024

прийнята до друку 04.06.2024

PETRIFYING SPRINGS OF MIZHHIRYA AND ADJACENT TERRITORIES (TRANSCARPATHIAN REGION): HISTORY, MODERN CONDITION AND CONSERVATION PERSPECTIVES

Oleg Orlov¹, Maryna Ragulina¹, Roman Dmytruk²
Uliana Bornyak², Lyubov Kit², Kalina Goblyk³

¹ State Museum of Natural History of NAS of Ukraine, Lviv,
18, Teatralna Str., Lviv, Ukraine, 79008,
1, P. Saksahanskoho Str., Lviv, Ukraine, 79000
e-mail: orlov0632306454@gmail.com, funaria@ukr.net

² Ivan Franko National University of Lviv,
41, P. Doroshenko Str., Lviv, Ukraine, 79007
e-mail: roman.dmytruk@lnu.edu.ua, ulyana.bornyak@lnu.edu.ua,
lyubov.kit@lnu.edu.ua

³ Uzhgorod National University,
14, Universytetska Str., Uzhhorod, Ukraine, 88000
e-mail: kschkirta@ukr.net

The history of management and the current state of travertine springs of the Mizhhirya and adjacent territories, and their geological and biotic composition, were investigated. The nature protection value of investigated springs as objects of living and inanimate nature was studied. It has been established, that the petrifying springs of Mizhhirya region are confined to the banks of streams and rivers at the foot of mountain ridges, at an altitude of 470-595 m above sea level. According to the temperature regime they are cold-water, according to the reaction of the environment - close to neutral, according to the general mineralization - lightly salted, chemically - iron carbon-dioxide hydrocarbonate calcium-sodium-magnesium. The studied springs are characterized by a significant variety of forms of calcareous tufa formation, represented by deposits of different ages, thicknesses, colors, etc. Members of micro-, bryo- and phytobiota

play an important role in the formation of travertines of all surveyed locations. Therefore, the investigated travertines are mainly biogenic in their origin. Bacteria, algae, and bryophytes are active agents of tufagenesis, and vascular plants are only passive “producers” of the organic matrix. At the initial stage of travertine formation, microorganisms play a leading role, while in the future, the main agents of biotufagenesis are amphibious bryobionta. Due to the long period of management of the region, today the complex of natural factors is often joined by anthropogenic ones, which significantly affect the natural processes of calcareous tufa accumulation. All studied springs suffered from anthropogenic intervention in one way or another. As a result, all investigated springs changed their natural quality and were captured (as well as boreholes), which caused the complete or partial inactivation of travertine massifs formed in the pre-management period. However, most of the investigated springs have preserved their tufa-forming properties and are actively producing travertine deposits at the present stage. Due to the specificity and value of the biotic and abiotic components, the hard-water petrifying springs of Mizhhirya and adjacent territories can be considered complex natural monuments of Transcarpathia.

Keywords: petrifying springs, calcareous tufa, rare habitats.