

# Základy biologie, ekologie a systému bezobratlých živočichů

Jaroslav Smrž

Karolinum



# Základy biologie, ekologie a systému bezobratlých živočichů

prof. RNDr. Jaroslav Smrž, CSc.

---

Recenzovali:

prof. RNDr. Miroslav Papáček, CSc.

prof. RNDr. Tomáš Soldán, Dr.Sc.

Vydala Univerzita Karlova v Praze

Nakladatelství Karolinum

Redakce Jan Havlíček

Grafická úprava Kateřina Řezáčová

Sazba DTP Nakladatelství Karolinum

První dotisk prvního vydání

© Univerzita Karlova v Praze, 2013

© Jaroslav Smrž, 2013

ISBN 978-80-246-2258-3

ISBN 978-80-246-2990-2 (online : pdf)



Univerzita Karlova v Praze  
Nakladatelství Karolinum 2015

[www.karolinum.cz](http://www.karolinum.cz)  
[ebooks@karolinum.cz](mailto:ebooks@karolinum.cz)



# Obsah

Poděkování	/ 9
Úvod	/ 11
<b>Supergroup: Opisthokonta</b>	<b>/ 15</b>
Kmen: trubénky (Choanoflagellata)	/ 15
Říše: živočichové (Animalia)	/ 16
Kmen: vložkovci (Placozoa)	/ 16
Kmen: houby (Porifera)	/ 17
Třída: vápenatí (Calcarea)	/ 18
Třída: křemítí (Hexactinellida)	/ 19
Třída: rohovití (Demospongia)	/ 19
Kmen: žahavci (Cnidaria)	/ 20
Třída: korálnatci (Anthozoa)	/ 23
Třída: medúzovci (Scyphozoa)	/ 25
Třída: čtyřhranky (Cubozoa)	/ 27
Třída: polypovci (Hydrozoa)	/ 27
Kmen: rybomorky (Myxozoa)	/ 30
Kmen: sépiovky (Rhombozoa)	/ 31
Kmen: plazmodiovky (Orthonectida)	/ 31
Kmen: žebernatky (Ctenophora)	/ 32
Třída: tykadlovky (Tentaculifera)	/ 33
Třída: žebrovky (Atentaculata = Nuda)	/ 33
Kmen: praploštěnci (Acoelomorpha)	/ 34
Kmen: ploštěnci (Platyhelminthes)	/ 35
Třída: ploštěnky (Turbellaria)	/ 37
Třída: motolice (Trematoda)	/ 41
Třída: žábrohlisti (Monogenea)	/ 43
Třída: tasemnice (Cestoda)	/ 43
Kmen: břichobrvky (Gastrotricha)	/ 46
Kmen: vířníci (Rotatoria = Rotifera)	/ 47
Třída: pijavenky (Bdelloidea)	/ 49
Třída: točivky (Monogononta)	/ 50
Kmen: vrtejši (Acanthocephala)	/ 50
Kmen: čelistovky (Gnathostomulida)	/ 51

Kmen: oknozuby (Micrognathozoa)	/ 52
Kmen: mechovnatci (Entoprocta = Kamptozoa)	/ 53
Kmen: vířníkovci (Cycliophora)	/ 54
Kmen: mechovky (Bryozoa = Ectoprocta)	/ 55
Kmen: pásnice (Nemertea)	/ 57
Kmen: kroužkovci (Annelida)	/ 59
Třída: mnohoštětinatci (Polychaeta)	/ 60
Třída: bradatice (= vláknonošci) (Pogonophora)	/ 63
Třída: opaskovci (Clitellata)	/ 64
Kmen: sumýšovci (Sipunculida)	/ 69
Kmen: rypohlavci (Echiurida)	/ 70
Kmen: lilijicovci (Myzostomida)	/ 72
Kmen: měkkýši (Mollusca)	/ 73
Třída: červovci (Aplacophora)	/ 75
Třída: štítkovci (= chroustnatky) (Polyplacophora)	/ 76
Třída: přílipkovci (Monoplacophora)	/ 77
Třída: plži (Gastropoda)	/ 77
Třída: mlži (Bivalvia)	/ 82
Třída: kelnatky (Scaphopoda)	/ 85
Třída: hlavonožci (Cephalopoda)	/ 86
Kmen: chapadlovky (Phoronida)	/ 89
Kmen: ramenonožci (Brachipoda)	/ 90
Kmen: ploutvenky (Chaetognatha)	/ 92
Kmen: rypečky (Kinorhyncha)	/ 93
Kmen: hlavatci (Priapulida)	/ 94
Kmen: korzetky (Loricifera)	/ 95
Kmen: strunovci (Nematomorpha = Gordioidea)	/ 96
Kmen: hlístice (Nematoda)	/ 97
Nadkmenová skupina: Panarthropoda	/ 103
Kmen: drápkovci (Onychophora)	/ 103
Kmen: želvušky (Tardigrada)	/ 104
Kmen: členovci (Arthropoda)	/ 105
Třída: hrotnatci (Merostomata)	/ 107
Třída: pavoukovci (Arachnida)	/ 108
Třída: nohatky (Pantopoda = Pycnogonida)	/ 120
Podkmen: korýši (Crustacea)	/ 121
Třída: veslonožci (Remipedia)	/ 123
Třída: lupenonožci (Phyllopoda = Branchiopoda)	/ 123
Třída: lasturnatky (Ostracoda)	/ 125
Třída: klanonožci (= buchanky) (Copepoda)	/ 125
Třída: kapřivci (Branchiura)	/ 126
Třída: jazyčnatky (Pentastomida = Linguatulida)	/ 127
Třída: svijonožci (Cirripedia)	/ 127
Třída: rakovci (Malacostraca)	/ 128
Podkmen: mnohonozí (= stonožkovci) (Myriapoda)	/ 132
Třída: stonožky (Chilopoda)	/ 132
Třída: mnohonožky (Diplopoda)	/ 134
Třída: stonoženky (Symphyla)	/ 134
Třída: drobnušky (Pauropoda)	/ 135

Podkmen: šestinozí (Hexapoda)	/ 135
Třída: Entognatha (skrytočelistní – méně používané)	/ 135
Třída: hmyz (Insecta) (= zjevnočelistní = Ectognatha – méně používaný termín)	/ 137
Kmen: mlžojedi (Xenoturbellida)	/ 171
Kmen: polostrunatci (Hemichordata)	/ 172
Třída: žaludovci (Enteropneusta)	/ 172
Třída: křídložábří (Pterobranchia)	/ 173
Kmen: ostnokožci (Echinodermata)	/ 174
Třída: lilijice (Crinoidea)	/ 176
Třída: hvězdice (Asteroidea)	/ 176
Třída: hadice (Ophiuroidea)	/ 177
Třída: ježovky (Echinoidea)	/ 178
Třída: sumýši (Holothuroidea)	/ 179
<b>Nadkmenové skupiny a příbuznost kmenů bezobratlých živočichů</b>	<b>/ 181</b>
<b>Slovníček používaných pojmů</b>	<b>/ 187</b>
<b>Použitá a doporučená literatura</b>	<b>/ 191</b>





# Poděkování

Za to, že vznikl tento text, chci poděkovat především studentům, jejichž dotazy a připomínky v přestávkách přednášek, na jejich konci, v anketě kvality výuky, při výuce v terénu či posílané elektronicky, prostě při nádherných diskusích o zvířatech a jejich životě, prokazovaly jejich velmi živý zájem o problematiku, ale bohužel také dlouhodobou absenci podrobnějšího učebního textu. Jejich „dišputace“ ženou pedagoga ke knihám a obecně zdrojům dalšího poznání, protože nikdo na světě neví vše (jak si někteří „mudrci“ myslí), ale každý se může snažit leccos poznat. To studenti vymysleli i krásný a trefný termín „bezouši“ pro tzv. bezobratlé živočichy, který, ač neformální, rád používám. Leccos totiž vykresluje.

Na mé cestě k zoologii mne nastartovali rodiče, matka probuzením úcty a pokory k již vykonanému a jeho zachycení v knihách, otec mi pak do široka otevřel dveře do všech zákoutí přírody. Dalším mým učitelem se stal pan Oldřich Voříšek, amatérský, ale výborný znalec brouků jako součásti přírody. Profesionalitu ve mně pěstoval a mnoho ze svých velmi bohatých zkušeností z výuky a vědy, ale také mezilidských vztahů, předal pan profesor RNDr. Karel Hůrka, DrSc., velký entomolog a zoolog, rovněž však velký člověk. Svůj podíl ovšem přinesli i moji dva synové svým zájmem a současně trpělivostí s mojí často až mimořádnou a možná přehnanou snahou vyprávět o zvířatech, o kterých však spolu hovoříme dodnes, ať už na „fotolovech“ v lese či na rybách či při prohlížení obrázků v knihách. Mimochodem, ani jeden nepracuje v zoologii či biologii, a přesto si takto stále povídáme, navzdory jejich již střednímu věku.

Po odborné stránce samozřejmě, můj velký vděk patří prof. RNDr. Janu Zrzavému, CSc., za jeho čas a ochotu celý text přečíst a vyslovit k němu profesionální komentáře, které jej významně obohatily díky velké erudici a bezbřehému přehledu pana profesora. Velmi podstatně ke kapitole týkající se měkkýšů přispěla jejím přečtením a komentáři k ní RNDr. Lucie Juříčková, Ph.D., vynikající specialista na tuto skupinu.

Děkuji ale i množství amatérských tazatelů – lidí mimofakultních – za nespočet problémů se zvířaty, se kterými se na mne obraceli a obracejí, a chodí za mnou s ukázkami, které přináší život na zahrádce, v domácnosti, ve spížích, bytech i obchodech, ordinacích, ale také při častém kontaktu s „bezouši“ v přírodě. To vše dohromady opět zoologa popohání k dalšímu a dalšímu studiu, vzdělávání a vyhledávání někdy méně známých faktů.

V neposlední řadě pak děkuji oběma oficiálním recenzentům, prof. RNDr. Miroslavu Papáčkovi, CSc., a prof. RNDr. Tomáši Soldánovi, DrSc., za jejich ochotu text přečíst a díky mimořádné znalosti oboru i velmi zasvěceně okomentovat a tím pozdvihnout jeho úroveň.

Děkuji všem, kteří zvířata a jejich život berou jako součást života svého a celého světa.

*Jaroslav Smrž*

# Úvod

Tento učební text má poskytnout podklad pro studium předmětu *Zoologie bezobratlých* přednášený v bakalářském stupni studia kupříkladu na PřF UK a PřF UHK (zde jako *Systém a fylogeneze bezestranných*). Měl by vyplnit mezeru v dosud vydaných českých učebnicích a skriptech, z nichž novější titul představují skripta Bucharova (1992), doplněná později rozsáhlou obrazovou přílohou (Buchar, 1995). Obojí tvoří velmi dobrý, avšak stručný základ pro zmíněný předmět. Za pozornost stojí i texty Sedlákové (2000, 2005). Z dřívějších učebnic a skript se zoologií „bezobratlých“ zabývají naopak značně rozsáhlá skripta Bartošova (1966) a učebnice pro učitelské studium (Lang a kol., 1971). I tyto texty jsou do určité míry a v řadě partií použitelné, uvádějí velmi přehledně fakta, z nichž mnoho platí stále, ale vzhledem k jejich datu vydání potřebují v současné době aktualizovat v řadě aspektů, což lze samozřejmě říci i o kvalitních, ale ještě starších českých či do češtiny přeložených textech (Komárek, 1952; Dogel, 1961). Jinak řečeno, zmíněné učebnice lze používat jen do určité míry, jasná, základní fakta se nezměnila, ale vývoj metodik a z nich vyplývajících závěrů je staví často do jiného světla. Nehledě na velké množství od té doby popsaných taxonů. Pochopitelně, existuje rozsáhlá řada zahraničních učebnic vydávaných skutečně průběžně až do současnosti, jejichž studium by nemělo dělat studentům jazykové potíže, ovšem stále zde ještě hraje roli jejich relativně horší dostupnost cenová, a to jak pro jednotlivce, tak pro knihovny, kde ani současný počet nestačí pro větší část studentů. Navíc, v těchto zahraničních učebnicích kvantum látky většinou více méně přesahuje rozsah požadovaných bakalářských znalostí, což vyplývá z faktu, že autoři píší tyto knihy jako učebnice zoologie, nikoliv jako studijní materiál pro určitý předmět.

Hlavní roli hraje tedy faktor moderního a stále se měnícího názoru na některé aspekty biologie či zoologie, zejména vstupem elektronové mikroskopie, molekulárních metod, ultrahistochemie a dalších dříve v zoologii a příbuzných oborech nepoužívaných metodik. To platí především o otázkách evoluce a fylogeneze, kde současnému tempu vývoje metodik a jejich výsledků, diskusím a změnám, dynamika vydávání učebnic nestačí. Na druhou stranu pro bakalářský stupeň představují učebnice či skripta stále rozhodující podklady shrnující zásadní a základní fakta. Pro aktuální a často speciální fylogenetické závěry je tedy nutno studovat speciální práce, které vycházejí a biologickou veřejnost informují o nových poznatcích a změnách z nich vyplývajících operativněji než knižní publikace.

Předložený text se pak snaží zdůraznit, pochopitelně na základech anatomie, fyziologie a systematického řazení taxonů, zejména aspekt biologický a ekologický, oba významné jak z hlediska znalostních, tak především pro další aplikace – ochrannářské, důsledky v zemědělství a nelze opomíjet ani velmi významnou část směřovanou pro širokou veřejnost – osvětu. Ta, na mnoha úrovních, kam se absolventi biologie dostanou, může hrát klíčovou roli v běžném životě. V tom pak tkví úloha biologů, pracovníků muzeí, CHKO a zejména učitelů na základních a středních školách, kteří nejen svým žákům předávají znalosti, ale řeší s nimi i mnoho problémů zoologických, ovšem mimoškolních.

Právě biologům nejrůznějších specializací a příštích biologicky laděných povolání je určen tento text.

## Struktura textu

Strukturně bude každá kapitola uvedena hierarchickým stupněm a názvem skupiny, taxonu (tučně) následované diferenční diagnózou, výčtem nejdůležitějších diferenčních znaků uvedené skupiny (kurziva), tedy odlišujících danou skupinu od ostatních. Pak následuje charakteristika anatomická, biologická a ekologická s příklady zástupců. Počet zástupců úmyslně není velký, ale soustředěný spíše na typické představitele dané skupiny, zástupce naší fauny pokud existují (hojně rozšířené případně určené pro obory ochrana životního prostředí a praktická geobiologie) či jinak významné formy charakterizující právě biologii a ekologii skupiny, dále na parazity, škůdce apod.

Základ nomenklatury tvoří latinské názvy, které jsou univerzální a použitelné ve všech jazycích. České názvosloví patří k nejméně aplikovatelným a zřejmě i nejkrásnějším mezi běžnějšími jazyky, nicméně aplikovat ho za každou cenu, včetně umělého tvoření jmen i pro zcela exotické, s češtinou se nesetkávající formy tropů a zejména teplých moří vypadá naopak jako puristický nešvar, byť některými nakladatelstvími bezdůvodně vyžadovaný, avšak náš krásný jazyk kazící. Navíc, jedná se zde o text vysokoškolský, tedy lze předpokládat i vysokou jazykovou úroveň čtenářů a minimální potíže se zapamatováním latinských názvů.

## Zájmové skupiny

V dříve publikovaných vysokoškolských učebních a zoologických textech se pracuje se skupinou **živočichů**, a to jednak tzv. jednobuněčných (prvoci), jednak tzv. mnohobuněčných. Obě patří do skupiny Eukaryota, charakterizované v těchto učebnicích především jasně zformovaným buněčným jádrem (jádry) opatřeným jadernou membránou a většinou heterotrofní výživou. Pro příbuznost zmíněných skupin – jednobuněčných a mnohobuněčných „živočichů“ – svědčila značně převažující heterotrofie tedy konzumace potravy organického původu, na rozdíl od rostlin (Plantae), a nepřítomnost buněčné stěny, na rozdíl od hub (Fungi). Poznatky pozdějších let vycházející z nově používaných metodik však ukázaly na podstatné rozdíly mezi těmito dvěma skupinami „živočichů“ bez ohledu na způsob výživy. Proto došlo k zrevidování stávajícího systému a byla vytvořena nadkmenová či do-

konce nad říšemi se rozkládající skupina Protista. Ta sdružuje zástupce eukaryotních jednobuněčných organismů bez ohledu na způsob výživy. Jinak řečeno, byla shledána vzájemná fylogenetická blízkost skupin jednobuněčných eukaryotních autotrofů a heterotrofů. Naopak skupiny jednobuněčných a mnohobuněčných heterotrofů bez buněčné stěny se v tomto světle ukázaly být vzájemně více či méně vzdálené, a byla tedy jinak vymezena, kromě jiných, říše živočichů (Animalia) zahrnující, až na výjimky, mnohobuněčná heterotrofní Eukaryota bez buněčné stěny. V současnosti existuje několik skupin a vývojových linií jednobuněčných (ale i mnohobuněčných) Eukaryot nad úrovní nejen kmenů, ale i říší (*supergroups*, *megagroups*). Termín **prvoci** (Protozoa) se zachovává spíše z tradice. Pro hlubší poznání skupin Protista pak existuje pro některé skupiny studentů přednáška Protistologie. Další údaje o nadkmenové a kmenové klasifikaci organismů nalezne čtenář například v dílech Rosypala (2004), Margulisové (2005), Zrzavého a kol. (1998), Zrzavého (2006) a Čepičky a kol. (2010).



# Supergroup: Opisthokonta

Skupina zahrnuje eukaryotní organismy s těmito znaky:

*Tlačný (zadní) bičík v životním cyklu, většinou se jedná o spermie*

*Mitochondrie s kristami*

*Glykogen jako zásobní látka*

Podle těchto kritérií sem patří:

- **trubénky** (Choanoflagellata) – jednobuněčné, bičíkem opatřené organismy,
- **živočichové** (Animalia),
- **houby** (Fungi), včetně **hmyzomerek** (Microsporidia),
- **nukleárie** (Nucleariida) – půdní a vodní měňavkám podobní prvoci,
- **Ichthyosporea** – jednobuněční paraziti vodních živočichů.

## **Kmen: trubénky (Choanoflagellata)**

*Jednobuněční, podobní bičíkem opatřeným prvokům*

*Límeček složený z mikrovilli kolem bičku*

Zástupci tohoto kmene mají bičík, takže morfologicky by měli být blízcí zástupcům skupiny Excavata. Tyto volně se pohybující či přisedlé organismy připomínají tzv. *límečkové buňky hub* (Porifera), tedy mají axiální bičík, který přihání k límečku vytvořenému z mikrovilli drobnohlednou potravu. Límeček ji pak přepravuje do buňky. Tento znak, spolu se schopností tvořit kolonie vedl k různým úvahám o trubénkách jako o předcích hub, základu kolonie (Porifera), či naopak o houbách redukovaných na jedinou buňku. Z hlediska molekulární genetiky na základě genů pro určitou část metabolismu je však jasná jejich značná podobnost s živočichy, se kterými tvoří, dle těchto poznatků, sesterskou skupinu v rámci taxonu Opisthokonta. Ovšem blízký vztah ke kmeni Porifera nikdo neprokázal, přestože se ukazuje, že kmen Porifera je pravděpodobně sesterská skupina ostatních živočichů. Žijí ve sladkých vodách bohatých na organické látky a přisedlé druhy si někdy vytvářejí křemičité schránky

## Říše: živočichové (Animalia)

*V dospělosti v drtivé většině případů vícebuněční*

*Chybí buněčná stěna*

*Buňky specializované na určité funkce, nezajišťují kompletní škálu životních procesů*

*Většinou heterotrofní výživa*

Základním kriteriem pro další dělení živočichů na skupiny se jeví tělní symetrie a tvorba tkání. U nejstarobylějších skupin se se symetrií nesetkáváme a jejich tělo se sice často skládá z množství buněk a také mnoha jejich druhů, ale tvorba tkání, tedy sdružování buněk do pevně definovaných celků dle funkce, chybí, buňky většinou postrádají mezibuněčné spoje a často přechází vzájemně v odlišný typ. I zde se vyskytuje řada názorů jak na symetrii živočichů, tak o sdružování buněk do celků včetně jejich vzájemného spojení (desmosomy u vložkoců).

### Kmen: vložkoci (Placozoa)

*Bez tělní symetrie*

*Netvoří tkáně v pravém slova smyslu*

*Dvě vrstvy buněk + syncytium*

*Omezené množství typů buněk*

*Měňavkovitý tvar těla*

Vložkovec představuje prozatím jeden prokazatelný druh mořského živočicha – *Trichoplax adhaerens*, byť podobných forem bylo nalezeno více. Tento přibližně 2 mm velký, velmi zploštělý organismus obývá podmořské útesy, na kterých konzumuje nárosty mikroorganismů. Jeho tělo tvoří *svrchní* vrstva krycích buněk opatřených bičíky, ovšem jedná se o *monociliární* buňky, tedy z hlediska evolučního velmi starobylý typ – z jedné buňky vychází jeden bičík. S těmi se střídají buňky obsahující kulovité reflexní tělíčko ne zcela jasné funkce. *Spodní* vrstva se skládá z vysokého válcovitého či kyjovitého epitelu, kde se nacházejí i vícebičíkaté (multi-ciliární) buňky. Buňky tohoto epitelu mají schopnost sekrece i pohlcování potravy. Mezi těmito dvěma vrstvami je umístěna zóna syncytiální s aktinovými mikrofilamenty, které slouží k pohybu vložkovec. Přes jednoduchost stavby jsou tělní buňky spojeny *desmosomy*. Specializované orgány u vložkoců nenacházíme. Přestože pohlavní rozmnožování existuje, jeho znalosti nedosahují úrovně pro signifikantní závěry. Většinou se vložkoci rozmnožují nepohlavně, rozpadem. Molekulární metody zjistily řadu faktů, které ovšem situaci ještě zkomplikovaly (například velikost mitochondriálního genomu – největšího mezi živočichy – a genomu jaderného – naopak nejmenšího mezi živočichy, spíše na úrovni bakterií). Proto skutečné postavení vložkoců ve vztahu k ostatním živočichům kolísá od statutu velmi starobylých živočichů až k myšlenkám na redukci již existujících soustav (nervová).



## Kmen: houby (Porifera)

*Bez tělní symetrie*

*Netvoří tkáň v pravém slova smyslu*

*Větší množství typů buněk*

*Nepřítomnost speciální soustavy exkreční, nervové a gonád*

*Tendence k tvorbě kolonií*

Houby (někdy nazývané houbovci) (většinou řádově centimetry, ale i 2 metry) žijí výhradně ve vodě, většinou v mořích. V některých mořských hloubkách tvoří až 75 % biomasy. Tělo jedince má tvar pohárku s mnoha drobnými *póry (ostii)*, tedy otvory v tělní stěně, kterými živočich nasává vodu spolu s drobnohlednou potravou a kyslíkem do tělní dutiny – *spongocoelu*. Nestravitelné části potravy a odpadní produkty odcházejí jediným, větším otvorem – *oskulem*.

Základní stavební typ představuje *askonní* typ, pohárek s jednoduchými otvory a jednoduchým spongocoelem vystlaným specializovanými buňkami pro příjem potravy. U odvozenějšího typu, *sykonního*, se vnitřek – povrch spongocoelu – zvrásňuje do podoby systému prohlubní či slepě končících komůrek vystlaných jmenovanými specializovanými buňkami, čímž se zvětšuje plocha pro příjem a hlavně zpracování potravy. U nejodvozenějšího typu, nazývaného *leukonní*, má zmíněný vchlípený povrch podobu husté sítě chodbiček a často průchodných komůrek, čímž se zvětšuje povrch stěn komůrek až na 50 cm<sup>2</sup> na 1 mm<sup>3</sup>. Několik cm vysoká houbová kolonie přefiltruje pak za den až 22,5 l vody.

Vzhledem ke sdružování buněk do skupin můžeme rozlišovat *pinakoderm*, tedy krycí celulární či syncytiální vrstvu vymezující živočicha proti prostředí, a *choanoderm*, vrstvu vystýlající vnitřní plochy, dutiny a komůrky límečkovými buňkami – *choanocyty*. V pinakodermu se nacházejí také *porocyty*, které tvoří *pory (ostie)*, a to jednak mezibuněčné, kdy se buňky rozestupují a vzniklý porus obklopují, zatímco druhý typ představují vnitrobuněčné pory, tedy chodbičky procházející jednou buňkou. Pory spojují vnějšek přímo se spongocoelem (askonní typ) nebo s komůrkami či chodbičkami u druhých dvou typů. Choanocyty připomínají límečkové buňky trubének (Choanoflagellata). Mikrovilli na apexu buňky vytvářejí límeček s axiálně uloženým bičkem. Ten prohání vodu ven od buňky, resp. z límečku a límeček posunuje nalepenou vybranou potravu do buňky.

Prostor mezi těmito dvěma vrstvami vyplňuje *mesohyl* – kolagenní mimobuněčná síť, ve které nacházíme další typy buněk: kontraktilní *lophocyty* či vazivové *collencyty*. V těchto prostorech se pohybují také *amoebocyty* přenášející nejrůznější substance, ať už živiny nebo nestravitelné zbytky či metabolity. S posledně jmenovanými sloučeninami jsou amoebocyty vypuzovány do spongocoelu a nakonec oskulem z těla ven. Oporu těla houby vytvářejí skleroblasty vylučující mezi sebe (extracelulárně) či v buňkách (intracelulárně) zpevňující částice – *sklerity*. Ty se tvoří dle skupin z uhličitanu vápenatého nebo křemičitých sloučenin či z organické látky – *spongínu* – podobného kolagenu. Po odumření houby zbývá právě tato kostra. Posledním typem buněk, který zmíníme, existuje jich ovšem podstatně více, jsou *archeocyty*. Tyto buňky mají schopnost dle podmínek se měnit v buňky specializo-

vané – lze je tedy nazvat *totipotentními*. Jejich význam se projevuje při regeneračních pochodech, kdy nahrazují poraněné či ztracené buňky v těle. Významnou roli hrají v pohlavním rozmnožování, kde fungují jako gamety.

Z orgánových soustav jsme jmenovali pokryv těla – epitel – reprezentovaný pinakocyty a porocyty. Právě svalové buňky neexistují, kontrakce nastávají funkcí lophocytů, buněk s kontraktilními částmi vybíhajícími z buňky. Oporu těla získávají houby díky systému skleritů. Jak vidno, specializovaná exkretční soustava není vyvinuta, metabolity odstraňují amoebocyty. Podobně chybí specializované dýchací orgány, houby dýchají celým povrchem těla, vně i uvnitř. Schází rovněž nervová a smyslová soustava. Reakce na vnější podněty probíhají na bázi mechanické či chemické, tedy předáváním (kontaktem) z buňky na buňku, nikoliv depolarizací. Houby mají schopnost se množit jak nepohlavně (somaticky), tak i pohlavně (z pohlavních buněk). První způsob vychází z vysoké regenerační schopnosti většinou zajišťované archeocyty. Z toho se pak odvozuje i pučení jako hlavní somatický způsob rozmnožování. Po něm se však noví jedinci neoddělují a vznikají tak kolonie jedinců, jak bývá časté u přisedlých forem (srovnej se žahavci, mechovkami). Zvláštní způsob vzniku kolonie hub představuje naopak splývání dvou samostatných individuí. Houby nemají specializované gonády. Samčí gamety, spermie, se tvoří ve velkém množství většinou z choanocytů v komůrkách v mesohylu či po migraci choanocytů do mesohylu z různých míst houby. Ten je po přeměně vypuzuje oskulem ven. Spermie mohou být nasáty jiným jedincem, dochází ke splývání s buňkami vaječné povahy vytvořenými z archeocytů a k následné tvorbě zygoty. U většiny druhů bývá pozorován hermafroditický způsob rozmnožování, ale existují i gonochoristické formy. Ze zygoty vzniká larva, pochopitelně obrvená, plovoucí, neboť dospělec žije přisedle. Jedná se o larvy *lecitotrofní*, tedy trávicí žloutkovou zásobu. Existuje několik typů larev, z nichž jmenujme *parenchymellu* s tělem tvořeným buňkami, zprvu bez jakékoliv dutiny, či *amphiblastulu*, larvu s vnitřní dutinou, skládající se ze dvou typů buněk lišících se nápadně velikostí. Larva po krátké době života v pelagiálu přisedá a přerůstáním jedné části přes druhou vznikají dvě vrstvy buněk, na patřičných místech zůstávají, či se naopak ztrácejí bičíky, a postupně tak vzniká dospělý jedinec. Dle morfologických a ontogenetických dat i ve světle paleontologických nálezů, ale i výsledků molekulárních studií, kmen Porifera vykazuje možnou polyfyletickou povahu, byť řada studií fylogenomických podporuje monofylii. Proto lze očekávat ve fylogenetickém a následně systematickém hodnocení skupiny další změny. Prozatím projdeme kmen z dosavadního, klasického hlediska ve smyslu demonstrace různých morfotypů a životních cyklů.

### **Třída: vápenatí (Calcarea)**

*Sklerity z uhličitanu vápenatého*

*Velmi drobné formy*

*Celulární pinakoderm*

Jedině u této skupiny se zachoval typ askonní, který ovšem neumožňuje růst do větších rozměrů. Sklerity se vytvářejí mimobuněčně z uhličitanu vápenatého. Patří sem kupříkladu drobná, askonní **houba keříčkatá** (*Leucosolenia botryoides*), nachá-

zená ve Středozezemním moři, či trochu větší, asi 3 cm vysoká **houba voštinatá** (*Sycon raphanus*), syconního typu tělní stavby, s podobným geografickým rozšířením.

### **Třída: křemítí (Hexactinellida)**

*Sklerity z oxidu křemičitého*

*Velká část těla syncytiální*

V této třídě nacházíme větší formy, a to díky leuconnímu typu tělní stavby. Řada druhů se uchycuje ve dně svazkem jehlic. Sklerity tvoří vnitrobuněčně. Velmi ozdobnou kostrou se vyznačuje **houba pletená** (*Euplectella aspergillum*), nazývaná pro křehkou krásu své kostry **Venušin pohár**.

### **Třída: rohovítí (Demospongia)**

*Kostra křemičitých sloučenin často s vysokým podílem sponginu – organické látky proteinové povahy*

*Výhradně leuconní typ*

*Velká část těla syncytiální*

U některých druhů se na kostře kromě sponginu podílí i oxid křemičitý. Patří sem mnoho mořských, ale i sladkovodních hub, z nichž dva rody obývají i naše vody. Uveďme **houbu rybníční** (*Spongilla lacustris*), kterou najdeme v čistých stojatých vodách, a **houbu říční** (*Ephydatia fluviatilis*) žijící v klidných úsecích řek. Obě houby žijí často v asociaci se zelenými řasami, proto v plně sezóně mají zelenou barvu. Protože se, jako mikrofágové (filtrátoři), v mírném pásu musejí vyrovnávat s obdobím zamrzlé vody či vyschnutí, vytvářejí si klidová stadia – *gemule* –, která jim umožňují přežít dobu, kdy nelze filtrovat z vody potravu. Signálem se stává i odumírání zelených řas závislých na délce světelného dne. Na vzniku gemulí se podstatnou měrou podílejí archeocyty, které se v určitém období roku (krátí se den, chladne voda) sdružují do shluků a houba je obaluje specifickými křemičitými sklerity. Rod *Spongilla* vytváří tyto sklerity ve tvaru drsných jehliček, rod *Ephydatia* ve tvaru cívek na nitě (*amphidisky*) radiálně seřazených v obalu gemule. Vzniká tak množství drobných kuliček – gemulí – s dočasně uzavřeným otvorem (porus) a resistantních proti vysychání či vymrznutí. Na jaře, při oteplení vody (ovšem může to být i v létě při opětném zavodnění po vyschnutí), se tímto pórem proderou archeocyty ven a vytvoří, díky své totipotenci, základ nové houby. Navíc, gemule mají díky skleritům obalu schopnost se zachytit na různém povrchu (peří vodních ptáků) a rozšiřovat houbovité do dalších vod. Slouží tedy nejen jako stadium *klidové* a *rezistentní*, ale i *disperzní* rozšiřující živočicha v rámci daného areálu. Zmíněné houby tvoří nijak vzhledné porosty na ponořených předmětech (větve, kameny), podle kterých celá kolonie dostává tvar.

I v mořích žijí příslušníci této třídy. Ve vědomí lidí se vybaví **houba mycí** (*Euspongia officinalis*) se sponginovou kostrou, která dovede nasát neuvěřitelné množství vody na objemovou jednotku (viz výše). Této hodnoty, přes intenzivní aplikovaný výzkum, nedosáhla zatím žádná uměle připravená látka (molitan, umělé houby apod.). Dnes se s ní setkáváme pro její intenzivní lov řidčeji, nicméně ve Středomoří

ji lze koupit v mnoha obchůdcích. Běžnější, ovšem s menší nasáklivostí, je **houba koňská** (*Hippospongia equina*). Ve Středomoří se často setkáváme se svítivě žlutou **houbou komínovou** (*Verongia aerophoba*) s čistě sponginovou kostrou, která mimo vodu „vadne“ a mění barvu až do černé. Největší houbou vůbec je **houba pohárová** (*Potterion neptuni*), zvaná často **Neptunův pohár**, která dosahuje až 1,5 m výšky ve své vlasti, v Tichém oceánu. Pozoruhodnou schopnost hub můžeme vidět v jejich asociaci s jinými živočichy. **Houba domečková** (*Suberites domuncula*) porůstá schránky raků poustevníčků a kompletně je uzavírá. Houba konzumuje drobné úlomky potravy odpadávající od ústního ústrojí hostitele a sama mu poskytuje ochranu proti jeho přirozeným nepřítelům – hlavně hlavonožcům –, a to produkcí repelentů, odpuzujících látek vůči nim. Obecně houby syntetizují v těle velké spektrum biologicky aktivních látek. Navíc, díky možnosti rozpouštění vápenatých sloučenin – *biodeterioraci* – houba může schránku na těle korýše zcela rozpustit a ve vzniklém elastickém obalu pak rak velmi úspěšně přežívá bez nutnosti si schránku měnit kvůli vlastnímu růstu.

Je jasné, že houby mohou zanechávat vcelku kvalitní fosilie díky skleritům. V jejich světle se v současnosti objevují nové interpretace, které jistě v budoucnosti vyprodukují další fylogenetické souvislosti.

*Další vývoj živočichů probíhal ziskem tělní symetrie a tvorbou skutečných tkání. Tím se budoval tělní systém a možnost uspořádání těla do efektivnějších soustav.*

### **Živočichové s tělní souměrností**

*Jako první uvedme primárně radiálně souměrné živočichy (Radialia), ovšem pouze jako morfologickou skupinu, **nikoliv taxon**.*

### **Kmen: žahavci (Cnidaria)**

*Paprsčitá (radiální) souměrnost, byť řada znaků podporuje i bilaterální souměrnost*

*Dvě jasně definované zárodečné vrstvy – ekto- a entoderm*

*Monociliární obrvení povrchu těla*

*Žahavé buňky v různých modifikacích*

*Většinou myoepteliální muskulatura*

*Neprůchodná trávicí soustava (láčka)*

*Trávení často kombinuje intracelulární a extracelulární způsob*

*Rozptýlená (difuzní) nervová soustava*

*Oboustranné nervové synapse s jinými přenašeči než s acetylcholinem*

*Schopnost i nepohlavního rozmnožování – pučení*

*Některé skupiny vytvářejí kolonie právě pučením*

*Morfologická a funkční specializace v kolonii na úrovni individua*

*Často dvě stadia v životním cyklu*

Žahavci (několik milimetrů, ale také až 2 metry v průměru či až 30 metrů délky kolonie a hroznů žahavých buněk) představují primárně paprsčité (radiálně) sou-