

DOI: <https://doi.org/10.36885/nzdpm.2023.39.77-88>

УДК 551.4:502.4

Рагуліна М.Є.<sup>1</sup>, Орлов О.Л.<sup>1</sup>, Дмитрук Р.Я.<sup>2</sup>, Борняк У.І.<sup>2</sup>

## ТРАВЕРТИНОВІ ДЖЕРЕЛА ЛЬВІВСЬКОГО РОЗТОЧЧЯ І ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ: РЕТРОСПЕКТИВА ТА СУЧАСНИЙ СТАН

*Обстежено 18 локацій потенційно туфогенних потоків Львівського Розточчя та проведено оцінку їхнього сучасного стану. Підвищена мінералізація підземних вод, специфічна структура річково-ерозійної мережі, розташування у зоні теплого клімату з надмірним зволоженням та розвиток колоній кальцієфільних організмів (ціанобактерій, водоростей та мохів) у місцях виходу водотоків є сприятливими чинниками формування травертинових відкладів. Встановлено, що високий рівень антропопресії призвів до трансформації більшості туфогенних водотоків та зниження їхньої активності. З 84 обстежених джерел більшість є помітно антропоізовани (63,1%), близько чверті (23,8%) зазнали незначних змін та є напівприродними за своїм походженням і лише незначна частка зберегла природний характер (13,1%). Природні та напівприродні травертинові джерела зі збереженням біорізноманіттям є перспективними потенційними об'єктами Смарагдової мережі регіону Розточчя.*

**Ключові слова:** травертинові (жорстководні) джерела, Львівське Розточчя, рідкісні оселища, мохоподібні.

Травертинові джерела (petrifying springs) – унікальні природні утворення, що формуються складною комплексною взаємодією абіотичних та біотичних чинників, які обумовлюють випадання карбонатів кальцію та магнію з перенасичених гідрокарбонатами розчинів. Таким чином утворюються травертини (прісноводні вапнякові туфи) – специфічні карбонатні породи осадового типу, поширені в континентальних водоймах – джерелах, потоках, озерах тощо (Lyons & Kelly, 2016).

Формування травертинів обумовлено низкою взаємопов'язаних чинників: геологічних – наявністю карбонатних порід, їхньою тріщинуватістю та водопроникністю тощо; геоморфологічних – наявністю урвищ, крутих схилів, терас, де відслонюються зазначені породи (сприятливість рельєфу); гідрологічних – водами, насиченими гідрокарбонатами; кліматичних – тривалим теплим періодом та достатньою кількістю атмосферних опадів; біотичних – наявністю специфічних туфотвірних мохів, водоростей, ціанобактерій (Дідух та ін., 2018).

Львівське Розточчя – крайній фізико-географічний район Українського Розточчя, розташований на південному сході пасма з абсолютними висотами 370-400 м. н.р.м. Територія Львівського Розточчя характеризується ступінчастим (ярусним) рельєфом, глибоко врізаними V-подібними ярами (дебрами), що творять густу сітку розчленування та стрімкими схилами різної крутизни (Муха, Яворський, 2015).

Історія досліджень травертинових джерел Львівського Розточчя налічує вже понад 120 років. Перші згадки про ці утворення зустрічаємо у праці А. М. Ломницького «Geologia Lwowa i okolicy» (1897). Автором наводяться знахідки травертинів (як геологічних об'єктів) на витоках та допливах річок Млинівки, Яричівки, Маруньки та Кабанівки (Łomnicki, 1897). У подальших дослідженнях ці утворення, на жаль, лишаються поза увагою природознавців. Лише в останнє десятиріччя інтерес до цих

об'єктів поступово відроджується, що відображається у низці публікацій львівських географів та біологів. Зокрема, описано водоспад «Плакучий Камінь» та обгрунтовано його заповідання як геолого-гідрологічної пам'ятки природи (Шушняк, Савка, 2014). Також травертинові утворення розглядали як цінні пам'ятки неживої природи (Дмитрук, Яцишин, 2019) та рідкісні оселища, важливі для збереження різноманіття (Кагало та ін., 2020).

Проте, незважаючи на значне поширення та тривалу історію досліджень, травертинові джерела регіону вивчені вкрай недостатньо. Враховуючи їхнє середовищесформуюче значення як осередків підтримання специфічної амфібійно-кальцієфільної біоти, що обумовлює пріоритетний статус цих біотопів згідно Директиви Європейського Союзу 92/43 ЄЕС «Про збереження природних оселищ та видів природної фауни і флори» (1992) (Кагало, Проць, 2012), найбільш цінні з них потребують нагальних заходів охорони (Lyons, Kelly, 2016). Також, окремі травертинові тіла є цікавими об'єктами неживої природи, що мають мінералогічно-петрографічне, палеонтологічне та атракційне значення і заслуговують на внесення до переліку геологічних пам'яток природи (Яцишин, Дмитрук, 2020).

Метою нашої роботи були ревізія вже відомих травертинових джерел Львівського Розточчя та пошук нових локалітетів, аналіз комплексу передумов їхнього формування у регіоні досліджень та комплексна екологічна оцінка сучасного стану.

### Матеріал і методика досліджень

Дослідження складались з теоретичної та практичної частин. Перша передбачала аналіз літературних джерел та картографічних матеріалів (за платформами «Mapster», «Arcanum», «Google Maps» тощо), друга здійснювалась завдяки детальним польовим маршрутним методам в межах Львівського Розточчя.

Всього було обстежено 18 локацій потенційно туфогенних потоків в межах м. Львова та його передмість. Для кожної з локацій зазначали: розташування та геоморфологічні особливості, ступінь природності витоків та русла, характер процесів туфонагромадження, форму туфових утворень, склад та характер рослинності.

Ступінь природності витоків та русла оцінювали візуально, виділяючи 3 категорії: природні (без видимих змін), напівприродні (слабко трансформовані) та антропогенні (сильно трансформовані зі зміною характеру витоків, русла та течії). За характером процесів туфонагромадження досліджувані травертинові утвори поділяли на активні та неактивні (інактивовані) (Pentecost, 1995); додатково нами була введена категорія «ініціальні утвори», що характеризує початкові етапи туфогенезу. Форми туфових утворень визначали за класифікацією А. Пентекоста та Х. Вайлс (Pentecost & Viles, 1994) з доповненнями. Склад та характер рослинності визначали за домінантними групами (водорості, мохоподібні, хвощі тощо) без деталізації за видами. Назви окремих видів мохів наведено за «An annotated checklist of bryophytes...» (Hodgetts et al., 2020), судинних – за «Определителем...» (Определитель..., 1987). Назви синтаксонів мохоподібних наведено за Продромусом мохової рослинності (Bardat & Hauguel, 2002). Рідкісні види мохоподібних визначали за переліком М. Бойка (Бойко, 2010), судинних – за списком О. Кагала та Н. Сичак (Кагало, Сичак, 2003), раритетні синтаксони – за переліком «Natura-2000» (Кагало, Проць, 2012); індикаторні для жорстководних джерел з травертиновими утворами – за «Monitoring guideline...» (Lyons & Kelly, 2016).

## Результати та обговорення

На теренах Львівського Розточчя травертинові джерела приурочені до витоків малих річок, пов'язаних з водно-ерозійними ландшафтними комплексами. Складні процеси туфогенезу тут обумовлюються комплексом специфічних факторів: геологічних, геоморфологічних, гідрологічних, кліматичних та біотичних. Зважаючи на тривалий період загосподарювання регіону, на сучасному етапі до комплексу природних чинників нерідко долучається і антропогенний вплив, який так чи інакше впливає на природні процеси туфонагромадження.

**Геоло-гідрологічні чинники.** Передумови формування травертинів на досліджуваній території, насамперед, пов'язані з заляганням утворень баденського ярусу міоцену: вапняків, вапнистих кварцових пісків та пісковиків з вапнистим цементом. Загальна потужність карбонатомісних утворень на Розточчі подекуди сягає 120 м. Згадані породи підстеляються водотривом верхньокрейдових відкладів маастрихтського ярусу, складеними здебільшого мергелями (Колодій та ін., 2007). Природні джерела досліджуваної території пов'язані з баденським водоносним горизонтом. Живлення підземних вод здійснюється головню через природну інфільтрацію атмосферних опадів крізь верстви карбонатних порід, під час проходження через які води насичуються розчинними солями, головню карбонатами. Таким чином, для підземних вод Львова та околиць характерна підвищена мінералізація (0,7-1,2 г/дм<sup>3</sup>) з високим вмістом гідрокарбонатів (Колодій та ін., 2007). Оскільки туфи, в наших умовах, відкладаються з холодної води, вони належать до метеогенних (на протигагу термогенним, що формуються в гарячих джерелах) (Pentecost, H. Viles).

**Геоморфологічні чинники.** У природному ландшафті Львівського Розточчя домінують місцевості крутосхилих, розчленованих глибокими ярами горбогірних межиріччя, які мають характерну структурно-рівневу будову та значне поширення крутих схилів різних експозицій (Муха, Яворський, 2015). Поклади травертину у регіоні здебільшого приурочені до виходів підземних вод в бортах глибоких, розгалужених V- або U-подібних, зазвичай заліснених ярів, що мають місцеву назву «дебри». Тут, у місцях контактів неогенових вапняків з водотривом (крейдовими мергелями), з'являються джерела, що формують верхів'я малих річок регіону та нерідко продукують потужні поклади травертину (Савка, 2014). Зазначимо, що типовими ознаками малих річок на досліджуваних теренах є значна кам'янистість русел, їхній значний ухил, і як наслідок – висока турбулентність потоку та швидкість течії. Вони мають історичну місцеву назву, традиційну для гірських водотоків – «потік».

**Кліматичні чинники.** Клімат Львівщини є помірно-континентальний, з м'якою зимою та теплим дощовим літом (Екологічний атлас..., 2007). Відомо, що для формування травертинів необхідною є температура > +14 °С та достатня кількість опадів (Дідух та ін., 2018). Такий температурний режим притаманний досліджуваному регіону в період з травня по вересень. За режимом опадів Львівщина належить до зони надмірного зволоження (Екологічний атлас..., 2007).

**Біотичні чинники.** Середовищеформуюча біота травертинових джерел складається з ціанобактерій (Cyanobacteria) (Perri et al., 2012), водоростей (Algae) (Beraldi-Campesi et al., 2016; Stanković., 2023) та мохоподібних (Bryobionta) (Farr & Graham, 2017). Під час проходження води через колонії живих організмів утворюються мікропотоки підвищеної турбулентності, що сприяють осадженню карбонатів. Вивільнений

вуглекислий газ поглинається на потреби фотосинтезу, а слабо розчинні солі відкладаються на поверхні колоній у вигляді кірки; так само інкрустуються внутрішні клітинні стінки (Raineu & Jones, 2007). З часом органічні рештки розкладаються, залишаючи лише петрифікований «скелет» – так утворюються первинні строматоліти (Freytet & Plet, 1991) та бріоліти (Hugonnot, 2017), що є ініціальною ланкою біотичного нагромадження травертинів.

Антропогенні чинники. Давнє загосподарювання досліджуваної території призвело до антропогенної трансформації багатьох джерел, які здавна є ресурсом води для потреб місцевого населення. Зберігаючи оригінальний хімічний склад, модифіковані у різний спосіб джерела нерідко продовжують продукувати травертини як на природних (облицювальний камінь), так і штучних (бетон, кераміка тощо) субстратах. Проте, в окремих випадках, антропогенне втручання у гідрологічні об'єкти призводить до цілковитої (постійної чи тимчасової) інактивації процесів туфогенезу, внаслідок осушення частини масиву, поглиблення та спрямлення русла, зміна швидкості течії тощо.

Всього було обстежено 84 жорстководні джерела в межах Львівського Розточчя, які зосереджені на 18 локаціях (потоках); на 45-ти з них було виявлено відклади туфу різної потужності. Всі потоки є допливами р. Полтви (басейн Західного Бугу).

#### 1. Джерело на допливі р. Млинівки – ур. Берекавиця, с. Завадів.

Джерело розташоване на території старої каменярні кінця XVIII – сер. XIX ст. Вперше згадується М. Ломницьким: «На самій межі вапнякового конгломерату з крейдовими породами, б'ють досить потужні джерела, що утворюють значні поклади травертину» (1897). На сьогодні тут залишилось лише одне джерело, що має два витоки; перший – виведений в трубу, другий – виклинюється зі схилу. Під час облаштування Хресної дороги місце навколо нього втратило природний вигляд, а поклади травертину були знищені – вдалось відшукати лише кілька дрібних уламків. На витоках та у спрямленому руслі ознаки туфонагромадження відсутні.

#### 2. Джерела на витоках Грибовицького потоку – с. Малі Грибовичі.

Сучасний витік Грибовицького потоку розташований поміж дачної забудови і є каптований бетонним колодязем, ще три трансформовані аналогічним чином джерела (ліві допливи) розташовані нижче за течією. Ознаки туфонагромадження присутні лише на витоках. Тут, на стінці колодязя під трубою утворився потужний травертиновий наріст під моховою рослинністю. Нижче за течією сформувався унікальний для регіону Розточчя травертиновий гребінь, довжиною біля 10 м, природним жолобом якого стікає вода. Джерело відзначається значною інтенсивністю туфонагромадження за активної участі мохоподібних та ціанобактерій. В минулому активна зона джерела була ширшою – обабіч гребня сформувався ступінчастий каскад шириною ~ 5 м, нині практично сухий. Два природні джерела правих допливів потоку, що виклинюються зі схилів г. Михайловщина, теж є помітно трансформовані (розширення виходів). На першому – збереглися точкові поклади щільного травертину, у короткому руслі присутні дрібні ініціальні утвори; на другому – виявлено свіжий поріг з моховою рослинністю у місці впадіння в основний потік.

#### 3. Джерела на витоках Гамулецького потоку – ур. Гамулець, смт. Брюховичі.

Потік спадає з правого борту залісненого яру, де формує мальовничий водоспад з карнизом та печеркою, що нижче по схилу переходить у ступінчастий каскад. Перші відомості про цю місцину знаходимо у праці А.М. Ломницького. Згадано, що під

горою Велика Осова, на межі крейди та неогенових вапняків «...майже в кожній дебрі б'ють потужні джерела, інколи викидаючи значні обсяги травертину». В 2011 р. цей об'єкт був запропонований під охорону як геолого-гідрологічна пам'ятка природи «Плакучий Камінь» у складі планованого РЛП «Львівський» (Шушняк, Савка, 2014). В минулому, очевидно, активна зона тут була значно більшою, оскільки маргінальні ділянки травертинових відкладів є сухими, а ліворуч розташована ще одна печерка. Домінуючою групою біоти в межах каскаду є мохоподібні, а на карнизи у потоці переважають водоростеві обростання. Нижче за течією розташоване ще одне джерело, каптоване бетонним резервуаром, що не має ознак туфонагромадження.

4. Джерело на допливі р. Брюхівчанки – ур. Дохторівка, смт. Брюховичі.

Розташоване у залісненому ярі при підніжжі г. Круків Горб. Доплив має 2 витoki: 1-ий – виведений в пластикову трубу, 2-ий – витікає з печерки у вапняковому масиві, вихід з якої був штучно розширений. Русло є спрямленим та поглибленим, нижче викопано невеликий ставок. Благоустрій джерел було проведено у 2020 р. в зв'язку з облаштуванням тут рекреаційної зони з альтанкою. Ознаки сучасного туфонагромадження відсутні; проте, окремі уламки поблизу джерела, натічні форми в гроті та характерна мохова рослинність вдовж русла потоку вказує на ймовірне існування травертинових утворень тут у минулому.

5. Джерела на витоках п. Голоско – місцевість Велике Голоско, м. Львів.

Розташовані на околицях міста, перше – поблизу рекреаційної зони «став Стосика», друге – біля ТЦ «Спартак». Обидва витoki цілковито трансформовані. Перший виведений у невеликий бетонний резервуар, облаштований у 2021 р., на стінках якого простежуються первинні ознаки туфогенезу під обростаннями нитчастих водоростей. До реконструкції джерело мало вигляд каптажу з трубою під накриттям; де на стінках бетонного резервуару спостерігались травертинові нарости під моховою рослинністю. Джерело на 2-му витoku до 2018 р. мало каптаж у вигляді бетонного колодязя та витікало з труби, нижче якої під обростаннями мохів відкладався туф. Під час реконструкції було облаштовано систему труб, вода з яких спадає у резервуар, викладений гранітними плитами. Ознаки туфонагромадження на теперішній час відсутні.

6. Джерело на витоках п. Глибокий – РЛП «Знесіння», м. Львів.

Лівий доплив потоку Кривчицького, розташований у залісненому ярі. Джерело на витoku здавна загосподаровано та за часів Австро-Угорщини наприкінці ХІХ ст. було оформлено у вигляді підпірної мурованої стінки з внутрішнім резервуаром. Зараз споруда є практично зруйнована. При виході до житлової забудови на потоці облаштовано 2 невеличкі стави. Слабкі ознаки туфогромадження присутні у руслі потоку на 15-30 м. нижче джерела у вигляді слабкосцементованих порогів, утворених на місцях нагромадження рослинних решток.

7. Джерела на витоках п. Хомиць – Львів-Скансен, м. Львів.

Лівий доплив Кривчицького потоку. Розташований у невеличкій дебрі на території музею народної архітектури і побуту імені Климентія Шептицького. Потік має три витoki, один з яких штучно розширений, 2-ий – оформлений у криницю з дерев'яним накриттям, і лише 3-ій зберігся у природному стані. На двох загосподарованих джерелах, безпосередньо у місцях виходу на поверхню, ознаки туфонагромадження відсутні; вони спостерігаються дещо нижче за течією та представлені розсипами дрібних ініціальних утворів. Природний каскад довжиною біля 3 м сформувався на правому борті яру, та має ступінчасті туфові

згромадження потужністю до 50 см. Рослинність є добре розвиненою та представлена обростаннями амфібійних мохів (Кагало та ін., 2020).

8. Джерела на витоках п. Кривчицький – місцевість Великі Кривчиці, м. Львів.

Розташовані в помітно трансформованому діяльністю людини яру, до меж якого прилягає садибна забудова. Потік розпочинається з двох джерел, далі русло приймає в себе чисельні виклинювання по правому борту (всього 11 джерел) та один короткий доплив – з яру, що врізається у лівий борт. Всі витoki є розширені та поглиблені; жодний з них не зберіг природного вигляду. Найнижче джерело знаходиться на території храму та оформлено у вигляді скульптурної композиції Матері Божої. Ознаки туфонагромадження присутні лише на 2-ох джерелах. Перше розташоване при самих витоках та каптоване бетонним циліндром, на стінці якого нарости відклади травертину під моховою рослинністю потужністю до 10 см. Друге має вигляд невеликого відкритого резервуару з трубою; травертинові нарости малої потужності приурочені до обростань мохів на бетонних стінках водозбірника.

9. Джерела на витоках п. Лисиницький – ур. Ляхава, с. Лисиничі.

Потік розпочинається з джерел, розташованих в Кривчицькому лісі. Штучно розширені витoki лівого допливу, що утворюють «вилку», беруть свій початок з 3-ох височувань під г. Камінна. Тут, окрім ініціальних травертинових утворень на рослинних рештках, було знайдено цікаві форми, утворені колоніями ціанобактерій (строматоліти). Правий рукав живить потужне джерело, на якому облаштовано купальню під Чесним Хрестом; ще три джерела, що збираються у короткий доплив, розташовані вище на схилах г. Чортова Скеля. Басейн купальні видлубаний у травертиновому масиві, якій сформувався до загосподарювання джерела; поруч у відвалі трапляються уламки травертину. Таким чином, цей масив було штучно інактивовано. Зараз ознаки первинного туфонагромадження простежуються лише на витоках допливу та представлені розсипами дрібних ініціальних утворень на рослинних рештках.

10. Джерела на п. Голда – Замкова Гора, м. Винники.

Розпочинається з джерел, що виклинюються на схилі Замкової гори (Голди), головню в межах скверу під Львівською тютюновою фабрикою. На сьогодні потік є цілком трансформованим та тече бетонним жолобом вздовж вулиці І. Франка. Основне джерело оформлено у вигляді бетонного резервуару, що має вихід до схилу. Тут, на стінці жолоба у місці спадання джерела, сформувались унікальні травертинові згромадження під моховою рослинністю потужністю до 15 см. Вище витікає ще одне, менш потужне джерело, та спостерігаються рясні крапельні височування, які в комплексі формують на стінках жолоба чисельні травертинові утворення: точкові – біля швів та конструкційних отворів, крізь які просочується вода та масивніші нарости (до 5 м. довжиною) там, де струмені перетікають через край жолоба у вигляді невеличких водоспадів. Специфіка цих утворів полягає у тому, що вони представлені злиттям сферичних (подушкоподібних) колоній мохів за активної участі теплолюбних туфогенних видів *Didymodon tophaceus* (Brid.) Lisa та *Gymnostomum aeruginosum* Sm., що є регіонально-рідкісними для неморальної зони України (Бойко, 2010) та новими для регіону Українського Розточчя (Zubel et al., 2015). Подібні за фізіогномікою угруповання беруть активну участь у нагромадженні туфів в активній зоні давнього штучного водоспаду в Умбрії (Італія) (Ponnessi et al., 2020). Очевидно, провідну роль у формуванні описаних відкладів () відіграє антропогенний чинник. Це, насамперед, розташування джерела на схилі східної

експозиції, що добре прогрівається, та специфічний мікроклімат міста з дещо підвищеною відносно зональної норми температурою.

11. Джерела на п. Кривий – ур. Ліс Верхній, Винниківський лісопарк, м. Львів

Розташований у дебрі, де розпочинається з 3-ох антропогенно трансформованих джерел, одне з яких штучно розширене у земляній виїмці, два – виведені в трубу через бетонну підпірну стінку. При витоках, де русло поглиблене та спрямлене, ознаки туфонагромадження відсутні; вони спостерігаються нижче за течією, де характер течії приймає природних характер та мають вигляд невеликих дамб, що утворились на скупченні рослинних решток. Далі, в розширеній частині заплави, перед зоною дачної забудови, поширеними є ініціальні утвори на дрібних рослинних рештках та окремі розрізнені бріоліти під дернинами мохів. У заплаві поширений регіонально-рідкісний вид хвощів *Equisetum telmatea* Ehth., що вважається характерним видом для природних травертинових джерел (Farr & Graham, 2017).

12. Джерела на п. Майорівський – ур. Майорівка, м. Львів

Витоки потоку розташовані в лісопарковій зоні міста та представлені двома рукавами, що утворюють коротку «вилку» перед злиттям. Потік живить кілька джерел (два – на витоках лівого рукава та три – правого) та чисельні крапельні височування з бортів глибокої V-подібної дебри. Після злиття заплава потоку ширшає та набуває рівнинного характеру. У природньому руслі потоку за всією його довжиною (до виходу в зону дачної забудови) сформувалась унікальна система «прісноводних рифів» – фітогерм (phytoherma), утворених петрифікованими рештками живих організмів (Geurts et al., 2007). Вони утворюють на потоці каскад мікрководій неправильної форми. Такі «рифів» є вкрай важливими для підтримання різноманіття специфічних мохоподібних, що беруть безпосередню участь у їхній побудові (Farr & Graham, 2017). Також відомо, що вони є унікальними оселищами для ряду представників бентосних безхребетних (мейофауни) (Dražina et al., 2013). Важливе середовищеформує значення прісноводних «рифів» як осередків підтримання специфічної біоти, обумовлює їхній пріоритетний статус згідно Директиви Європейського Союзу 92/43 ЄЕС «Про збереження природних оселищ та видів природної фауни і флори» (1992) (Кагало, Проць, 2012), а найбільш цінні з них потребують нагальних заходів охорони (Farr & Graham, 2017). Проведені на п. Майорівський дослідження дозволили ідентифікувати тут мохову рослинність союзу *Pellion endiviifoliae* Bardat all. prov., що характеризується домінуванням таломних маршантіофітів та є діагностичною для раритетного оселища «Жорстководні джерела на травертинах з утворенням туфу» (7220) з природоохоронного переліку Natura-2000 (Guide de..., 2016). В березні 2023 року нашими стараннями ця локація отримала статус гідрологічної пам'ятки місцевого значення «Травертинові джерела» площею 4,4 га (Про оголошення ..., 2023).

13. Джерела на п. Млинський – ур. Клекучко, м. Львів

Потік формують два рукави, витоки яких розпочинаються у лісопарковій зоні міста, практично впритул до забудови. Це вплинуло як на загальний стан водотоку, так і на активне загосподарювання джерел, які його живлять. Лівий рукав розпочинають три джерела, правий – п'ять; ще один короткий доплив долучається до потоку у місці злиття. Більшість джерел помітно антропоізовані: на одному облаштовано купальню, три – виведені через труби, ще чотири мають розширені витоки у вапняковій товщі. Лише одне джерело правого витоку зберегло природний характер та формує невеличкий каскад з ініціальними травертиновими утворами. Основний травертиновий масив, вочевидь,

сформувався ще до трансформації витоків, та зосереджений у руслі лівого рукава. Сучасна природна заплава тут розділена на два фрагменти, що перериваються штучним ставком, спрямленим відтинком русла та старою земляною дамбою. Нижній фрагмент зберіг природний характер та має складну розгалужену руслову систему з меандрами та старицями в межах галерейного вільхового лісу (*Alnetea glutinosae* Br.-Bl. Et Tx. Ex Westhoff et al.). Зазначимо, що виявлений біотоп відповідає критеріям рідкісного оселищем європейського значення «91Е0 Заплавні ліси з *Alnus glutinosa* та *Fraxinus excelsior*» (Кагало, Проць, 2012). У наземному покриві домінує регіонально-рідкісний вид хвощів *Equisetum hyemale* L., що є характерним видом для травертинових джерел (Farr & Graham, 2017). Верхній фрагмент заплави є помітно трансформованим внаслідок спрямлення русла, що призвело до осушення заплави: тут зберіглись зарості *E. hyemale*, проте більша частина травертинового масиву на сьогодні є інактивована.

14. Джерела на п. Чишківський (Марущак) – ур. Пирогівка, м. Львів

Розташовані у глибоких дебрах в межах ЛЗ «Львівський». Потік має два рукави, правий з яких є значно трансформованим: тут місцевими мешканцями самовільно облаштовано систему ставків та облаштовано виток джерел (три, що впадають у потік з правого борту яру, та два – з лівого). Ознаки туфонагромадження на правому рукаві відсутні. Лівий рукав розпочинає штучно розширене джерело, що виклинюється з вапнякового масиву; нижче на бортах яру височують чисельні крапельні мікропотоки, що формують невеличкі туфові каскади під моховою рослинністю. Практично над самим злиттям потоків до лівого рукава впадає джерело (теж штучно розширене), що у минулому сформувало потужний травертиновий каскад площею біля 150 м<sup>2</sup>. На жаль, внаслідок загосподарювання допливу та спрямлення його русла, на сьогодні більша частина каскаду є інактивована, а туфогенна мохова рослинність *Pellion endiviifoliae* збереглась лише на невеликому його фрагменті.

15. Джерела на п. Сихівський – місцевість Вулецький ліс, м. Львів.

Верхів'я потоку представлене двома рукавами та одним коротким допливом. Лівий рукав розпочинає штучно розширене джерело без ознак туфонагромадження у глибокій вузькій дебрі неподалік Сихівського байк-парку (мото- та велотраси). Нижче за течією зберіглась природна ділянка заплави, де розташовані три джерела, що беруть свій початок на лівому борті U-подібного яру. Вони формують ступінчасті травертинові каскади під моховою рослинністю *Pellion endiviifoliae*, загальною площею 100 м<sup>2</sup> та потужністю до 40 см. Правий рукав починається загосподарьованим джерелом, виведеним в трубу через бетонну підпірну стінку, на якій утворився травертиновий наріст під дерниною мохів. Русло потоку є поглиблене та спрямлене та нижче за течією наповнює став рекреаційної зони. Правий доплив Сихівського потоку розпочинають два джерела зі штучно розширеними витокami, без ознак туфонагромадження, що виклинюються з правого боку широкого трапецієподібного яру. Поодинокі травертинові дамби формуються нижче за течією, де русло набуває природного звивистого характеру. Вони представлені слабко зцементованими відкладами травертину на рослинних рештках (гілках) за незначної участі мохоподібних. До збереженого фрагменту заплави приурочені зарості регіонально-рідкісного виду *Equisetum telmatea* Ehrh., характерного для жорстководних джерел.

16. Джерела на п. Чепін – ур. Львівська Швейцарія, с. Давидів

Потік Чепін складається з двох рукавів, лівий з яких витікає з озера обабіч траси Е40 та тече у спрямленому руслі до озера «Львівська Швейцарія»; ознаки туфонагромадження



тут відсутні. Правий рукав розпочинає загосподарьоване джерело «Полковникова криниця», каптоване бетонним колодязем. Основні поклади травертину зосереджені на короткому допливі правого рукава, що бере початок на стрімких схилах V-подібної розгалуженої дебри, яка врізається у потік з лівого боку. Тут сформувався потужний мальовничий ступінчастий каскад площею понад 100 м<sup>2</sup>. Перші згадки про цю локацію зустрічаємо у праці «Геологія Львова та околиць»: «з одного джерела витікає потік сильно вапняної води, який відкладає велику кількість травертинів». Автор згадує науковий курйоз про знахідку тут ніби то вулканічних порід, наведену Г. Ступніцьким у своїй краснавчо-географічній праці «Королівство Галичини і Лодомерії» (1853): «...навколишні гори сповнені розкиданих брил пемзи (pumex), що дає підстав для припущення, що колись тут могла бути вогнедишна гора» (Łomnicki, 1897). В наш час доплив живлять 7 джерел, 3 з яких мають розширені витоки. Природний характер зберегли 4 джерела, розташованих у самих верхів'ях дебри, де вони, в комплексі з чисельними крапельними височуваннями, формують невеличкі каскади під моховою рослинністю на правому борті яру. Основний масив на сьогодні є інактивованим через порушення природного гідрологічного режиму. У його мезорельєфі виразно проглядаються обриси згладжених фітогермальних порогів без активної (живої) рослинності, що свідчить про відсутність сучасного активного туфонагромадження.

17. Джерела на витоках р. Кабанівки – ур. Махнота, с. Виннички

Річка розпочинається з двох антропогенно розширених джерел, що виклинюються зі схилів г. Махнота та нижче за течією наповнюють став у с. Виннички. Ось як описував цю локацію М. Ломницький: «На початку долини, на лівому її схилі, знову натрапляємо на відкладення травертину при самому березі лісу» (Łomnicki, 1897). На жаль, ці поклади було знищено під час розробки піщаного кар'єру. На сьогодні слабкі ознаки туфонагромадження на рослинних рештках присутні лише при витоках одного з джерел.

18. Джерело на витоках п. Гончарі – ур. Давидів, с. Гончарі.

Потік розпочинається з джерела, каптованого металевою трубою. Очевидно, що «благоустрій» джерела було проведено для покращення наповнення кількох ставків, розташованих нижче. У середній течії сформувався мальовничий водоспад та каскад, представлений системою активних фітогерм під моховою рослинністю, довжиною ~ 10 м. На жаль, загосподарювання джерела, та як наслідок – збільшення потужності та швидкості водотоку негативно вплинули на функціонування туфогенної біоти: на окремих ділянках біогенні відклади заміщені примітивними неструктурованими відкладами у вигляді кірочок, що осаджуються переважно хемогенним шляхом.

Як показали проведені дослідження, з усіх обстежених джерел лише 11 (13,1%) зберегли природний характер, 20 (23,8%) зазнали незначних змін та є напівприродними, 53 (63,1%) є цілком антропозовані через каптування та облаштування резервуарів. З чотирьох травертинових нагромаджень, згадуваних наприкінці XIX ст. (Łomnicki, 1897), збереглись лише два (п. Чепін, п. Гамулець), тоді як ще два – цілковито знищені (п. Берекавиця, витоки р. Кабанівки). Щодо сучасного стану, відмітимо, що на 5-ти потоках, що живляться джерелами природного або напівприродного характеру, активна зона туфонагромадження помітно зменшилась (каскад на п. Гамулець, каскад на п. Грибовицький, лівий доплив п. Чишківського, каскад на п. Чепін, травертинове тіло на місці купальні на п. Лисиницький). Процеси туфонагромадження на 21 джерелі (25,0%) штучно повернуті на ініціальний етап формування через знищення раніше сформованих тут утворів.

### Висновки

Комплекс абіотично-біотичних факторів, притаманних Львівському Розточчю, є природним чинником нагромадження травертинів в місцях виходу підземних вод на поверхню. Підвищена мінералізація підземних вод, специфічна структура річково-ерозійної мережі, розташування у зоні теплого клімату з надмірним зволоженням та розвиток колоній кальцієфільних організмів у місцях виходу водотоків обумовили формування тут потужних відкладів травертину у минулому. Проте, зростаючий рівень антропопресії призвів до трансформації більшості туфогенних водотоків та зниження їхньої активності: цілковитої (коли процеси туфогенезу призупиняються) або часткової (коли процеси туфогенезу помітно сповільнюються або повертаються до ініціального етапу). Природні травертинові утворення регіону головно мають форму каскадів, рідко – водоспадів чи гребенів; антропогенні є переважно каптовані бетонними колодязями. Не зважаючи на штучне походження, останні можуть бути цінними осередками для оселення кальцієфільних мохоподібних на урбанізованих територіях. Природні та напівприродні травертинові джерела зі збереженням біорізноманіттям виступають перспективними потенційними об'єктами Смарагдової мережі регіону Розточчя.

- Бойко М.Ф. 2010. Раритетні види мохоподібних фізико-географічних рівнинних зон та гірських ландшафтних країн України. *Чорномор. ботан. журн.* Т. 6 № 3. С. 294–315.
- Дідух Я. П., Чорней І. І., Буджак В. В. та ін. 2018. Рідкісний туфогенний біотоп у басейні Дністра. *Укр. ботан. журн.* Т. 75 № 2. С. 149–159.
- Дмитрук Р., Яцишин А. 2019. Травертини заходу України – цінні пам'ятки неживої природи // Всеукр. конф. до 20-річчя кафедри екологічної та інженерної геології і гідрогеології ЛНУ імені Івана Франка «Екологічні проблеми надрокористування. Наука, освіта, практика» (19-21 вересня 2019 р., м. Львів). Збірник матеріалів. С. 40–42.
- Доброчаева Д.Н., Котов М.И., Прокудин Ю.Н. и др. 1987. Определитель высших растений Украины. Киев : Наук. думка. 548 с.
- Екологічний атлас Львівщини. 2007. За ред. Б.М. Матолича. Львів. 68 с.
- Кагало О.О., Сичак Н.М. 2003. Рідкісні, зникаючі та інші види судинних рослин Львівської області (Україна), які потребують охорони. У: Наукові основи збереження біотичної різноманітності: Зб. наук. праць. Львів : Ліга-Прес. Вип. 4. С. 47–58.
- Кагало О.О., Проць Б.Г. 2012. Оселищна концепція збереження біорізноманіття: базові документи Європейського Союзу. Львів: ЗУКЦ. 278 с.
- Кагало О.О., Омельчук О.С., Орлов О.Л., Рагуліна М.Є., Сичак Н.М. 2020. Оселищне різноманіття та його соціологічна оцінка території Львівського Музею народної архітектури як приклад попереднього аналізу демуатації антропогенного ландшафту. *Наукові записки Державного природознавчого музею.* Вип. 36. С. 107–114.
- Колодій В., Паньків Р., Манкут О. 2007. До гідрології і геохімії Львова й околиць. *Праці наукового товариства імені Шевченка.* Геологічний збірник. Львів. С. 175–181.
- Муха Б.П., Яворський Б.І. 2015. Ландшафтна структура. Біосферний резерват «Розточчя». Львів : ЗУКЦ. С. 68–78.
- Про оголошення гідрологічного заказника місцевого значення «Травертинові джерела»: Рішення Львівської обласної ради № 459 від 30.03.2023. URL:<https://mail.lvivoblrada.gov.ua/public/vendor/adminlte/plugins/ckeditor/plugins/kcfinder-master/upload/files/Rishenay%20sesiu/8%20sklukanay/16/459.pdf>

- Савка Г. 2014. Ідентифікаційні ознаки флювіальних водно-ерозійних ландшафтних комплексів Українського Розточчя // Наук.-практ. конф. «Ландшафтознавство: стан, проблеми, перспективи» (24-27 вересня 2014 р., м. Львів). Збірник матеріалів. С. 81–82.
- Шушняк В., Савка Г. 2014. Передумови та соціологічна доцільність створення регіонального ландшафтного парку на приміських землях Львова. *Вісник Львівського університету*. Серія географічна. Вип. 45. С. 436–443.
- Яцишин А., Дмитрук Р. 2020. Елементи геотуристичної мережі Львова // Міжнар. наук.-практ. онлайн-конференція, присвячена 20-річчю кафедри конструктивної географії і картографії Львівського національного університету імені Івана Франка «Конструктивна географія і картографія: стан, проблеми, перспективи» (1–3 жовтня 2020 р., м. Львів). Збірник матеріалів. С. 253–258.
- Bardat J., Hauguel J-C. 2002. Synopsis bryosociologique pour la France. *Cryptogamie Bryologie*. Vol. 23. P. 279–343.
- Beraldi-Campesi H., Arenas-Abad C., Auque-Sanz L. et al. 2016. Benthic diatoms on fluvial tufas of the Mesa River, Iberian Range, Spain. *Hidrobiológica*. 26(2). P. 283–297.
- Dražina T., Špoljar M., Primc B. et al. 2013. Small-scale patterns of meiofauna in a bryophyte covered tufa barrier (Plitvice Lakes, Croatia). *Limnologica*. Vol. 43(6). P. 405–416.
- Farr G., Graham J. 2017. Survey, characterisation and condition assessment of Palustriella dominated springs 'H7220 Petrifying springs with tufa formation (Cratoneurion)' in Gloucestershire, England. *British Geological Survey*. 141 p.
- Freytet P., Plet A. 1991. Les formations stromatolitiques (tufs calcaires) récentes de la région de Tournus (Saône et Loire). *Geobios*. Vol. 24(2). P. 123–139.
- Guide des végétations humides et aquatiques en Pays de la Loire. URL: <https://www.cbnbrest.fr/observatoire-milieux/boite-a-outils/determination-milieux/guide-zh-pdl>
- Geurts M., Frappier M., Tsien H. 1992. Morphogenèse des barrages de travertin de Coal River Springs, sud-est du Territoire du Yukon. *Géographie physique et Quaternaire*. Vol. 46 (2). P. 131–245.
- Hodgetts N., Söderström L., Blockeel T. et al. 2020. An annotated checklist of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus. *Journal of Bryology*. 42(1). P. 1–116.
- Hugonnot V. 2017. Approche morphologique, phytocœnotique et fonctionnelle des bryolithes de la basse vallée de l'Isère (de Saint-Marcellin à Romans), France. *Revue d'Ecologie*. 72 (2). P. 116–133.
- Łomnicki M. 1897. Geologia Lwowa i okolicy. Atlas geologiczny Galicyi. Zeszyt 10 czesc 1. Kraków : Wydawnictwo Fizjograficzne Akademii Um. 208 s.
- Lyons M.D., Kelly D.L. 2016. Monitoring guidelines for the assessment of petrifying springs in Ireland. *Irish Wildlife Manuals*. № 94. 73 p.
- Pentecost A. 1995. The quaternary travertine deposits of Europe and Asia Minor. *Quaternary Science Reviews*. 14(10). P. 1005-1028.
- Pentecost A., Viles H. 1994. A review and reassessment of travertine classification. *Géographie physique et Quaternaire*. Vol. 48(3). P. 305–314.
- Perri E., Manzo E., Tucker M. 2012. Multi-scale study of the role of the biofilm in the formation of minerals and fabrics in calcareous tufa. *Sedimentary Geology*. 263-264. P. 16–29.
- Poponessi S., Aleffi M., Sabovljević M., Venanzoni R. 2020. Bryophyte diversity hotspot: the Marmore Waterfalls Regional Park (Umbria, central Italy). *Italian Botanist*. 10(1). P. 33-45.
- Rainey D., Jones B. 2007. Rapid cold water formation and recrystallization of relic bryophyte tufa at the Fall Creek cold springs, Alberta, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*. 44(7). P. 889–909.

Stanković I., Szabó B., Hauer T., Udovič M. 2023. Benthic Algae on Tufa Barriers. *Plitvice Lakes*. Springer. P. 179–214.

Zubel R., Danylkiv I., Rabyk I. et al. 2015. Bryophytes of the Roztocze region (Poland and Ukraine). Lublin : Libropolis. 218 p.

<sup>1</sup> Державний природознавчий музей НАН України, м. Львів  
e-mail: funaria@ukr.net; orlov0632306454@gmail.com

<sup>2</sup> Львівський національний університет ім. І.Франка  
e-mail: r.ya.dmytruk@gmail.com; e-mail: u.bornyak@ukr.net

*Ragulina M., Orlov O., Dmytruk R., Bornyak U.*

**Petrifying Springs of Lviv Roztocze and adjacent territories: the Retrospective and Modern Condition**

*Eighty-four hard-water petrifying springs of Lviv Roztocze and adjacent territories, which are forming 18 streams, were examined and their current state was assessed. The geographical position, geomorphological features, conditions of water sources and spring beds, character of tufa-forming processes, shapes of tufa formations and vegetation composition were described for each location.*

*It was established, that travertine springs on the studied territory are related to the sources of small rivers associated with water-erosive landscape complexes. The high mineralization of groundwater, the specific structure of the river-erosion network, the location in a moisture warm climate zone, the development of colonies of calciphilic organisms (cyanobacteria, algae, bryophytes) at the watercourses led to the formation of a large travertine deposits here in the past.*

*At the present time, the complex of natural factors is often accompanied by anthropogenic influence due to a long period of modification of the water resources of The Roztocze region. Now most of the petrifying springs are transformed by human activity, which significantly affects the intensity of tufa-forming processes. It was established, that a high level of anthropopression led to the transformation of most tufagenic watercourses and a decrease in the intensity of their activity: complete (when the processes of tufa genesis are stopped) or partial (when the processes slow down or returned to the initial stage). Our survey of 84 sources showed that the majority of them are markedly anthropized (63.1%), about a quarter (23.8%) are lightly modified and are semi-natural in origin, and only a small part of them have a natural character now (13.1%). Among the four travertine formations known from the end of the 19th century, only two have survived (Chepin streams, Hamulets streams), while two more have been completely destroyed (Berekavitsa streams, the springhead of the Kabanivka river). It should be noted, that the active zone of tufa accumulation has noticeably decreased on 5 streams with natural or semi-natural sources (cascade on Hamulets stream, cascade on Hrybovytskyi stream, the left tributary of Chyshkivskyi stream, cascade on Chepin stream, a travertine body at the site of the bath container in Lysynytskyi stream). Tufa accumulation processes at 21 sources (25.0%) were artificially returned to the initial stage of formation due to the destruction of previously generated deposits there. Natural travertine formations of the region mainly have the form of cascades, rarely - waterfalls or crests and anthropogenic ones are mostly covered by concrete trunk. Regardless of their artificial origin, anthropogenic wells can be valuable habitats for the habitats of calciphilic bryophytes in urbanized areas. Natural and semi-natural travertine springs with saved biodiversity are can be potential objects of the Emerald network of the Roztocze region.*

**Key words:** petrifying (hard-water) springs, Lviv Roztochia, rare habitats, bryophytes.