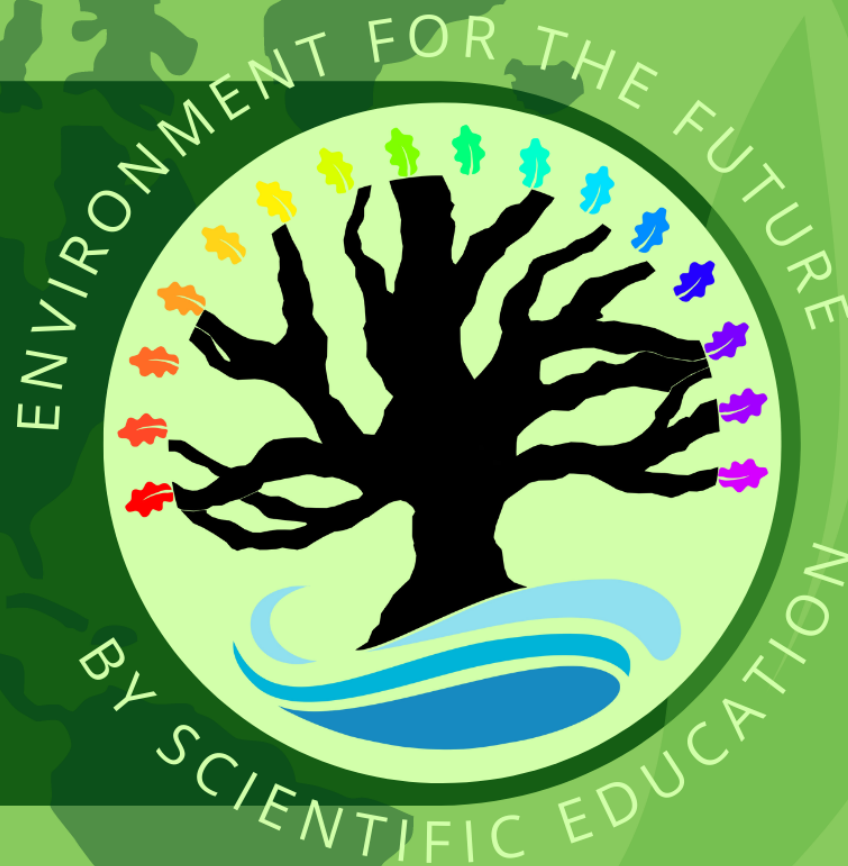


VEDA PRE VŠETKÝCH
EFFUSE

EDUKAČNÉ MATERIÁLY
PRE VEREJNOSŤ



UNIVERZITA PAVLA JOZEFA ŠAFÁRIKA V KOŠICIACH

Prírodovedecká fakulta



EFFUSE

Edukačné materiály pre verejnosť

Voda ako zdroj života

Košice 2025

Publikácia vznikla s finančnou podporou programu ENI CBC HUSKROUA, prostredníctvom grantovej zmluvy HUSKROUA/1901/6.1/0075 s finančným príspevkom EÚ 364099,41€.

EFFUSE – edukačné materiály pre verejnosť

Učebný text

Autori:

RNDr. Ivana Slepáková, PhD.

Katedra mikrobiológie, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

RNDr. Lenka Maliničová, PhD.

Katedra mikrobiológie, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

RNDr. Mariana Kolesárová, PhD.

Katedra mikrobiológie, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

RNDr. Natália Pipová, PhD.

Katedra fyziológie živočíchov, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

RNDr. Monika Balogová, PhD.

Katedra zoológie, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

doc. RNDr. Andrej Mock, PhD.

Katedra zoológie, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

RNDr. Peter Ľuptáčík, PhD.

Katedra zoológie, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

prof. RNDr. Martin Bačkor, DrSc.

Katedra biológie rastlín, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

doc. RNDr. Michal Goga, PhD.

Katedra biológie rastlín, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

RNDr. Dajana Kecsey PhD.

Katedra biológie rastlín, ÚBEV, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach

Editor:

RNDr. Beáta Valkay, PhD.

Tento text je publikovaný pod licenciou Creative Commons 4.0 license - CC BY-NC-SA ("Attribution-NonCommercial-ShareAlike").



Za odbornú a jazykovú stránku tejto publikácie zodpovedajú autori. Rukopis neprešiel redakčnou ani jazykovou úpravou.

Umiestnenie: www.unibook.upjs.sk

Dostupné od: 21.10.2025

DOI: <https://doi.org/10.33542/EFF-0451-4>

ISBN 978-80-574-0451-4 (e-publikácia)

PARTNERSHIP WITHOUT BORDERS

Project title:

Environment for the Future by Scientific Education

Partner name:

Pavol Jozef Šafárik University in Košice

Uzhhorod National University

Institute of Development of Carpathian Region

EU Contribution:

364 099, 41€

Tento edukačný materiál obsahuje odborné materiály venované súčasným environmentálnym problémom zameraným na riečnu krajinu. Publikácia prináša rôzne pohľady na vodu a život v jej okolí a poukazuje na potrebu chrániť tento nenahraditeľný zdroj.

Tento vzdelávací materiál vznikol s finančnou podporou Európskej únie v rámci projektu HUSKROUA/1901/6.1/0075 "Životné prostredie pre budúcnosť prostredníctvom vedeckého vzdelávania" (EFFUSE) programu cezhraničnej spolupráce ENI Maďarsko-Slovensko-Rumunsko-Ukrajina 2014-2020. Za jeho obsah je výlučne zodpovedná mimovládna organizácia "Inštitút rozvoja karpatského regiónu" a nemusí nevyhnutne odrážať názory Európskej únie. Viac informácií o projekte nájdete na nižšie uvedených odkazoch:

<https://effuse.science.upjs.sk/index.php/en/>

[Tím autorov EFFUSE](#)

OBSAH

VODA AKO PRAMEŇ ŽIVOTA	9
Nenahraditeľná voda	9
Pohľady na vodu	10
Kde sa dá nájsť najkvalitnejšia voda?	11
Parametre kvality vody	12
Rýchle určenie základných parametrov vody	14
Bioindikátory	16
MIKROSKOPICKÁ ZLOŽKA VODY	17
Mikrobiologický rozbor vody	17
Voda ako „rekreačné prostredie“?	18
Úžitová voda verus pitná ?	19
Mikroorganizmy ako bioindikátory.....	20
Koliformné baktérie rozhodujú.....	21
Voda ako zdroj potenciálnych nových organizmov?	23
SINICE A RIASY	24
Aké zmeny viedli k vzniku života na Zemi? Kde sa vzal kyslík?	24
Dôkaz života na Zemi?	25

Siníce ako zásobáreň kyslíka?.....	26
Život bez siníc?	27
Aký význam majú riasy?.....	28
Sinice a riasy ako bioindikátory.....	30
NIŽŠIE RASTLINNÉ PORASTY	32
Lišajníky ako bioindikátory v okolí vodných tokov.....	32
Machy v okolí vodných tokov	35
Machy ako bioindikátory.....	35
Lišajníky a machy na brehoch rieky Laborec a Uh.....	36
VYŠŠIE RASTLINNÉ PORASTY	38
Vegetácia v okolí vodných tokov	38
Byliny ako potrava a úkryt	39
Kry a stromy ako opora brehov	40
Makrofyty ako bioindikátory.....	41
Druhovú rozmanitosť brehových a vodných porastov rieky Laborec a Uh.....	42
BEZSTAVOVCE	43
Čo patrí medzi vodné bezstavovce a prečo je ich tak veľa?	43
Kľúč k poznaniu.....	44
Kde všade môžeme bezstavovce nájsť?	45

Zaujímavý život vodných bezstavovcov	46
Ako sa bezstavovce prispôbili životu vo vode a na jej hladine?	48
Bezstavovce ako bioindikátory.....	50
Aké bezstavovce môžeme nájsť vo vodných tokoch Laborec a Uh?	51
STAVOVCE	54
Keď je pre stavovce životným priestorom voda / Ako ryba vo vode	54
Bobor staviteľ.....	57
Aj hady vedia plávať.....	58
Ktoré stavovce sme pozorovali v okolí vodných tokov Laborec a Uh?	59
OBOJŽIVELNÍKY A PLAZY	61
Prečo sú v ohrození?	61
Strata prirodzeného prostredia	64
Keď nás liečia obojživelníky... ..	65
S chvostom, či bez... ..	67
Obojživelníky ako bioindikátory.....	71
Aké obojživelníky môžeme nájsť vo vodných tokoch Laborec a Uh?	73
Záverečné slovo	77

VODA AKO PRAMEŇ ŽIVOTA

Nenahraditeľná voda



Význam vody v živej a neživej prírode je vo všeobecnosti známy. Voda je základom obrovského celku v podobe jej prítomnosti v geosférach našej zeme, a zároveň nezameniteľnou súčasťou aj tej najmenšej bunky ako nositeľa všetkých životných procesov.

Poznanie vody ako prameňa života tvorí základ zdravého postoja k ochrane vodných zdrojov. Voda je všade prítomná neoddeliteľná súčasť života, ktorej by mala byť venovaná osobitá pozornosť. Aj preto prinášame na nasledujúcich stránkach pohľady na vodu zrakom odborníkov z rôznych oblastí.

Zároveň predstavujeme výsledky zaujímavej spolupráce odborníkov s mladou generáciou, ktorá aktívne objavovala život vo vodných tokoch v ich okolí.

Pohľady na vodu

Vodné toky a ich okolie predstavujú unikátny biotop (životné prostredie organizmov). Prietok vody je v neustálej dynamike v závislosti od ročného obdobia a tak ponúka rozmanitý životný priestor meniaci sa v čase. Výška vodnej hladiny, sila prúdenia vody a obsah kyslíka je pre mnohé organizmy kľúčový faktor ovplyvňujúci ich výskyt. Premennivosť vodného toku a jeho koryta ovplyvňuje okolitý priestor a podieľa sa na zmene biodiverzity – rozmanitosti organizmov. Vplyvom zmeny klímy dochádza častokrát k jej strate. Návrat rovnováhy a obnova biodiverzity je zdĺhavá náročná cesta. Revitalizácia vodného ekosystému je preto “celá veda”.

Na vodu môžeme nazerať z rôznych uhlov a využívať pri tom viaceré pozorovacie metódy a zobrazovacie zariadenia. Rozmanitosť ekosystému vody a jej okolia dáva príležitosť spoznať život veľkého počtu organizmov. Pre niektoré je voda životným prostredím, pre iné prostriedkom na prežitie. Biodiverzita, teda rozmanitosť druhov, ktorých život je spätý s vodným prostredím, je čoraz viac ohrozená. Vyplýva to z konzumného spôsobu života a neustáleho hľadanie komfortu pre človeka, ktoré mnohokrát narúšajú harmóniu prírody. Nanešťastie, častokrát je to nenávratný proces degradácie a devastácie základnej esencie života.



Kde sa dá nájsť najkvalitnejšia voda?

Pojem "kvalita vody" sa zdá byť veľmi relatívny. Zatiaľ čo pre človeka je úžasný pocit napiť sa po náročnej túre z osviežujúceho prameňa horskej vody, v takejto priehľadnej vode by sa len ťažko darilo niektorým organizmom, ako je napr. bahenník červený. O kvalite vody nemožno hovoriť bez vzťahu k organizmu, pre ktorý kvalitu hodnotíme. Hodnotenie kvality vody môže prebiehať na kvalitatívnej a kvantitatívnej úrovni. Pre človeka je prirodzené hodnotenie vody v prírode na základe zrakového, prípadne čuchového vnemu. Nikoho z nás neláka kúpanie v tmavo sfarbenom páchnucom jazere. O to obozretnejší sme pri pití vody z prírodných prameňov a sledujeme informácie o vhodnosti zdroja. Teda či je voda pitná lebo nie. Aj v zdanlivo čistej vode sa môžu nachádzať životu nebezpečné látky alebo okom nepozorovateľné mikroorganizmy. Preto je takmer nemožné odpovedať na otázku „Kde sa dá nájsť najkvalitnejšia voda?“.



Parametre kvality vody

Ochrana vodných tokov by mala byť samozrejmovou súčasťou života človeka. Spomedzi ukazovateľov kvality vody rozlišujeme **mikrobiologické a biotické** ukazovatele, a **fyzikálne a chemické** ukazovatele. Nasledujúca kapitola je venovaná mikroskopickej zložke vody. V tejto časti uvádzame základné fyzikálne a chemické parametre, ktoré je možné orientačne stanoviť pomerne jednoduchým spôsobom. V súčasnosti sú dostupné meracie zariadenia so senzormi, ktorými za pár minút dokážeme stanoviť teplotu, tvrdosť vody, obsah rozpusteného kyslíka, dusitanov či obsah iných chemických zlúčenín, ktorých množstvo ovplyvňuje kvalitu vody vo vzťahu k organizmom, ktoré v nej prebývajú. Veľmi obľúbeným i keď cenovo menej dostupným meracím zariadením je meracie zariadenie Vernier, ktorého používanie je veľmi intuitívne a tak ho zvládnu aj nádejní vedci v školských laviciach. V tabuľke uvádzame hodnoty vybraných parametrov, ktoré sme zaznamenali počas biomonitoringu pozdĺž vodného toku Laborec dňa 21.3.2023. Je to demonštrácia toho, ako sa môžu jednotlivé lokality od seba líšiť aj keď sa nachádzajú na úseku nie dlhšom ako dva kilometre.

	Teplota / °C	pH	Disolved O ₂ / mg/l	S / μS/cm	NO ₃ / μg/l
pod mostom pri Krivošťanoch	8,7	8,3	14,7	371,9	1,6
výtok do Laborca (cca 50 m po prúde pod mostom)	9,5	7,3	4,2	618,9	2,5
perej po prúde	6,7	8	12	365,5	1,8
Voľa paneláreň, pod mostom	10,8	8	11,5	789,9	11,1
Laborec pri Voli (približne v strede obce)	7,3	8,3	12,1	362,9	1,9

Fyzikálne vlastnosti vody majú zásadný vplyv na výskyt, rozmanitosť a rozšírenie organizmov žijúcich vo vodnom prostredí. Medzi tieto vlastnosti patria okrem iného teplota, hustota, prenikanie svetla, viskozita a ďalšie. Nižšie uvádzame, ako niektoré z týchto vlastností ovplyvňujú vodný život:

- **Teplota:** Voda má vysokú špecifickú tepelnú kapacitu, čo znamená, že dokáže absorbovať veľké množstvo tepla skôr, ako sa jej teplota výrazne zmení. Táto vlastnosť pomáha udržiavať relatívne stabilné teploty vo vodnom prostredí, čo je rozhodujúce pre prežitie mnohých organizmov. Rôzne druhy sú prispôsobené určitým teplotným rozsahom a aj malé zmeny môžu ovplyvniť ich metabolizmus, rozmnožovanie a prežitie.
- **Prenikanie svetla:** Svetlo je nevyhnutné pre fotosyntézu, proces, pri ktorom primárni producenti (ako fytoplanktón a riasy) premieňajú svetelnú energiu na energiu chemickú). Prenikanie svetla do vody klesá s hĺbkou, čo ovplyvňuje druhy a početnosť organizmov nachádzajúcich sa v rôznych hĺbkach.
- **Viskozita:** Viskozita vody alebo odpor pri prúde ovplyvňuje účinnosť plávania vodných organizmov. Organizmy si vyvinuli rôzne adaptácie, aby túto vlastnosť prekonali alebo využili; napríklad prúdnicovité telá rýb znižujú odpor, zatiaľ čo pohyb mikroorganizmov vo vode je umožnený zväčša prítomnosťou bičíkov
- **Rozpustený kyslík:** Rozpustnosť kyslíka vo vode je rozhodujúca pre dýchanie vodných organizmov. Studená voda dokáže udržať viac rozpusteného kyslíka ako teplá voda. Hladinu rozpusteného kyslíka môžu ovplyvňovať rôzne faktory vrátane teploty, tlaku a prítomnosti iných látok.

Tieto fyzikálne vlastnosti vody vytvárajú špecifické biotopy, ktoré ovplyvňujú rozmanitosť a rozšírenie vodného života. Prispôsobenie sa týmto vlastnostiam umožňuje organizmom využívať rôzne ekologické niky, čo prispieva k bohatej biodiverzite, ktorá sa nachádza vo vodnom prostredí. Vodné toky a ich okolie predstavujú unikátny biotop (životné prostredie organizmov).

Rýchle určenie základných parametrov vody

Prietok vody je v neustálej dynamike v závislosti od ročného obdobia a tak ponúka rozmanitý životný priestor meniaci sa v čase. Výška vodnej hladiny, sila prúdenia vody a obsah kyslíka je pre mnohé organizmy kľúčový faktor ovplyvňujúci ich výskyt, tak ako už bolo spomenuté. Premennivosť vodného toku a jeho koryta ovplyvňuje okolitý priestor a podieľa sa na zmene biodiverzity – rozmanitosti organizmov. Vplyvom zmeny klímy dochádza častokrát k jej strate. Návrat rovnováhy a obnova biodiverzity je zdĺhavá náročná cesta. Revitalizácia vodného ekosystému je preto "celá veda".

Pre orientačné, ale efektívne stanovenie základných parametrov vody, ktoré čo-to vypovedajú o jej kvalite je možné využiť okrem spomínaných meracích zariadení aj cenovo dostupnejšie alternatívy. Jednou z nich je senzor na meranie pH, teploty a konduktivity, ktorého využitie je veľmi praktické priamo v teréne.



Univerzálny prístroj Hanna na meranie:

- pH
- teploty
- elektrickej vodivosti (EC)
- celkového množstva rozpustených pevných látok (TDS - Total Dissolved Solids)

O čosi komplexnejší prístup, pri ktorom si precvičíte prácu s digitálnym prístrojom, ponúka meranie pomocou meracích zariadení. Ako vhodný príklad uvádzame merací prístroj Vernier s rôznymi senzormi. S oboma zariadeniami sa pracuje veľmi dobre, takže výber závisí skôr od času a miesta, kde merania plánujete realizovať. Pre prácu v škole sú ideálnou voľbou senzory Vernier, ktoré ponúkajú veľmi širokú škálu senzorov. Pre získanie prvotných informácií o aktuálnom stave vody v teréne vám určite postačí spomínaný ručný merač Hanna, pričom údaje získané týmto prístrojom nie je náročné dať do súvisu s výskytom alebo absenciou organizmov na sledovanej lokalite.



Najjednoduchšou alternatívou je využívanie pH lakmusových papierikov, ktoré šetria peniaze, čas a miesto. Odčítanie týchto údajov však musí byť realizované ihneď, inak môže dôjsť k skresleniu zistených údajov.

Bioindikátory



Pod týmto pojmom rozumieme organizmy, ktoré prejavujú **výraznú reakciu na environmentálny stres**, teda sú citlivé na neprimerané zmeny v prostredí, citlivejšie ako my a nám poskytujú dôležité informácie o zmenách prostredia, negatívnych ale i pozitívnych. Bioindikátory sú vo všeobecnosti všadeprítomné a je ich ľahké odoberať a identifikovať. Môžu byť kategorizované do dvoch sekcií, a to **akumulačné** bioindikátory, ktoré akumulujú znečisťujúce látky bez zmeny svojej metabolickej aktivity, a **reakčné** bioindikátory, ktoré prejavujú zmeny vo vlastnostiach buniek alebo symptómoch poškodenia buniek pri vystavení aj malým koncentráciám toxických znečisťujúcich látok. Akumulačné bioindikátory sú organizmy, ktoré môžu absorbovať a akumulovať znečisťujúce látky vo svojich tkanivách v koncentráciách, ktoré sú vyššie ako v ich prostredí.

Tieto bioindikátory sa môžu používať na monitorovanie prítomnosti a koncentrácie určitých látok bez toho, aby nevyhnutne vykazovali okamžité známky toxicity. V nasledujúcich kapitolách si predstavíme niektoré bioindikátory, ktoré nám pomáhajú pri zisťovaní stavu kvality vodných tokov a ich okolí.

MIKROSKOPICKÁ ZLOŽKA VODY

Mikrobiologický rozbor vody

Vodné toky a vodné nádrže vnímame častokrát ako zásobárne životodarnej esencie pre človeka. Je pre nás prirodzené hodnotiť vodu v prírode na základe zrakového posúdenia priehľadnosti alebo jej tyrkysovomodrej farby v prípade, že si práve hľadáme vysnívanú dovolenkovú destináciu pri mori ☺. Aj keď sa nám môže zdať voda na prvý pohľad krištáľovo čistá, v skutočnosti pravdepodobne skrýva tajuplný svet mikroorganizmov. Jedným z merateľných parametrov kvality vody je práve množstvo týchto drobných súčastí biotickej zložky vody, ktoré nie sú pozorovateľné voľným okom. V súvislosti s typom sledovanej vzorky podliehajú vody analýzam, ktorých výsledky sú interpretované podľa toho, za akým účelom boli sledované. V prípade analýzy vzoriek vodných tokov a nádrží je interval sledovania parametrov dlhší, prípadne prispôsobený aktuálnym zmenám počasia, ktoré jeho kvalitu ovplyvňujú. Na druhej strane, častejším a podrobnejším analýzam podlieha voda, ktorá je určená na priamy konzum alebo je súčasťou výrobných procesov v potravinárstve.



Voda ako „rekreačné prostredie“?

Kedže je voda vyhľadávanou súčasťou rekreačného prostredia, jej kvalita a čistota sú kľúčovými faktormi pre zabezpečenie verejného zdravia. Mikrobiologická zložka vody slúži ako rozhodujúci ukazovateľ jej stavu. Dokonca aj na vodu, určenú na rekreačné účely sú kladené presne stanovené požiadavky. Pravidelným kontrolovaním kvality vody na kúpanie predchádzame nežiaducim ochoreniam. Najčastejšími z nich sú tie, ktoré sú zapríčinené pôsobením mikroskopických húb, plesní a kvasiniek. Tie zvyčajne vyvolávajú povrchové ochorenia kože, nechtov, vlasov a slizníc a prejavujú sa svrbením, príp. pálením. Možné sú aj infekcie rán, zápaly močových a pohlavných orgánov. Preto platí: po každom kúpaní, či už v bazéne alebo prírodnom jazere, nesmieme zabúdať na dôkladné osprchovanie. Dôležitým faktorom ovplyvňujúcim prítomnosť mikroorganizmov vo vode je teplota, nakoľko teplota 37 °C je ideálna teplota na prežívanie patogénnych baktérií.

Na testovanie mikrobiologickej zložky vody je k dispozícii niekoľko metód. Mikrobiologické testovanie sa bežne vykonáva kultiváciou mikroorganizmov na pevných médiách a stanovením počtu kolónie tvoriacich jednotiek na mililiter (KTJ/ml) (colony-forming units - CFU/ml). Polymerázová reťazová reakcia (PCR) a imunologické testy sú alternatívne metódy na zisťovanie prítomnosti mikroorganizmov v testovanej vzorke. Na posúdenie potenciálnej prítomnosti fekálneho znečistenia sa často ako ukazovatele sledujú koliformné baktérie a enterokoky.

Úžitková voda verzus pitná ?

Voda je neoddeliteľnou súčasťou nášho každodenného života. Používame ju nielen na varenie, upratovanie či hygienické návyky, ale aj pri výrobe väčšiny vecí, bez ktorých si 21. storočie nevieme ani predstaviť. Vodu používame tiež v stavebníctve, v dopravnom priemysle a pri výrobe elektrickej energie. Samozrejme, nároky na úžitkovú vodu sú neporovnateľne miernejšie v porovnaní s nárokmi kladenými na uhasenie nášho smädu.

Baktérie, vírusy a parazity sú najbežnejšie patogény, ktoré sa môžu nachádzať v pitnej vode. Ich prítomnosť môže viesť k rôznym ochoreniam, od miernych gastrointestinálnych infekcií až po závažné ochorenia, ako je cholera alebo hepatitída typu A. Zabezpečenie neprítomnosti týchto patogénov má zásadný význam pre verejné zdravie a bezpečnosť. Ak má byť voda vhodná na priamy konzum, potrebuje spĺňať prísne normy.

Vo vode sa vyskytujú najčastejšie baktérie, ktoré môžeme rozdeliť do troch základných skupín:

- **Koliformné baktérie** - infikujú vodu v kontakte s rastlinami alebo živočíchmi (univerzálne prítomné)
- **Fekálne koliformné baktérie** - výkaly cicavcov alebo vtákov vo vode
- **Enterokoky** (typ fekálnych streptokokov) - výkaly teplokrvných zvierat vo vode

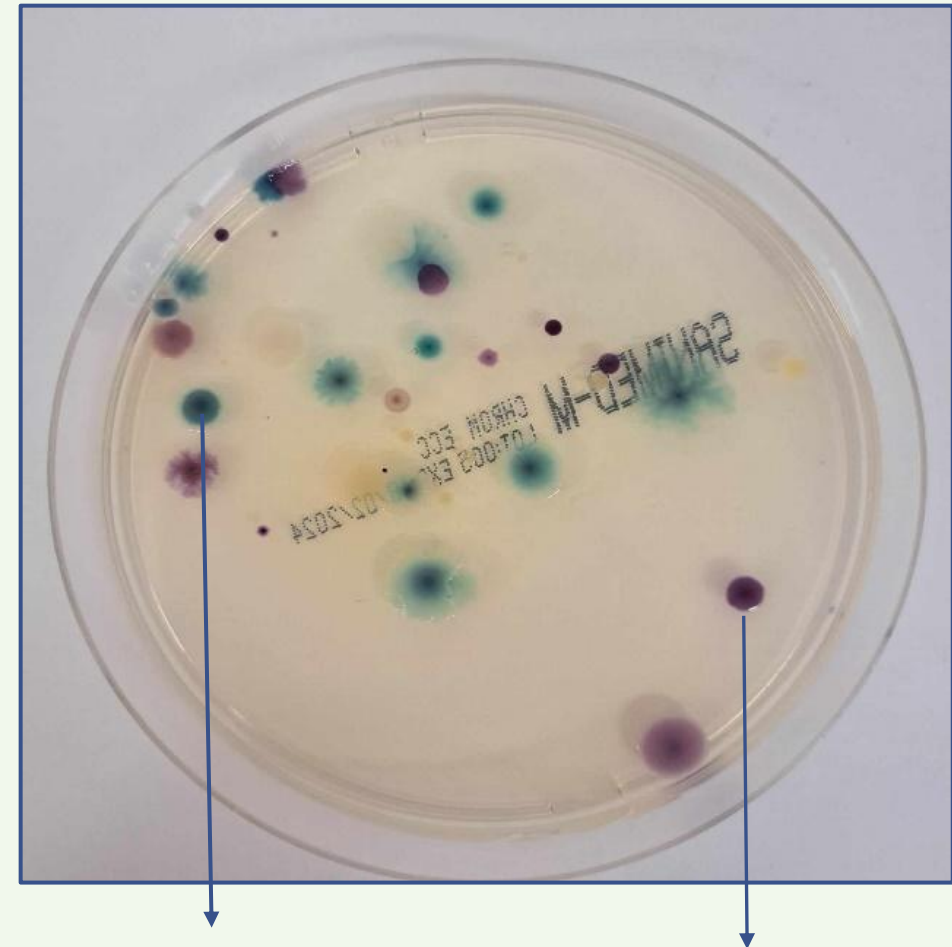
Na základe prítomnosti a počtu týchto baktérií vo vzorkách vody sa dá stanoviť kvalita vody z pohľadu mikrobiologického rozboru.

Mikroorganizmy ako bioindikátory

Indikátormi fekálneho znečistenia, teda možného znečistenia vody patogénnymi mikroorganizmami, sú *Escherichia coli* a jej príbuzné baktérie (koliformné baktérie). Baktérie rodov *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter* a ďalší zástupcovia čeľade Enterobacteriaceae sú gramnegatívne tyčinky, ktoré netvoria spóry a kapsuly. Pri teplote 37 °C fermentujú glukózu a laktózu za tvorby kyseliny a plynu počas 24 - 48 hodín.

Kvalita vody sa hodnotí aj podľa prítomnosti *E. coli* v nej. Stanovuje sa coli-titer a coli-index. Coli-index je počet jedincov *Escherichia coli* nájdených v 1 litri vody. Coli-titer je najmenšie množstvo vody, v ktorom sa nachádza aspoň jeden jedinec *Escherichia coli*. Jej prítomnosť vo vode poukazuje na jej kontamináciu obsahom gastrointestinálneho traktu.

Voda z vodovodu sa považuje za kvalitnú, ak je coli-index 2 - 3 a coli-titer 300. Voda zo studne by nemala mať coli-index vyšší ako 10 a coli-titer aspoň 100.



Enterococcus faecalis

Escherichia coli

Koliformné baktérie rozhodujú

Koliformné baktérie, konkrétne fekálne koliformné baktérie, indikujú prítomnosť škodlivých patogénov vo vodných zdrojoch. Prítomnosť koliformných baktérií vo vodných zdrojoch môže predstavovať zdravotné riziko pre ľudí, pretože môžu spôsobovať rôzne ochorenia vrátane hnačky, kŕčov a horúčky.

Fekálne koliformné baktérie sú prítomné v ľudskom odpade a do vodných zdrojov sa môžu dostať rôznymi spôsobmi:

- nelegálne alebo netesné kanalizačné prípojky: ak sa odpadové vody riadne neupravujú a neodvádzajú, môžu sa dostať do vodných zdrojov a prenášať so sebou škodlivé baktérie.
- netesné septické nádrže: septiky, ktoré nie sú riadne udržiavané alebo vymenené, môžu vypustiť nespracovaný odpad do podzemných vôd, čo predstavuje zdravotné riziko.
- nesprávne fungujúce čistiare odpadových vôd: nesprávne fungujúce čistiare odpadových vôd môžu do vodných zdrojov vypúšťať nespracovaný alebo čiastočne spracovaný odpad, čo vedie k výskytu koliformných baktérií.

Kritéria stanovenia použitia vody na základe prítomnosti koliformných baktérií	Pitná voda	Rekreačná voda	Biotop rýb a voľne žijúcich živočíchov
	Žiadna prijateľná kontaminácia koliformnými baktériami	200 fekálnych koliformných baktérií /100 ml	5000 fekálnych koliformných baktérií/100 ml

Prítomnosť koliformných baktérií vo vodných zdrojoch môže byť indikátorom možnosti ďalšej kontaminácie škodlivými patogénmi. Preto je dôležité testovať koliformné baktérie vo vodných zdrojoch, aby sa zabezpečilo, že voda je zdravotne nezávadná a vhodná na konzumáciu. Ak sú koliformné baktérie prítomné, je dôležité prijať opatrenia na riešenie problému,

napríklad opraviť alebo vymeniť kanalizačné systémy, upraviť vodu chlórrom alebo inými dezinfekčnými prostriedkami, krajným riešením je nájsť alternatívny zdroj vody.

Prítomnosť a počet fekálnych koliformných baktérií, vrátane *E. coli*, vo vzorkách vody sú kľúčovými ukazovateľmi používanými na hodnotenie mikrobiologickej kvality vody. Tieto baktérie sú typom termotolerantných koliformných baktérií, ktoré pochádzajú z čriev teplokrvných živočíchov vrátane ľudí a vylučujú sa vo výkaloch. Preto ich prítomnosť vo vode naznačuje kontamináciu výkalmi.

Hodnotenie kvality vody na základe počtu fekálnych koliformných baktérií je kľúčové z niekoľkých dôvodov:

- **Bezpečnosť pitnej vody:** Aby bola pitná voda bezpečná pre ľudskú potrebu, musí byť bez patogénov, ktoré môžu spôsobiť ochorenia. Prítomnosť fekálnych koliformných baktérií v pitnej vode naznačuje, že voda môže byť kontaminovaná aj inými patogénmi, čo si vyžaduje jej úpravu pred konzumáciou.
- **Kvalita vody na rekreáciu:** Jazerá, rieky a pláže sa monitorujú na prítomnosť fekálnych koliformných baktérií, aby sa zabránilo infekciám medzi plavcami a inými rekreačnými používateľmi. Vysoké hladiny týchto baktérií poukazujú na vyššie riziko gastrointestinálnych ochorení a kožných infekcií.
- **Poľnohospodárske a priemyselné využívanie vody:** Voda používaná v poľnohospodárstve na zavlažovanie alebo v priemysle na spracovanie potravín musí spĺňať určité normy, aby sa zabránilo kontaminácii plodín a potravinových výrobkov patogénmi.
- **Zdravie životného prostredia:** Hladina fekálnych koliformných baktérií v prírodných vodných útvaroch môže poukazovať na celkový zdravotný stav ekosystému a upozorniť na potenciálne problémy so znečistením vody.

Voda ako zdroj potenciálnych nových organizmov?

Mikroskopickú zložku vody tvoria nielen baktérie a vírusy, ktoré sú patogénne, ale aj tie, ktoré tvoria **mikrobiom** a sú neoddeliteľnou súčasťou života iných organizmov. Medzi mikroskopické zložky prostredia patria aj rastlinné a živočíšne mikroskopické organizmy, ktorým sa bližšie venujeme v ďalších kapitolách. O vzniku života na zemi sa čiastočne venujeme v nasledujúcej kapitole o siniciach a riasach.

Voda môže byť skutočne potenciálnym zdrojom nových organizmov. Mnohým organizmom, ako sú baktérie, riasy a prvoky, sa vo vode darí a sú dôležitou súčasťou vodných ekosystémov. Voda môže slúžiť aj ako médium na šírenie organizmov, čo im umožňuje kolonizovať nové biotopy. Okrem toho objavenie extrémofilov, organizmov, ktoré dokážu prežiť v extrémnych prostrediach, ako sú hlbokomorské hydrotermálne prieduchy alebo polárne ľadovce, rozšírilo naše poznatky o možnostiach života vo vode. Voda celkovo zohráva kľúčovú úlohu pri vzniku a diverzifikácii života na Zemi.



SINICE A RIASY

Aké zmeny viedli k vzniku života na Zemi? Kde sa vzal kyslík?

Jedným z najzákladnejších procesov života je fixácia oxidu uhličitého CO_2 do viac redukovaných organických foriem. Aj keď existuje niekoľko dráh fixácie uhlíka, takmer všetka globálna fixácia uhlíka na Zemi je dnes riadená **Calvinovým cyklom v kyslíkových fotosyntetických rastlinách, riasach a siniciach**. V iných obdobiach histórie Zeme mohli iné organizmy využívať rôzne dráhy fixácie uhlíka zohrávať relatívne veľkú úlohu, pričom sa tento pomer menil počas geologickej doby v závislosti na zmene environmentálneho kontextu života a akumulácii evolučných inovácií.

Medzi najdramatickejšie zmeny, ktorými prešla naša planéta a biosféra, patria tie, ktoré súvisia s nárastom kyslíka O_2 v našej atmosfére – pred približne 2,3 miliardami rokov. Tieto „kyslíkové udalosti“ pravdepodobne predstavujú hlavné zmeny v tempe a spôsobe biologickej produktivity v dôsledku zvýšenej produktivity kyslíkovej fotosyntézy a zavedenia O_2 do geochemických a biologických systémov.

To, ako sa biosféra vyvinula z anoxického stavu s nízkou produktivitou kyslíka na dnešný stav, v ktorom je život bez kyslíka nepredstaviteľný, bol dlhý proces. Komplex udalostí, ktoré k nemu viedli začíname chápať pomocou kombinácie prístupov zahrňujúcich mikrobiálnu fyziológiu či evolučnú biológiu.

Dôkaz života na Zemi?

Hoci okolnosti a čas vzniku života sú neznáme, dôkazy o živote sa objavujú prakticky súčasne s najstaršími sedimentárnymi záznamami. Stromatolity sú často považované za makroskopické pozostatky života. Nie je to však isté. Obdobne by mohli byť výsledkom abiotických procesov. Napriek tomu prítomnosť života je zrejmá v čase prvých dobre zachovaných sedimentárných častí z približne 3,43 Ga (Giga-annum, miliardy rokov) s izotopovými dôkazmi o živote a prvými široko uznávanými mikrofosíliami nájdenými v skalách podobného veku.

Z geologických dôkazov sa zdá, že **kyslíkové cyanobaktérie** a tým pádom aj Calvinov cyklus vznikli veľmi skoro v histórii Zeme.

Cyanobaktérie patria medzi najstaršie známe organizmy. Vďaka svojmu fotosyntetickému aparátu, ktorý je schopný štiepiť vodu na O₂, protóny a elektróny. Tento veľký a morfológicky rôznorodý súbor fototrofných prokaryotov (teda jednobunkových organizmov, ktoré sú schopné fotosyntézy) zmenil zemskú atmosféru na takú, ktorá je vhodná pre aeróbny metabolizmus (metabolizmus za prítomnosti O₂) a komplexný život.

Pripisuje sa im tiež významná úloha v evolúcii života ako dôležitých "hráčov" pri vzniku viacerých organel-buniek vyšších rastlín (plastidovej genéze) a ďalších fotosyntetických eukaryotov. Nedávne molekulárne prieskumy sa snažia pochopiť, ako presne cyanobaktérie prispeli k evolúcii rastlinného génového fondu.

Tieto zaujímavé organizmy sa vyskytujú takmer v každom prostredí na Zemi, vrátane prostredia vystaveného stresovým podmienkam, ako je púštna pôda, ľadovec a horúcy prameň. Ich veľká prispôsobivosť a všadeprítomnosť je zapríčinená charakteristickou bunkovou štruktúrou, ktorá je tvorená typickými inklúziami (telesami v biologických bunkách) a špeciálnymi obalmi. Sú to najkomplexnejšie prokaryoty, pretože sú schopné tvoriť vlákna, a kolónie a súčasne prezentujú charakteristické spôsoby pohybu.

Sinice ako zásobáreň kyslíka?

Cyanobaktérie sú rozšírenými mikroorganizmami, schopnými vykonávať kyslíkovú fotosyntézu. Táto vlastnosť im dala dôležitú úlohu v evolúcii života na Zemi, pretože patria medzi najstaršie živé zložky prostredia. Vďaka ich schopnosti fotosyntézy predstavujú cyanobaktérie primárnych producentov v niekoľkých prostrediach, pretože dokážu prežiť aj v extrémnych podmienkach životného prostredia a tak stále zohrávajú kľúčovú úlohu pre rozvoj a prežitie iných životných foriem v určitých prostrediach. Na zvládnutie biotických a abiotických stresových podmienok sa tieto mikroorganizmy vyvinuli s mnohými vlastnosťami, ktoré dávajú vznik niekoľkým rôznym (taxónom) oddeleniam, triedam a druhom.

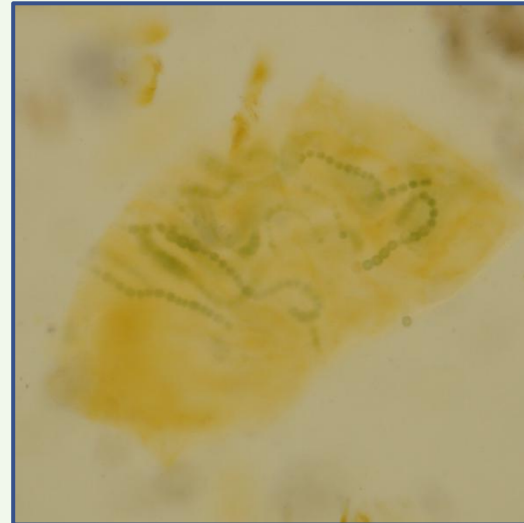
Taxóny sa líšia nielen morfológickými, ale častokrát aj svojimi biochemickými a fyziologickými schopnosťami. Väčšina primárnych producentov nedokáže (asimilovať) spracovať dusík, ktorý je prítomný v biosfére. Táto schopnosť sa vyvinula iba u niekoľkých skupín jednobunkových organizmov. V tomto ohľade sa cyanobaktérie stávajú veľmi dôležitými kvôli ich schopnosti vykonávať súčasne fixáciu dusíka a vyššiu kyslíkovú fotosyntézu rastlinného typu. To im umožňuje prebývať v rôznych biotopoch – suchozemských, vodných, extrémnych. Sinice prispievajú k produkcii organickej biomasy a zlepšujú kvalitu pôdy. Taktiež sú potenciálnym zdrojom dusíkatého biohnojiva využiteľného pre potreby ľudstva. Z tohto dôvodu môžu mať cyanobaktérie pozitívny aj negatívny vplyv na životné prostredie a na ľudské aktivity.

Pre prežitie v rôznych prostrediach, kde sa stretávajú s biotickými a abiotickými stresormi, cyanobaktérie produkujú aj veľké množstvo metabolitov, ktoré majú potenciálne aplikácie v niekoľkých oblastiach, ako sú výživa, medicína a poľnohospodárstvo. Cyanobaktérie majú dôležitú ekologickú úlohu nielen ako primárni producenti, ale aj kvôli svojej schopnosti spolunažívania (často, ale nie výlučne vo forme symbiôzy) s inými organizmami, ktorým poskytujú dusík. Spomedzi negatívnych vplyvov na životné prostredie a spoločnosť, nemožno opomenúť fakt, že môžu uvoľňovať širokú škálu toxických zlúčenín - cyanotoxínov, odlišných v štruktúre a v ich účinkoch na zdravie ľudí a zvierat.

Život bez siníc?

Termín „**riasy**“ pomenúva veľkú skupinu rôznorodých fotosyntetických (eukaryotických) mnohobunkových organizmov. Keďže nemajú spoločného predka a hoci sa zdá, že ich plastidy majú spoločný pôvod, základ im dali sinice. Bez siníc by s najväčšou pravdepodobnosťou neboli riasy, rastliny a teda ani život na Zemi. Dôležitým príkladom riasy s primárnymi chloroplastmi odvodenými od cyanobaktérií je *Chlorella*. Riasy predstavujú prevažne vodné fotosyntetizujúce organizmy, ktorých veľkosť sa pohybuje od mikroskopických druhov až po obrovské druhy, ktoré môžu dosahovať dĺžku až 50 - 60 metrov. Ich fotosyntetické pigmenty sú rozmanitejšie ako u rastlín a ich bunky majú vlastnosti, ktoré sa u rastlín a živočíchov nevyskytujú.

Na obrázku je snímka dehydrovanej sinice Nostoc. Po jej navlhčení je možné pozorovať vláknité kolónie buniek.



Aký význam majú riasy?

Okrem svojej ekologickej úlohy ako producenta kyslíka a ako potravinovej základne pre vodný život sú riasy ekonomicky veľmi dôležité ako zdroj ropy a ako zdroj potravy a množstva farmaceutických a priemyselných produktov pre človeka. Väčšina z nich je vodná a to čo ich odlišuje od cievnatých rastlín je fakt, že im chýba veľa rôznych typov bunkových organel a pletív, ako sú prieduchy, xylém a floém, ktoré sú u suchozemských vyšších rastlín nenahraditeľné. Riasy obsahujú dôležité chemické zložky a širokú škálu bioaktívnych zlúčenín, z ktorých mnohé majú komerčné využitie v kozmetickom, poľnohospodárskom a farmaceutickom priemysle. Okrem toho sa používajú za účelom zvyšovania kvality produktov v potravinárskom priemysle, nakoľko majú zahusťovacie, želírovacie a stabilizačné vlastnosti.

Nedávno boli riasy použité na vývoj mliečnych výrobkov, ktoré poskytujú vysoké koncentrácie baktérií mliečneho kvasenia a bioaktívnych metabolitov odvodených z prirodzeného zdroja rias. Prírodné antioxidanty v riasach zohrávajú dôležitú úlohu v boji proti neprenosným chorobám a času starnutia tým, že chránia bunky pred oxidačným poškodením. Riasy z rodu *Chlorella* a sinice *Spirulina* sa v súčasnosti pestujú v umelých podmienkach a využívajú sa ako výživové doplnky. Ich zaradenie do ľudskej stravy môže pomôcť znížiť výskyt cukrovky, kardiovaskulárnych ochorení a pod.

Môžu jazdiť autá na riasy?

Pred niekoľkými rokmi to mohlo znieť ako sci-fi, dnes sú riasy súčasťou biopalív a v niektorých prípadoch môžu tvoriť 10 % súčasti pohonnej zmesi. Pre viac informácií navštívte virtuálne laboratórium EFFUSE a v sekcii pre učiteľov nájdete vzdelávacie video „[Biopalivo z vodných rias?](#)“.



Sinice a riasy ako bioindikátory

Sinice majú obrovské množstvo fyziologických adaptácií na kolonizáciu rôznych ekosystémov. Sú známe tým, že tvoria na hladine vody nánosy tzv. koberce (vodný kvet) a majú potenciál pri hodnotení kvality vody vďaka svojim požiadavkám na živiny, rýchlemu reprodukčnému tempu a životnému cyklu. Výskyt iných druhov siníc s relatívne vysokým zastúpením bol zistený ako reakcia na (eutrofizáciu) obohacovanie prostredia živinami, hnojením. Eutrofizácia vodných ekosystémov je výsledkom nadbytočného prísunu živín z komunálnych odpadových vôd, poľnohospodárskeho odtoku, uvoľňovania organických látok z fekálnych odpadov do vodných systémov a hnojenia chovných rybníkov. V poslednom čase k eutrofizácii, žiaľ, výrazne prispievajú aj rybári neregulovaným prikrmovaním (vábením) rýb. Ekologické rozšírenie siníc v eutrofikovaných vodných systémoch sa môže líšiť v závislosti od ich fyziologických tolerancií. Eutrofizácia spojená s premnožením siníc v rôznych vodných systémoch, najmä stojatých vodách, vedie k hromadnému úhynu rýb v dôsledku nedostatku kyslíka na povrchu vôd.

Látky, ktoré spôsobujú znečistenie v sladkovodných ekosystémoch, zahŕňajú najmä patogény (zo septických nádrží, neupravené splašky), organické látky (hlavne dusík alebo fosfor z poľnohospodárskeho odtoku), pesticídy, ťažké kovy, detergenty a soľ. Okrem vyššie uvedených kontaminantov (znečisťujúcich látok) sa čoraz častejšie objavujú aromatické látky a farmaceutiká, tzv. mikrokontaminanty. Na živé organizmy majú vplyv často aj v takých malých koncentráciách, že nie sú detekované pri kontrolách vody. Všetky účinky týchto látok na sladkovodné prostredie ešte nespoznáme, ale môžu spôsobiť napr. neplodnosť vodných živočíchov. Preto je nevyhnutné identifikovať povahu znečisťujúcich látok a ich účinky a vyvinúť vhodné monitorovacie systémy pre sledovanie stavu vodných tokov a plôch.

Riasy považované za medzikategóriu rastlín a mikroorganizmov, sú zaujímavou skupinou organizmov, ktoré rýchlo reagujú aj na malé zmeny v ich okolí prostredí. Navyše, tieto organizmy sú bežné zložky vodných systémov a tak sú vhodnými bioindikátormi znečistenia vody.



Vodný kvet – sinice

NIŽŠIE RASTLINNÉ PORASTY

Lišajníky ako bioindikátory v okolí vodných tokov

Súčasťou sprievodného porastu vodných tokov sú lišajníky, ktoré sú jedny z najzaujímavejších organizmov sveta. Nájdeme ich na kôrach stromov alebo na skalách, ktoré sú príkladom bioindikátorov (organizmov, ktoré slúžia k biomonitoringu prostredia). Sú **zložené z rias a húb** a rastú najčastejšie na kôre stromov a skál. Lišajníky sú veľmi citlivé na ekologické zmeny. Konkrétne reagujú na zmeny v kvalite vzduchu v rôznych mestských a lesných ekosystémoch ako aj na klimatické zmeny. Keďže lišajníky sú citlivé na zvýšené úrovne oxidu siričitého (SO₂) a dusíka (N₂), ich zmiznutie v prostredí môže naznačovať zvýšenú úroveň oxidu siričitého (SO₂) a dusíka (N₂). Doteraz boli lišajníky využívané k monitorovaniu oxidu siričitého, dymu a prachu, fluoridov, výfukových plynov, uhľovodíkov, ťažkých kovov, rádionuklidov a agrochemikálií.



Stredne citlivým druhom voči znečisteniu ovzdušia je *Parmelia sulcata* (diskovka ryhovaná).

Najstaršie štúdie monitorovania lišajníkov sa týkali analýzy stavu jednotlivých druhov lišajníkov alebo lišajníkových spoločenstiev v skúmaných oblastiach a často sa nazývajú "pasívne monitorovanie s lišajníkmi". Rôzna citlivosť lišajníkov na znečisťujúce látky vo vzduchu (hlavne oxid siričitý), prítomnosť alebo neprítomnosť druhov po dlhodobej expozícii, diverzita, pokrytie a hojnosť prispeli k stupnici znečistenia. Druhým spôsobom využitia lišajníkov ako biomonitorovacích nástrojov je ich

transplantácia spolu s podložkou, ako sú vetvičky alebo kôra, z neznečistených miest do znečistených, hlavne priemyselných alebo mestských oblastí. Po určitom čase expozície (zvyčajne mesiace) sa lišajníky porovnávajú s kontrolnými stielkami lišajníkov.



Zaujímavosťou je, že keď sa znižujú hladiny dymu a oxidu siričitého a celkovo znečistenia v prostredí, lišajníky úspešne opätovne osídli prostredie v reakcii na zlepšujúce sa atmosférické podmienky. V kontexte monitorovania znečistenia, ktoré využíva prirodzene sa vyskytujúce lišajníky na monitorovacích lokalitách a transplantácie lišajníkov, zmeny v morfológii, cytológii, metabolizme a fyziologických procesoch lišajníkov poskytujú informácie o životnom prostredí.



Machy v okolí vodných tokov

Doplnkom k tradičným inštrumentálnym štúdiám monitorovania kvality životného prostredia je použitie machov ako bioindikátorov znečistenia ovzdušia, vrátane ovzdušia v okolí vodných tokov. Machy absorbujú znečisťujúce látky na svojej celkovej povrchovej ploche a sú preto uznávanou metódou biomonitorovania stavu životného prostredia napríklad z hľadiska kontaminácie kovmi prítomnými vo vode a v ovzduší.

Machy ako bioindikátory

V mestských a prímestských oblastiach sa dosť často používajú ako bioindikátory znečistenia ovzdušia, pričom akumulované koncentrácie analyzovaných prvkov súvisia s účinkami na ľudské zdravie.

Ako už bolo spomenuté, machy sú vynikajúcim nástrojom na detekciu antropogénnych zdrojov znečistenia ovzdušia. Napríklad veľmi rozšírený druh machu *Sphagnum* efektívne odráža sezónnu variabilitu vznikajúcich znečisťujúcich látok vo vzduchu. Tieto druhy machov sa ukázali ako účinné pri biomonitoringu lokalít ovplyvnených chemickými látkami unikajúcimi z tovární súvisiacimi s ich fungovaním a pri identifikácii ďalších bodov a zdrojov znečistenia.

Na druhej strane, biomonitorovanie založené na technike použitia machov spolu s klasickými meracími metódami, dopĺňa systém monitorovania kvality životného prostredia, pretože umožňuje získať dodatočné údaje oproti použitiu len jednej z týchto metód.

Lišajníky a machy na brehoch rieky Laborec a Uh

V priebehu biomonitoringu v okolí rieky Laborec sme pozorovali nitrofilný druh *Xantoria parietina* a *Physcia* sp. čo vysvetľuje ich prítomnosť v blízkosti cestnej premávky (neďaleko cestného mosta v Strážskom), nakoľko ich vitalita je pozitívne ovplyvnená prítomnosťou dusíkatých zlúčenín.

Lokalita bola obohatená o tieto druhy aj v dôsledku intenzívneho slnečného žiarenia, ktoré lišajník *Xanthoria parietina* dokáže absorbovať vďaka prítomnosti pigmentu - parietín. Stanovenie počtu týchto epifytických druhov (rastúcich na kôre stromov) slúži na orientačné stanovenie čistoty ovzdušia v okolí vodného toku. Počítanie môže prebiehať na úseku jedného metra pozdĺž celého obvodu stromu, od výšky približne 1,5 m od zeme. Zistené hodnoty možno následne použiť na prepočet podľa vzorca, ktorým orientačne vyhodnotíme čistotu daného ovzdušia.

$$I\check{C}P = \sum F$$

IČP index čistoty prostredia

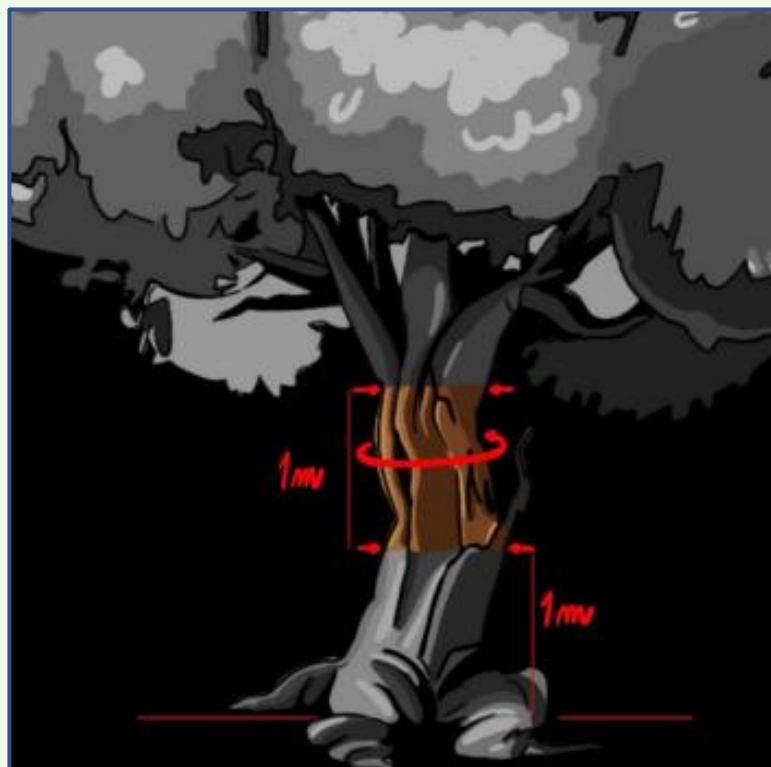
$\sum$ Suma - súčet

F je frekvencia každého druhu lišajníka, ktorá sa vypočíta ako počet lišajníkov prítomných v štvorcovej mriežke (štvorec s rozmermi 10x 10 cm) v celkovej oblasti s rozmermi 50x50cm.

Stupeň	Rozmedzie znečistenia	Znečistenie životného prostredia
Stupeň A	$0 \leq I\check{C}P \leq 5$	Vysoký stupeň znečistenia
Stupeň B	$5 < I\check{C}P \leq 10$	Stredný stupeň znečistenia
Stupeň C	$I\check{C}P > 15$	Nízky stupeň znečistenia

Na lokalite Krivoštiansky most pri Laborci sa nachádzajú lišajníky najmä na kôre stromov. Ich početnosť sme zisťovali zaujímavým spôsob, kedy sme na vybraných troch stromoch na vymedzenej ploche približne 1 meter nad zemou do výšky 2 m nad zemou po celom obvode stromu zaznamenávali ich prítomnosť.

Prítomnosť lišajníkov na stromoch vo vzdialenosti približne 50 m od vodného toku v blízkosti cesty nad mostom na ľavom brehu sme zisťovali taktiež frekvenčnou metódou, ktorá nám hovorí o frekvencii (početnosti) druhov lišajníkov v testovanej oblasti. Na schéme pre pochopenie uvádzame, ako prebieha výber plochy stromu pre zistenie početnosti lišajníkov na kôre.



VYŠŠIE RASTLINNÉ PORASTY

Vegetácia v okolí vodných tokov

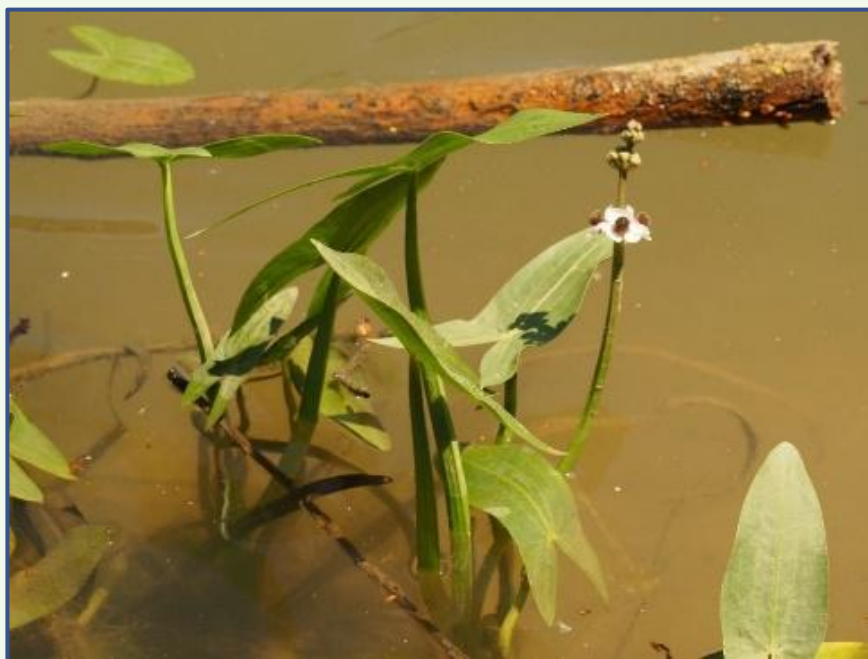
Brehové porasty možno charakterizovať ako skupinu drevín a bylín rastúcich na brehoch vodných tokov alebo vodných plôch. Nepochybne ste si ich na prechádzke popri rieke či potoku všimli. Zamysleli ste sa nad tým aký je ich význam? Druhovú skladbu brehových porastov je jedinečná a môže priamo ovplyvniť výskyt niektorých skupín živočíchov a tak lokálne zvyšovať biodiverzitu.



Úloha zástupcov z ríše rastlín je na brehoch vodných tokov nezastupiteľná nielen pre to, že je pre mnohé živočíchy zdrojom potravy, ale je aj miestom ich úkrytu pred nepriaznivým počasím alebo predátormi. Dôležitosť vegetácie spočíva tiež v stabilizácii brehov a zohráva jedinečnú úlohu vo formovaní krajiny a okolia vodného toku. Je v našom záujme klásť dôraz na existenciu brehovej vegetácie a chrániť jej miesto v riečnej krajine.

Byliny ako potrava a úkryt

Medzi byliny, ktoré bežne rastú na brehoch vodných tokov patrí napr. mäta dlholistá, ostružina ožinová, deväťsil lekársky, kyprina chlpatá a i. Najhojnejší zástupcovia bylín sú najmä vlhkomilné trávy ako rôzne druhy sitín (*Juncus*), trst' obyčajná (*Phragmites australis*) alebo trávam podobné ostrice (*Carex*), ktoré vytvárajú zapojené porasty priamo na brehoch stojatých vôd a tokov. Častým zástupcom bylinných brehových porastov je deväťsil. Veľké listy, ktoré sú preň charakteristické poskytnú živočíchom potrebný úkryt pred dažďom či páľčivým slnkom (podobne, by sme ho mohli využiť aj my).



Kry a stromy ako opora brehov

Z krovín sú to najmä krovité vrby ako napr. vrba biela (*Salix alba*), vrba purpurová (*Salix purpurea*), vrba trojtyčinková (*Salix triandra*), ktoré svojou koreňovou sústavou spevňujú brehy potokov a riek. Miestami je zastúpená na brehoch riek aj čremcha obyčajná (*Prunus padus*) či bršlen európsky (*Euonymus europaeus*).

Medzi druhy s dominantným zastúpením na brehoch potokov patria okrem vrb aj jelše, jasene a topole. V stromovej etáži prevládajú v okolí vodných tokov druhy ako napr. vrba krehká (*Salix fragilis*), vrba biela (*Salix alba*), topoľ biely (*Populus alba*) a topoľ čierny (*Populus nigra*). Ak je mäkkých drevín dostatok, sú ideálnym útočiskom pre najväčšieho európskeho hlodavca – bobra veľkého. Na druhej strane nadmerné porasty, ktoré sú naklonené, suché či polámané môžu pri uvoľnení blokovat' tok alebo sa hromadiť pod piliermi mostov a v prípade prítalovej vody komplikovať odvodňovanie okolitej krajiny.

Z tvrdých drevín sa na spevňovaní brehov podieľa napr. jaseň úzkolistý (*Fraxinus angustifolia*), brest väzový (*Ulmus laevis*) a dub letný (*Quercus robur*). Kry a stromy ako súčasť ekosystému vodných tokov predstavujú energetický zdroj zo suchozemského (terestrického) prostredia. Ekosystém vodného toku je teda energeticky závislý na energii, ktorá je dodaná vo forme organickej hmoty, napr. opadaného lístia.



Lokalita Laborec pod prefou

Makrofyty ako bioindikátory

Efektívnymi bioindikátormi, ktoré možno použiť na určenie kvality vody, sú vodné rastliny – **makrofyty**. Ide o pomerne veľké rastliny, viditeľné voľným okom a patriace do rôznych systematických skupín, ktorých existencia však úzko súvisí s vodou. Do tejto skupiny patria cievnaté rastliny, ktoré rastú priamo vo vode alebo v pobrežnej zóne s vysokou vlhkosťou. Makrofyty sú nevyhnutnou zložkou ekosystémov väčšiny vodných plôch a tokov, ovplyvňujú hydrochemické a hydrobiologické procesy a zohrávajú dôležitú a mnohostrannú úlohu v živote vodnej nádrže. Indikátorom ekologického stavu vodnej plochy môže byť nielen druhové zloženie rastlín, ale aj početnosť druhov a vlastnosti priestorovej distribúcie vodnej vegetácie. Súčasťou stojatých vodných plôch alebo mŕtvych ramien riek sú trváce vodné rastliny. Príkladom je lekno, prípadne šípovka, ktorá je považovaná za špecialistu na vodné stanovištia s kolísajúcou vodnou hladinou, čo je pre lužné oblasti typické.



Sagittaria sagittifolia



Nuphar lutea

Druhovú rozmanitosť brehových a vodných porastov rieky Laborec a Uh

Aj brehy rieky Laborec sú bohaté na druhy rastlín. Prevládajú najmä druhy charakteristické pre vrbovo-topoľové lužné lesy akými sú napríklad ostružia ožinová (*Rubus caesius*) s tmavomodrými černicami, chmeľ obyčajný (*Humulus lupulus*), ktorého samičie šištice sa používajú ako prísada na varenie piva, chrastnica trstovníkovitá (*Phalaris arundinacea*), a prhlava dvojdomá (*Urtica dioica*). Na jar zaujmú aj porasty medvedieho cesnaku (*Allium ursinum*), ktorý môžeme použiť na prípravu chutného pesta alebo na priamy konzum, a pozornému oku neujdú žlté porasty blyskáča jarného (*Ficaria bulbifera*).

Nepriaznivým faktorom sú invázne rastliny, ktorým sa na brehoch Laborca darí. Medzi nebezpečné druhy patrí boľševník obrovský (*Heracleum mantegazzianum*), ktorý dokáže dorásť do výšky až štyroch metrov a jeho šťava spôsobuje na koži vystavenej slnku ťažké popáleniny. Nepříjemnými druhmi sú tiež ježatec laločnatý (*Echinocystis lobata*), ktorý sa ako liana ťahá do korún stromov a jeho dĺžka môže dosiahnuť aj 20 m.

BEZSTAVOVCE

Čo patrí medzi vodné bezstavovce a prečo je ich tak veľa?

Pri pohľade do vody nás upútajú zväčša väčšie živočíchy, najčastejšie stavovce (napr. ryby, obojživelníky, vtáky). Fungovanie vodného ekosystému ale závisí vo veľkej miere aj od prítomnosti a úlohy drobných živočíchov. Ich pestré spoločenstvo zaraďujeme medzi bezstavovce (je to rôznorodá skupina živočíchov, ktoré majú spoločné najmä to, že nepatria do príbuzenstva stavovcov). Vo vode konzumujú napadané lístie a drevo (to sú drviče, napr. kôrovce – kriváky), zoškrabávajú nárasty rias, ožierajú vegetáciu, filtrujú z vody kal bohatý na živiny alebo drobné organizmy (napr. jednobunkovce), lovia iné živočíchy, sú parazitmi iných živočíchov a pod. Ak z prírody zmiznú napr. v dôsledku otravy, ich miesto vo fungovaní ekosystému zostáva nejaký čas neobsadené. Taký vodný ekosystém neplní svoje služby a stráca svoju stabilitu. Ak napr. chýbajú planktonické drobné živočíchy, premnožia sa riasy, voda stráca priehľadnosť, hynú ponorené časti rastlín. A hynú aj menšie ryby, ktoré potrebujú planktón ako nenahraditeľnú súčasť potravy. Ak chýbajú drviče, na dne vôd sa hromadí lístie, ktoré začne hniť a vo vode stráca kyslík, voda tmavne a získava nepríjemný zápach. Keď si to uvedomíme, začneme sa o vodné bezstavovce viac zaujímať. Vodných bezstavovcov je oveľa viac druhov aj jedincov ako stavovcov. A nie všetky sú len drobné, napr. naše veľké lastúrniky dosahujú dĺžku až 30 cm.



Kľúč k poznaniu

Keď nás zaujíma, čo všetko vo vode žije a akú úlohu jednotlivé druhy majú, musíme čerpať z poznatkov, ktoré nazbierali prírodovedci počas desiatok rokov. Medzi vodné bezstavovce zaraďujeme napr. hubky, prhlivce, ploskule, vírniky, pijavice, mäkkýše, kôrovce, vodné larvy i dospelé štádiá (imága) hmyzu. Spolu sú to stovky druhov. U mnohých z nich poznáme spôsob ich života, väzbu na prostredie, sezónnu aktivitu, rozmnožovanie a vývin, mechanizmy prenikania do iných prostredí a pod. Základom je správne určenie pozorovaných jedincov do biologického rodu a druhu.

Na to používame **určovací (determinačný) kľúč**, resp. niekoľko kľúčov. Mnohé z nich sú len ťažko dostupné pre laickú a často si vyžadujú už značnú skúsenosť a používanie odbornej terminológie. Na stránke nášho projektu ponúkame zjednodušený, ilustrovaný určovací kľúč vodných bezstavovcov. Povzbudzujeme zvedavých milovníkov prírody, aby si urobili čas a trpezlivo sa učili sa s určovacím kľúčom pracovať. Otvoria si tak „dvere“ k poznaniu vodných živočíchov a tým celému biologickému nazeraniu na prírodu.

Kde všade môžeme bezstavovce nájsť?

Život väčšiny vodných bezstavovcov sa sústreďí do blízkosti brehov,

kde je dostatok úkrytov, svetla, kyslíka a potravy a väčšie ryby sem neprenikajú. Bezstavovce (tie najdrobnejšie) sa voľne vznášajú vo vode a nechajú sa unášať pomalým prúdom. Tvoria spoločenstvo **zooplanktónu**. Majú rôzne adaptácie tela na nadnášanie vo vode. Na malé vzdialenosti sa posúvajú aj aktívne, pohybom končatín. Sú zvyčajne priehľadné. Súčasťou planktónu môžu byť aj drobné larvy veľkých živočíchov, napr. veľkých lastúrníkov. Pri dne sa zdržiavajú bentické živočíchy. Plávajú tesne nad dnom, alebo lezú po dne, prípadne sú prichytené o dno, alebo sú ukryté pod kameňmi či zahrabané v dne.

Majú na to vyvinuté ťažšie telo, často s pevnou schránkou alebo pancierom a prichytávacie zariadenia (napr. prísavky, silné nohy). Zvyčajne majú tmavé alebo mozaikové či pruhované sfarbenie, aby unikli pozornosti dravých živočíchov. Na vhodných miestach sa združujú tisíce rovnakých rôznych alebo rôznych bentických bezstavovcov a vytvárajú kolónie alebo početné agregujúce. Vďaka ich množstvu môže ich hmotnosť prevýšiť aj hmotnosť rýb na rovnakej ploche. Vodné bezstavovce nájdeme aj na vodných rastlinách, na ponorených drevách, v bahne či štrkovo-piesčitých usadeninách. Ďalšie sa prispôbili na život na vodnej hladine alebo tesne pod ňou. Je to kvôli potrebe nadychovať sa zo vzduchu nad vodou ale aj bohatý prísun potravy (napr. napadaného hmyzu).

Zaujímavý život vodných bezstavovcov

Každý vodný živočích má osobité životné prejavy, životný cyklus, nároky na prostredie. Mnohé z toho môžeme pozorovať a dokumentovať priamo v prírode. Iné prejavy je potrebné sledovať v laboratórnom prostredí. Hydrobiologickým laboratóriom môže byť aj malé akvárium na skrinke v izbe ale v škole. Tu máme väčšie možnosti pozorovať živočíchy dlhodobo, v rôznej dennej dobe. Odporúčame vyskúšať si chov živočíchov, ktoré nás v prírode zaujali (okrem druhov vzácných a chránených, tam je to nevhodné a zakázané). Akvaristi zvyčajne chovajú exotické druhy malých druhov rýb, mäkkýšov, v menšej miere rakovce a iné bezstavovce, exotické obojživelníky a korytnačky.



My sa môžeme pokúsiť o chov čohokoľvek, čo v prírode nájdeme. Čerpajme zo skúseností akvaristov (napr. akú vodu použiť, ako ju udržať čistú, aký štrk a rastliny mať v akváriu, ako zabezpečiť vhodné osvetlenie akvária, aké úkryty pre živočíchy, na aký čas akvárium ponechať bez živočíchov, ako živé organizmy transportovať, ako chovať drobné bezstavovce, ktoré akvaristi používajú ako krmivo rýb a pod.). Druhý zdrojom poznania sú prírodné podmienky živočíchov (na mieste zberu). Tieto sa snažíme v akváriu napodobniť. Ľahšie sa pripraví akvárium pre bezstavovce zo stojatých vôd ako z tokov. Pozorovania je vhodné podrobne si dokumentovať (fotiť, zapisovať). Nepôvodné druhy sa nesmú vypúšťať do prírody, ani keď sa už u nás udomácnili a sami sme ich z prírody získali.

Ako sa bezstavovce prispôsobili životu vo vode a na jej hladine?

Jemný, mäkký a slizom pokrytý povrch vodných bezstavovcov (napr. ploskúľ, máloštetinavcov, mäkkýšov) predstavuje adaptáciu na trvalý pobyt pod vodou alebo dočasne aj vo veľmi vlhkom prostredí na súši. Takáto pokožka umožňuje dýchanie celým povrchom tela, chráni telo pred nasiakaním vodou, umožňuje kĺzavý pohyb po dne a živočích sa ľahko vyklízne predátorovi. Takýto povrch je ľahko zraniteľný nárazmi vody, ostrými predmetmi, vrátane ostrých ústnych orgánov dravých živočíchov a rýchlo stráca svoje vlastnosti a nechráni telo pred vysychaním, keď sa živočích ocitne mimo vody, hoci na krátku chvíľu.



Preto mnoho bezstavovcov vytvára pevné schránky (napr. rôzne rúrky, ulity, lastúry), do ktorých sa ukrývajú pred silným prúdom vody, pred predátormi, vysychaním, UV žiarením. Vodné článkonožce (napr. vodné chrobáky, bzdochy, larvy hmyzu) majú telo pokryté pevnou, nevysychavou vrstvou – **kutikulou**. Tá je pre ne zároveň kostrou. Neumožňuje im ale dýchanie, preto musia používať špecifické dýchacie orgány. A podľa ich stavby vieme usúdiť, či sa jedná o bezstavovce, pre ktoré je voda pôvodným domovom (tie dýchajú žiabrami), alebo sa do vody vrátili zo súše (tie sa zvyčajne musia nadychovať z hladiny alebo prevádzajú kyslík z vody do vzdušnej formy vo svojom tele). Keď pozorujeme hmyz pod vodou, ktorého telo je pokryté drobnými bublinkami vzduchu a má striebřistý vzhľad, využíva princíp tzv. fyzikálnych žiabrá (napr. chrbtoplávky). Ďalšie zaujímavé adaptácie vodných bezstavovcov nájdeme v tvare ich tela a schránok, pohybových orgánoch a podobne.



ulita *Limnea stagnalis*

Bezstavovce ako bioindikátory

Slovo „bioindikátor“ sa používa veľmi často a nie vždy je dobre chápané. Bioindikátor je živý organizmus, ktorý vieme jednoznačne správne identifikovať a poznáme jeho vlastnosti a nároky na prostredie. Za takých okolností môže byť každý živý organizmus chápaný ako biologický indikátor stavu prostredia.

Na zmenu v prostredí, napr. zhoršenie kvality vody, živé organizmy reagujú a to každý inak. Ak napr. je do rieky dlhodobo vypúšťaná teplá voda z teplárne alebo elektrárne, odsťahujú sa z nej alebo vyhynú živočíchy, ktoré obľubujú studenú vodu. V tomto prípade to súvisí aj s dýchaním: v chladnejšej vode je kyslík lepšie rozpustný, je ho viac ako v teplej vode. Naopak, nastahujú sa sem živočíchy teplomilné, často nepôvodné. Zmenu v ekosystéme nám ukazuje kvalitatívna stránka spoločenstva napr. bezstavovcov (aké druhy tu žijú a aké majú nároky), alebo kvantitatívna stránka (koľko jedincov tu žije). Napr. vo vodách silne organicky znečistených (napr. odpadom z potravinárskej výroby) je veľmi chudobná biodiverzita (druhovú skladbu), ale niektoré bezstavovce tu môžu žiť v obrovských množstvách, napr. niektoré drobné obrúčkavce alebo larvy pakomárov.

Neprirodzene chudobné spoločenstvá organizmov vo vode nás upozorňujú na vážne narušené prostredie. Pritom samotné narušenie môže byť krátkodobé, ale jeho účinok na organizmy je dlhodobý (napr. otravy spôsobené splachom chemikálií z polí). Ak sa jedná o znečistenie vody, rieka má lepšie samočistiace schopnosti ako jazero, ale znečistenie sa v nej aj rýchlejšie šíri a zasiahne v smere prúdenia oblasť oveľa väčšiu geografickú oblasť.

Aké bezstavovce môžeme nájsť vo vodných tokoch Laborec a Uh?

Bezstavovce v týchto dvoch riekach zodpovedajú typickej riečnej faune stredoeurópskych riek. Obe tvoria pravostranné prítoky Latorice (Bodrogu), ktorá sa vlieva do Tisy. Pramenia v tzv. flyšových pohoriach, ktoré majú pri zvýšených zrážkach tendenciu k rýchlemu stúpaniu hladiny a povodniam a voda sa rýchlo zakalí unášanými piesčito-ílovitými usadeninami. Prítomnosť bezstavovcov môžeme pozorovať zvlášť pri nižších stavoch vody, pri ktorom sa obnaží skalnaté aj nespevnené dno rieky. V ňom často uviaznu schránky mäkkýšov a lariet potočníkov. Nápadné sú napr. veľké lastúry. Tenkostenné vyššie lastúry šklabiek možno ľahko odlíšiť od podlhovastých, hrubostenných lastúr korýtok, ktoré majú navyše spoj oboch lastúr spevnený ozubením. Určenie do druhu už vyžaduje použitie determinačného kľúča.

Najpočetnejšie sa v strednom úseku oboch riek vyskytuje šklabka riečna a korýtko rybničné, vzácnejšie aj korýtko riečne. Ako nepôvodný druh tu možno čoraz častejšie nájsť schránky korýtka ázijského. Drobnejšie schránky, ktoré pripomínajú lastúru s hrotom na dne misky patria v skutočnosti vodnému ulitníkovi, čiapočke potočnej. Dlhšie, špicaté, tenkostenné ulity patria niektorému z druhov vodniakov. Najviac schránok nájdeme v naplavenom materiáli po opadnutí povodňovej vlny. Pri bližšom prehliadnutí náplavu vieme zistiť druhové spektrum mäkkýšov.

Ozaj, vieme, ktorý koniec lastúry je predný a ktorý zadný a ktorá je pravá a ľavá miska lastúry?



Lastúra Anodonta sp.

1-2 cm dlhé rúrky potočníkov tvorí ich vodná larva. Každý druh pritom používa inú architektúru tohto prenosného úkrytu a ukladanie pevných čiastočiek okolitého materiálu je nenáhodné. Zaslúžia si pozorné preštudovanie pod lupou. Pri pozornom prezretí brehu si ešte môžeme všimnúť tzv. zvlaky niektorých zástupcov hmyzu, ktoré sa vyvíjali vo vody ale prechod do dospelosti sa odohrá na brehu, zvyčajne na stonke rastliny alebo na kameni. Prítomnosť vážok alebo podeniek, pošvatiek či strechatiek môžeme zdokumentovať aj takto. Dospelé jedince môžeme pozorovať v letku alebo pri oddychu na zemi alebo vegetácii. Fotenie krásne vyfarbených vážok či hadoviek si vyžaduje vnímavosť a trpezlivosť, ale vydarená fotografia za túto námahu stojí. V samotnej rieke nájdeme najmä zástupcov bentickej fauny. Ak je voda číra, v pokojnejšom úseku môžeme pozorovať bezstavovce na dne v plytčinách. Zvyčajne sa ukrývajú pod kameňmi a ponorenými drevami, alebo sú na ich spodnej strane. Niektoré z nich vytvárajú aj mnohopočetné agregácie. Tam, kde je vo vode dostatok odumretého lístia, býva hojný krivák potočný. Je to vzdialený príbuzný raka. Hoci čiastočne toleruje organické znečistenie vody, je veľmi citlivý na nedostatok kyslíka. Nedávne genetické štúdie odhalili, že aj u nás žije mnoho nenápadných druhov krivákov, ktoré sa len nenápadne od seba odlišujú vonkajším vzhľadom. Celé kolónie vytvárajú prisadnuté larvy niektorých potočníkov a drobných mušiek, muchničiek. Na spodnej strane kameňov môžeme nájsť napr. larvy podeniek a pošvatiek, starobylého hmyzu. V rôsolovitých útvaroch na kameňoch môžu byť prilepené vajíčka vodniakov. Ak je ale rôsolovitý útvar pohyblivý, jedná sa o niektorý z druhov ploskúľ.

Tipy na ďalšie čítanie

Elexová E. 1998. Poznámky k makrozoobentosu Laborca v oblasti elektrárne Vojany. *Natura Carpatica* 39: 63-7.

Mišíková Elexová E. a kol. (eds.), 2010: Zoznam zistených taxónov na monitorovaných lokalitách vodných útvarov povrchových vôd Slovenska. Časť 1: Bentické bezstavovce. *Acta Environmentalica Universitatis Comenianae* (Bratislava) 18 (1): 1- 335.

Mišíková Elexová E. a kol. (eds.), 2021. Výsledky monitorovania vodných útvarov povrchových vôd Slovenska. Zoznam taxónov, Vodná fauna. Bentické bezstavovce, mihule a ryby. VÚVH, Bratislava, 387 s.

Šporka F. (ed.), 2003. Vodné bezstavovce (makroevertebráta) Slovenska, súpis druhov a autekologické charakteristiky. Bratislava: Slovenský hydrometeorologický ústav, 590 s.

STAVOVCE

Keď je pre stavovce životným priestorom voda / Ako ryba vo vode

Transformácia vodných ekosystémov v dôsledku antropogénnych zmien na úrovni povodia viedla k výraznému zhoršeniu stavu populácií rýb vo väčšine vodných útvarov na Slovensku a na Ukrajine. Cieľom každej rekonštrukcie vodnej nádrže je zvýšenie produktivity alebo rozšírenie jej využitia, ale štrukturálna zložitosť ekosystémov neumožňuje predvídať všetky negatívne zmeny a procesy, ktoré sa vyvinú v dôsledku ľudskej činnosti. V tejto súvislosti je naliehavo potrebné určiť ekologické riziká a orientačné ukazovatele na biocenotickej a populačnej úrovni, ktoré by umožnili predvídať negatívne zmeny v ekosystémoch. V súčasnosti úroveň ichtyologického výskumu nie vždy jasne identifikuje procesy vo vodných útvaroch súvisiace so zmenami druhového zloženia alebo populačnej štruktúry rýb. Preto je potrebné vypracovať teoretické prístupy k využívaniu rýb ako indikátorov stavu hydroekosystémov.

Využívanie štrukturálnych vlastností populácií a zoskupení rýb ako bioindikačných parametrov má v porovnaní s vodnými bezstavovcami, riasami a vyššími vodnými rastlinami výhody aj nevýhody.

- Medzi výhody tejto metodiky patrí relatívne veľká veľkosť objektov, relatívne jednoduché určovanie druhovej príslušnosti rýb, možnosť vykonávať výskum s minimálnym laboratórnym vybavením a relatívne jednoduché určovanie štrukturálnych charakteristík populácií rýb.
- Medzi najvýznamnejšie nevýhody patria ťažkosti pri určovaní spoľahlivých ukazovateľov veľkosti populácií rôznych druhov rýb, mobilita zástupcov ichtyofauny, ktorá im umožňuje vyhýbať sa nepriaznivým podmienkam, faktor ťažby rýb na rybárske účely, ktorý narúša štruktúru populácií a zoskupení.

Je známe, že vzťah medzi diverzitou a stabilitou ekosystémov je niekedy rozporuplný. Stabilita biosystémov sa zvyšuje s nárastom diverzity, ale zároveň sa konštatuje, že samotná diverzita sa vytvára na úkor stability ekosystémov. Takto, ako výsledok analýzy rôznych prístupov v oblasti bioindikácie kvality vody a stavu hydroekosystémov, treba konštatovať, že perspektíva využívania ichthyologických indikátorov je zrejmá. Odporúča sa ich používať ako bioindikátory na populačnej a cenotickej úrovni.

Na úrovni populácie sú pre bioindikáciu perspektívne tieto ukazovatele:

- veľkostná diverzita jedincov populácie s použitím indexu variability;
- veľkostno-hmotnostná štruktúra populácie s ukazovateľmi priemerných dlhodobých údajov o dĺžke alebo telesnej hmotnosti;
- pohlavná štruktúra s ukazovateľmi zvyšujúceho sa alebo znižujúceho sa podielu jedincov jedného pohlavia;
- individuálna morfológická variabilita jedincov a počet fenodiverzií;

Na cenotickej úrovni sa odporúča použiť ukazovatele, ako je počet druhov rýb, indexy diverzity a diverzita rýb s rôznym stupňom steno- a eurybiontnosti.



Bobor staviteľ

Príbrežná drevinatá vegetácia môže byť nezameniteľne poznačená prítomnosťou najväčšieho európskeho hlodavca, **bobra európskeho** (*Castor fiber*). Aj keď v minulosti bol na území Európy na pokraji vyhynutia, pretože bol lovený jednak kvôli mäsu, pižmovej žláze pri chvoste, ale aj pre škody, ktoré páchal na stromoch pri tokoch riek a budovanie hrádzí. Od osemdesiatych rokov sa populácia bobra začína rozširovať a v súčasnosti sa vyskytuje na veľkom území Slovenska. Bobor je najväčší európsky hlodavec, dorastá do dĺžky 120 cm s hmotnosťou do 30 kg a v celosvetovom merítku ho predbehla len kapybara, ktorá žije v povodí tokov v Južnej Amerike. Chvost bobra nie je osrstený, je rozšírený a má charakteristický zhora a zdola sploštený tvar, ktorý slúži ako kormidlo pri plávaní a pre pozorovateľa zaručuje jednoznačné odlíšenie bobra od iných vodných stavovcov ako je hryzec, vydra či ondatra. Bobor sa živí kôrou stromov a mladými vetvičkami, ale nepohrdne ani vodnou či suchozemskou vegetáciou či dokonca poľnohospodárskymi plodinami z polí.

Stromy však neslúžia bobrovi len ako zdroj potravy, ale aj ako stavebný materiál pre hrádze tzv. bobrie hrady, ktoré si buduje na vodných tokoch a v brehoch si vyhrabáva nory, ktoré celoročne obýva. V týchto obydliach žijú bobry v pároch a formujú kolónie, ktoré pozostávajú zo 4-6 jedincov. Samica tu rodí 1-2 mláďatá, ktoré hneď po narodení vidia a dokážu plávať. Bobry sú aktívne aj v zime a zásoby potravy si ukladajú do komory v hrádzi. Bobor je pracovitý staviteľ, ktorý na stavbu vie zotáť aj strom o priemere 50 cm. Kmeň obhrýza po obode do typického tvaru a vie nasmerovať jeho pád na miesto kde to potrebuje. Bobor je plaché zviera s nočnou aktivitou, ktorého je veľmi ťažké vidieť, avšak jeho prítomnosť prezradia ohryzené a spadnuté stromy.

Aj hady vedia plávať

Pri vode a vo vode sa môžeme stretnúť aj so zástupcami plazov, niektorými druhmi hadov, konkrétne s dvoma druhmi nejedovatých užoviek, ktoré sú viazané na vodné prostredie. Jedná sa o druhy užovka obojková (*Natrix natrix*) a užovka frkaná (*Natrix tessellata*). Obidva tieto druhy sú teplomilné takže ich stretneme skôr v teplejších oblastiach. Sú vynikajúcimi plavcami a svoju potravu, ktorou sú malé ryby, obojživelníky či dokonca hmyz, lovia na vodnej hladine, pod vodnou hladinou alebo aj na brehu vody. Po vyrušení týchto hadov na brehu, kde sa vyhrievajú na slnku, rýchlo unikajú do vody, kde si hľadajú úkryt. Veľmi šikovne sa vedia potápať a na nádych vedia pod vodou vydržať aj štvrt hodinu. Samičky týchto druhov hadov kladú vajíčka na do lesnej hrabanky alebo iného vhodného substrátu. Vajíčka sú biele kožovité a po približne dvoch mesiacoch sa liahnu 20 cm mláďatá, ktoré sú hneď pohyblivé a hľadajú si potravu. Pri týchto užovkách musíme spomenúť špecifický druh obranného správania, ktorý sa nazýva tanatóza. Keď sa had cíti byť ohrozený ustrnie a predstiera, že je mŕtvy. Leží skrútený bruchom nahor, s otvorenou papuľou a jazykom von. Môže sa potrieť výlučkom z kloaky, takže okrem toho, že nehybne leží, aj intenzívne páchne ako zdochlina. Typickou reakciou pri vyrušení týchto hadov je aj to, že vyvrhnú obsah svojho žalúdka, aby mohli čo najrýchlejšie utiecť.

Užovka obojková žije pri stojatých, alebo pomaly tečúcich vodných tokoch a je najbežnejším a najrozšírenejším druhom hada na Slovensku. Poznávacím znakom sú žlté, či žlto-biele polmesiacovité škvrny za hlavou, vytvárajúce tvar obojku, podľa čoho dostala druhové pomenovanie. Farba tela je sivohnedá, sivozelená alebo v rôznych odtieňoch. Niekedy môže mať na tele aj svetlé pozdĺžne pruhy. Nezriedka sa vyskytujú aj čisto čierne, tzv. melanické formy. Dorastá do dĺžky 1,5 metra a živí sa hlavne obojživelníkmi (žabami), zriedkavejšie loví ryby.

Užovka frkaná žije takisto pri stojatých, alebo pomaly tečúcich vodných tokoch s pobrežnými zárastami, no oproti užovke obojkovej je ešte viac viazaná na vodu. Dorastá do dĺžky 100 cm, výnimočne aj viac. Sfarbenie tejto užovky je sivo-zelené s typickou čiernou pravidelnou šachovnicovito usporiadanou kresbou. Hlava je trojuholníkovitá s výraznými očami s okrúhlou zreničkou. Hlavnou zložkou jej potravy sú ryby, výnimočne uloví aj obojživelníky, hlavne žaby.

Ktoré stavovce sme pozorovali v okolí vodných tokov Laborec a Uh?

Pri prechádzke k rieke Laborec nám krížili cestu rôzne obojživelníky, ktorým sa podrobnejšie venujeme v ďalšej kapitole. Za zmienku stojí nápadný pobytový znak svedčiaci o prítomnosti bobra v okolí Laboraca smerom za Krivoštianskym mostom. Sú tam prítomné početné ohryzy stromov lemujúcich rieku, vrátane čerstvých, ktoré upozorňujú na nedávnu aktivitu najväčšieho hlodavca. Na lokalite pod Krivoštianskym mostom sme odchytili niekoľko druhov bežných rýb, ktoré sme bezprostredne po pozorovaní vrátili ihneď do ich prirodzeného prostredia.





Ohryz bobra pozdĺž rieky Laborec

OBOJŽIVELNÍKY A PLAZY

Prečo sú v ohrození?

Analýzy Svetovej únie ochrany prírody IUCN odhalili, že až štvrtine druhov organizmov hrozí v dôsledku ľudskej činnosti vyhynutie, pričom obojživelníky so 41% ohrozených druhov získali nelichotivé prvenstvo (IUCN 2022). Citlivosť týchto organizmov je priamo spojená s ich charakteristickými vlastnosťami, o ktorých sa dozvedáme a učíme už na hodinách prírodovedy na základnej škole.



Pre obojživelníky je koža, s podobnými vlastnosťami ako sliznica, veľmi dôležitý orgán, ktorým dýchajú. Prostredníctvom nej dochádza až 60 – 80% výmeny dýchacích plynov a počas zimovania plní túto funkciu až na 100%. Ich koža však nie je priepustná len pre dýchacie plyny, ale aj pre znečisťujúce chemické, toxické látky vo vodnom prostredí, v ktorom sa vyskytujú.

Vajíčka obojživelníkov nemajú škrupinky ako napríklad vajíčka plazov, sú uložené v rôsolovitom obale, preto sú kladené do vodného alebo vlhkého prostredia, aby nevyschli. Ak však dôjde k vyschnutiu vodného prostredia, kde sa vyskytujú, automaticky dôjde aj k zničeniu týchto znášok. Okrem toho ich môže ohrozovať aj silné UV žiarenie, alebo rôzne patogény, ktoré spôsobia, že sa niektoré znášky vajíčok vôbec nevyľiahnu, prípadne sa vyľiahnu deformované jedince, ktoré majú problém prežiť.



Všetky naše druhy obojživelníkov sú obojživelné organizmy a potrebujú pre svoj život ako vodné prostredie na kladenie vajíčok a vývin larválnych štádií, tak aj suchozemské prostredie, v ktorom si hľadajú potravu a vhodné úkryty. Preto ak chceme chrániť obojživelníky, nestačí chrániť len vodné prostredie, ale aj suchozemský habitat a ich vzájomné prepojenie (konektivitu) v podobe koridorov. To výrazne zvyšuje ich nároky na prostredie a komplikuje ich ochranu.



Obojživelníky nemajú stálu teplotu tela, ich teplota je závislá od teploty prostredia, preto sú tieto organizmy veľmi náchylné na klimatické zmeny. Ďalšími hrozbami sú zavlečenie nepôvodných druhov, ktoré následne konkurujú o potravu a prostredie s našimi pôvodnými druhmi obojživelníkov a ohrozujú ich aj z hľadiska prenosu rôznych patogénov, voči ktorým ony samotné môžu byť rezistentné. Jedným z vážnych ochorení je hubové ochorenie s názvom chytridiomykóza, ktoré zapríčiňuje nielen úhyn lokálnych populácií, ale až vymieranie celých druhov. Keď sa stretne viacero týchto vyššie spomínaných vlastností v rámci jedného organizmu, nastáva problém.

Strata prirodzeného prostredia

Už pred desiatkami rokov si odborníci na obojživelníky začali všímať, že niečo s touto skupinou stavovcov nie je v poriadku, dochádzalo k výrazným poklesom v populáciách a to aj v oblastiach, ktoré boli takmer bez ľudského zásahu. Tejto problematike sa začala čoraz viac venovať pozornosť, keďže tieto alarmujúce zistenia sa ukázali byť pravdivé. Dnes už vďaka podrobnejšiemu skúmaniu tejto skupiny živočíchov vieme, že obojživelníky sú ohrozované viacerými faktormi a to najmä ničením, znečisťovaním a zmenami ich prirodzeného prostredia.

Urbanizácia patrí k najbežnejšej forme zmeny ich prirodzeného prostredia. Močiare, lesy sa menia na zastavanú plochu plnú rôznych budov a ciest a tieto radikálne zmeny často obojživelníky nevedia prekonať. Dochádza k fragmentácii a izolácii populácií a kvôli bariéram, ktorých je v meste mnoho, nemôžu jedince migrovať z jednej populácie do druhej. Tým sa zvyšuje miera príbuzenského kríženia a dnes sa už vie, že čím je vyšší inbreeding, tým je nižšia životaschopnosť populácií.



Keď nás liečia obojživelníky...

Obojživelníky a plazy môžu predstavovať v niektorých biotopoch kľúčové druhy s veľkým vplyvom na štruktúru ekosystému ako dôležitá súčasť spoločenstiev a potravných reťazcov (napr. Burton & Amp; Likens, 1975; Holomuzki et al., 1994; Stewart & Amp; Woolbright, 1996, Wissinger et al., 1999; Whittaker et al., 2013). Ako ektotermné živočíchy dokážu efektívne transformovať energiu, ktorú prijímajú vo forme potravy a konvertujú ju do telesného tkaniva (Pough et al., 1998; Dodd, 2009). Obojživelníky, ako dôležité konzumenty v akvatických a terestrických habitatoch predstavujú dôležité energetické prepojenie medzi týmito biotopmi (Whiles et al., 2006). Prispievajú k regulácii hmyzu, ktorý môže byť v niektorých prípadoch nebezpečným vektorom prenosu rôznych patogénov nebezpečných pre človeka (napr. DuRant & Amp; Hopkins, 2008; Kagemann, 2015). Čím viac obojživelníkov, tým menej komárov.



Ropucha bradavičnatá a jej početné znášky v podobe čiernych retiazok.

Jedy obojživelníkov, ktoré sú z hľadiska bioaktívneho zloženia druhovo špecifické, sa ukázali byť zaujímavé z hľadiska objavovania nových liekov (Shaw, 2009). Dnes je už známe, že tieto bioaktívne zložky majú antimikrobiálnu (napr. Gomes et al., 2007; Govender et al., 2012), antidiabetickú, imunomodulatórnu, antivirotickú, antineoplastickú aktivitu a pod. (napr. Spande et al. 1992; Dasgupta & Gomes, 2001; Gomes et al., 2007; Rollins-Smith, 2009; Neerati, 2016). Preto je možné tvrdiť, že s vyhynutím každého druhu obojživelníka mizne potenciálny liek na liečbu rôznych ľudských ochorení. Pokles alebo strata týchto živočíchov by mohla mať rôzne a zatiaľ ešte nie úplne chápané následky na spoločenstvá a ekosystémy. Napriek týmto skutočnostiam obojživelníky sú ako predmet ochrany na nižšej úrovni v porovnaní s inými taxónmi stavovcov (Whiles et al., 2006).



Možno vám raz
pomôžem dostať sa
hrobárovi z lopaty.

S chvostom, či bez...

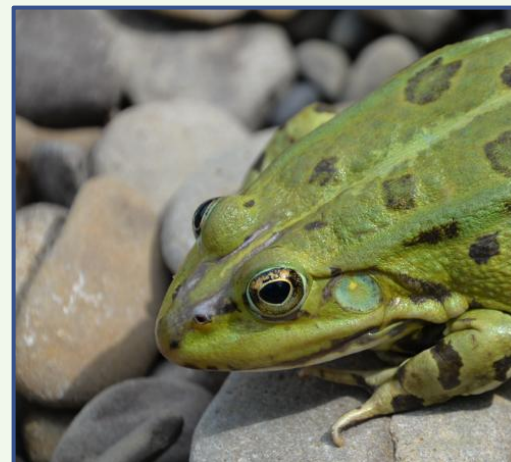
Obojživelníky v súčasnosti zahŕňajú 8 679 druhov (k 17.8. 2023, amphibiaweb.org), z ktorých najpočetnejšie sú **žabotvaré obojživelníky** (88%). K tejto skupine stavovcov však radíme aj chvostnaté obojživelníky a dokonca aj červone, ktoré sa však na našom území nevyskytujú. Na Slovensku máme 12 druhov žabotvarých obojživelníkov a 6 druhov chvostnatých obojživelníkov. Jediným zástupcom rodu Salamandra u nás je salamandra škvrnitá, ktorá obľubuje dážď a vlhko v prostredí. Stretneme ju v bukových alebo zmiešaných lesoch no hlavne po alebo počas dažďa, pretože ak je teplo a sucho, ukrýva sa v rôznych norách, štrbinách, pod kameňmi. Zrazu po daždi pred očami vidíme úplne iný les a ekosystém a niekedy nás až prekvapí koľko salamandier v ňom žije.



Počas dažďa vyjdú von aj mäkkýše a dážďovky, na ktorých si rady pochutnajú. Čiernožltým sfarbením, tzv. výstražným sfarbením, dávajú vedieť, že sú jedovaté a keď sa cítia ohrozené, vypúšťajú z jedových žliaz jedový sekrét. Na Slovensku však máme aj rôzne druhy mlokov, u ktorých samce v období vodnej fázy na jar, kedy sa rozmnožujú, majú často krásne pestré sfarbenie a výrazné hrebene alebo lišty. Samice nie sú tak výrazne sfarbené a nemajú ani hrebene a lišty na chrbte, ale krásou určite nezaostávajú. Samce v období rozmnožovania vo vode predvádzajú rôzne svadobné tance pred samicou a na záver vypustia balíček spermií (spermatofór), ktorý si samica vloží do kloaky. Samica potom kladie vajíčka jednotlivo, často na listy vegetácie a niektoré druhy tieto listy zliepajú, aby tak ochránili vajíčko.



Naše žabotvaré obojživelníky sú rovnako zaujímavé. Na Slovensku sa môžeme stretnúť s ropuchami, kunkami, rosničkami, hrabavkami, či suchozemskými alebo vodnými skokanmi. Tieto rôzne druhy kladú znášky líšiace sa tvarom a aj umiestnením v samotnom prostredí.



Naše ropuchy (ropucha zelená, ropucha bradavičnatá) kladú vajíčka vo forme dlhých čiernych retiazok, naopak naše skokany kladú vajíčka v tzv. bochníkoch, ktoré môžu mať rôznu veľkosť a môžu, ale nemusia byť pripevnené o vegetáciu. Preto poznanie znášok obojživelníkov výrazne pomáha pri mapovaní a monitorovaní populácii v našej prírode.



Jeden druh nášho obojživelníka vajíčka nekladie. Je ním už vyššie spomínaná salamandra škvrnitá, u nej by ste márne hľadali znášky vajíčok. Salamandra je vajcoživorodá a vajíčka sa vyvíjajú priamo v tele samice a tá následne kladie larvy vo vajcových obaloch, ktoré praskajú tesne po kladení alebo počas neho. Keďže sú všetky naše obojživelníky zákonom chránené manipulovať s nimi, rovnako ako aj s ich vajíčkami a larválnymi štádiami, môžu len odborníci, ktorí majú príslušné povolenie od ministerstva životného prostredia.

Obojživelníky ako bioindikátory

Jednou zo súčasných a najperspektívnejších metód environmentálneho hodnotenia kvality životného prostredia je bioindikácia, ktorá umožňuje identifikovať mieru a intenzitu znečisťujúcich látok, ako aj sledovať dynamiku degradácie ekosystémov v čase a priestore. Obojživelníky spĺňajú všetky požiadavky na živočíchy slúžiace na bioindikáciu. Obojživelníky kladú vajíčka bez obalu a tak sú menej chránené pred nepriaznivými zmenami počasia a pred predátormi.



Koža obojživelníkov priepustná aj pre škodlivé látky



Vajíčka obojživelníkov bez obalu

Jedným zo základných faktorov, ktoré zvyšujú citlivosť obojživelníkov na stav životného prostredia je priepustná koža. Ich vajíčka a/alebo larvy sú citlivé na kontamináciu. Obojživelníky nemajú výrazný sklon k migrácii a vyznačujú sa vysokou úrovňou polymorfizmu. Všetky tieto faktory umožňujú úspešné využitie obojživelníkov ako bioindikátorov. Akákoľvek znečisťujúca látka, ktorá sa dostane do vodného prostredia, aj vplyvom ľudskej činnosti, sa automaticky dostáva do ich tela a môže pôsobiť na obojživelníky podprahovo bez ich usmrtenia, no niekedy môže pôsobiť až fatálne.



Detailný pohľad na kožu rodu *Bombina*

Aké obojživelníky môžeme nájsť vo vodných tokoch Laborec a Uh?

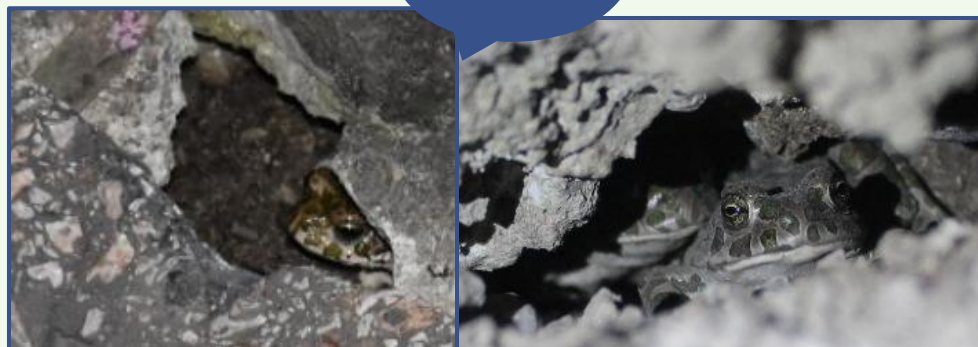
Na rôznych lokalitách vodného toku rieky Laborec sme sa opakovane stretávali s dospelými jedincami, ale aj so znáškami skokana štíhleho (*Rana dalmatina*). Pre znášky tohto druhu je typické, že sú prichytené o vegetáciu.



Početným druhom bola aj ropucha zelená (*Bufo viridis*). Jej výskyt sme zaznamenali ďalej od vodných tokov. Tento druh obojživelníka je viazaný hlavne na suchozemské biotopy a je preňho typické osídľovanie urbanizovaného prostredia. Vyhovujú mu mestské parky, fontány, rôzne nedokonalosti ako sú štrbiny, pukliny, ktoré využívajú ako úkryty.



Nájdeš
nás? ☺

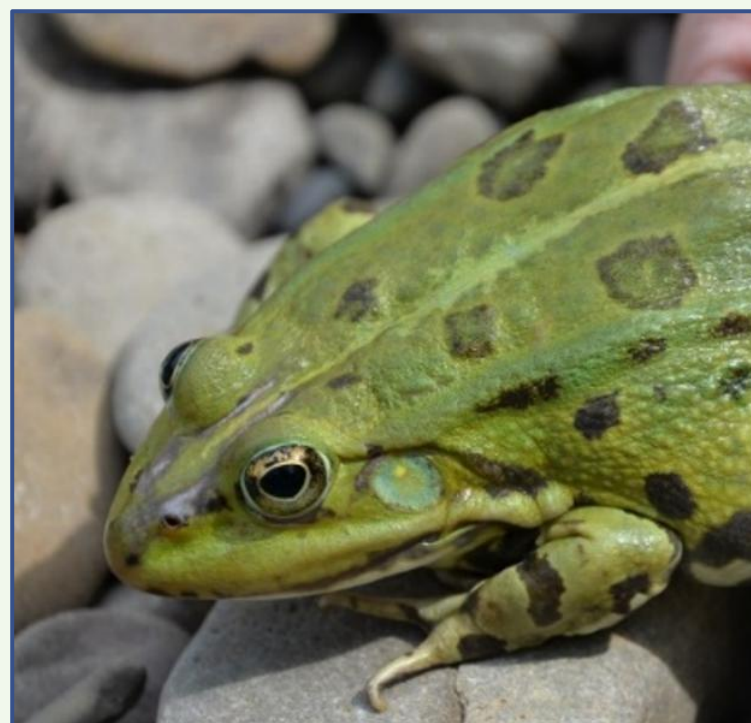


Ojedinele sme skrížili cestu aj rosníčke zelenej (*Hyla arborea*) a skokanovi rapotavému (*Pelophylax ridibundus*), ktoré svojou farbou upútajú skôr než ostatné druhy bezchvostých obojživelníkov. Lokalita „potok Duša“ – *Bufores viridis*, *Hyla arborea*, *Pelophylax ridibundus*,

Lokalita „Laborec pod prefou“– *Pelophylax ridibundus*, *Rana dalmatina*

Lokalita „rieka Laborec – pod mostom“ – *Rana dalmatina*,

Lokalita „skládka pri Strážskom“ – *Rana dalmatina*



Jednou z moderných a najslubnejších metód ekologického hodnotenia kvality životného prostredia je bioindikácia, ktorá umožňuje zistiť stupeň a intenzitu vplyvu znečisťujúcich látok, ako aj sledovať dynamiku degradácie ekosystému v čase a priestore a prezentovať údaje v integrovanej forme. Prirodzené reakcie živočíšnych organizmov na kvalitu životného prostredia možno často extrapolovať na človeka.

Obojživelníky spĺňajú všetky požiadavky kladené na živočíchy používané na bioindikáciu. Druhy obojživelníkov vyskytujúce sa v skúmaných oblastiach majú jasné a vhodné vlastnosti na výskum a ich vajíčka a/alebo larvy sú citlivé na znečistenie. Morfofyzologické parametre organizmov obojživelníkov odrážajú stav miestneho biotopu. Obojživelníky nevykazujú výraznú tendenciu k migrácii a vyznačujú sa vysokou mierou polymorfizmu. Všetky tieto faktory umožňujú úspešné využívanie obojživelníkov ako bioindikátorov.

Závěrečné slovo

Monitorovanie bioindikátorov v okolí vodných tokov je kľúčovým nástrojom na ochranu biodiverzity. Bioindikátory majú pri monitorovaní životného prostredia nepochybne zásadný význam. Sú to druhy, ktoré sa používajú na monitorovanie stavu životného prostredia alebo ekosystému. Sú to akékoľvek biologické druhy alebo skupiny druhov, ktorých funkcia, populácia alebo stav môžu odhaliť, aký je stupeň integrity ekosystému alebo životného prostredia.

Monitorovaním týchto bioindikátorov môžeme získať predstavu o celkovom zdraví ekosystému a prijať potrebné opatrenia na ochranu a zachovanie biodiverzity v ňom. Je to nevyhnutné, pretože biodiverzita je kľúčom k stabilite ekosystémov. Bioindikátory sú zvyčajne citlivejšie na zmeny prostredia ako chemické alebo fyzikálne merania. Ich prítomnosť alebo neprítomnosť môže signalizovať vznikajúce hrozby pre biodiverzitu ešte predtým, ako dôjde k významným škodám. Napríklad vymiznutie určitého vodného hmyzu môže naznačovať znečistenie vodného toku skôr, ako dosiahne úroveň škodlivú pre iné organizmy.

Rozmanitosť života – aj malé zmeny dokážu zázraky.



Táto publikácia bola vydaná s finančnou podporou Európskej únie. Za jej obsah je výlučne zodpovedná Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach a nemusí vyjadrovať názory Európskej únie.

EFFUSE – edukačné materiály pre verejnosť

Učebný text

Autori: RNDr. Ivana Slepáková, PhD., RNDr. Lenka Maliničová, PhD., RNDr. Mariana Kolesárová, PhD., RNDr. Natália Pipová, PhD., RNDr. Monika Balogová, PhD., doc. RNDr. Andrej Mock, PhD., RNDr. Peter Ľuptáčík, PhD., prof. RNDr. Martin Bačkor, DrSc., doc. RNDr. Michal Goga, PhD., RNDr. Dajana Kecsey PhD.

Vydavateľ: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach
Vydavateľstvo ŠafárikPress

Rok vydania: 2025
Počet strán: 79
Rozsah: 4,94 AH
Vydanie: prvé



DOI: <https://doi.org/10.33542/EFF-0451-4>
ISBN 978-80-574-0451-4 (e-publikácia)