

УДК 551.4:502.4:552.5

ТРАВЕРТИНИ БАСЕЙНУ РІЧКИ ЗУБРИ: ГЕНЕЗА, СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ОХОРОНИ

Марина Рагуліна^{1,4} , Уляна Борняк² , Роман Дмитрук³ ,
Олег Орлов⁴ , Юрій Драч¹ 

¹Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Саксаганського, 1, м. Львів, Україна, 79005
e-mail: funaria@ukr.net, yuradrach91@gmail.com

²Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. М. Грушевського, 4, м. Львів, Україна, 79005
e-mail: ulyana.bornyak@lnu.edu.ua

³Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. П. Дорошенка, 41, м. Львів, Україна, 79007
e-mail: roman.dmytruk@lnu.edu.ua

⁴Державний природознавчий музей НАН України,
вул. Театральна, 18, м. Львів, Україна, 79008
e-mail: orlov0632306454@gmail.com

Комплексно вивчено поклади травертинів у басейні р. Зубри та пов'язані з ними біотопи. Такі дослідження провадилися уперше. Всього було обстежено понад десять потоків – від витоків Зубри у м. Львові до її впадіння у Дністер між с. Устя та Розвадів. Поширення травертинів має спорадичний характер та було зафіксовано лише у восьми локаціях: с. Зубра, с. Кротошин Львівського району та с. Бродки і с. Поляни Стрийського р-ну Львівської області, з яких одна цілковито втрачена через господарську діяльність людини, чотири – інактивовані, три – активні та знаходяться на ініціальній стадії свого розвитку. Встановлено, що досліджувані відклади диференціюються за генезою та структурно-текстурними ознаками. Вони репрезентовані головню ініціальною, річковою (флювіальною) та болотною (палюдальною) формами туфоутворення. За архітектонікою літофацій перша модель представлена слабкоструктурованими мікробіолітами, друга – нервоїдними та філоїдними макро-детритовими фітолітами, а також талоїдними бріолітами, тоді як третя – фітогермами та мікродетритовими фітолітами. Діагностика сучасного стану досліджуваних травертинів показала, що всі вони є помітно трансформовані діяльністю людини. Половина з них є цілковито інактивована та виключена з процесів туфонагромадження, а інша – активна, але знаходиться на ініціальному етапі свого розвитку через значний тривалий антропогенний пресинг (каптування, облаштування бетонних резервуарів, розчистка русел тощо). Найціннішим у природоохоронному контексті є дві ділянки. Перша – з палюдальними травертинами на місці давнього карбонатного болота, заслуговує на надання статусу геологічної пам'ятки природи місцевого значення “Кам'яне багно”. Особливістю травертинових утворень є наявність у них численних залізистих стяжін, які трактуються нами як болотні залізні руди. Тут можна виділити дві основні літофації: фітогермальну (каркасну) та детритову. Друга – з активним травертиновим бріолітовим каскадом, розташована у залісненому ярі, є перспективним ландшафтним заказником місцевого значення “Полянська дебра”.

Ключові слова: вапняковий туф, моделі туфоутворення, біота, літофації.

© Рагуліна М., Борняк У., Дмитрук Р.,
Орлов О., Драч Ю., 2025

 Open Access



Ця стаття поширюється на умовах
публічної ліцензії Creative Commons “Із зазначенням
авторства – 4.0 міжнародна”

Вступ. Р. Зубра є лівою притокою Дністра та належить до басейну Чорного моря. Її витoki лежать у колись багnistій місцевості Козельники (тепер – Сихівський район м. Львова). В середині ХХ ст. болота було осушено, витoki – каналізовано, а колишнє верхів'я – поглинуто розбудовою міста. Зубра – мала рівнинна річка зі загальною площею басейну 233,5 км². Довжина головного русла – 40,75 км. На забудованих ділянках центральне річище є головно зарегульованим; поза населеними пунктами подекуди зберігає природний характер та є помірно звивистим, завширшки 2–5 м, а заплава місцями заболочена.

Басейн річки лежить у межах фізико-географічного району Львівського Опілля; адміністративно – на території Львівського і Стрийського районів Львівської області [5]. Справіку ці землі були густо заселеними – вздовж русла та крупних допливів Зубри майже безперервно тягнулись села та містечка, а відтак сам водотік та джерела, які його живлять, були здавна загосподарьовані. Вже в XIV–XV ст. тут облаштовано мережу ставів для господарських потреб населення. Природний режим р. Зубра помітно трансформований за часів Австро-Угорщини у середині ХІХ ст., коли заплава була дренована засобами гідротехнічної осушувальної меліорації, а основне русло – поглиблене та укріплене дамбою. Проте найкритичніші зміни водотоку припадають на радянський час – 60-ті рр. ХХ ст., коли більшість допливів була перетворена на канали, а головне русло – спрямлено та перетворено в магістральний канал (водоприймач) меліоративної системи на відтинку 17 км. Така довготривала трансформація призвела до неминучого пониження рівня ґрунтових вод, та як наслідок – пересихання чисельних джерел, що живили річку та її притоки.

Джерела підземних вод, що існували тут в минулі часи, а деякі – збереглися і донині, прив'язані до водоносних літотамнієвих вапняків і пісковиків нижньотортонського горизонту, що лежать на водотриві верхньокрейдових мергелів. За хімічним складом води головно належать до гідрокарбонатно-кальцієвого типу, що й обумовлює осадження травертинів на їхніх витках. Травертини або вапнякові (прісноводні) туфи – 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 іонами Ca^{2+} та HCO_3^- . Відомо, що на особливості формування та мінералогію травертинів визначальний вплив мають температура води, її склад, а також локальна біотична активність [3].

Жорстководні джерела з відкладами травертинів на витках є унікальними природними утвореннями, що формуються складною комплексною взаємодією абіо- та біотичних чинників. Вони репрезентують джерельну форму травертиноутворення та формують специфічні біотопи – “кам'яніючі джерела” (*petrifying springs*), які є оселищами особливих, бази- та/або кальцифільних представників флори і фауни [12]. Точковий (мозаїчний) характер поширення та вразливість до зовнішніх чинників обумовлює їхню пріоритетність для охорони в країнах Європи і пам'яток живої природи – об'єктів пан'європейських природоохоронних мереж [7; 20], і неживої – у статусі геосайтів [9; 19]. З витками підземних вод, збагачених гідрокарбонатами, пов'язано існування ще одного типу біотопів – карбонатних (алкалінових) боліт, що також є рідкісним скрізь у Європі [7; 20]. З карбонатними болотами асоційована одна з найбільш своєрідних форм травертиноутворення – палювальна [11]. Травертини басейну р. Зубри в межах однойменного села вперше згадуються відомим галицьким натуралістом А. Ломницьким у його монографії “Геологія Львова та околиць” (1897) [18]. У цій роботі наведено описи типових розрізів із заляганням

травертинів на виходах джерел у приуслівій зоні річки, а на мапі – окреслено ареал їхнього поширення. На жаль, ці дослідження не отримали продовження та надалі понад 120 р. залишалися поза сферою інтересів сучасних дослідників.

Отож травертинові відклади басейну р. Зубри є цікавими малодослідженими об'єктами всебічних географічних, геологічних та біологічних досліджень. Тому, безперечно, актуальними є вивчення особливостей їхнього походження, висвітлення сучасного стану та окреслення перспектив охорони.

Метою нашої роботи було комплексне дослідження покладів травертину басейну р. Зубри та пов'язаних з ними біотопів. Для досягнення мети поставлено такі завдання: оцінка антропогенної трансформації та сучасного стану, вивчення особливостей геологічної та біотичної складової, а також визначення природоохоронного значення як цінних об'єктів живої та неживої природи.

Методика та матеріали досліджень. Основні матеріали для роботи зібрані упродовж 2003–2005 та 2022–2024 рр. Досліджувані площі розташовані в басейні р. Зубри та приурочені до виходів підземних вод. Усього обстежено понад десять потоків – від витоків Зубри у м. Львові до її впадіння у Дністер між с. Устя та Розвадів. Як з'ясувалося, поширення травертинів має спорадичний характер та зафіксовано лише у восьми локаціях: с. Зубра (№ 1–4), с. Кротошин (№ 5, 6) Львівського району та с. Бродки (№ 7) і с. Поляни (№ 8) Стрийського р-ну Львівської області (рис. 1). Зазначимо, що одне з місцезнаходжень, описане нами у с. Зубра, згодом зруйновано через забудову ділянки та зараз є втраченим (№ 4).

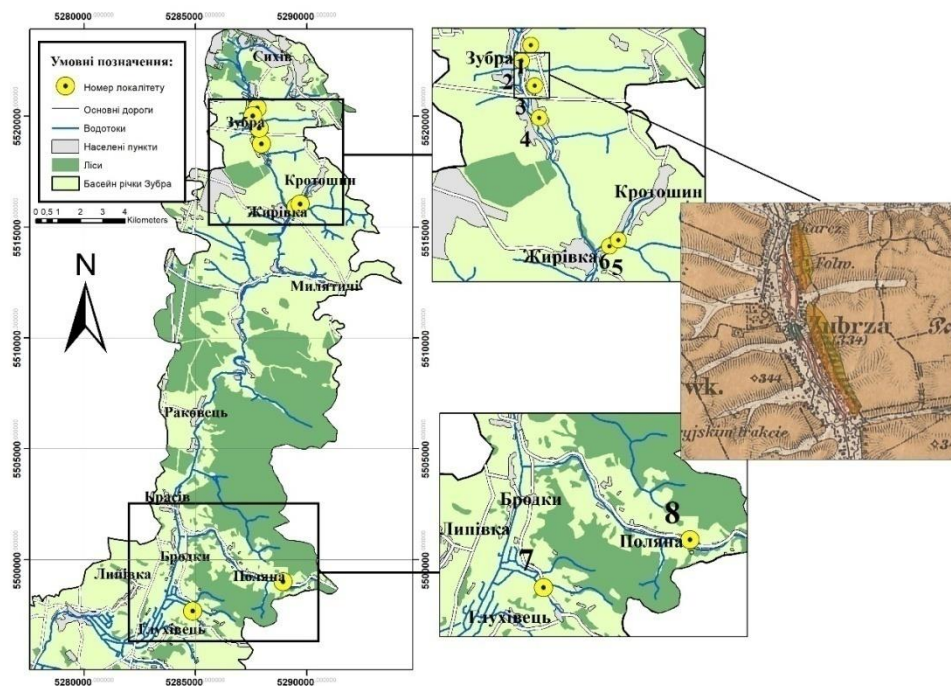


Рис. 1. Картосхема території досліджень.
Fig. 1. Map-scheme of investigated territory.

Ідентифікацію палеоботанічного та палеозоологічного матеріалу проводили стандартним порівняльно-морфологічним методом, із використанням оптичної мікроскопії. Позаяк досліджувані поклади стратиграфічно належать до епохи голоцену, під час визначення матеріалів спирались на зовнішні ознаки в будові сучасних рослин та тварин.

За характером процесів туфонагроудження досліджувані утворення ділили на активні та інактивовані [22]. Моделі травертиноутворення (джерельні, річкові, озерні та болотні) наведено згідно з класифікацією Г. Педлі [21]. Літогенетичні типи визначали за домінуючою біотою, серед них виділяли мікробіоліти [23], бріоліти [17] та фітоліти [13].

Палеоботанічні матеріали визначали за архітектонікою вегетативних органів. Листя визначали за формою листової пластини та характером жилкування, стебла – за особливостями просторової конструкції (арматурою механічних тканин) та / або за формою поперечного перерізу. Систематичну приналежність зразків встановлювали до роду / родини, в окремих випадках – до виду. Ідентифікація видової приналежності більшості відбитків зазвичай була унеможливлена браком описових ознак, попри швидку мацерацію рослинних тканин в умовах постійного або періодичного перезволоження. Як порівняльні, використовували колекції гербаріїв судинних та несудинних рослин Державного природознавчого музею НАН України (LWS). Таксономія відповідає сучасній класифікації судинних [24] та мохоподібних [16] рослин.

Палеомалакологічні матеріали ідентифікували за будовою та розмірами мушель / черепашок на розрізі (сколах) породи з використанням добірки вітчизняних та зарубіжних визначників, присвячених сучасній фауні наземних та прісноводних моллюсків України та Європи [2; 15; 25].

Палеоекологічна реконструкція здійснена згідно з новітніми підходами [14], на основі аналізу складу включень рослинних решток та черепашок моллюсків, виявлених у досліджуваних відкладах, спираючись на дані про топічну приуроченість та середовищні преференції представників ідентифікованих таксонів (видів / родів / родин) або синтаксонів рослинних угруповань. Екологічні групи моллюсків визначали згідно з класифікацією Вітольда та Стефана Александровичів [10]. Назви та екологічну характеристику флороценотичних комплексів оселищ (біотопів) наведено за “Національним каталогом біотопів України” [4]. Раритетні оселища подано за переліком NATURA 2000 [20].

Результати та обговорення. За результатами власних досліджень у межах басейну р. Зубри описано вісім локацій, одна з яких є цілковито втраченою через господарську діяльність людини, чотири – сьогодні інактивовані, три – активні та знаходяться на ініціальній стадії свого розвитку.

1. *Джерело “Залізна вода”.* Географічні координати: 49°45'44.4" N, 24°03'20.7" E.

Джерело розташоване в північній ділянці с. Зубра при вул. Лісній, поблизу дитячого майданчика поміж приватною забудовою. Один із витоків каптований бетонним циліндром, другий – облаштований у вигляді криниці з накриттям. “Залізна” вода з джерела вражається цілющою серед місцевих мешканців – її набирають для пиття та лікування.

Прояви первинного травертиноутворення зафіксовані лише на першому з витоків, де вони зосереджені на зовнішніх стінках бетонного циліндру та утворюються внаслідок спорадичного переливу води через край споруди. Туфові відклади мають характер щільної кірки з шаруватою текстурою, товщиною 0,5–1,5 см. На кірці нагромаджується легка, пориста зерниста маса потужністю 2–3 см. При висиханні вона стає дуже крихкою, землистою та легко розтирається пальцями, лишаючи кольоровий слід. Напливи мають яскраве, нерівномірно-плямисте забарвлення, вочевидь, обумовлене хімічним складом

води, а саме – наявністю у розчині іонів Fe^{2+} та Mn^{2+} , які при окисненні зафарбовують осад в охряно-червоний та зеленкувато-чорний колір відповідно.

Ініціальні травертини на “залізному” джерелі формуються головню за участі ціанобактерій порядку *Oscillatoriales* та залізобактерій порядку *Burkholderiales*, колонії яких продукують глевку слизувату плівку на змочуваних водою поверхнях. Згодом гелеподібні виділення інкрустується кристалами кальциту, а також шляхом адгезії зчіплюють механічні домішки – піщані та глинисті частки, що містяться у воді. Так формуються крихкі вапнякові туфи, що можуть бути і структурованими (шарувата кірка), і аморфними (землисті пухкі відклади) та є мікробіогенними за походженням. Участь мікробіоти зазначених груп в утворенні ініціальних вапнякових туфів була показана нами раніше на прикладі жорстководних джерел іншого регіону – Закарпаття [6].

На бактеріальних напливах поширені розріджені обростання за участі піонерних видів мохів *Ptychostomum pseudotriquetrum* (Hedw.) J. R. Spence & H. P. Ramsay ex Holyoak & N. Pedersen, *Barbula unguiculata* Hedw., *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. та *Rhynchostegium riparioides* (Hedw.) Cardot та злаку *Poa trivialis* L., імпринтованого у відклади кореневищем та основою стебел. Соломини останнього пронизують товщу туфу та відіграють роль механічного каркасу, що можна означити як протофітогерми.

Наступні три локації (№ 2–4) утворюють своєрідний кластер та входять до ареалу поширення травертинів, описуваного свого часу А. М. Ломницьким. Згідно з геологічною мапою, цей ареал охоплював ділянку стрімкого скелястого лівого берега р. Зубри між двома безіменними допливами в центральній частині села [18]. Тут відслонювалися багрянкові та ервілієві вапняки – останні активно використовувалися для мурування печей, завдяки чому облаштовано місцеву мережу каменярень. З-під товщі літотамнієвих вапняків, які залягали на водотриві крейдових відкладів, на рівні днища долини, витікали численні, доволі потужні джерела, що “виділяли багато гідроксиду заліза”. На їхніх витоках формувалася травертинова товща іржавого кольору потужністю 2–3 м. Відклади включали прошарки торфу, рештки трав’яних болотних рослин, шматочки стовбурів та кори дерев та черепашки молюсків. Зокрема, зразки породи, зібрані А. М. Ломницьким на північній околиці села, містили рештки черепашок *Carychium minimum* (Müller, 1774), *Limnaea fusca* (Pfeifer, 1821), *Planorbis marginatus* (Bourguignat, 1864) та *Valvata macrostoma* (Mörch, 1864). Ці види молюсків автор означає як такі, що «поширені в болотах та мочарах в наш час», що давало підставу вважати досліджувані поклади травертинів сучасним утвором. Дослідник зазначає, що подекуди порода є дуже компактною та твердою, а тому може бути корисною у господарстві та заслуговує на увагу як будівельний матеріал. Справді, приклад практичного використання місцевого каменю можна побачити в сусідньому селі Жирівка, де з травертинових брил вимуровано фундамент дзвіниці при храмі Святого Архистратига Михаїла (1770). На жаль, жодна з локацій, наведених М. А. Ломницьким, не збереглася у первинному вигляді: виїмки старих каменярень були поглинуті подальшою розбудовою села, а більшість джерел всохли через заходи осушувальної меліорації в радянський час (60-ті рр. XX ст.), або були каптовані та опинилися на території приватних домогосподарств, що значно утруднювало наші пошуки. Всі три виявлені нами локації розташовані при вул. Б. Хмельницького.

2. *Ґрунтове відслонення обабіч пішохідної доріжки.* Географічні координати: 49°46'17.0" N, 24°03'02.0" E.

Відслонення є штучним та утворилося внаслідок прокладання пішохідної доріжки від вул. Хмельницького до нового містка та має протяжність орієнтовно 130 м. Через

пошкодження травертинового масиву інженерними роботами на поверхню потрапили уламки породи різного розміру – від 1–3 до 20–30 см. Зачистки лівого борту земляної виїмки показали, що травертин тут залягає на різній глибині: від 0,2 м на схилі до 0,8 м у прирусловій зоні та з поверхні перекритий шаром дерново-карбонатних ґрунтів, що сформувалися на делювіальних та алювіальних відкладах.

Зібрані на схилі уламки дуже легкі, крихкі та крупнопористі, забарвлені в ясно-сірий колір. Вони складені звапняковілими рештками листя дерев (макродетритом), головню – довголистих верб (*Salix* cf. *alba* aut *fragilis*). Утім, виразні цілісні листкові пластини зберігаються зрідка. Зазвичай трапляється макродетритова маса, рясно пронизана скелетизованими механічними тканинами – волокнами, жилками та черешками мацерованих листків, які формують специфічну “нервоїдну” структуру (від лат. *nervus* – жила). В окремих уламках породи пронизують трубчасті структури – рештки соломин злаків або стебел дрібних осок. У рівнинній прирусловій зоні поширені травертини іншого типу – щільні, тверді та важкі, темно-охристого або жовтуватого забарвлення, місцями – із залізистими стяжіннями бурого кольору. Вони складені переважно стеблами та листям болотяних рослин – крупних осок (*Carex* cf. *riparia*) та в основній масі є фітогермальними.

Вочевидь у догосподарчий період береги струмка, що стікав схилом, порослі травами та деревами верби, тоді як рівнинна прируслова ділянка була мочаристою та порослою здебільшого гігрофільними осоками. Отож процеси травертиноутворення у досліджуваній локації репрезентовані поєднанням двох моделей: флювіальної та палюдальної.

3. Джерело навпроти шкільного стадіону. Географічні координати: 49°46'17.0" N, 24°03'02.0" E.

Розташоване на лівому борті долини р. Зубри, на відстані біля 70 м від її русла. Витоки джерела значно розширені і поглиблені та розташовані в зоні приватної забудови. За візуальними ознаками вода має виразний іржавий колір, а отже, – високий вміст заліза. На жаль, травертиновий масив, що історично формувався тут, був знищений облаштування під'їзної дороги та регулярною розчисткою русла струмка. Про його існування свідчать численні уламки різного розміру, що були виявлені у свіжих відвалах обабіч потічка. Знайдені тут вапнякові туфи є щільними, міцними та мають ознаки озалізнення за забарвленням – від ясно-сірого до темно-охристого. Місцями трапляються залізисті стяжіння. Багато фрагментів на зламі містять рештки або відбитки трав'яних рослин, що рясно пронизують породу та формують трубчастий каркас відкладів: крутлі за перерізом соломини злаків (*Poa* sp., *Agrostis* sp.) та трикутні – дрібних осок (*Carex* sp.). Також трапляються фрагменти гілок та перешарування, складені листям дерев, головню – довголистих верб (*Salix* cf. *fragilis*) різного ступеня розкладу. Так, можна виділити три структурні типи: макродетритовий філоїдний / нервоїдний та фітогермальний.

Відсутність болотяних рослин та присутність гігрофільних видів дерев та злаків, при-таманих прирусловим біотопом, та розташування масиву на схилі свідчать про формування травертинів за флювіальною (річковою) моделлю у минулому. Ознаки сучасного травертиноутворення є слабкими та представлені пухким охряним осадам на листі та гілках дерев, що потрапили до водотоку.

4. Відслонення за кільцевою дорогою. Географічні координати: 49°45'44.4" N, 24°03'20.7" E.

Тіло травертину залягає на схилі лівого борту першої надзаплавної тераси р. Зубри. Відслонення є штучним та утворилося під час прокладання під'їзної дороги, що дало

змогу дослідити його внутрішню будову: на денну поверхню вийшло травертинове тіло потужністю близько 1,7 м. Розріз мав таку будову:

0–0,1 м – сучасний ґрунт;

0,1–0,3 м – твердий травертин дрібнопористої структури, темно-сірого забарвлення з вираженою шаруватістю;

0,3–0,7 м – міцний дрібнопористий травертин червоно-бурого забарвлення зі значною кількістю включень темнозабарвлених бурих, майже чорних конкрецій;

0,7–1,7 м – пухкий крупнопористий травертин палево-бурого кольору, складений невеликими конкреціями дрібногалузистої структури із домішками пелюїдів та крупнозернистого піску. Горизонт перешаровується пісками.

З травертинової товщі вдалося відібрати малакологічні проби. Найбагатшими на фауну молюсків виявилися пухкі шари породи. Всього ідентифіковано 13 видів (табл. 1).

Таблиця 1

Молюски травертинового масиву та їхні екологічні групи (с. Зубра)
Molluscs of the travertine massif and their ecological groups (vil. Zubra)

- | | |
|--|---|
| 1. <i>Carychium minimum</i> (O. F. Müller, 1774) – 9Н; | 8. <i>Vallonia pulchella</i> (O. F. Müller, 1774) – 5О; |
| 2. <i>Carychium cf. tridentatum</i> – 8М; | 9. <i>Lymnaea palustris</i> (O. F. Müller, 1774) – 10Т; |
| 3. <i>Succinea putris</i> (Linnaeus, 1758) – 9Н; | 10. <i>L. stagnalis</i> (Linnaeus, 1758) – 11Т; |
| 4. <i>S. oblonga</i> (Draparnaud, 1801) – 8М; | 11. <i>L. truncatula</i> (O. F. Müller, 1774) – 10Т; |
| 5. <i>Vertigo cf. geyeri</i> – 9Н; | 12. <i>Nesovitreia hammonis</i> (Strøm, 1765) – 7М; |
| 6. <i>V. angustior</i> (Jeffreys, 1830) – 8М; | 13. <i>Gyraulus albus</i> (O. F. Müller, 1774) – 11Т. |
| 7. <i>Planorbis planorbis</i> (L., 1758) – 10Т; | |

Екологічні групи: 5 – види, типові для сухих відкритих біотопів (лучні), 7 – евритопні види природних та антропогенних біотопів, 8 – види зволожених біотопів різного ступеня затінення, 9 – види, асоційовані з болотистими біотопами, 10 – види тимчасових заростаючих водойм, 11 – види постійних водойм з повільною течією; О – ксерофільні види (групи 4–5), М – мезофільні види (6–8), Н – гігрофільні види (9), Т – гідрофільні (водні) види (10–12).

Екологічний аналіз малакофауни показує переважання мезо-, гігро- та гідрофільних видів, які траплялись у різних типах біотопів: від помірно зволжених до боліт та водойм зі спокійною течією. Отже, травертини могли формуватися і безпосередньо у руслі потоку, і на багнистих ділянках обабіч нього. Лучні види відкритих біотопів, вочевидь, були змиті в період водопілля. Також можна припустити, що травертин утворювався у теплий проміжок часу, на що вказує відсутність холодолюбних таксонів та переважання представників мезотермного комплексу, властивого для початкових фаз інтергляціалів [8]. На жаль, під час подальшого облаштування та озеленення досліджуваної ділянки описуваний розріз перекрито підсипаним ґрунтом. Зараз тут можна знайти лише окремі уламки травертину.

Наступні дві локації розташовані нижче за течією, на території с. Кротошин, в долині лівого допливу Зубри – Кротошинського потоку.

5. *Вапняне джерело*. Географічні координати: 49°44'14.1" N, 24°04'39.4" E.

Розташоване на межі с. Кротошин та с. Жирівка. Тривалий час вода вільно спадала схилом, живлячи Кротошинський потік з лівого борту його долини. За свідченнями місцевих мешканців, елементи благоустрою джерела, що контактували з водою, та камінці у його руслі були рясно вкриті грубим шаром вапняного осаду. В 2020 р. тут збудовано рибницьке господарство, яке спеціалізується на вирощуванні раків та форелі, а джерело облаштоване під систему труб для підведення води до резервуарів.

Восени поточного року центральний ставок спущено для очистки, що дало змогу побачити каміння на його дні, рясно вкрите світлою тканиноподібною субстанцією. Нею виявився шар “баговиння”, складений обростаннями зелених водоростей відділу *Charophyta* (*Cladophora* sp., *Ulothrix* sp.), нитчасті таломі яких були ламіновані світло-брунатним осадом. Отож тут закладається первинний строматоліт – звапняковилий водоростевий мат, що згодом наростатиме, утворюючи сезонні шари. Цей процес, індукований діяльністю людини, є цікавим наочним прикладом формування озерної (лакустральної) моделі травертиноутворення в штучних умовах.

6. *Кам'яне bagno*. Географічні координати: 49°44'17.4" N, 24°04'57.0" E.

Поклади травертину локалізовані в межах річки при злитті двох рукавів Кротошинського потоку на південно-західній околиці села та займають площу біля 2,5 га. Відклади є доволі гетероморфними та мають різне забарвлення і структуру. Кольорова гамма варіюється від сірого, жовтувато-сірого, бурого до темно-сірого та майже чорного. Особливістю болотних травертинових утворень долини р. Зубри є наявність у них численних залізистих стяжін, які трактуються нами як болотні залізні руди. Тут можна виділити дві основні літофації: фітогермальну (каркасну) та детритову [1]. Перша має трубчасту структуру та складається з решток болотних рослин-гелофітів (зазвичай – кальцифільних осок), головно – стебел, які спрямовані вертикально / субвертикально та формують каркас відкладів. Листя і стебла болотних рослин багаті механічними тканинами з високим вмістом кремнезему, завдяки чому вони добре зберігаються у відкладах. Іноді трапляються закам'янілі пагони “бурих” болотних мохів. Місцями до залишків трав'яних болотних рослин долучається листя дерев, зокрема – верб зі шкірястими листками, що добре зберігають свій малюнок навіть у скелетизованому стані. Проте переважна маса є кальцифікованими рештками сильно розкладених рослинних решток та має мікро- або макродетритову структуру: перша є доволі щільною, тоді як друга – пористою. Утворення детритових літофацій, вочевидь, має сезонний характер і корелює з об'ємом відмерлої надземної маси рослин, що накопичуються головно восени.

Всього в травертинових відкладах вдалось ідентифікувати десять видів рослин: дев'ять судинних та один – мохоподібний (табл. 2).

Таблиця 2

Рослини в палюдальних відкладах травертину (с. Кротошин)
Plants in paludal deposits of travertine (vil. Krotoshin)

- | | |
|---|---|
| 1. <i>Carex</i> cf. <i>riparia</i> ; | 6. <i>Phragmites</i> cf. <i>australis</i> ; |
| 2. <i>Carex</i> cf. <i>acutiformis</i> ; | 7. <i>Typha</i> sp.; |
| 3. <i>Schoenoplectus</i> cf. <i>lacustris</i> ; | 8. <i>Salix</i> sec. <i>Vetrix</i> Dum.; |
| 4. <i>Juncus</i> cf. <i>articulatus</i> ; | 9. <i>Salix</i> sec. <i>Salix</i> L.; |
| 5. <i>Juncus</i> cf. <i>effusus</i> ; | 10. <i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske. |

Згідно зі сучасною класифікацією, такі біотопи можуть бути ідентифіковані як карбонатні або алкалінові (лужні) болота [4, 20]. Властивою для них є водно-болотна рослинність союзу *Caricion davallianae* Klika 1934 з домінуванням кальцифільних осок. Також типовим є рясний килим “бурих мохів”, головно – представників родин *Amblystegiaceae*. Оскільки локалізація карбонатних боліт обмежена місцями активного витоку підземних вод гідрокарбонатно-кальцієвого складу, їхнє поширення має мозаїчний характер. Добре збережені живі алкалінові болота з типовою для цієї екосистеми рослинністю, нині є рідкісними скрізь у Європі та входять до переліку оселищ, пріоритетних для охорони – *Alkaline fens* (7230) [20].

Специфічний заплавний режим у межиріччі рукавів Кротошинського потоку обумовлював переважання болотних ландшафтів у цій місцевості в догосподарчий період. Тут, за умов слабкої проточності на мілководді з рясною гігро- та гідрофільною рослинністю, сформувалася специфічна палюдальна форма травертину. На жаль, у середині XIX ст. природні умови карбонатного болота були докорінно змінені через заходи гідротехнічної осушувальної меліорації, що призвело до цілковитої інактивації процесів туфонагро-мадження.

Палюдальна форма травертину, описана нами в басейні р. Зубри, є першою знахідкою такого плану для території України. Зважаючи на свою унікальність, цей масив потребує збереження та є перспективною геологічною пам'яткою природи місцевого значення "Кам'яне багно".

Обстеження приуслівих джерел середньої (Кугаїв – Підтемне – Раківець – Новосілка – Красів) та нижньої (Глухівець – Тростянець – Миколаїв – Устя) течії р. Зубри не виявило ознак їхньої туфогенності. Активною виявилася лише одна локація на південній околиці с. Бродки.

7. *Святе джерело*. Географічні координати: 49°34'19.0" N, 24°01'29.1" E.

Джерело є здавна загосподарованим і вважається цілющим. Сьогодні воно облаштовано бетонним резервуаром-купальнею, над якою встановлено різьблений кам'яний хрест. Слабкі ознаки травертиноутворення простежуються на бетонних стінках резервуару та скупченнях рослинних решток у руслі потічка при його впадінні в Зубру. Відклади є ініціальними та мають характер тонких кірок-наростів, що формуються за участі ціанобактерій, які візуалізуються за слизуватою субстанцією синьо-зеленого кольору. В затінених місцях, під бетонною плитою, трапляються обростання піонерних мохоподібних широкої екології: *Marchantia polymorpha* L., *Barbula unguiculata* Hedw. та *Bryum argenteum* Hedw., які не беруть активної участі в процесах туфоутворення; специфічні кальцифільні види тут не траплялися.

Також обстежено крупні допливи (ліві) р. Зубри: потоки Касперек (с. Новосілка), Полянський (с. Поляна), Барбара (с. Велика Воля), проте травертинові відклади трапилися лише в одній з цих локацій.

8. *Травертиновий каскад у Полянській дебрі*. Географічні координати: 49°35'11.5" N, 24°04'48.6" E.

Розташований на короткому правому допливі п. Полянській, ближче до східного краю села. Потічок починається у невеликій залісненій дебрі, з чисельних точкових височувань із правого і лівого бортів, що приурочені до контакту неогенових літотамнієвих вапняків із водотривом верхньокрейдових мергелів та охоплюють площу біля 20 м². Травертинові відклади представлені тут двома формами: ініціальними галькоподібними утворами та первинними бріолітами під обростаннями мохів. Ініціальні утвори мають згладжену поверхню, є переважно видовженими, розміром до 3–5 см, мають світло-сіре забарвлення та формуються на органічному матриксі, яким слугують рештки рослин, переважно – дрібні уламки гілочок. Вони можуть бути і розрізненими, і зцементованими в невеликі скупчення. Активні травертинові відклади в цій локації репрезентують джерельну (фонтинальну) модель туфонагромадження.

Моховий покрив на місцях височувань підземних вод не є суцільним та формує невиразний каскадоподібний рельєф, мікротераси якого складені моховими подушечками діаметром до 30 см. Бріобіота, що оселяється тут, представлена спеціалізованими арфібійними кальцифільними видами, які беруть активну участь у формуванні травертинів. Домінантою обростань є пірчастий мох *Cratoneuron filicinum* (Hedw.) Spruceta печіночник

Pellia endiviifolia (Dicks.) Dumort, які маркують раритетне оселище “7220: Petrifying springs with tufa formation”, яке входить до європейського переліку біотопів, пріоритетних для охорони [12]. Бріоліти, що утворюються зі звапняковілих нижніх частин мохових дернин, є крихкими, сильно пористими, ясно-сірого забарвлення. В їхній структурі виразно читаються обриси таломів печіночних мохів, та менше – пагонів зелених мохів (табл. 3).

Таблиця 3

Рослини в палюдальних відкладах травертину (с. Кротошин)
Plants in paludal deposits of travertine (Krotoshin village)

- | | |
|---|---|
| 1. <i>Pellia endiviifolia</i> (Dicks.) Dumort*; | 5. <i>Brachythecium rivulare</i> Schimp.; |
| 2. <i>Aneura pinguis</i> (L.) Dumort; | 6. <i>Brachythecium rutabulum</i> (Hedw.) Schimp.; |
| 3. <i>Fissidens bryoides</i> Hedw.; | 7. <i>Rhynchostegium riparioides</i> (Hedw.) Cardot*; |
| 4. <i>Fissidens dubius</i> P.Beauv; | 8. <i>Cratoneuron filicinum</i> (Hedw.) Spruce*. |

* – спеціалізовані туфогенні мохоподібні, амфібійні, бізи- та кальцифільні.

На жаль, яр, який розташований неподалік людського житла, доволі сильно потерпає від антропогенного тиску та сильно засмічений побутовими відходами. Зважаючи на свою унікальність – єдиний активний каскад з “живими” бріолітами в межах басейну р. Зубри, локація потребує збереження, охорони та заслуговує на статус об’єкта ПЗФ у ранзі ландшафтного заказника місцевого значення “Полянська дебра”.

Висновки. Травертинові відклади басейну р. Зубри виразно диференціюються за генезою та структурно-текстурними ознаками. Вони репрезентовані ініціальною, джерельною (фонтанальною), річковою (флювіальною) та болотною (палюдальною) формами туфоутворення. За архітектонікою літофацій перша модель представлена слабкоструктурованими мікробіолітами, друга – плексоїдними та талоїдними бріолітами, третя – бріолітами та філоїдними макродетритовими фітолітами, тоді як четверта – фітогермами та мікродетритовими фітолітами.

Діагностика сучасного стану досліджуваних травертинів показала, що всі вони є помітно трансформовані діяльністю людини. Половина з них цілковито інактивована та виключена з процесів туфонагромадження, а інша – активна, але знаходиться на ініціальному етапі свого розвитку через значний тривалий антропогенний пресинг (каптування, облаштування бетонних резервуарів, розчистка русел тощо).

Найціннішим у природоохоронному контексті є ділянка з палюдальними травертинами на місці давнього карбонатного болота, що заслуговує на надання статусу геологічної пам’ятки природи місцевого значення “Кам’яне багно” та травертиновий каскад у залісненому ярі – перспективний ландшафтний заказник місцевого значення “Полянська дебра”.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Борняк У. І., Рагуліна М. Є, Орлов О. Л. Болотні травертини басейну річки Зубра (Львівська область). *Проблеми геології України : зб. наук. праць* / відп. ред. М. М. Павлуць. Львів, 2024. С. 141–144.
2. Гураль-Сверлова Н. В., Гураль Р. І. Визначник наземних молюсків України. Львів, 2012. 216 с.
3. 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. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj75.02.149>.

4. Національний каталог біотопів України / за ред. А. Куземко, Я. Дідуха, В. Онищенко, Я. Шеффера. Київ : ФОП Клименко Ю. Я., 2018. 442 с.
5. Природні ресурси Львівщини / Б. М. Матолич, І. П. Ковальчук, Є. А. Іванов та ін. Львів : ПП Лукашук В. С., 2009. 120 с.
6. Рагуліна М., Орлов О., Борняк У. та ін. Оселище вуглекислих залізистих травертинових джерел Міжгірської Верховини (Українські Карпати). *Міжнародна науково-практична конференція "Навколишнє середовище для майбутнього через наукову освіту"* (1–2 червня 2023 р.) : зб. матер. Ужгород : ПП "АУТДОР-ШАРК", 2023. С. 125–128.
7. Тлумачний посібник оселищ Резолюції №4 Бернської конвенції, що знаходяться під загрозою і потребують спеціальних заходів охорони. Перша версія адаптованого неофіційного перекладу з англійської (третього проекту офіційної версії 2015 року) / А. Куземко, С. Садогурська, О. Василюк. Київ, 2017. 124 с.
8. Alexandrowicz W. P. Malakofauna osadów czwartorzędowych i zmiany rodowiska naturalnego Podhala w młodszym wistulianie i holocen. Krakow : Folia Quaternaria, 1997. 272 s.
9. Alexandrowicz W. Protection of calcareous tufa sites in southern Poland. *Polish Geological Institute Special Papers*. 2004. № 13. P. 119–124.
10. Alexandrowicz W., Alexandrowicz S. Analiza malakologiczna – metody badań i interpretacji (Malacological analysis – methods of research and interpretation). *Rozprawy Wydziału Przyrodniczego PAU*. 2011. Vol. 3. P. 5–302.
11. Apolinarska K., Kielczewski R., Pleskot K. et al. The decline of tufa deposition in an alkaline fen ecosystem in East-Central Europe and its impact on biotic assemblages: Insights from monitoring and paleoecological data. *Science of The Total Environment*. 2024. Vol. 912. 169408. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169408>.
12. 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.
13. Carthew K. D., Taylor M., Drysdale R. Are current models of tufa sedimentary environments applicable to tropical systems? A case study from the Gregory River. *Sedimentary Geology*. 2003. Vol. 162. P. 199–218. [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(03\)00151-9](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(03)00151-9).
14. Croft D. A., Su D. F., Simpson S. W. Introduction to Paleoecological Reconstruction. Methods in Paleoecology. *Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology*. Springer. 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94265-0_1.
15. Glöer P. The Freshwater Gastropods of the West-Palaeoarctis. Hetlingen, 2019. 345 p.
16. Hodgetts N., Söderström L., Blockeel T. et al. An annotated checklist of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus. *Journal of Bryology*. 2020. Vol. 42 (1). P. 1–116. <https://doi.org/10.1080/03736687.2019.1694329>.
17. Hugonnot V. Approche morphologique, phytocénotique et fonctionnelle des bryolithes de la basse vallée de l'Isère (de Saint-Marcellin à Romans), France. *Revue d'Ecologie*. 2017. Vol. 72 (2). P. 116–133. <https://doi.org/10.3406/revec.2017.1879>.
18. Łomnicki A. M. Geologia Lwowa i okolicy. Atlas geologiczny Galicyi. Zeszyt 10. Czesc 1. Kraków : Wydawnictwo Fizjograficzne Akademii UM, 1897. 208 s.
19. Megerle H. Calcerous Tufa as Invaluable Geotopes Endangered by (Over-)Tourism: A Case Study in the UNESCO Global Geopark Swabian Alb, Germany. *Geosciences*. 2021. Vol. 11. 198. DOI: <https://doi.org/10.3390/geosciences11050198>.
20. NATURA 2000. URL: <https://natura2000.eea.europa.eu>.

21. Pedley H. M. Classification and environmental models of cool freshwater tufas. *Sedimentary Geology*. 1990. Vol. 68. P. 143–154.
22. Pentecost A. Travertine. Berlin : Springer, 2005. 445 p.
23. Perri E., Manzo E., Tucker M. Multi-scale study of the role of the biofilm in the formation of minerals and fabrics in calcareous tufa. *Sedimentary Geology*. 2012. Vol. 263–264. P. 16–29. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2011.10.003>.
24. Plants of the World Online. POWO. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew, 2023. URL: <http://www.plantsoftheworldonline.org>.
25. Welter-Schultes F. European non-marine molluscs, a guide for species identification. Göttingen : Planet Poster Editions, 2012. 679 p.

REFERENCES

1. Bornyak, U., Ragulina, M., & Orlov, O. (2024). Fen calcareous tufa of the Zubra River basin (Lviv region). *Problemy heolohiyi Ukrainy*. L'viv, 141–144 [in Ukrainian].
2. Hural'-Sverlova N., & Hural' R. (2012). Guide of terrestrial mollusks of Ukraine. L'viv, 216 p. [in Ukrainian].
3. Didukh, Y. A., Chorney, I., Budzhak, V., et al. (2018). Rare tufa forming habitat in the Dnister River basin. *Ukrayins'kyi botanichnyy zhurnal*, 75.2, 149–159. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj75.02.149> [in Ukrainian].
4. National Catalogue of Biotopes of Ukraine (2018) / A. Kuzemko, Ya. Didukha, V. Onyshchenka, Ya. Sheffera : FOP Klymenko Yu. Ya., 442 p. [in Ukrainian].
5. Natural resources of Lviv region (2009) / B. Matolych, I. Koval'chuk, Ye. Ivanov et al. L'viv : PP Lukashchuk V. S., 120 p. [in Ukrainian].
6. Ragulina, M., Orlov, O., Bornyak, U., et al. (2023). Habitat of carbonate iron petrifying springs of Mizhhirska Verkhovyna (Ukrainian Carpathians). *Navkolyshnye seredovyshche dlya maybutn'oho cherez naukovu osvitu*. Uzhhorod : PP "AUTDOR-SHARK", 125–128 [in Ukrainian].
7. Interpretative Guide to the Habitats of Resolution № 4 of the Bern Convention that are Threatened and in Need of Special Conservation Measures. First version of an adapted unofficial translation from English (third draft of the official version 2015) (2017) / A. Kuzemko, S. Sadohurs'ka, O. Vasylyuk. Kyiv, 124 p. [in Ukrainian].
8. Alexndrowicz, W. P. (1997). Malakofauna osadów czwartorz dowych i zmiany rodowiska naturalnego Podhala w młodszym vistulianie i holoceniu. Krakow : Folia Quaternaria. 272 p. [in Polish].
9. Alexandrowicz, W. (2004). Protection of calcareous tufa sites in southern Poland. *Polish Geological Institute Special Papers*, 13, 119–124 [in Polish].
10. Alexandrowicz, W., & Alexandrowicz, S. (2011). Analiza malakologiczna – metody badań i interpretacji (Malacological analysis – methods of research and interpretation). *Rozprawy Wydziału Przyrodniczego PAU*, 3, 5–302 [in Polish].
11. Apolinska, K., Kielczewsk, R., Pleskot, K., et al. (2024). The decline of tufa deposition in an alkaline fen ecosystem in East-Central Europe and its impact on biotic assemblages: Insights from monitoring and paleoecological data. *Science of The Total Environment*, 912, 169408. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169408> [in English].

12. Bensettiti, F., Gaudillat, V., & Haury, J. (2002). Cahiers d'habitats. Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Paris : La Documentation française, 457 p. [in French].
13. Carthew, K. D., Taylor, M., & Drysdale, R. (2003). Are current models of tufa sedimentary environments applicable to tropical systems? A case study from the Gregory River. *Sedimentary Geology*, 162, 199–218. [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(03\)00151-9](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(03)00151-9) [in English].
14. Croft, D. A., Su, D. F., & Simpson, S. W. (2018). Introduction to Paleocological Reconstruction. Methods in Paleocology. *Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94265-0_1 [in English].
15. Glöer, P. (2019). The Freshwater Gastropods of the West-Palaearctis. Hetlingen, 345 p.
16. Hodgetts, N., Söderström, L., Blockeel, T. et al. (2020). An annotated checklist of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus. *Journal of Bryology*, 42(1), 1–116. <https://doi.org/10.1080/03736687.2019.1694329> [in English].
17. 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), 116–133. DOI: <https://doi.org/10.3406/rev.2017.1879> [in French].
18. Łomnicki, A. M. (1897). Geologia Lwowa i okolicy. Atlas geologiczny Galicyi. Kraków : Wydawnictwo Fizjograficzne Akademii UM, 208 p. [in Polish].
19. Megerle, H. (2021). Calcerous Tufa as Invaluable Geotopes Endangered by (Over-)Tourism: A Case Study in the UNESCO Global Geopark Swabian Alb. *Germany. Geosciences*, 11, 198. DOI: <https://doi.org/10.3390/geosciences11050198> [in English].
20. NATURA 2000. URL: <https://natura2000.eea.europa.eu> [in English].
21. Pedley, H. M. (1990). Classification and environmental models of cool freshwater tufas. *Sedimentary Geology*, 68, 143–154. [in English].
22. Pentecost, A. (2005). Travertine. Berlin : Springer, 445 p. [in English].
23. 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, 16–29. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2011.10.003> [in English].
24. Plants of the World Online (2023). POWO. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. URL: <http://www.plantsoftheworldonline.org>. [in English].
25. Welter-Schultes, F. (2012). European non-marine molluscs, a guide for species identification. Göttingen : Planet Poster Editions, 679 p. [in English].

Стаття: надійшла до редакції 03.05.2025
доопрацьована 28.05.2025
прийнята до друку 26.08.2025

TRAVERTINES OF THE ZUBRA RIVER BASIN: GENESIS, MODERN CONDITION AND PROTECTION PERSPECTIVES

**Marina Ragulina^{1,4}, Ulyana Bornyak², Roman Dmytruk³,
Oleg Orlov⁴, Yuriy Drach¹**

¹Ivan Franko National University of Lviv,
1, Saksaganskoho Str., Lviv, Ukraine, 79005
e-mail: funaria@ukr.net, yuradrach91@gmail.com

²Ivan Franko National University of Lviv,
4, M. Hrushevskoho Str., Lviv, Ukraine, 79005
e-mail: ulyana.bornyak@lnu.edu.ua

³Ivan Franko National University of Lviv,
41, P. Doroshenko Str., Lviv, Ukraine, 79007
e-mail: roman.dmytruk@lnu.edu.ua

⁴State Natural History Museum of the NAS of Ukraine,
18, Teatralna Str., Lviv, Ukraine, 79008
e-mail: orlov0632306454@gmail.com

The aim of the work was a comprehensive study of travertine deposits in the Zubra River basin and their associated biotopes. Such research was conducted for the first time. In total, more than 10 streams were examined – from the beginnings of the Zubra in the city of Lviv to its the Dniester estuary between the village Ustia and Rozvadiv. It was found that the distribution of tufas is sporadic. They were recorded only in 8 locations: Zubravillage, Krotoshyn village of Lviv district and Brodky village and Poliana village of Stryi District, Lviv Region. One of which has been completely lost due to human practical activity, 4 are inactive, 3 are active and are at the initial stage of their development. It was established that the studied deposits are differentiated by genesis and structural and textural features. Initial, river (fluvial) and fen (paludal) forms of tufa model formation mainly represent them. According to lithofacies architecture, the first model is represented by weakly structured microbioliths, the second by nervoid and phylloid macrodetrital phytoliths, as well as thalloid bryolites, while the third by phytoherms and microdetrital phytoliths. Diagnostics of the modernstate of the studied tufas showed that all of them have been significantly transformed by human activity. Half of them are completely inactivated and excluded from the processes of tufa accumulation, and the other is active, but is at the initial stage of its development due to significant long-term anthropogenic pressure (capturing, arrangement of concrete tanks, clearing of riverbeds, etc.). The most valuable in the context of nature conservation is the two areas. The first one, with paludal tufas on the site of an ancient carbonate swamp, which needs the status of a geological natural monument of local importance “Kamyanye Bagno”. The peculiarity of these tufa formations is the presence of numerous iron inclusions in them, which we interpret as bog iron ores. Here, two main lithofacies can be distinguished: phytohermal (carcass) and detrital. The second one, with an active travertine bryolithes cascade, is located in a wooded ravine and is a perspective landscape reserve of local importance “Polyanska Debra”.

Keywords: calcareous tufa, tufa formation models, biota, lithofacies.