http://dx.doi.org/10.14712/25337556.2025.4.3

OPEN ACCESS

# NÁMĚTY NA POKUSY A POZOROVÁNÍ VODNÍCH ŽIVOČICHŮ VE ŠKOLNÍM AKVÁRIU XXV (CHOV SLADKOVODNÍCH HOUBOVCŮ, PORIFERA)

## IDEAS FOR EXPERIMENTS AND OBSERVATION OF AQUATIC ANIMALS IN SCHOOL AQUARIUM XXV (BREEDING OF FRESHWATER SPONGES (PORIFERA))

LUBOMÍR HANEL, lubomir.hanel@pedf.cuni.cz, Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Katedra biologie a environmentálních studií

Abstract

*Sponges are mostly marine (over 9,000 species) or freshwater (about 100 species) invertebrates of the animal phylum Porifera. Sponges are multicellular organisms consisting of jelly-like mesohyl sandwiched between two thin layers of cells, and usually have tube-like bodies full of pores and channels that allow water to circulate through them. They do not have complex nervous, digestive or circulatory systems. Unlike other animals, they lack true tissues and organs. Many sponges have internal skeletons of spicules (skeletal-like fragments of calcium carbonate or silicon dioxide), and/or spongin (a modified type of collagen protein). Some sponges host photosynthesizing microorganisms such as endosymbionts, and these alliances often produce more food and oxygen than they consume. They are mostly filter feeders, but a few species of sponges that live in food-poor marine environments have evolved as carnivores that prey mainly on small crustaceans. All adult sponges are sessile, while their larval stage of life is motile. Most sponges reproduce sexually, but they can also reproduce asexually. When environmental conditions become less hospitable to the sponges, for example, as temperatures drop, many freshwater species, and a few of the marine ones, produce gemmules. Sponges and their microscopic endosymbionts are now being researched as possible sources of medicines for treating a wide range of diseases. This paper provides ideas for the observation of freshwater sponges in school aquaria.*

Klíčová slova

*školní akvárium; sladkovodní houbovci; Porifera, pozorování*

Keywords

*school aquarium; freshwater sponges; Porifera, observation*

# ÚVOD

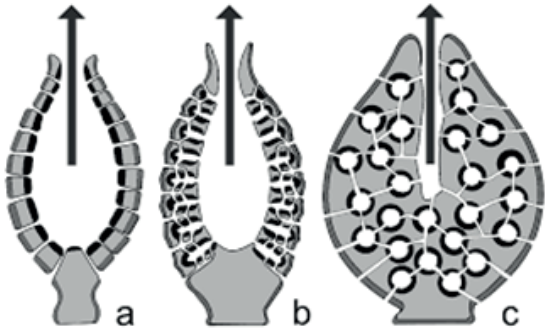
## Charakteristika houbovců

Houbovci jsou nepohybliví a přisedlí, většinou koloniální a v naprosté většině mořští (přes 9 000 druhů), sladkovodních je jen asi 100 druhů. Tradičně je tento kmen členěn na houbovce křemité, rohovité a vápenaté. Sladkovodní houbovci patří mezi rohovité a jejich kolonie jsou stavby leukonového typu (viz **obr. 1**). Dospělí jedinci tvoří kolonie, jejichž tvar je velmi proměnlivý, často se řídí tvarem substrátu, na který houbovec přiléhá, a také tím, zda žijí ve stojatých či mírně tekoucích vodách. Tvoří korovité, keřovité nebo bochníkovité útvary na kamenech, dřevěných trámech a jiných ponořených předmětech, často také na rostlinách, lasturách mlžů a schránkách chrostíků. Bilaterální symetrii nacházíme u mořských houbovců čeledi Cladorhizidae. Zbarvení sladkovodních houbovců je obvykle matné a jednotně hnědé, šedé, nažloutlé či téměř bílé. Některé druhy jako houbovec rybniční (*Spongilla lacustris*) mohou mít kolonie zelené, protože v jejich povrchových vrstvách žijí symbiotické řasy např. rodu *Scenedesmus*. Houbovcům chybí pravé svalové buňky, nervová soustava, exkreční orgány, oběhový systém, dýchací orgány, nemají ústní ani řitní otvor, stejně tak ani trávicí soustavu. Je známo, že u houbovců je vyvinut vysoký stupeň regenerace.

Většina sladkovodních houbovců se vyznačuje nepříjemným zápachem, který je u některých druhů výraznější než u jiných. Jeho funkce je pravděpodobně obranná. Zápach sladkovodních houbovců pochází z rozkladu jejich organického materiálu po jejich smrti, což je přirozený proces, při kterém bakterie rozkládají houbovce a vracejí živiny do životního prostředí. Také živí sladkovodní houbovci mají nepříjemný až štiplavý zápach, který se připisuje jejich biologickému složení kolonie spíše než jedné konkrétní chemické látce. Příkladem druhu s velmi silným štiplavým zápachem může být indický houbovec druhu *Eunapius carteri.*

Houbovci patří mezi dvojlisté (Diblastica), tzn. že mezi ektodermem a entodermem se nachází mezohyl (= mezoglea). Zde se nachází několik typů buněk, např. archeocyty s améboidním pohybem a schopností fagocytózy. Mají klíčovou roli při roznášení potravy po těle houby a také schopnost diferencovat se v jiné typy buněk. Dalším typem buněk jsou skleroblasty zodpovědné za tvorbu a ukládání kosterních jehlic (zvaných též spikuly) z anorganického materiálu. Nachází se zde i spongoblasty, produkující pružnou opěrnou látku spongin, která tvoří součást kostry houby a spojuje jehlice.

Pevnost kolonie sladkovodních houbovců je dána vnitřní kostrou tvořenou křemičitými jehlicemi, zvanými též spikuly (složení 92 % $SiO_2$, 7 % $H_2O$ a malé množství oxidů hořčíku, sodíku a draslíku) dvojího typu, což jsou makroskléry (tvoří oporu těla) a mikroskléry (mají spíše výplňovou funkci). Jehlice jsou stmeleny organickou hmotou sponginem, chemicky blízkou hedvábí s poměrně vysokým obsahem jódu (14 %), Lellák a kol. (1972). Houbovci jsou kromě larválních stádií nepohybliví. Larvy se pohybují kmitáním brv řasinkového epitelu, který pokrývá jejich celé tělo. Sladkovodní houbovci jsou mikrofágové, živící se sestonem, který je strháván proudem vody do mikroskopických otvorů v pokožce (ostií). Jsou to intracelulární kanálky ve zvláštních buňkách (porocytech). Proudění vody je vyvoláváno bičíky límečkovitých buněk (choanocyty), uložených v dutinách vnitřní tkáňové vrstvy (**obr. 3**). Přívodní kanálky spojující ostie a dutiny choanocytů vyúsťují v centrální dutině. Přitékající voda opouští tělo houbovce jediným větším otvorem (oskulum). Trávení je intracelulární. Nebylo prokázáno, že by se symbiotické řasy nějak významně podílely na metabolismu houbovců.

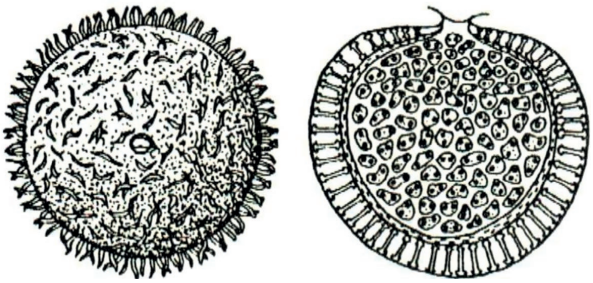



**Obr. 1** Základní tělní stavby houbovců podle umístění choanocytů (vyznačeny černě), a – askon, b – sykon, c – leukon. Šipka naznačuje směr opouštění vody oskulem z kolonie houbovce. https:// www.gymh.cz/vyuka/biologie/prehledy/3zoo_04_houbovci_zahavci.pdf

Co se týče pohlaví, u houbovců nacházíme značnou rozmanitost, trvalé i dočasné hermafrodity, příležitostné samce i samice, kteří mohou opakovaně měnit pohlaví, a známe i takové druhy, kde jedinci pohlaví změnit nikdy nemohou (Motyčka a Roller 2004).

Oocyty vznikají ze zvláštního typu buněk, archeocytů. Mají amébovitý tvar a rostou pohlcováním okolních buněk mezoglei. Spermatocyty vznikají z obrvených choanocytů. Spermatozoidy jsou vyplavovány oskulem do vody a s přitékající vodou se dostanou do těla samičího jedince. Z oplozeného vajíčka vzniká rýhováním larva (amfiblastula), která je vyplavena vodou ven z kolonie. Toto larvální stádium je obrvené a po určitou dobu volně plave. Ve stadiu

gastruly, když proběhla druhotná invaginace, vyhledá larva vhodný substrát, přisedne na něj a vyvíjí se postupně v nového houbovce nejprve askonového a později leukonového typu. Produkce vajíček probíhá od června do srpna. Vedle pohlavního rozmnožování se sladkovodní houbovci množí také nepohlavně pučením. Vnější pučení dává vznik koloniím, neboť dceřinní jedinci zůstávají trvale spojeni s mateřským jedincem. Zvláštní pupeny – gemule – vznikají zpravidla až na podzim před uhynutím kolonie (**obr. 2**). Tvoří se v mezoglei za shluku amoebocytů, rostou pohlcováním okolních buněk a nakonec se kolem nich vytvoří postupně dva sponginové obaly a vnější nejsilnější vrstva, tvořená silnostěnnými buňkami, jejichž obsah na vzduchu vysychá. Tato vnější vrstva je u našich houbovců pokrytá jehlicemi z $SiO_2$ a umožňuje gemulím plavání na hladině (pneumatická vrstva). Po odumření kolonie a jejím rozpadu jsou gemule vyplaveny do vody. Klíčí většinou na jaře. Buněčný obsah opouští gemuli zvláštním otvorem a dává vzniknout novému mladému houbovci. „Klíčení" nastává obvykle za teploty vody alespoň 12–13 °C. „Klíčivost" gemulí se udržuje až tři roky.



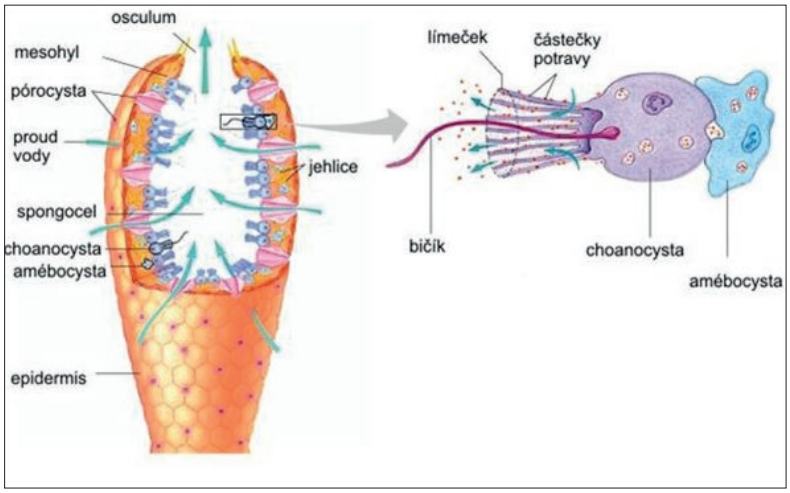
**Obr. 2** Gemule houbovce rodu *Spongilla* pokrytá mikrosklérami (vlevo) a rodu *Ephydatia* pokrytá amfidisky (v řezu, vpravo), Sedlák (2003).

https://geologie.vsb.cz/paleontologie/paleontologie/zoopaleontologie/Kmen%20Porifera.htm

V České republice bylo zjištěno celkem sedm druhů sladkovodních hub: *Spongilla lacustris* – houbovec rybniční, *Eunapius fragilis* – houbovec lomivý, *Ephydatia fluviatilis* – houbovec říční, *Ephydatia muelleri* – houbovec drsnatý, *Heteromeyenia stepanowii* – houbovec rozedraný, *Heteromeyenia baileyi* – houbovec různocívkatý, *Trochospongilla horrida* – houbovec celokrajný (Buchar a kol. 2005). Někdy je transkripce vědeckého názvu houbovce drsnatého uváděna jako *Ephydatia mülleri*, což ovšem neodpovídá nomenklatorickým zásadám, neboť vědecké názvy nemohou obsahovat diakritická znaménka.

## Biologie a ekologie

Sladkovodní houbovci často obrůstají výpustní zařízení rybníků, kamenné a dřevěné konstrukce mostů a přehrad, přístavní zařízení a dna člunů. Hojní jsou na ponořených vodních rostlinách (např. rákos, stulík). V našich vodách jsou nejhojnějšími druhy houbovec rybniční, *Spongilla lacustris* (gemule s mikrosklérami), a houbovec říční, *Ephydatia fluviatilis* (gemule s amfidisky), viz **obr. 2**. Objevují se hlavně v litorálu rybníků, ale i v tůních, starých říčních ramenech apod. Nebyli nalezeni v prudce tekoucích vodách, na bahně a jemném pohyblivém písku. Byli potvrzeni i v hloubce 500 m. V tekoucích vodách bývají kolonie málo větvené, přilehlé k podkladu. Sládeček (1980) sledoval vztah sladkovodních hub k saprobitě. Uvádí, že tyto organismy žijí v čisté nebo slabě znečištěné vodě a indikují oligo- až beta-mezosaprobní podmínky. Výzkum vývojového cyklu dvou druhů houbovců (*Spongilla lacustris* a *Ephydatia fluviatilis*) potvrdil jejich výskyt i v eutrofizované řece (Pronzato a Manconi 1991). Houbovci mohou způsobovat kalamity ve vodárenských zařízeních, poněvadž při přemnožení ucpávají potrubí (zvláště na podzim, kdy kolonie odumírají a trhají se). Gemule mohou v těchto zařízeních přežívat, neboť jsou odolné chloraci.



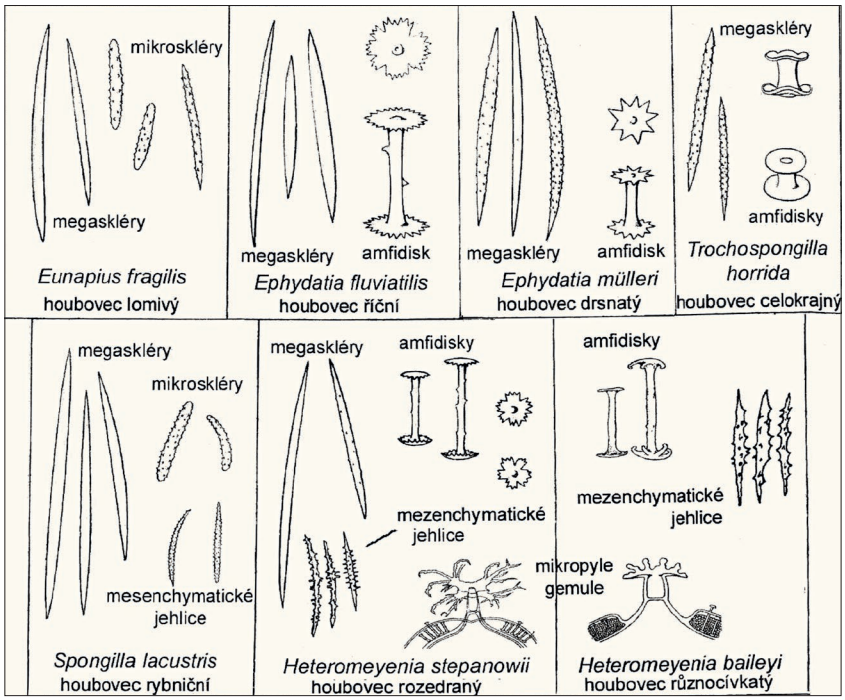

**Obr. 3** Schéma kolonie houbovce a detail choanocysty s amébocystou. Šipky ukazují směr proudění vody.

Klíč na určování našich houbovců uvádí Buchar a kol. (1995). Přehled odlišných znaků je uveden souhrnně na obrázku č. 4.

Je známo, že v houbovcích žije bohaté společenstvo živočichů; podrobně se touto problematikou zabývali Žáková a kol. (2005) v nádržích Mohelno a Dalešice. Na zdejších houbovcích identifikovali celkem 83 taxonů prvoků a bezobratlých živočichů a 130 taxonů sinic a řas.

Žáková a kol. (2005) popsali životní cyklus houbovců (rybniční, říční a drsnatý) v nádržích Dalešice a Mohelno. V dubnu až květnu při teplotě 10–13 °C docházelo k uvolňování zárodečných buněk z gemulí a k vytváření nových kolonií. Intenzivní růst byl pozorován od června do srpna s maximem v červenci, kdy teplota vody v hloubce 5–10 m dosáhla 15 °C a abundance fytoplanktonu a bakterií byla vysoká. Od srpna již začínalo odumírání kolonií, které vyvrcholilo v říjnu až listopadu po poklesu teploty pod 10–12 °C a snížení množství potravy (drobného planktonu). Zároveň se vytvářely gemule.

Momin a Heena (2025) uvádějí, že houbovec druhu *Ephydatia muelleri* s kosmopolitním rozšířením se stal v zoologii důležitým modelovým organismem. V laboratoři poblíž okna uvedení autoři chovali ve 20litrovém skleněném akváriu několik druhů ryb (čichavce, tetry, parmičky). Jako substrát na dně ve výšce 5 cm byl použit odsolený mořský písek, doplněný kameny a vodními rostlinami přeslenicemi rodu *Hydrilla* donesenými z indického jezera Diwanshah. Provzdušňování vody bylo udržováno pomocí molitanového filtru po dobu 18 hodin denně. V akváriu se v jednom spodním rohu začal rozrůstat houbovec drsnatý (*Ephydatia muelleri*). Základní parametry vody: rozpuštěný kyslík 8,5–9 mg/l, teplota 22,5–26 °C, pH 6,5–6,9, dusičnany 5,18–5,5 mg/l. Autoři pozorovali růst houbovce během tří měsíců (leden až březen). Během ledna a února, charakterizovaného v Indii zimními teplotami 22,5 až 25 °C, vykazoval houbovec vegetativní růst (5 cm na výšku, 4,5 cm na šířku bez znatelné gemulační aktivity). Mikroskopické vyšetření odhalilo produkci četných monoaxonních spikul a skleroblastových buněk, které podporují růst a slouží jako základní kostra houby.




**Obr. 4** Odlišný tvar megasklér a mikrosklér u našich houbovců. Podle Buchara a kol. (1995), upraveno.

Do konce března bylo celé tělo houbovce zaplněno četnými gemulemi, což mu zpočátku dodávalo bílý vzhled. Zbarvení houbovce se vyznačovalo nazelenalým odstínem v důsledku výskytu symbiotických zelených řas. Je pozoruhodné, že k nejvýznamnějšímu růstu došlo v lednu a únoru, což se shodovalo s teplotami vody v rozmezí 22,5–25 °C. V březnu, kdy teplota vody vzrostla na 26 °C, však vegetativní růst houbovce ustal. Takovéto zvýšení teploty mohlo vytvořit nepříznivé prostředí pro houbovce, což je vedlo k produkci gemulí (je zajímavé, že v našich podmínkách dochází ke gemulaci naopak po snížení teploty vody). Vztah mezi rybami a houbami charakterizovali uvedení autoři jako mutualismus, kdy oba účastníci vztahu koexistují, aniž by si navzájem způsobovali újmu.

Sladkovodní houbovci mohou sloužit jako bioindikátory vodního prostředí (Hill a Hill 2002). Sugden a kol. (2022) uvádějí, že houbovci jsou známí tím, že hostí rozmanitá společenstva mikrobiálních symbiontů, ale navzdory přetrvávajícímu zájmu o mikrobiom těchto houbovců se většina výzkumu zaměřovala na mořské houbovce, a sladkovodní druhy tak byly předmětem jen nemnohých studií. Pomocí vzorků odebraných z řek Sooke, Nanaimo a Cowichan na ostrově Vancouver v Britské Kolumbii autoři doložili, že mikrobiom houbovce *Ephydatia muelleri* se liší od okolní vody a přilehlých biofilmů a dominují v něm rody *Sediminibacterium, Comamonas* a neurčení zástupci řádu Rhodospirillales. Paix a kol. (2024) uvádějí, že bakterie asociované s houbovci hrají důležitou roli ve fyziologii svého hostitele a jsou součástí symbiotických vztahů. Autoři u hou-

bovce říčního (*Spongilla lacustris*) studovali dynamiku bakteriálních společenstev a jejich způsoby přenosu po vylíhnutí z gemulí.

Všeobecně se uvádělo, že houbovci jsou filtrátoři, živící se drobnými organickými částicemi – sestonem. O to větší pozdvižení mezi vědeckou komunitou přinesl nález pozoruhodného dravého houbovce *Asbestopluma hypogea* (čeleď Cladorhizidae) ze Středozemního moře nedaleko pobřeží Francie (Vacelet a Boury-Esnault 1995). Později bylo popsáno vícero druhů, často hlubokomořských houbovců, schopných aktivně lovit drobné korýše (např. Lee a kol. 2012).

V přírodě se objevují sladkovodní houbovci v potravě některých jihoamerických sumců, což bylo potvrzeno např. u. krunýřovce *Ancistrus ranunculus* (Muller et al. 1994, Fauna tropica). Na základě tohoto zjištění se prodávají pro krmení sumců v akváriích sušené granule z houbovců (EBO Sponge soft granulate). Rovněž tak některé mořské ryby požírají v mořích žijící houbovce, případně vyhledávají jejich přítomnost (např. Bertolino a kol. 2024).

U některých druhů sladkovodních i mořských houbovců byla sledována a potvrzena schopnost akumulovat těžké kovy či mikropolutanty (Girard a kol. 2021, Rizzo a kol. 2025), což je řadí k vhodným taxonům, které se dají využít v bioindikaci vodního prostředí. Häder (2021) konstatuje, že mořští houbovci nabízejí nepřeberné množství biotechnologických látek. Přestože důkladný výzkum začal teprve asi před 50 lety, dnes jsou známy již tisíce sloučenin, z nichž některé jsou produkovány samotnými buňkami houbovců, ale většinu syntetizují jejich přidružené symbiontské organismy, mezi které patří sinice, řasy, viry a mnoho bakteriálních kmenů. Tyto látky lze použít jako léky proti řadě onemocnění, jako jsou záněty a rakovina; mají neurosupresivní, imunosupresivní a neuroprotektivní vlastnosti a bojují proti infekcím způsobeným viry, bakteriemi, houbami, prvoky a helminty.

Sladkovodní houbovci obecně nejsou nebezpeční, ale kontakt s některými druhy, zejména jihoamerickými houbovci druhů *Drulia uruguayensis* a *Drulia ctenosclera*, může vést k vážným očním lézím a zhoršení zraku, pokud se jejich mikroskopické kosterní spikule dostanou do oka. Zatímco u některých sladkovodních hub je případné podráždění kůže způsobené spikulemi a toxiny jen mírné, mnohem nebezpečnější reakce jsou spojeny s některými mořskými houbami. Příkladem mohou být havajská houba pálivá (*Tedania ignis*), viz Isbister a Hooper (2006), a houba netýkavá (*Neofibularia nolitangere*), viz Colin (1978), které mohou způsobit podráždění a závažné reakce, jako jsou zarudnutí kůže, puchýře, pálení, bolest, svědění a otok (Bonamonte a kol. 2016). Jiní mořští toxičtí houbovci, jako je druh *Negombata magnifica*, produkují chemikálie, jako je latrunculin, který slouží jako chemická obrana proti predátorům (Proks 1994, Youssef a kol. 2025).

## NÁMĚTY NA CHOV A POZOROVÁNÍ

Akvárium může být jednoduše zařízeno, na dno lze umístit písek, do něhož zasadíme vodní rostliny nebo je necháme volně splývat (např. vodní mor rodu *Elodea*). Do nádrže přineseme z přírody houbovce i s podkladem, vhodné je použít vodu z lokality, odkud pochází. Prospěšné je mírné provzdušňování. V akváriu je možné chovat akvarijní ryby (ze studenovodních např. střevlička východní, karas stříbřitý, hrouzek obecný), houbovci se tak mohou živit detritem a současně čistit vodu filtrací.

1. Průběžně pozorujte růst kolonie houbovce v akváriu (její výšku a šířku) při dané teplotě.
2. Umístěte houbovce přeneseného z přírody do akvária a dlouhodobě udržujte stabilní teplotu (např. 20 °C) a pozorujte, zda dojde časem k vytváření gemulí.

3. Přeneste kolonii houbovce z přírody do akvária a udržujte delší dobu stabilní teplotu. Pak teplotu na delší dobu výrazně snižte, udržujte ji a pozorujte případné vytváření gemulí. Totéž proveďte v jiném akváriu s tím rozdílem, že teplotu výrazně zvyšte a pozorujte reakci houbovce.
4. Vložte do dvou akvárií kolonie téhož druhu houbovce a jednu nádrž umístěte v temnotě a druhou na intenzivní světlo (při stejné teplotě). Sledujte, zda se bude lišit jejich růst, zbarvení či gemulace.
5. Do akvária s houbovcem umístěte některé studenovodní ryby (např. karas stříbřitý, střevlička východní, hrouzek obecný) a sledujte soužití s houbovcem. Nedochází k jeho poškozování?
6. Do teplovodního akvária se sumci rodu *Ancistrus* umístěte houbovce a sledujte chování sumců k houbovci.

**Literatura**

Bertolino M., Reboa A., Armenio C., Castellano M., Felline S., Terlizzi A., Bavestrello G. (2024). Sponges as feeding resource for the white seabream *Diplodus sargus* (Linnaeus, 1758) from the Mediterranean Sea, The European Zoological Journal, 91: 2, 1192–1198. https://doi.org/10.1080/24750263.2024.2431084

Bonamonte D., Filoni A., Angelin P. V. G. (2016). Dermatitis caused by sponges, 121–126. In: Bonamonte D., Angelini G. (eds.): Aquatic dermatology,Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-40615-2_7

Buchar J., Ducháč V., Hůrka K., Lellák J. (1995). Klíč k určování bezobratlých. Scientia Praha, 287 str.

Colin P. L. (1978). Marine Invertebrates and Plants of the Living Reef. T.F.H. Publications, 110–111.

Coppock A. G., Kingsford M., Jones G. P. (2024). Importance of complex sponges as habitat and feeding substrata for coral reef fishes. Marine Biology, 171, 154. https://doi.org/10.1007/s00227-024-04467-6

Cruz A. A. V., Alencar V. M., Medina N. H., Volkmer-Ribeiro C., Gattás V. L., Luna E. (2013). Dangerous waters: outbreak of eye lesions caused by fresh water sponge spicules. Eye, 27, 3: 398–402. https://doi.org/10.1038/eye.2012.290

Fauna Tropica. https://www.faunatropica.eu/animals/fish/loricariidae/ancistrus-ranunculus-l34/

Girard E. B., Fuchs A., Kaliwoda M., Lasut M., Ploetz E., Schmal W. W., Wörheide G. (2021). Sponges as bioindicators for microparticulate pollutants. Environmental Pollution, 268, part A, 115851. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115851

Häder D.-P. (2021). Chapter 18 – Marine sponges: source of novel biotechnological substances. Natural Bioactive Compounds, Technological Advancements, 363–379. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820655-3.00018-5

Hill M. S., Hill A. L. (2002). Freshwater sponges as indicators of water pollution: an investigative undergraduate lab, 385–389. In: O'Donnell M. A. (ed.): Tested studies for laboratory teaching, Proceedings of the 23rd Workshop/Conference of the Association for Biology Laboratory Education (ABLE), 23, 392 pp.

Chidugu-Ogborigbo R. U., Sunday Nkopuyo U., Hodges Nikolas J., Barker J. (2025). Bioaccumulation and genotoxic effect of heavy metal pollution in marine sponges from the Niger Delta. Marine Pollution Bulletin, 211: 117386. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.117386

Isbister G. K., Hooper J. N. A. (2006). Clinical effects by sponges of the genus *Tedania* and a review of sponge stings worldwide. Toxicon 46, 7: 782–785. https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2005.08.009

Lee W. L., Reiswig H., Austin W. C., Lundsten L. (2012). An extraordinary new carnivorous sponge *Chondrocladia lyra*, in the subgenus *Symmetrocladia* (Demospongiae, Cladorhizidae) from off of northern California, USA. Invertebrate Biology, 131, 4: 259–284. https://doi.org/10.1111/ivb.12001

Lellák J., Kořínek V., Fott J., Kořínková J., Punčochář P. (1972). Biologie vodních živočichů. Skriptum, Univerzita Karlova, Fakulta přírodovědecká, SPN, 220 str.

Momin S., Heena M. (2025). Hydrobiological and microscopic investigation of the freshwater sponge *Ephydatia muelleri* (Demospongiae) Lieberkühn, 1856, cultivated in a community fish tank. www.researchsquare.com/article/rs-5934035/v1.pdf

Motyčka V., Roller Z. (2004). Bezobratlí 1, Svět zvířat X. Albatros Praha, 172 str.

Muller S., Rapp Py-Daniel L. H., Zuanon J. (1994). *Ancistrus ranunculus*, a new species of loricariid fish (Siluriformes: Loricariidae) from the Xingú and Tocantins rivers, Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 5, 4: 289–296.

Paix B., van der Valk E. & de Voogd N. J. (2024). Dynamics, diversity, and roles of bacterial transmission modes during the first asexual life stages of the freshwater sponge *Spongilla lacustris*. Environmental Microbiome, 19, 37. https://doi.org/10.1186/s40793-024-00580-7

Proks P. (1994). Defensive roles for secondary metabolites from marine sponges and sponge feeding nudibranchs. Toxicon, 32, 6: 639–655. https://doi.org/10.1016/0041-0101(94)90334-4

Pronzato R., Manconi R. (1991). Colonization, life cycles and competition in a freshwater sponge associ ation. In: Reitner J., Keupp H. (eds.): Fossil and recent sponges. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 432–444. https://doi.org/10.1007/978-3-642-75656-6_35

Rizzo C., Caruso G., Maimone G., Patrolecco L., Termine M., Bertolino M., Giannarelli S., Rappazzo A. C., Elster J., Lena A., Papale M., Pescatore T., Rauseo J., Soldano R., Spataro F., Aspholm P. E., Azzaro M., Lo Giudice A. (2025). Microbiome and pollutants in the freshwater sponges *Ephydatia muelleri* (Lieberkühn, 1856) and *Spongilla lacustris* (Linnaeus, 1758) from the sub-Arctic Pasvik river (Northern Fennoscandia). Environmental Research, 273, 121126. https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.121126

Sedlák E. (2003). Zoologie bezobratlých. Skriptum, Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, 338 s.

Sládeček V. (1980). Indicator value of freshwater Porifera. Acta Hydrochimica et Hydrobiologica, 8, 3: 269–272. https://doi.org/10.1002/j.1521-401X.1980.tb00032.x

Sugden S., Holert J., Cardenas E., Mohn W. W., Stein L. Y. (2022). Microbiome of the freshwater sponge *Ephydatia muelleri* shares compositional and functional similarities with those of marine sponges. International Society for Microbial Ecology Journal, 16: 2503–2512.

Vacelet J., Boury-Esnault N. (1995). Carnivorous sponges. Nature**,** 373, 333–335. https://doi.org/10.1038/373333a0

Volkmer-Ribeiro C., Lenzi H. L., Oréfice F., Pelajo-Machado M., de Alencar L. M., Fonseca C. F., Batista T. C., Manso P. P., Coelho J., Machado M. (2006). Freshwater sponge spicules: a new agent of ocular pathology. Memórias de Instituto Oswaldo Cruz, 101(8): 899–903. https://doi.org/10.1590/S0074-02762006000800013

Youssef D. T. A., Al Ommary M. M., Bashanfar B. M., Shaala L. A., Al Zughaibi T. A., Risinger A. L., Mooberry S. L. (2025). Latrunculin U a potent actin disrupter from the Red Sea marine sponge *Negombata magnifica*. Natural Product Research, 1–9. https://doi.org/10.1080/14786419.2025.2457599

Žáková Z., Opravilová V., Marvan P. (2005). Výskyt sladkovodních hub (Porifera: Spongillidae) a dalších organismů, které jsou na ně vázány, v soustavě nádrží Dalešice a Mohelno. Acta Rerum Naturalium, 1: 157–173.

https://geologie.vsb.cz/paleontologie/paleontologie/zoopaleontologie/Kmen%20Porifera.htm

https:// www.gymh.cz/vyuka/biologie/prehledy/3zoo_04_houbovci_zahavci.pdf