



Розділ 1. Печери як середовище існування біоти

Розглянуто особливості географічного розташування печерних регіонів та головні особливості умов існування біоти у підземних порожнинах. Проаналізовано ступінь розвитку спелеобіологічних досліджень в Україні, тенденції використання печер для туризму, рекреації, дослідження та охорони їх як природних комплексів та як місць концентрації унікальної біоти.

Chapter 1. Caves as environment for biota existence

The features of a geographical arrangement of cave regions and main conditions of existence of a biota in underground caves are considered. The degree of development of speleobiological researches in Ukraine, tendency of use of caves for tourism, recreation, research and protection as natural complexes as well as habitats of a unique biota is analysed.

1.1. Бернська конвенція та підземні середовища існування

Bern Convention and underground habitats. Volodymyr Domashlinets. — The role of the Bern Convention in the conservation of underground habitats and endangered species in Europe are considered. The measures proposed by the Standing Committee of the Bern Convention to protect underground habitats are elucidated.

Одним з ключових положень Конвенції про охорону дикої фауни і флори і природних середовищ існування в Європі (Бернської конвенції), зокрема Статті 4, є те, що кожна з Договірних сторін вживає відповідних і необхідних законодавчих та адміністративних заходів для забезпечення існування видів дикої флори і фауни, особливо тих, які вказані в додатках I і II, а також середовищ існування, що перебувають під загрозою зникнення.

З цього випливає, що ідентифікація найбільш вразливих середовищ існування є пріоритетним завданням природоохоронної роботи на національному рівні. Печерні середовища існування та комплекс видів дикої фауни і флори, що там мешкає, є унікальними осередками своєрідного, часто ендемічного, біорізноманіття і тому потребують першочергової уваги.

Постійний комітет Бернської конвенції, проаналізувавши стан та потреби охорони печерних комплексів, прийняв спеціальну *Рекомендацію № 36* (1992) щодо збереження підземних середовищ існування. Комітет відмітив, що підземні середовища існування багаті на ендемічні види й часто містять види фауни і флори, важливі для Європи в цілому. Разом з тим, надто часто підземні середовища існування, особливо доступні печери, перебувають у стані занепаду, а деякі з них досягли біологічно критичного стану.

Постійний комітет надав Договірним Сторонам перелік заходів, які рекомендовано вжити на національному рівні. Основними з них є:

1. Провести інвентаризацію підземних середовищ існування великої біологічної значимості, використовуючи розроблені критерії, які містяться у Додатку I вищезгаданій Рекомендації. Інвентаризації, зокрема, підлягають: (А) типи підземних середовищ існування (включаючи печери, неглибокі підземні середовища існування, щілинні водотоки, алювіальні шари, гідротермальні ділянки, лавові тунелі тощо); (Б) середовища існування біотичних співтовариств, які мають представників різних біогеографічних регіонів Європи, кліматичних зон та різних висот; (В) середовища існування, що містять ключові види великої історичної цінності та зоологічного інтересу, важливі

для вивчення еволюційної та палео-екологічної історії; (Г) середовища існування та види, які перебувають під загрозою зникнення.

2. Скласти перелік підземних середовищ існування, що вже охороняються;
3. Визначити підземні безхребетні види, які потребують спеціальних заходів зі збереження, та скласти перелік таких видів;
4. Скласти для кожної країни перелік територій, які перебувають під найбільшою загрозою, з точки зору їх значення для видів троглодитів, які охороняються згідно з Додатком II Конвенції, особливо кажанів (місця зимівлі та вирощування потомства в печерах, шахтах та кар'єрах); до переліку включати території постійного виведення та вирощування потомства, вибрані з огляду на розмір колонії, різноманіття видів та їх важливості для печерної екомережі, яка використовується під час міграції, включаючи транскордонні переміщення;
5. Забезпечити охоронний статус вибраним біотопам, які мають у своєму складі підземні середовища існування, та проводити догляд за ними.
6. Скласти перелік заповідних підземних територій європейського значення та запропонувати включити їх у Європейську мережу біогеоетичних заповідників.

Затверджені Постійним комітетом критерії вибору підземних середовищ існування, важливих з точки зору спадщини, розроблені на підставі пропозицій учасників Конференції з біоспелеології у Льєжі у 1992 р. Вони такі:

- наявність видів, адаптованих до підземного життя,
- наявність зникаючих видів, наявність вразливих видів;
- наявність ендемічних видів, наявність рідкісних видів;
- наявність кажанів, відносно багате біорізноманіття;
- оригінальність середовища існування, наукова цінність,
- вразливість угруповань.

Постійний комітет також підготував пропозиції щодо процедури охорони та управління підземними середовищами існування (наведені у Додатку II до Рекомендації № 36 (1992)). Так, у потенційно вразливих зонах узгоджені гідрогеологічні та біоспелеологічні дослідження мають бути спрямовані на потенційно вразливі ділянки в зоні водозбору підземних мереж та їх виходів (струмків). У випадку системи, яка складається з території водозбору, що включає карст і його печери та некарстові зони з матеріалів, які не пропускають воду у верхній частині (кристалічні породи, вапняні породи, тощо), треба звертати увагу на необхідність охорони території у верхній частині; зокрема, слід намагатися обмежити забруднення.

Природоохоронні заходи мають визначитися з урахуванням того, що:

- *підземні популяції обмежуються не тільки печерами, але й розповсюджуються на всю територію живої чи скам'янілої гідрогеологічної мережі;*
- *живлення підземної екосистеми надходить внаслідок діяльності наземних рослин і тварин.*

Отже, природоохоронного нагляду потребують сама печера, периферійна зона та в більшій чи меншій мірі верхня частина водотоку, відповідно до топографії підземної системи, розподілу фауни та типів біоценозу, наземних чи водних. У поверхневій зоні має контролюватися можливий вплив сільськогосподарської чи лісгосподарської діяльності та забруднення. Для середовищ існування великого спадкового значення в Європі треба шукати найефективніших природоохоронних заходів.

Природоохоронна діяльність має будуватись з урахуванням типу підземних середовищ існування. Охорона карстових печер та підземних мереж пов'язана з певними труднощами, зумовленими їх великою довжиною і складною будовою. Забруднення може надходити з далеких верхів'їв водотоку, і для визначення місця наявності забруднення, може виникнути потреба у гідрологічному відстеженні та вивченні. Під час створення національних парків та заповідників у середній та південній Європі слід бути дуже уважними до підземних середовищ існування, які можуть бути багатим джерелом ботанічних та орнітологічних даних.

Охорона неглибоких підземних середовищ існування має базуватися на гарному знанні територій розповсюдження видів, які потребують заходів збереження. Взагалі, охорона неглибоких підземних середовищ існування обабіч долин належить до заходів боротьби на схилах з ерозією, пов'язаною із зникненням лісів. Вона включає в себе лісгосподарські заходи, спрямовані на природне відновлення без інтенсивного насадження хвойних видів.

Охорона цілинних середовищ існування є складовою загальної природоохоронної діяльності з захисту підземних водних ресурсів від:

- дифузного хімічного забруднення;
- органічного забруднення;
- випадкового забруднення всіх типів;
- ущільнення землі, пов'язаного з водними проектами або греблями, які змінюють підземні водні потоки, та з керованими потоками, які надто слабкі й потребують додаткового нагнітання під час низького рівня води;
- видобування заповнювачів, яке руйнує середовища існування та змінює водні потоки.

Це, в основному, стосується Південної Європи, оскільки вона багата на вузьколокальні ендемічні види. Одним із шляхів вирішення цих питань може бути посилення заходів збереження цього типу середовищ існування за допомогою законів про охорону внутрішніх джерел води. Слід здійснювати контроль водних проектів та господарської діяльності в печерах.

Перед плануванням будь-якої діяльності, що зачіпає підземні середовища, потрібно вивчити її наслідки. Доцільно провести картування фауни, зроб-

лене, по можливості, біоспелеологами, експертами з наземної фауни (включаючи кажанів) та експертами з водної фауни, з метою визначення вразливих територій, які мають найбільше природоохоронне значення.

Наприклад, деякі види *Aphaenops* (Coleoptera) локалізуються, в основному, на певних включеннях зволжених стін; дуже малі ендемічні ракоподібні можуть жити в нечисленних печерних калюжах, сформованих з води, яка просочується зі сталактитів чи стінних включень. Ця процедура має проводитися систематично у першочерговому порядку в тих частинах Європи, де має місце найбільший ендемізм спелеофауни.

Потрібні періодичні кампанії з прибирання печер, які можуть проводитися спелеологами з метою повернення їх ділянок до первісного стану та для усунення забруднення токсичними відходами, залишеними в печерах. Разом з тим, слід брати до уваги, що тотальне прибирання, яке полягає у видаленні біодегратованих органічних залишків, шкодить виживанню підземних популяцій. Треба поширювати інформацію про те, що більшість численних підземних видів живляться детритом, включаючи органічні рештки рослин та тварин, занесені підземними водотоками, гравітацією чи людиною.

Гілки, дошки, різноманітні шматки дерева та листя, залишені у вологих місцях, гниють роками й створюють поживне середовище для Collembola, Camptodea та Diploroda та підтримують комахоїдну фауну в середовищі існування цих сапрофагів. Це стосується і шматків дерева, залишених у підземних озерах та озерах (так, в озері печери Лестелас (*Lestelas*) в Піренеях, у добре відомій ділянці під назвою Стеназеллюс (“*Stenasellus*”), на глинистому дні лежать старі гниючі гілки). Отже, чистка печери має бути вибірковою, і рослинні рештки, які можуть гнити, треба залишати у вологих місцях та спокійних ділянках, де збирається вода, створюючи компроміс між виглядом печери та збереженням підземних популяцій.

Серед інших пропозицій Постійний комітет рекомендував запобігати локалізованому скиду, контролювати доступ до підземних середовищ існування, попереджувати дифузне забруднення пестицидами та органікою, вживати заходів щодо недопущення інтродукції немісцевих видів.

Вищенаведений огляд матеріалів щодо підходів Постійного комітету Бернської конвенції до збереження видів флори та фауни та їх середовищ існування у підземних комплексах має належними чином враховуватися при плануванні та реалізації відповідних заходів щодо збереження печер на національному та регіональному рівнях.

Володимир Домашлінець



1.2. Печери як середовище існування

Caves as habitats. — Tomasz Postawa, Yaroslav Petrushenko. — It is specified conception of underground habitat for this book. It is considered a diversity of types of undergrounds both natural and artificial, main microclimatic factors, like air streams, temperature, humidity and their correlation.

Вступ

Серед великої кількості наземних біотопів досить чітко виділяються підземелля. Завдяки цілому ряду факторів, серед яких на першому місці стоять специфічні закономірності формування мікроклімату, особливості освітлення (точніше, майже повна його відсутність), особливий характер зв'язків з іншими наземними екосистемами та ін., підземелля створюють унікальне середовище для існування фауни. Серед представників печерної фауни можуть зустрічатися як тварини, що здатні жити у різних біотопах і не потребують певних специфічних умов, характерних саме для підземних порожнин, так і представники досить відокремленої групи організмів — троглобіонти, не здатні існувати в іншому середовищі [3].

Організми-троглобіонти, які з точки зору охорони біорізноманіття є найбільш цінним елементом спелеофауни, повністю залежать від специфічних умов і є надзвичайно чутливими до найменших їх змін. Тому в заповідній справі підземелля — в усьому їх різноманітті — повинні розглядатися не лише як унікальні елементи ландшафту [4], а й як унікальне середовище існування троглобіонтів, де поруч із геологічною складовою охороні підлягає весь комплекс біотичних і абіотичних компонентів цього середовища.

Різноманіття типів підземних порожнин

Якщо ми кажемо про підземні порожнини, ми повинні пам'ятати про широкий спектр різноманітних утворень, що відрізняються за походженням, розмірами, морфологією та іншими показниками. Навіть коли ми відкинемо водне середовище (де можна виділити підводні печери, ґрунтові та підземні води, інтерстиційні води і т. ін.), залишиться велика кількість типів підземних порожнин, починаючи від мікропорожнин, тобто капілярів між ґрунтовими частками, термітників, нір гризунів, тріщин у скелях до багатокілометрових карстових печер-лабіринтів та штучних шахт [3]. Кожен з цих типів підземель може виступати як середовище існування фауни.

У зв'язку з цим треба зауважити, що згаданим мікропорожнинам не властиві специфічні мікрокліматичні умови, характерні для існування троглобіотної фауни, по-друге, такі порожнини недоступні для макрофауни, і, по-третє, дослідження фауни мікропорожнин людиною викликає деякі труднощі.

Саме тому в цьому виданні ми обмежимо обсяг розглядуваних підземних порожнин перефразованим визначенням В. Дублянського [2]: *підземелля* — це тип підземних порожнин, що доступний для дослідження спелеобіологічними (біоспелеологічними) методами за безпосередньої участі людини. За походженням підземні порожнини можна поділити на природні та штучні.

1. Природні підземелля

Карстові підземелля характеризуються найбільшим різноманіттям серед усіх типів місцезнаходжень печерної фауни. До *карстових процесів* відносяться процеси хімічного і частково механічного впливу поверхневих та підземних вод на розчинні проникні гірські породи (вапняки, доломіти, гіпси, ангідриди, кам'яну та калійну солі) [2]. В результаті цих процесів виникають різноманітні поверхневі та підземні форми рельєфу. Серед *поверхневих форм* карстового рельєфу виділяють кари, ринви, рови, лійки та ін., а також перехідні до підземних форми: навіси та гроти [1]. Ці та інші поверхневі форми рельєфу в нашому виданні не розглядаються.

Існує багато класифікацій *підземних форм* карстового рельєфу (або *карстових печер* у широкому розумінні), що базуються на генетичних та морфологічних особливостях порожнин. За своєю морфометрією карстові порожнини поділяються на колодязі (глибина до 20 м і перевищує довжину та ширину), шахти (глибина більше 20 м), горизонтальні та нахилені печери (довжина перевищує ширину та висоту) [1, 2]. За спелеогенезом виділяють 3 генетичні класи: корозійно-гравітаційний, нівально-корозійний та корозійно-ерозійний (3 морфогенетичних типи: печери та шахти-понори, розкриті печери та печери-джерела. До корозійно-ерозійного класу відноситься більшість карстових порожнин України [2].

Серед інших природних підземель можна виділити так звані *псевдокарстові печери* (лесова печера Геліограф, Страдецька печера у тортонських пісковиках), походження яких зумовлене механічною дією води [1], а також *тектонічні печери* (печери г. Ключ), що являють собою різноманітні вертикальні або горизонтальні тріщини та щілини у скелях.

2. Штучні підземелля

Це різноманітні порожнини антропогенного походження, що були створені в різні часи з різною метою. Серед них можна виділити *гірничі виробки* (штольні, каменоломні, шахти тощо), *фортифікаційні* (підземні ходи, каземати, бункери, доти), *культові (сакральні)* (підземні церкви та монастирі, ка-

такомби), *технічні* (дренажно-штольні системи та ін.), комунікаційні (тунелі, метрополітен, підземні ходи та ін.) та *побутові підземелля* (печерні міста, льохи).

Мікроклімат

Печери мають ряд параметрів мікроклімату, які значно відрізняються від зовнішніх умов. Найважливі з них — постійна температура і вологість.

Температура у печері в значній мірі залежить від середньорічної температури на поверхні; середньорічна температура залежить від клімату даного регіону: печери Карпат мають більш низьку температуру, ніж печери Криму. На температуру впливає також вертикальне положення — температура печер Гірського Криму нижча, ніж підземель Керченського півострова. Першим вивчив цю залежність К. Ковальський [7] (рис. 1).

Термічні типи печер. Для печер найчастіше застосовується розділення на об'єкти статичного та динамічного мікроклімату.

– статичні теплі, температура яких відповідає середньорічній температурі району (рис. 2, А);

– статичні теплі, в яких відбувається накопичення холодного повітря у зимовий період — температура у печері зберігається нижче середньорічної для району (рис. 2, В);

– динамічні, температура яких залежить від зовнішньої температури (рис. 2, С).

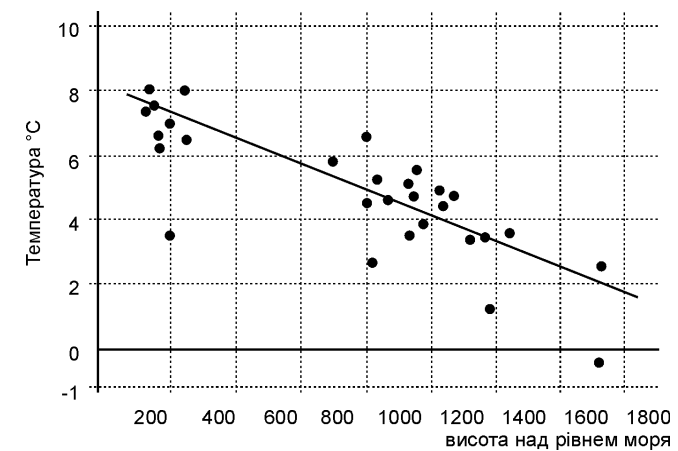


Рис. 1. Залежність середньорічної температури печер від висоти входу над рівнем моря — для регіону південної Польщі [10].

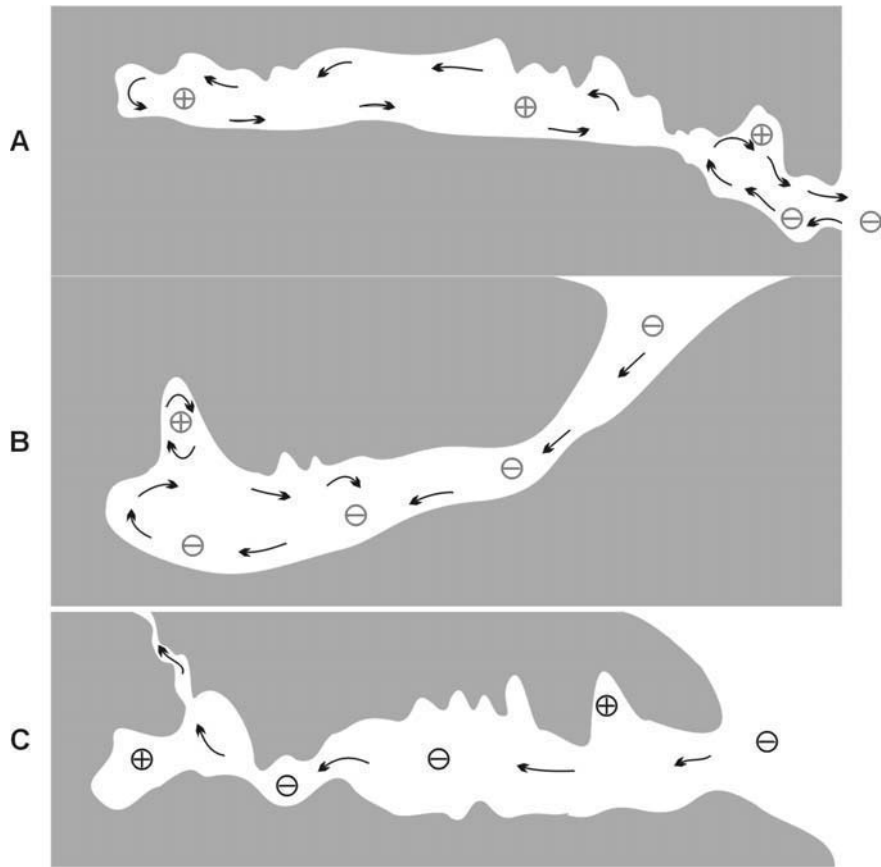


Рис. 2. Термічні типи печер.

Такого поділу печер часто виявляється недостатньо по відношенню до кількості входів, простягання та розташування печерних галерей. Для більш точнішого зазначення характеру мікроклімату прийнятий інший поділ на мікрокліматичні зони всередині самої печери.

В кожній печері можна виділити 3 зони:

а) динамічна — відбуваються добові та річні коливання температури в межах $5-10^{\circ}\text{C}$ (а може бути й більше). Ця частина охоплює безпосередньо район входу. Чим більший вхід, тим далі сягає ця зона, теж саме при наявності двох або більше входів — на відстані між ними (рис. 3, А);

б) перехідна — відбуваються поступове зниження добових коливань температури у міру віддалення від входу, річні амплітуди температури в межах $1-5^{\circ}\text{C}$ (рис. 3, В);

в) статична — спостерігаються тільки річні коливання в межах $1-1,5^{\circ}\text{C}$ (рис. 3, С).

Повітря і температура. Мікрокліматичні умови печер залежать від багатьох факторів. Розподіл температур та дальність окремих зон напряму пов'язані з розмірами входу чи входів, а також із їх кількістю та розташуванням. Усе це впливає на ступінь обміну повітря із зовнішнім середовищем і способом його руху в печері. У печерах з великими входами динамічна зона, в якій температура в зимовий період нижча 0°C , набагато більша, ніж у печерах із невеликими входами [10]. Якщо входи розташовані у різних кінцях печери, взимку може відбутися повне “замороження” об'єкту без зв'язку з довжиною печери. Велику роль відіграє вертикальна амплітуда печери а також довжина та форма ходів. Чим більша складність системи, тим більш стабільні мікрокліматичні умови печери.

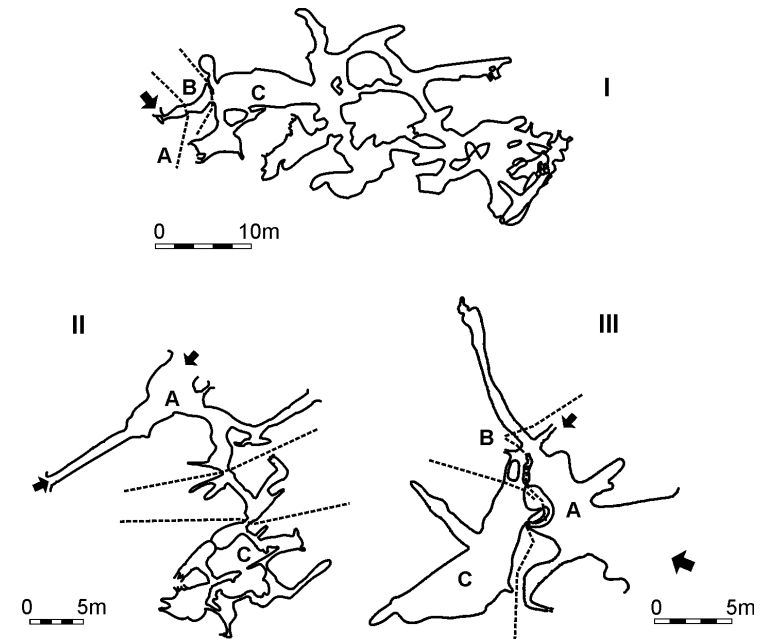


Рис. 3. Розташування окремих мікрокліматичних зон: А — динамічна зона, В — перехідна зона, С — статична зона. Схеми на прикладі трьох польських печер: I — Кришталева (Kryształowa), II — Тжебньовська (Trzebniewska), III — На Томашовках Нижня (Na Tomaszówkach Dolna) (за [11]).

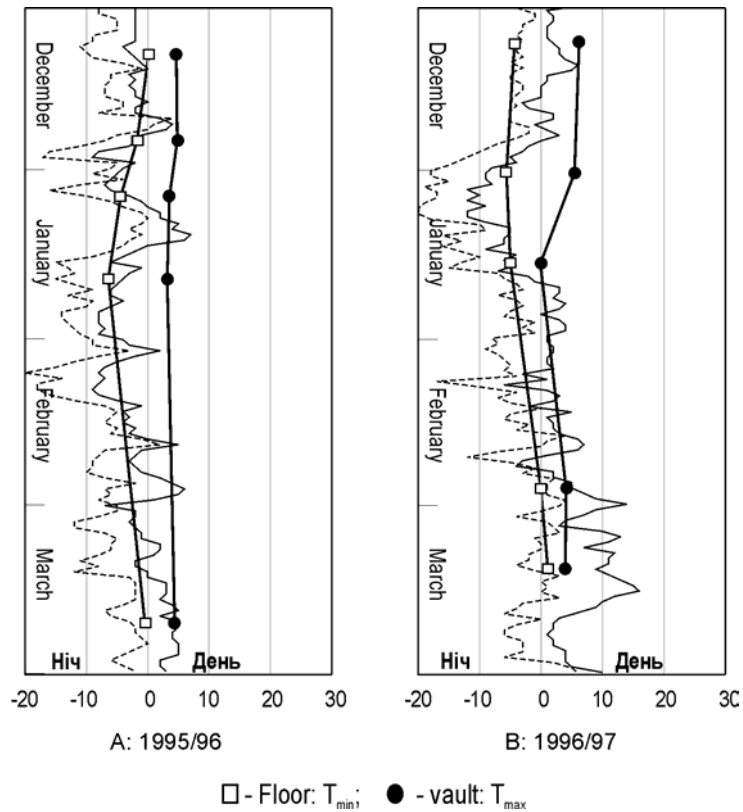


Рис. 4. Вплив зовнішньої температури повітря і тривалості холодного періоду на мікроклімат печери (за [9]).

Зміни зовнішніх умов також впливають на зміни всередині печер. Стрімке, але короткочасне зниження температури не викликає тривалих змін всередині печер (рис. 4–А), проте їх викликають довгі періоди низької температури (рис. 4–В).

Протягом зими в напрямку від входу до глибинної частини печери температура зростає, влітку — зменшується. Навесні та восени спостерігається вирівнювання температури по всій довжині ходів. Також велике значення має наявність води у підземеллях — її фізичні особливості впливають на баланс тепла в печерах [8].

Окрім горизонтального градієнту температури існують також вертикальні відмінності температур: тепле повітря утримується під стелею, холодне

надходить від входу понад “підлогою”. Такий розподіл тепла є результатом відмінностей у щільності теплого та холодного повітря, що і викликає рух повітряних мас у печерах навіть з одним входом.

Вологість. Не менш важливим мікрокліматичним фактором підземних порожнин є вологість повітря. Режими вологості формуються за рахунок надходження вологи з поверхні, охолодження повітря, що надходить у печеру ззовні, зволоження його при контакті з підземними водотоками та інфільтраційними водами та ін. Так само, як і у випадку з температурою, по цьому параметру можна виділити три зони: динамічну (коливання відносної вологості від 40 до 100%), перехідну і статичну (вологість майже постійна і досягає 96–100%) [2, 5, 6].

Між температурою і вологістю повітря в підземеллях існує чіткий зв'язок: з підвищенням температури, як правило підвищується й абсолютна вологість повітря і навпаки. Виняток становлять печери-джерела та обводнені штольні з постійними водотоками, де завжди спостерігається аномально висока вологість для даної температури, за рахунок додаткового зволоження повітря підземними водами (печери Червона, Холодна, Озерна) [2].

Джерела інформації: [1] — Гвоздецкий, 1981; [2] — Дублянський, Ломаев; [3] — Кнесс, 2001; [4] — Природно-заповідний фонд..., 1999; [5] — Татаринов, 1965b; [6] — Татаринов, 1966a; [7] — Kowalski, 1955; [8] — Kwiatkowski, Piasecki, 1989; [9] — Postawa, 2000; [10] — Postawa, 2001; [11] — Szelerewicz, Gorny, 1986.

Томаш Постава та Ярослав Петрушенко



1.3. Наукові дослідження у печерах

Scientific investigations in caves. — Marina Shkvyrya. — There were many investigations in different spheres of science made by scientists and cavers during long period of time. The beginning of systematical scientific work belongs to beginning of XIX century. We can note such major spheres of investigations as archaeology, paleozoology, biospeleology, experimental medicine, researching of microclimate and many other.

Дослідження печер України велись у різний час за багатьма напрямками спеціалістами з певних наукових галузей та спелеологами. Початок систематичної наукової роботи з вивчення печер в Україні можна віднести на початок XIX ст. Серед авторів загальних наукових оглядів необхідно відмітити В. Дублянського, А. Ломаєва [5], Б. Іванова і В. Дублянського [7] та ін.

Мікроклімат. Існує значна кількість праць з вивчення мікрокліматичних особливостей карстових порожнин, зокрема дані з газового складу [10], температурного режиму [5], атмосферного тиску [8], режиму вологи [15].

Археологія. Археологічні дослідження печер в Україні активно розвиваються з кінця XIX сторіччя. Перші археологічні дослідження карстових порожнин проводив А. Кіркор на Поділлі та Г. Осовський у Криму [5]. Цікавими археологічними об'єктами є кримська печера Кізіл-Коба, де розкопки виявили два культурних шари, печера Вертеба на Поділлі, що дала важливі дані з культури неоліту [12] та ін.

Палеозоологія. Завдяки мікрокліматичним особливостям у карстових порожнинах створюються умови для накопичення та фосилізації тваринних залишків. Серед палеозоологічних досліджень слід відмітити праці К. Татарінова [14], що вивчав викопну фауну західної частини України, І. Громова [4], який склав палеофауністичну характеристику Криму, М. Щербака [16], що досліджував викопну фауну плазунів та земноводних Криму та інших.

Так, у печері Кармалюка (Хмельниччина) знайдено 1404 кісткових фрагменти, що належали різним представникам хребетних: ссавці були представлені 36 формами (роди і види), птахи — 31 формою, земноводні — 5 формами [14]. Загалом із 33 печерних місцезнаходжень України описано понад 190 форм наземних хребетних і, зокрема, 120 видів птахів [12]. Більшість знахідок датується пізнім пліоценом [5].

Біоспелеологія. Дослідження печерних біоценозів є важливою галуззю біології, що тісно пов'язана з іншими науковими сферами. Дані з систематики, морфології, розповсюдження, вертикальної зональності розподілення троглобіонтів [9] дають можливість для філогенетичних та палеогеографічних побудов, з'ясування ймовірності об'єднання окремих карстових порожнин у печерні системи, визначення віку печер та палеокліматичних умов їх формування. Біоспелеологічні дослідження також мають велике значення у вирішенні проблем космічної біології та медицини. В Україні останнім часом активно розвивається хіроптерологія. Здійснюються систематичні дослідження з біології та екології рукокрилих [6].

Дослідженням окремих систематичних груп у різний час займався досить широке коло спеціалістів, зокрема К. Татарінов (викопна фауна хребетних) [14], Я. Бірштейн та С. Льовушкін [2, 10] (фауна хребетних і безхребетних), І. Гуневський (бактеріальна мікрофлора) та ін.

Спелеотерапія та експериментальна медицина. Окремим пунктом використання природних карстових порожнин є спелеотерапія. В Україні у лікувальних цілях переважно використовують штучні підземні порожнини (зокрема, соляні шахти). Проте розглядають і природні карстові порожнини як рекреаційні об'єкти. Було проведено дослідження з можливості використання у лікувальних цілях печери Кришталева на Поділлі [1]. Здійснювали дослідження впливу факторів печерного середовища на організм людини [3]. Також у 1978–1979 рр. в кримських печерах здійснювали медико-біологічні експерименти з довготривалого перебування групи людей під землею [5].

Джерела інформації. [1] — Апостолук, 1972; [2] — Бірштейн, 1961; [3] — Горбенко, 1986; [4] — Громов, 1961; [5] — Дублянський, Ломаєв, 1980; [6] — Загороднюк та ін., 2002; [7] — Іванов, Дублянський, 1971; [8] — Климчук, Яблокова, 1986; [9] — Кнесс, 2001; [10] — Комаров, 1972; [11] — Левушкін, 1962; [12] — Марисова, 1968, [13] — Рідуш, 2000а-в; [14] — Татарінов, 2000; [15] — Устинова, 1963; [16] — Щербак, 1966.

Марина Шквиря



1.4. Використання печер: спелеотуризм та спелеологія

Exploitation of caves: caving and speleology. — Marina Shkvyrya & Yaroslav Nedrya. — There are more than 1000 caves in Ukraine. The caves are valuable as historical and natural objects and objects of sporting and local lore tourism. And caves are habitats for many species of animals also. We have a rather big county of popular caves for excursions and caving and these caves need ecological monitoring and protecting measures.

На сьогоднішній день в Україні налічується більш ніж 1000 печер, і з кожним роком до цього списку додаються нові об'єкти. Карстові порожнини не тільки представляють собою цінність як природні та історичні пам'ятки, місцеселення багатьох видів тварин, але й нерідко набувають статусу об'єктів краєзнавчого та спортивного туризму.

Експурсійні печери. У першому випадку печери, що мають естетичне значення, належним чином обладнують, забезпечують освітлення та легка доступність для відвідувачів. Серед таких експурсійних печер найбільш відомими є Еміне-Баїр-Хосар, Мармурова і Кизил-Коба у Криму, Кришталева на Поділлі. Кількість експурсій за робочий день залежить від сезону. Так, у кримських печерах основний об'єм відвідувань випадає на літній період, у подільських високий рівень відвідувань тримається і в осінньо-зимовий час за рахунок відпочиваючих у будинках відпочинку та санаторіях.

Печерний комплекс Мармурова входить у Міжнародну асоціацію експурсійних печер (ISCA). Цей печерний комплекс обладнано за міжнародними стандартами, за рік кількість відвідувачів сягає 100 тисяч. Слід зазначити, що освітлення та присутність значної кількості людей негативно впливає на стан печерних утворень та популяцій спелеобіонтів. Так, у експурсійних ходах ці фактори призвели до підвищення середньої температури на 1–2°, з'явилася стороння органіка. Створення інших входів в печеру, проходів по печері також сильно порушує природний температурний режим.

У Мармуровій печері дослідження антропогенного впливу виявили підвищення температури та вологості у певних частинах печери, що пояснюється наявністю великої кількості людей у порівняно незначних об'ємах, встановленням дверей, що перешкоджають повітряному обігу та наявністю освітлювальних ламп [3]. У експурсійних печерах часом спостерігається тенденція до накопичення вуглекислого газу та підвищений вміст парів ртуті.

Для збереження природного режиму печери необхідно здійснювати певні профілактичні заходи. Пішохідні стежки повинні бути облаштовані бортиками та регулярно оброблятися дезінфікуючим розчином. Необхідний постійний контроль за станом доступу повітря через штучний вхід, що зазвичай облаштовують у експурсійній печері; визначення оптимального експурсійного навантаження; систематичні спостереження за впливом потужності освітлювальних приладів на нагрівання печерних утворень та стін.

Контроль за кількістю експурсантів є необхідним для запобігання накопичення вуглекислого газу. При роботі з приладами, що містять ртуть, обов'язковим є дотримання техніки безпеки, щоб не допустити техногенного забруднення печерного середовища парами ртуті. При розповсюдженні грибкової інфекції можливе вологе очищення міцеліального нальоту, обробка інфікованих ділянок дезінфікуючим розчином або бактерицидною кварцовою лампою. Рекомендовано також періодично штучно вентилувати печеру та змінювати розташування світильників.

Стихійний туризм. Окрім цього, існує так званий стихійний туризм. Місцеві жителі та приїжджі нерідко відвідують легкодоступні печери, іноді завдаючи при цьому значної шкоди як самій печері, так і печерній фауні. Під час спелеобіологічної експедиції 2002 р. у печері Атлантида було знайдено кілька вбитих кажанів. У печерах використовуються засоби освітлення, що призводять до задимлення та заповнення печери, накопичується велика кількість сміття. Печерний вандалізм теж має місце. Трапляються непоодинокі випадки скидання у печери трупів худоби. Відвідування печер є також окремою статтею місцевого бізнесу. Це можуть бути експурсії як у горизонтальні, так і у вертикальні печери, як, наприклад, у печерах Тисячоголова та Гугерджин, що у гірському Криму.

Спелеологія. Проте доступною для туристів зазвичай є незначна частина печерних районів, основний об'єм печери може бути доступним лише для спелеологів, що досліджують даний об'єкт. Предметом досліджень можуть бути геологічні, геохімічні, гідрогеологічні, мікрокліматичні особливості карстової порожнини, її походження та розвиток, стародавня та сучасна фауна тощо. Природно, що подібні дослідження цих природних об'єктів, часто важкодоступних, неможливі без спортивної спелеології. Адже проникнення у вертикальну чи обводнену частину печери потребує певної підготовки дослідників і належного обладнання [1].





В Україні з 1992 року існує Українська Спелеологічна Асоціація (УСА), що має представництва у багатьох містах України і світу. Кількість активних членів асоціації на 2002 рік становить близько 200 чоловік [5]. Регулярно проводяться з'їзди, навчальні семінари, організуються експедиції у карстові райони України та інших країн. Зазвичай у навчальному семінарі приймають участь близько 100 чоловік. При цьому найчастіше відвідуються окремі, так звані учбові печери. Це печери Солдатська та Ювілейна на плато Карабі, Азимутна та Хід Конем на плато Чатир-Даг та ін.

Певним недоліком спелеологічних досліджень є негативний вплив таких факторів, як присутність людей у печері, організація підземних базових таборів, механічне розширення ходів тощо, проте такий вплив спелеологи завжди намагаються зменшити до мінімуму.

Необхідно зазначити, що у належним чином організованих експедиціях забруднення та пошкодження печери зводиться до мінімуму, а також те, що саме спелеологи здійснюють очищення печер від сміття, що потрапляє в результаті діяльності людей, здійснюють профілактичні заходи для звільнення печер від так званої “печерної плісняви” — мікроскопічних грибів, водоростей та іншої органіки, привнесеної людиною. Нерідко спелеоклуб бере шефство над конкретною печерою, забезпечуючи в ній чистоту та перешкоджаючи проникненню сторонніх осіб. Ефективність такої системи підтверджує досвід Французької Спелеологічної Асоціації, котрій держава надала повноваження здійснювати контроль за відвідуванням печер.

Спелеологи також здійснюють фотозйомку та топографічну зйомку карстової порожнини, що полегшує проведення подальшої наукової роботи, проводять моніторинг печер [2]. Важливим є і той факт, що однією з функцій УСА є просвітницька діяльність щодо цінності та вразливості печер [4]. Багато членів УСА є авторами наукових публікацій.

Джерела інформації. [1] — Дублянський, 1973; [2] — Інформация... 2002; [3] — Подготовка..., 1990; [4] — Этический кодекс...1997; [5] — Яблокова, Климчук, 2001.

Марина Шквира, Ярослав Недра

1.5. Стратегія охорони підземель

“the end: В інете висит сайт по Ак-Монаю. 1 февраля в Озерку едет толпа народа (так и написано) из Харькова. Судя только по любительским отчетам, все наши кадастровые пещеры самым активнейшим образом посещаются. На Оптимистическую висит реклама спелеотуров. Почти на каждую крымскую — тоже. И так далее.” (з листа колеги 1.02.2003).

Вступ

Всі попередні розділи засвідчують незаперечний факт: печери надзвичайно вразливі. Саме тому в усьому світі печерам приділяють велику увагу, проте нерідко їх охороняють лише як геологічні пам'ятки природи [12], часто забуваючи, що печери — це живий організм, і вразливі не тільки вони, але і їхні мешканці. Найголовніша проблема — захист печер від несанкціонованих відвідувачів та антропогенного фактору загалом (органічне забруднення, порушення мікроклімату, турбування). Тому одна з першочергових задач — обладнання входів у печери захисними ґратами, які обмежують доступ людей і свійських тварин, але не впливають на мікроклімат печер, міграційну активність і життєздатність мешканців підземель (див. [2]). Проте, цим проблеми не вирішуються, оскільки нормальне життя троглобіонтів забезпечується нормальним станом суміжних наземних екосистем.

Печери як осередки біорізноманіття

Актуальність цієї теми пов'язана з критичним станом троглобіонтних угруповань і надзвичайно низьким рівнем охорони печерних комплексів, вразливістю їх біогічних угруповань і неможливістю їх відновлення ex-situ. Україна багата на печерні комплекси і угруповання [4], проте ніякої політики чи дієвої нормативно-правової бази дотепер не створено, як не знайдено шляхів подолання конфліктних ситуацій у царині використання ресурсів природних підземних порожнин у зв'язку з розвитком нетрадиційних форм терапії та екстремальних форм туризму [3, 8, 9]. Окрім того, надзвичайно важливим є те, що стан підземних біот цілком залежний від стану суміжних наземних екосистем і є одним із найбільш чутливих індикаторів загального стану довкілля. Врешті, печери розглядаються як “гарячі території” [5], в яких концентрація раритетної частини фауни в перерахунку на облікову площу суходолу на 1–2 порядки перевищує концентрацію раритетів у суміжних наземних таксономічно багатих угрупованнях.

Існуючі проблеми

1. Територія України включає кілька великих карстових районів, найвідомішими з яких є Закарпаття, Поділля та Гірський Крим. Природні (а так само і штучні) підземелля займають в Україні значну частину її території, і у межах нашої країни існує щонайменше 1000 природних порожнин різного типу: гротів, лабіринтів, шахт тощо [4]. Печери формувалися впродовж мільйонів років, їхня біота включає роди і види, які не мають аналогів у наземних фаунах або ж є типовими саме для печерних місцезнаходжень.

2. Лише близько 50–60 печерних місцезнаходжень мають охоронний статус, у тому числі половина з них — у складі існуючих ПЗФ без визначення спеціального статусу самих печер, а друга частина — виключно як геологічні пам'ятки природи [6]. За існуючою в Україні концепцією охорони біологічного різноманіття печери розглядаються лише як частина гірських комплексів, концепція розвитку національної екомережі також не включає печер. Жодна з печер не має статусу об'єкту ПЗФ вищого рівня охорони.

3. Печери є місцем оселення унікальної троглобіонтної і трогрофільної фауни, однією з особливостей якої є дуже низька щільність популяцій і надзвичайно тонка структура угруповань. Ці комплекси суттєво залежать від стану наземних угруповань, з одного боку, та від рівня рекреаційного тиску і біологічного забруднення, з іншого боку, що визначає їх надвисокий ступінь вразливості. Ризик втрати таксономічного різноманіття спелеобіоти є на кілька порядків вищим за ризик руйнування наземних угруповань. Жодний спелеобіонтний вид не має в Україні охоронного статусу (див. [14]), хоча рівень ендемізму у цій частині фауни є найвищим.

4. Печери стали об'єктом інтенсивного рекреаційного та туристичного навантаження, продовжується фактична приватизація ділянок суходолу, на яких розташовані печери, йде інтенсивне біологічне забруднення печерних ценозів та руйнація наземних комплексів, що живлять підземні порожнини як органікою, так і водою та повітрям. Формальне заповідання низки підземель у кращому випадку веде до припинення потоку відвідувачів, проте часто і до перекриття основних входів у печери та шляхів надходження органіки, що веде до порушення “фізіології” печер.

5. Існує конфлікт між органами охорони природи на місцях та спелеологічними товариствами: перші формально охороняють підземелля та ставлять перепони усім можливим відвідувачам і дослідникам, другі — шукають, досліджують і картують порожнини, ставлять на них ґрати, проте змушені тримати таку інформацію у секреті. Третя (сама тіньова) сторона конфлікту — бізнесмени, що організують спелеотури, спелеоекскурсії, спелеоресторації, спелеотерапії та інші форми комерційної діяльності, приводячи печерні комплекси до невідновлюваного стану.

Шляхи розв'язання проблем

Досвід роботи з цією проблемою в Україні та досвід інших країн (зокрема, Франції та Польщі) свідчать про три незаперечні факти, що повинні стати основою подальших дій:

1. Печери — унікальні природні системи, що вимагають першочергового заповідання. Україна багата на печери, і це багатство повинно бути щонайменше законсервоване в системі природно-заповідного фонду загальнодержавного значення та включене в Екомережу [8, 13]. Необхідна розробка систем захисту печер (насамперед, їхніх входів) від несанкціонованих відвідувань та антропогенного фактора.

2. Печери є надзвичайно вразливими природними системами, і відновлення печерних ценозів неможливе. Їхнє благополуччя залежить від рівня “внутрішнього” рекреаційного навантаження, стану суміжних наземних комплексів та рівня забруднення місцевості (біологічного, органічного, хімічного, вібраційно-шумового, врешті світлового).

3. Успіх в охороні печер можливий лише за умови співпраці МЕР з УСА та НАНУ (спелеобіологами, гідрологами, археологами), а також регіональними науковими центрами. Необхідна розробка державної програми, яка б враховувала інтереси природоохоронців, дослідників і спелеотуристів.

Необхідно відзначити високу активність самих спелеологів щодо проблем збереження підземель. Варто згадати і Етичний кодекс спелеолога [15], і перевірену світовою практикою ідею опікунства спелеоклубів над печерами [10]. Ця активність помітно контрастує з активністю державних управлінь Мінекології, які переважно полюють за координатами печер та спелеологами з метою отримання платежів за користування печерами.

Система першочергових заходів

Стратегія охорони підземель полягає у підвищенні охоронного статусу самих печер та їхньої біоти, заповіданні усього комплексу суміжних з печерами наземних екосистем, захисту входів у підземелля, розробки державної програми обліку, охорони і моніторингу підземель за активної участі УСА у цій програмі [8].

1. Створити кадастр ключових підземних порожнин, що є місцями мешкання унікальних спелеобіонтних фаун, в першу чергу великих порожнин, з яких описано трогломорфні види [1, 7]. Визнати необхідним надання охоронного статусу видам троглобіонтів і троглофілів, у тому числі — першочергово — видам з числа ендеміків України.

2. З метою розвитку Національної екомережі і включення в цю мережу спелеоб'єктів [13] провести першочергове (протягом 2–3-х років) збільшен-

ня числа підземних порожнин, що мають охоронний статус, до 100–150 одиниць, насамперед, за рахунок: а) порожнин з відомими зимовищами кажанів, б) порожнин, що є типовими місцезнаходженнями видів-троглобіонтів, та в) порожнин з довжиною ходів понад 50 м.

3. Визнати невідкладною необхідність підвищення охоронних категорій печер та печерних систем до рівня заповідних об'єктів загальнодержавного значення та визначення підземних порожнин як комплексних ПЗО, а не лише як геологічних пам'яток природи. Впровадити систему заходів щодо охорони входових частин печер від несанкціонованих відвідувань, беручи за основу наявні в Мінекоресурсів розробки УСА та УЦОК (проект 2001 року).

4. Створити робочу групу з питань моніторингу та охорони підземель у складі фахівців від МЕР, НАН України, УСА і доручити цій групі координувати програми вивчення, моніторингу та охорони підземель. Враховуючи світовий досвід, повноваження головного координатора передати до УСА. В усіх можливих випадках визначити відповідальних на місцях за стан і експлуатацію підземель з числа первинних організацій УСА та регіональних наукових осередків (університети, краєзнавчі музеї тощо).

5. Заборонити будь-які форми ресурсного використання біотичного компоненту природних підземель, включаючи здобування тварин для виготовлення наочного учбового матеріалу, "розробку" покладів гуано для добрив, масовий збір біологічного матеріалу з науковою метою, приватизацію печер і монтування глухих дверей тощо.

6. Заборонити всі форми експлуатації природних ресурсів, земельні роботи та капітальне будівництво у місцях розташування підземель та провести заповідання поверхневих (розташованих над печерами) природних комплексів, з розрахункового мінімуму 10-кратної площі контуру печери.

7. Визнати необхідною ідею поєднання і прив'язки наземних ПЗО із підземними, навіть за умови бідності наземних комплексів. У всі ключові документи і положення щодо охорони біорізноманіття та охорони печер ввести обов'язкову тезу про необхідність охорони печер разом із суміжними наземними комплексами [8, 11].

Джерела інформації. [1] — Бирштейн, Левушкин, 1967; [2] — Годлевська, 2004; [3] — Дублянський, 1973; [4] — Дублянський, Ломаєв, 1980; [5] — Загороднюк, 1997; [6] — Загороднюк, 2004в; [7] — Загороднюк, Варгович, 2004в; [8] — Загороднюк та ін., 2003; [9] — Климчук, 1991; [10] — Климчук, 1993; [11] — Коржик, 2000; [12] — Природно-заповідний фонд, 1999; [13] — Чорней та ін., 2001; [14] — Щербак, 1994; [15] — Этический кодекс..., 1997.

Ігор Загороднюк



1.6. Охорона печер та системи захисту їх входів

Conservation of caves and protection systems for their entrances.
Lena Godlevska.

Вступ. Вразливість печер є незаперечливим фактом. Необхідність контролювати їх збереженість повстала вже давно. Печери охороняються як геологічні пам'ятники природи та як комплексні. Особливу охоронну категорію складають підземелля штучного та природного походження, що є сховищами кажанів. Найголовніша мета в охороні печер — захистити підземелля від несанкціонованих відвідувачів та від впливу антропогенного фактора взагалі (руйнування, забруднення, порушення мікроклімату, турбування). Оскільки в більшості випадків цілодобовий нагляд за печерою неможливий, використовують спеціальне обладнання для її входу, яке обмежує доступ людей, проте не впливає на мікроклімат печери та її мешканців, їх природну динаміку та життєздатність.

Типи входового обладнання. Входове обладнання печери має відповідати двом основним вимогам: 1) не дозволяти людині проникнути в печеру, 2) для печери й для її населення фактично "не існувати", бути "прозорим".

Залежно від типу вхідного отвору підземелля, видового складу рукокрилих, обставин соціального характеру тощо використовують різні типи входового обладнання.

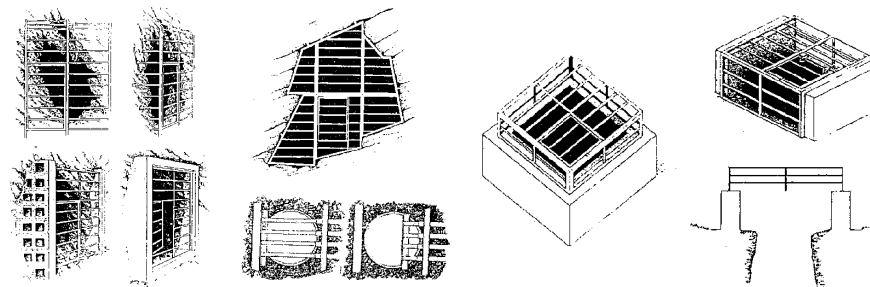


Рис. 1. Стандартне обладнання входів горизонтального (ліворуч) та вертикального типів (праворуч), за [4].

1. Стандартне обладнання ґратами (*grilles*) входів горизонтального або вертикального типу (рис. 1). Ґрати встановлюються безпосередньо на вхід до печери, цілком перегороджуючи отвір. Одна з секцій ґрат представляє собою двері, які замикаються.
2. Обладнання входів огорожами безпеки (*security fencing*). Такий тип обладнання зазвичай представляє собою ґратчасту огорожу, яка встановлюється на кількадеметровій відстані від вхідного отвору печери. Огорожа складається з двох площин: вертикальної та нахиленої назовні, прути останньої мають загострені кінці (рис. 2). Такий тип обладнання менш надійний, але його використання є необхідним у разі, якщо печера є сховищем для тих видів кажанів, які негативно реагують на повне перекриття вхідного отвору ґратами (наприклад, *Rhinolophus mehelyi*, *Miniopterus schreibersii*, *Myotis myotis*, *M. blythii* [4]).
3. Високонадійне обладнання. Цей тип рекомендовано групою Frontier (США) для регіонів з потенційно високим ступенем вандалізму. Для оздоблення вхідного отвору використовують високонадійні суцільні двері з мінімізованою кількістю отворів для запобігання їх руйнування.
4. Маскувальний тип обладнання. Цей тип обладнання також запропоновано групою Frontier. Його конструкція націлена на створення ефекту відсутності входу і також рекомендована для застосування у регіонах з високим ризиком руйнації печери.

Окрім цього, використовують ще декілька конструкцій, що є модифікаціями перелічених чотирьох типів.

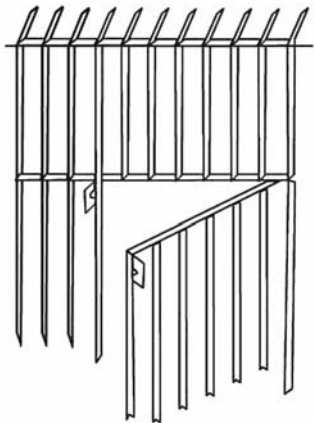


Рис. 2. Вигляд фрагменту загорожі безпеки для входу в печеру (за [4]).

Певну складність представляє охорона підземних об'єктів з багатьма входами. Для природних печер багато входів — рідкісний факт, але у випадку зі штучними підземеллями — це звичайно (наприклад, території з каменоломними штольнями зазвичай представляють собою суцільний сироподібний масив з великою кількістю входів). Єдине рішення для контролювання таких об'єктів — їх безпосередня охорона.

Загальні зауваги. Завжди слід пам'ятати, що невірне сконструйоване вхідне обладнання стає загрозою для життєвих форм і може зашкодити ресурсам печери. Тому рішення про обладнання входу захисною спорудою не має прийматися "автоматично".

Якщо для печери можуть діяти інші механізми захисту, краще залишити вхід в природньому стані. Обладнання входу є предметом, що потребує знань та досвіду. Для кожної печери конструкція вхідного обладнання має розроблятися окремо з урахуванням, відповідно, всіх характеристик того чи іншого підземелля та потреб видів фауни, що використовують печеру.

Особливі вимоги мають враховуватися при облаштуванні входів у підземелля, що є сховищами кажанів. На сьогодні EUROBATS (Угода про збереження популяції кажанів в Європі) розробляється керівництвом з охорони підземних порожнин, що значною мірою базується на *Bat workers' manual* [4].

Ситуація в Україні. В Україні ряд підземних порожнин мають входове оздоблення, що дозволяє контролювати відвідування цих підземель, але більшість входів оздоблені невірною не тільки з точки зору доступу до них представників фауни, але й з точки зору збереження печер як унікальних об'єктів. Така ситуація є прямим наслідком численних постійних випадків руйнування вхідного обладнання: конструкція так би мовити є вимушено невірною. Частіше за все — це суцільні металеві двері без отворів, що перешкоджають природному руху повітря та доступу в печеру видів фауни.

Проте є і декілька прикладів вдалого контролювання відвідування печер, що, принаймні, виражається у збільшенні показників чисельності представників дикої фауни: наприклад, печера Кизил-Коба та печера Вертеба. В обох випадках після встановлення охоронного режиму чисельність кажанів збільшилася: в Кизил-Кобі (цілодобовий нагляд та входове обладнання) — у 5 разів за період від 1983 р. по 2005 р. [3, власні дані], в Вертебі (тільки входове обладнання) — в 9 разів з 1970-х рр. до 2003 р. [1, 2].

Джерела інформації: [1] — Годлевська та ін., 2005; [2] — Татарінов, 1974б; [3] — Черемисов, 1990; [4] — Mitchell-Jones, 2004.

Лена Годлевська



1.7. Особливості спелеофауни і поняття спелеобіонтів

Peculiarities of speleofauna and definition of speleobionts. — Igor Zagorodniuk.

— Relations between main subdivisions of troglifauna (speleofauna, phreatic fauna and interstitial fauna) are reviewed, and main morphological and biological characters of the troglomorphic animals are considered. Definitions and interrelations of main ecotype of cavernicoles are given. Main differences between pattern of the cavernicola's and surface communities are presented, and role of the vertebrates as main source of the allochthone organics into the caves are considered.

Вступ

Спелеофауна України дуже багата, що пов'язано з наявністю великої кількості різноманітних підземних порожнин, часто з'єднаних у суцільні печерні системи та печерні регіони. Особливо багатими і добре дослідженими є спелеофауни Гірського Криму, Центрального Поділля (Придністров'я) та Закарпаття [7, 14]. Печери цих регіонів характеризуються високою відносною вологістю (70–90 %) та низькими і сталими температурами повітря (8–12° С), для більшості характерні лише сезонні водотоки.

У зв'язку з відсутністю світла біота печер характеризується виключно гетеротрофним типом угруповань з надходженням переважно алохтонної органіки [1]. Типовими представниками спелеофауни традиційно вважають кажанів і деяких трофічно залежних від них тварин — сапрофагів та паразитів. Проте, власне троглобіонтами є зовсім не кажани, а тварини, весь життєвий цикл яких пов'язаний з підземеллями: печерні ракоподібні, павуки, колемболи, жуки тощо. Такі істоти характеризуються певним набором пристосувань до підземного життя. Це так звані трогломорфи, мешканці гіпогеї.

Підземна фауна та її складові

Епігейні та гіпогейні фауни — два основні типи угруповань, що відповідають наземному і підземному середовищам існування. Наземна фауна (епігейна) — це все, що оточує нас у звичайному для нас світі. Підземну (гіпогейну) фауну складають менш відомі мешканці підземних середовищ: печер, щілин, колодязів, водних горизонтів. Вони набули особливих пристосувань до життя в умовах підземель і складають ядро підземної біоти. Остання є дуже різноманітною і включає дві основні групи — підземних суходільних тварин (троглобіонтів) та підземних гідробіонтів (стигобіонтів).

Всі мешканці епігеї мають великий комплекс пристосувань до життя в умовах світла, великого простору і достатку органіки. Натомість, підземні мешканці живуть у темряві, стиснутому просторі і в умовах дефіциту енергетичних ресурсів. Перше — темрява — вимагає інших, ніж на землі, органів чуття і, відповідно, систем орієнтації та комунікації. Друге — простір — визначає високий рівень ендемізму, низьку чисельність популяцій і розвиток К-стратегій. Врешті, третє — тип сукцесії — означає цілковиту залежність рівня розвитку підземних угруповань від стану суміжних до них наземних екосистем, які живлять собою підземні комплекси.

Не всі фауни можна чітко поділити на наземні та підземні: (1) чимало видів живуть у суміжних середовищах (напр., ґрунтові і підстилкові членистоногі), (2) існує багато видів, які одну із стадій свого життєвого циклу проводять під землею, проте не є навіть троглофілами (напр., амфібії або змії на зимівлі), (3) величезна кількість низькоорганізованих тварин (напр. ґрунтові нематоди, ґрунтові кліщі тощо, а також численні гуанофіли) можуть зовсім не залежати від типу макросередовища і не перейматися місцем розміщення у просторі того шмату субстрату, в якому вони оселилися. Так само важко виявити у них і ознаки трогломорфності, оскільки ці групи майже не набули спеціальних ознак для життя в епігеї.

Класифікація підземних фаун. Поняття підземних фаун включає три складові: фауну печер, фреатичну фауну та інтерстиціальну фауну [18]. Фауна печер — це фауна великообсяжних підземних порожнин, що звичайно є результатом карстових процесів (докладніше див. огляд Я. Петрушенко і Т. Постави [18]). Фреатична фауна — фауна різноманітних щілин, зокрема у скельних породах і ґрунті. Інтерстиціальну фауну (фауну капілярів) формують мешканці підземних (ґрунтових) вод (табл. 1).

Врешті, до гіпогейних відносяться види, що живуть у зоогенних порожнинах, насамперед, у саморобних або кимось створених системах нір. Мезофауна широко використовує для оселення системи підземних мікроходів нижче рівня ґрунту — суперфіціальне середовище, або MSS (“Milieu Souterrain Superficiel” post Juberthie, 1995, за [5]). Існує велика кількість організмів, що є ендо- або екзопаразитами троглобіонтів і троглофілів, проте не можуть однозначно класифікуватися за ознаками епі- та гіпогейності.

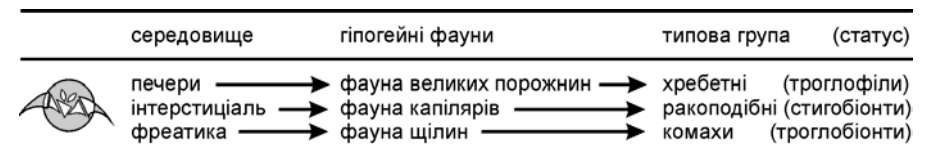


Рис. 1. Основні складові гіпогейної біоти та місце в ній печерної фауни. У якості типових груп тварин наведено по одній групі вищих целомат.

У цьому зведенні розглядається фауна власне печер, тобто тих природних комплексів (середовищ), які можуть розглядатися як самостійні місцезнаходження спелеофауни і як окремі об'єкти заповідного фонду. При цьому тип і обсяг підземних порожнин у цьому зведенні обмежується спеціальною поправкою, викладеною вище [18]: мова йде про суходільні печери, доступні для дослідника. В печерних ценозах звичайно формуються складні фауністичні комплекси, що включають всі три їх складові (рис. 1). Відповідно, під спелеофауною розумітимемо мешканців підземних порожнин, а під підземними порожнинами — печери у класичному понятті, тобто такі, що доступні досліднику і мають довжину понад 10 м.

Морфологія та екотипи мешканців печер

Поняття та ознаки трогломорфів. Поняття трогломорфів поширюється лише на постійних мешканців підземель, і його неможливо застосувати до тих істот, що є випадковими мешканцями печер або які опиняються у печерах виключно через схожість умов їхнього існування у суміжних з печерами місцезнаходженнях (напр., підстилка, нори, дупла). Життя без продуцентів, сонячного світла і тепла, у стисненому просторі, в умовах незначного і непостійного надходження органіки — все це викликає однотипні зміни в екоморфології спелеобіонтів. Вважається, що трогломорфи — незалежно від їх систематичного положення — самостійний екоморфологічний тип, життєва форма, що характеризується певним набором унікальних морфологічних і екологічних ознак [14, 16].

Оскільки тут мова йде переважно про макропечери (печери у розумінні людини як “троглофіла” [18]) і переважно про макрофауну (найпростіші поза такою класифікацією), зрозуміло, що трогломорфність є такою ж антропоцентричною концепцією, як і низка інших біологічних понять (напр., прогресивність). У своїх класифікаціях ми (*Homo*) звертаємо увагу на важливі для нас наземні ознаки, зокрема, на зір і забарвлення покривів. Ми підсвідомо хочемо бачити їх яскравими, теплими і пухнастими, а зустрічаємо щось зовсім інше, підземне. Це інше, різко відмінне від наземного, своїми особливостями (і, відповідно, своєю унікальністю) незмінно привертає увагу дослідників. Дослідники ж описують їх надземними поняттями.

Морфологічними ознаками адаптації тварин до підземного середовища, порівняно зі спорідненими поверхневими формами, є редукція очей і депігментації покривів. У дрібних форм (зокрема, ракоподібних і колембол) спелеобіонтність супроводжується втратою кутикули, збільшенням розмірів тіла, видовженням кінцівок, вусиків, видовженням та потоншенням кігтів, гіперрозвитком сенсорних структур [5]. Втрата зору і обмежений слух компенсовані розвитком хемокомунікаційних, сейсмочувствительних і ехолокаційних систем, нижчими стають температури фізіологічного оптимуму [14].

Узагальнений образ реального мешканця печер неясковий [10]. Це консумент II–III порядку, без очей, не пігментований, здатний переносити постійний холод і частий голод. Це холоднокровна і малорухома, здатна до анабіозу форма, щось невелике і холодне, сліпе і бліде, худе і нечисленне. Для нього характерна розвинена система адаптацій до екстремальних ситуацій та К-стратегія репродукції. Але троглонт може бути й іншим, якщо здатний використовувати поверхневий ресурс або має з поверхні надійний органічний “струмок”. Тоді це — прогресив із унікальними пристосуваннями до переживання холоду і голоду та з надчутливими сенсорними системами, що здатні працювати в афотичній зоні та при високій вологості.

Трогломорфність — це вимога підземного середовища. Ознаки трогломорфності демонструють представники дуже різних груп тварин: мешканці дуплових систем (наприклад, кажани), норів та підстилкові форми (напр., сліпаки, червуги, двоходки, колемболи, туруни, черви), тощо. Інший (проте загалом подібний) комплекс ознак демонструють гідробіонти, особливо ті, що заселяють джерела і ґрунтові води (зокрема, дрібні ракоподібні). Нерідко трогломорфи мають близьких родичів серед мешканців гіпогеї [14], і самі часто представляють собою високо спеціалізованих до життя в підземеллях колющих мешканців поверхневих біотопів.

Троглобіонти, троглофіли і троглоксени. У спелеобіології розрізняють три екологічні групи організмів, від типових спелеобіонтів (трогломорфних форм) до випадкових мешканців підземель (табл. 1). Між ними існує низка перехідних форм, і нерідко в межах однієї систематичної групи можна виявити всі переходи від типових мешканців підземель до типових поверхневих (епігейних) форм, прикладів чого відомо безліч [2, 14].

Перший тип — (“холодні, сліпі та бліді”) — власне троглобіонти (еутроглобіонти), що не знають гіпогеї. Їх аналогом серед гідробіонтів є так звані стигобіонти, мешканці підземних вод. Другий тип — (“теплі і пухнасті”) — лише троглофіли, тобто такі, що обирають печери для життя (відпочинку, розмноження) протягом лише частини свого добового, сезонного чи життєвого циклу, але не мають пристосувань для життя під землею; вони часто не менш звичайні у подібних типах наземних ценозів.

Таблиця 1. Головні екологічні групи мешканців підземного середовища згідно із традиційною класифікацією Е. Раковіца (за зведенням В. Кнісса [14]).

Суходільні форми	Водні форми	Характер перебування
троглобіонти	стигобіонти	здатні існувати лише в умовах підземель (власне вони визначають специфічність спелеофауни);
троглофіли	стигофіли	живуть і розмножуються як у підземних, так і схожих з ними поверхневих біотопах;
троглоксени	стигоксени	звичайні мешканці поверхні, що зустрічаються у печерах випадково, для печер не характерні.

Основа біорізноманіття підземного світу — це гриби, нематоди та членистоногі, типовим представником другої групи є теплокровні амніоти — кажани, гризуни, хижаки, птахи. Ця друга група (троглофіли) живе за рахунок того, що їй дає потойбічний (позапечерний) світ, і вона активно використовує для своєї життєдіяльності наземні ресурси; перша ж група (троглобіонти) часто живе за рахунок того, що приносять під землю троглофіли.

Існує ще група “випадкових” мешканців печер, хоча нічого випадкового тут не буває. Це так звані троглоксени, або псевдотроглобіонти. Підземелля приймають у свої холодні обійми кожного, хто може стати джерелом енергії для троглобіонтів. Мошки, комарі, жаби, гризуни, що заблукали чи стали жертвами псевдо-затишку: всі вони — випадкові жертви з огляду на їх власні популяції, проте не випадкові з точки зору спелеоугруповань [11]. Тут на них завжди “чекають” численні троглобіонти, оскільки саме ряснота життя на поверхні забезпечує добробут підземного світу.

Екологія спелеоугруповань

Просторовий розподіл та чисельність. Троглобіонти зустрічаються у найвіддаленіших частинах печер і тісно не пов’язані із поверхневими екосистемами. Троглоксени та основна маса троглофільних видів заселяють привходові частини печер, де є залишкове світло і куди постійно надходить органіка з поверхні. Відповідно до рівня адаптацій і загальної своєї чисельності існують певні закономірності у просторовому розподілі цих трьох груп.

Троглобіонти (еутроглобіонти) можуть формувати стабільні популяційні системи лише в потужних печерних регіонах, оскільки цілком залежать від стану спелеоценозів. Натомість, троглофіли — це особини або сімейні групи, тобто окремі представники більш потужних популяційних систем, які забезпечують свою життєздатність у більших просторових масштабах і ширшому екологічному діапазоні, ніж це їм дозволяють умови підземель. Врешті, троглоксени взагалі не здатні формувати в печерах популяційні групи і приймати активну участь у функціонуванні спелеоугруповань. Вони — лише пожива троглобіонтів, а кормова база не є частиною угруповання. Проте саме троглоксени і троглофіли формують спелеофауну у просторово ізольованих печерних системах, а також у малих за розмірами печерах.

Враховуючи, що основу кормової бази в печерах становить сапробіос та інша органіка того ж типу (детрит, гуано, гумус, трупи), очевидно, що її концентрація не може бути великою, і освоєння може бути лише поступовим. Отже, для спелеофауністичних угруповань завжди характерна низька чисельність популяцій і, як правило, відсутність таких типових для наземної біоти явищ, як виразна сезонна динаміка та спалахи чисельності. Тут, порівняно із поверхневими екосистемами, все у десятки і сотні разів менш концентроване, менш інтенсивне і більш уповільнене. Троглобіонтне.

Таблиця 2. Основні систематичні групи тварин, типові для печер України

Систематична група	Характерні представники	Переважаючий статус
Nematoda (нематоди)	грунтові нематоди	троглобіонти
Crustacea (ракоподібні)	циклопи, бокоплавці	троглобіонти та троглофіли
Acari (кліщі)	грунтові, ектопаразити ссавців	псевдотроглобіонти
Aranei (павуки)	пороми тощо	троглобіонти та троглофіли
Collembola (колемболи)	різні ногохвісткі	типові троглобіонти
Diptera (двокрилі)	мошки, комарі	троглофіли та троглоксени
Coleoptera (жуки)	туруни, лейодіди	троглобіонти
Amphibia (земноводні)	тритони, ропухи	псевдотроглобіонти
Mammalia (ссавці)	кажани, гризуни, хижаки	троглофіли, тихотроглобіонти

Концентрація життя в печерах становить лише грами на квадратний метр, і тільки у місцях концентрації троглофілів (кубля хижих ссавців, колонії кажанів чи птахів) ці цифри досягають наземних величин, а то і перевищують їх. За винятком нечисленних місць існування колоній троглофілів, які формуються переважно у привхідних (фотичних) зонах, концентрація життя у печерах надзвичайно низька. При цьому вона стрімко зменшується у напрямку від входів як місць надходження органіки. Привхідна зона населена усіма можливими екотипами — і троглоксенами, і троглофілами, і троглобіонтами (зокрема, тут часто зустрічаються представники макрофауни, у т. ч. різноманітні хребетні як одні з головних постачальників органіки), позаяк чисельність та видовий склад спелеофаун у віддалених районах печер визначається виключно різноманіттям і ряснотою троглобіонтів.

Піраміди і склад угруповань. Підземний світ живе за рахунок органіки, створеної поза печерами. Значна її частина приноситься кажанами, які живляться на поверхні і продукують гори гуано. Будь-яка органіка, що потрапляє до печер (випадково занесені рослини, комахи чи хребетні, що заблукали, гуано, внесене кажани) швидко знаходять свого користувача. Тут на неї чекають троглофільні та троглобіонтні колемболи, ракоподібні, павуки, жуки тощо (табл. 2). Всі вони оселяються у місцях «гарантованого» приносу органіки: недалеко від входів у печери або поруч з колоніями кажанів. Майже всі крупні систематичні групи тварин мають тут своїх представників (табл. 2), а деякі мешканці підземель зустрічаються тільки в таких місцях. Різноманіття екотипів грибів, нематод [6] та особливо членистоногих [3, 4, 5] — з огляду на екологічну ємність підземель — величезне.

Це відкрита біосистема, тісно пов’язана із зовнішнім світом і цілком залежна від нього. Структура екологічних пірамід у печерах — як пірамід енергії, так і біомаси і чисельності — є перевернутою відносно пірамід наземних. В таких екосистемах мають місце так звані *гетеротрофні сукцесії*: нічого нового тут не створюється, а лише перетравлюється аж до повної мінералізації наявної органіки [1], і інтенсивність життя таких систем залежить виключно від темпів надходження нової трофічної енергії зовні.

Шляхи формування спелеофауни. Дослідження морфологічних та екологічних особливостей троглобіонтів (вкл. стигобіонтів) у порівнянні з позапечерними групами дозволяє зробити певні висновки щодо імовірних шляхів їх еволюції. Наразі очевидним є кілька фактів: (1) незалежне формування пристосувань до підземного життя у стиго- і троглобіонтів, (2) численні паралелізми у формуванні трогломорфних ознак, викликані подібністю умов існування, (3) наявність численних родинних форм у суміжних середовищах. Всі типово печерні форми можуть розглядатися як крайні варіанти в ряду пристосувань окремих екологічних і систематичних груп, що населяють дупла, нори, підстилку, ґрунт, інтерстиціальні води [2, 14, 16].

Прикладів цього чимало: кажани, норні комахи та павуки, підстилкові колемболи, ґрунтові нематоди та кліщі, гуанофіли та сапрофаги, дрібні наземні та водні ракоподібні. Можна говорити про те, що спелеобіота — це маргінальний стан наземної біоти, зворотній бік її розвиненості та стійкості. Процес формування спелеофауни триває постійно: наявний просторовий і трофічний ресурс швидко знаходить свого користувача, і підземне середовище закономірно генерує нові форми організмів, пристосовані до нього. Власне тому у печерах існують тварини усіх ступенів розвитку спелеобіонтності (стилю життя) і трогломорфності (зовнішнього вигляду) [2].

Варто зазначити ще одну закономірність: зональність у поширенні та ступені розвитку спелеофаун [14]. У помірних широтах та у слабо розвинених печерних регіонах склад спелеофауни обмежений переважно троглоксенами або спелеобіонтами, по відношенню до яких поняття трогломорфності є доволі умовним. Натомість, у більш розвинених спелеорайонах типовими стають стигобіонти та троглофіли, ще далі — стигобіонти та троглофіли. Врешті, у найбільш розвинених і звичайно більш південних регіонах на рівні з численними “ксенами” та “філами”, з’являються численні троглобіонти, що представляють макрофауну. Територія України відноситься до регіонів з помірним багатством стигобіонтів і троглобіонтів, що визначається невеликими масштабами печерних систем та їх розміщенням у помірній зоні з циклічним (сезонним) притоком трофічного ресурсу.

Хребетні та безхребетні

Хребетні у спелеофаунах. Вершини трофічних пірамід на поверхні контролюють хребетні, під землею ж вони стають основою пірамід. Лише дві їх групи набули пристосувань до життя під землею: хвостаті амфібії та кажани. Перші — на основі гетерохроній, повернувшись до личинкового типу будови (неотенія), другі — навпаки, на основі численних апоморфій. У збідненій системі (а печера саме така) закономірно присутні тільки екологічно віддалені групи, що відповідає принципу монотипізації вищих таксонів в умовах напруження ценотичних зв’язків та дефіциту ресурсів [12].

Таблиця 3. Оцінки видового багатства різних систематичних тварин у спелеофаунах з території України (за даними з розділу 5.3: [9])

Таксономічна група	Видів разом	Троглобіонтів	% троглобіонтів
клас Turbellaria — турбеларії	2	0	0 %
клас Oligochaeta — олігохети	4	0	0 %
клас Hirudinea — п’явки	2	1	50 %
тип Mollusca — молюски	8	2	25 %
клас Nematoda — нематоди	37	5	14 %
клас Crustacea — ракоподібні	35	22	63 %
клас Ectognatha — схованошелепні	85	11	13 %
клас Insecta — комахи	107	7	7 %
клас Myriapoda — багатоніжки	18	1	6 %
клас Arachnida — павукоподібні	68	2	3 %
клас Lissamphibia — земноводні	5	0	0 %
клас Mammalia — ссавці	35	0	0 %
клас Aves — птахи	16	0	0 %
Разом	422	51	12 %

Кажани — типові і найвідоміші мешканці підземель [13, 20]. Унікальні їх особливості — політ, ехолокація, гіпотермія — роблять їх високо пристосованими до життя в підземеллях [17]. Можливість повітряного подолання підземних лабіринтів пов’язана з ехолокацією, що дозволяє кажанам вільно орієнтуватися у темряві. Врешті, можливі великі втрати вологи (через болону) компенсуються високою вологістю підземного середовища, а значні витрати енергії на політ — здатністю впадати у стан гіпотермії, тобто зниження на час відпочинку температури тіла до температури середовища.

Безхребетні у спелеофаунах. Якщо хребетні у спелеоугрупованнях виступають в якості активних постачальників ресурсу і до певної ролі є “продуцентами”, всі вони є в кращому випадку троглофілами, а частіше — троглоксенами. Основу комплексу троглобіонтів становлять більш дрібні істоти, більшість з яких відноситься до типу членистоногих [9]. Згідно з даними для території України (табл. 3), лідером у цьому списку виступають ракоподібні (22 стигобіонти), за якими йдуть колемболи (11 видів) та жуки (11 видів). Дані щодо молюсків, кліщів, різних груп черв’яків, багатоніжок тощо є неоднозначними і неповними через слабкий ступінь її дослідженості.

Джерела інформації. [1] — Бигон та ін., 1989; [2] — Бирштейн, 1985; [3] — Варгович, 1993а; [4] — Варгович, 2004б; [5] — Варгович, 2004в; [6] — Головачов, 2004; [7] — Дублянський, Ломаев, 1980; [8] — Загороднюк, 2004а; [9] — Загороднюк, Варгович, 2004; [10] — Загороднюк, Петрушенко, 2002; [11] — Загороднюк, Петрушенко, 2003; [12] — Загороднюк та ін., 1995; [13] — Загороднюк та ін., 1999; [14] — Книск, 2001; [15] — Крочко та ін., 1993; [16] — Левушкин, 1966; [17] — Міграційний статус..., 2001; [18] — Петрушенко, Постава, 2004; [19] — Талпош, 2000; [20] — Wołoszyn, 1988.

Ігор Загороднюк