

Systematická paleontológia bezstavovcov 1

A.S. Andrejeva-Grigorovič, N. Hudáčková a L. Ožvoldová

Úvod

Predkladané učebné texty „**Systematická paleontológia bezstavovcov 1**“ nenahrádzajú učebnicu paleontológie, je to skôr cesta ukazujúca smer ako sa učiť a ako používať podrobné učebnice. Základnou úlohou textov je oboznámiť študentov s veľkou systematickou rôznorodosťou organického sveta minulosti, s jeho zákonmi a vývojom v čase a priestore.

Dúfame, že texty poskytnú študentom možnosť predstaviť si a porozumieť aký bol v minulosti život paleobiosfér, evolúciou ktorých vznikla súčasná biosféra. Hlavná pozornosť je venovaná štúdiu schránky, alebo kostry (skeletu) fosílnych organizmov - „paleontologických faktov“ a to nie len za účelom určenia veku sedimentu, ale aj za účelom interpretácie paleoekológie, paleogeografie, paleoklímy a iných parametrov minulých ekosystémov.

Týmito štúdiami sa zhodnocuje nesmierny význam života v histórii Zeme, vďaka čomu paleontológia (biologická veda) sa javí jednou zo základných vedných disciplín, ktoré využíva geológia. Prvá časť textov podáva stručné údaje o biosfére, systematike a klasifikácii. V ďalších častiach sa nachádza charakteristika a systematický opis zástupcov kmeňa Protozoa, Porifera, Archaeocyatha, Cnidaria a Arthropoda. Systematický opis členov jednotlivých kmeňov je uvádzaný s podrobnosťou do úrovne radu s prehľadom charakteristických rodov. Hlavný dôraz je dávaný na geochronologické rozšírenie druhov.

Autori ďakujú za cenné rady a pomoc kolegom z Katedry geológie a paleontológie PRIF UK v Bratislave prof. M. Mišíkovi, doc. P. Holecovi a doc. V. Sitárovi a za technickú pomoc E. Petříkovej a V. Némethovej.

Predstava o biosfére

„Najlepším prorokom je naša minulosť“
(Charles Byron)

„Biosféra je obal, v ktorom pulzuje náš život, obal, ktorý najlepšie poznáme. Ľudstvo môže porozumieť javom, ktoré vznikajú za jeho hranicou len vtedy, ak sa oprie o znalosti, ktoré sa získali z biosféry“ (V. Vernadskij, 1937)

Predstava o fenoméne a osobitosti biosféry Zeme má dlhotrvajúcu históriu (G. Buffon, H. Varrenius, D. Woodvort, D. Hutton, K. Linné, M. Lomonosov a iní.). J. B. Lamarck prvý raz vyjadril názor o jej geologickom pôvode (Hydrogeológia 1802.). Medzi súčasníkmi kniha J. B. Lamarcka nebola známa, až po 100 rokoch francúzski vedci vysvetlili podstatu geologických ideí J. B. Lamarcka.

Termín „biosféra“ prvý raz použil E. Süss (1875) v knihe „Vznik Álp“, kde napísal: „V oblasti vzájomného pôsobenia vrchných sfér a litosféry Zeme, a tiež na hladine pevnín (kontinentov) možno vyčleniť biosféru“. Süss teda stanovil geologické miesto života, hoci nedefinoval samotný termín „biosféra“.

Na začiatku XX. storočia neboli ešte zhromaždené všetky biochemické údaje, v jednotnú vedu. Základy novej vedy – biochémie, položil V. Vernadskij a teda je považovaný za zakladateľa tejto oblasti vedy (Medzinárodná encyklopédia vedy a techniky, 1970). Mnohí vedci považujú skúmanie biosféry za prerogatívum biológie a chápu tento fenomén Zeme len v kontexte sféry, alebo len tenkej vrstvy života na Zemi. Takéto tvrdenie silne znižuje možnosti chápania fenoménu biosféry. O tom neraz písal V. Vernadskij: „Biosféra nie je len takzvaný priestor života, a ak ju tak chápeme, teda ako životný priestor, tak len preto, aby sme si uľahčili jej výskum. Takéto obmedzenie predmetu skúmania je umelý spôsob - metóda, dočasne výhodná zjednodušením zložitého prírodného procesu pre vedeckú prácu.“ V. Vernadskij zdôrazňoval, že pre štúdium biosféry je nevyhnutné vychádzať nie zo stanoviska biológa, teda zo živého organizmu, ale zo stanoviska geochemika, teda z relatívne živej hmoty. Podľa V. Vernadského: „Biosféra je fenomén historicko-geologickej prírody, svojrázne organizovaná sústava planéty, ktorá sa skladá z biosfér minulosti a ktorá sa postupne rozvíja a krok za krokom zdokonaľuje už viac ako 4 miliardy rokov.“

V ďalšom období sú štúdiu biosféry venované práce M. VASSEVIČ (1977), B. SOKOLOV (1981, 1984), P. VESTBROOK (1983), J. ALLEN & M. NELSSON (1991), S. MOROZ (1983) a iné.

V roku 1981 B. SOKOLOV navrhol použiť termín „panbiosféra“ ako súčet biosfér minulosti (obr.1). Súčasná biosféra je geologickým momentom v histórii Zeme. Výskum histórie rozvoja panbiosféry, od jej vzniku až do súčasného stavu, je základnou úlohou paleontológie a jej príbuzných disciplín. Riešenie tohto problému je nevyhnutné pre zdokonaľovanie znalostí o panbiosfére a pre využitie získaných informácií pre ochranu súčasnej biosféry, teda prostredia, ktoré obklopuje ľudstvo.

		EÓN	ÉRA	PERIÓDA	EPOCHA	VEK (Ma)	Vývoj fauny
Panbiosféra	Fanerozoikum	Kenozoikum Kz	Kvartér Q	Holocén	Súčasná biosféra		prvá hominidi
				Pleistocén	1,7	obdobie vtákov a cicavcov	
			Neogén N	Pliocén	5,2		
				Miocén	23,3		
			Paleogén P	Oligocén	35,4		
				Eocén	56,5		
		Mezozoikum Mz	Krieda K	65	vymieranie dinosaurov a amonitov		
			Jura J	145,6	obdobie plazov a amonitov		
			Trias T	208	prvé cicavce		
			Perm Pr	241,1	vymieranie trilobitov		
	Paleozoikum Pz	Karbón C	290,0	obdobie obojživelníkov			
		Devón D	362,5	obdobie rýb			
		Silúr S	408,5				
		Ordovik O	439,0				
		Kambrium Km	510,0	obdobie morských bezstavovcov			
	Proterozoikum	Vend v	570	prvé stavovce prvá skeletová fauna			
		Pr	700	ediakarská fauna			
	Archaikum	Ar	2500	prvé prokaryoty			
Vznik života?							
Pris.	Prs	Vznik zeme	4000				
			4600				

Obr. 1 Geologická škála času a vzťah medzi súčasnou biosférou a biosférou a typickými faunami minulosti - paleobiosféra. Pris.= Priscoan (angl) predgeologický vek Zeme. (Upravené podľa: W.B. HARLAND ET AL. 1989 A KVAČEK ET AL. 2000)

Súčasná biosféra

„Je momentom v histórii Zeme.“
(B. SOKOLOV 1981)

Biosféra je obal, ktorý zahŕňa atmosféru od ozónovej vrstvy (20-25km), až po vrchnú časť litosféry (2-3km), celú hydrosféru a je osídlený rôznymi životnými formami (obr. 2).

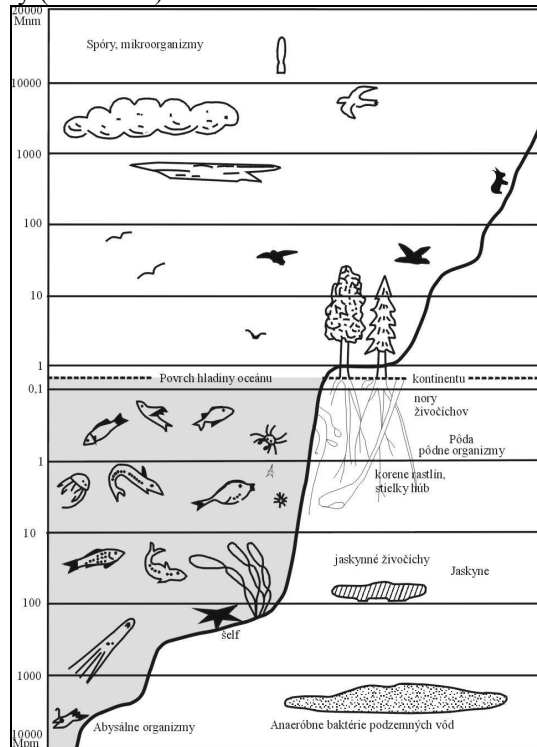
Zloženie, stavbu a energetické pochody biosféry vytvára životná činnosť organizmov. Hlavným zdrojom energie pre biochemické procesy živých organizmov je slnko, základnou jednotkou biosféry je ekosystém.

Živé organizmy, ktoré žijú v biosfére, sa delia na dve skupiny: nebunkovce (abionty) a bunkovce (bionty).

K nebunkovým organizmom patria vírusy. Ich organizmus sa skladá z jednej molekuly DNK, ktorá je pokrytá bielkovinou. Skamenené organické molekuly podobné vírusom sa nazývajú chemofosílie. Ich výskumom sa zaoberá molekulárna paleontológia v súvislosti s problémom pôvodu života a uhlíkových (paleobiogeochemia).

Bunkovce sa rozdeľujú na prokaryotické a eukaryotické. Ku prokaryotickým zaraďujeme baktérie a sinice, ktoré nemajú ohraničené bunkové jadro. Majú prevažne autotrofný spôsob života a syntetizujú organické molekuly z anorganických látok, pričom využívajú slnečnú, alebo chemickú energiu. Rďíme ich k ráši Monera

K eukaryotám radíme organizmy s diferencovaným bunkovým jadrom, ktoré majú typickú bunkovú stavbu s morfológickým a funkčným rozdelením cytoplazmy a jadra. K eukaryotám patria jednobunkové eukaryota (Protista), rastliny (Plantae), huby (Fungi) a živočíchy (Animalia).



Obr. 2 Rozšírenie živých organizmov v súčasnej biosfére. Upravené podľa: MOROZ (1996)

Biologická systematika

V základnej učebnici paleontológie „Systematická zoopaleontológia/1“ Prof. Jozef Švagrovský uvádza citát R. C. MOORA z J.M. WELLERA (1969): „*Recentné organizmy sú len ostrovčekmi života, vystupujúcimi z oceánu vyhynutých živočíchov a rastlín*“. Tento citát názorne charakterizuje vzťah medzi žijúcimi organizmami a množstvom organizmov, ktoré existovali na našej planéte. Prof. Švagrovský ďalej zdôrazňuje, že jednou zo základných úloh systematickej paleontológie je doplnenie tých vetiev na strome života, ktoré navždy ostali pochované v histórii Zeme. Hoci o chudobnosti paleontologických záznamov písali mnohí vedci, veľmi zaujímavé sú napríklad výpočty S. M. STANLEYHO (1979):

V súčasnosti na Zemi poznáme približne $2,5 \times 10^6$ druhov organizmov, no podľa rôznych špecialistov je ich okolo $4,5 \times 10^6$, v priemere teda druh existuje okolo $2,45 \times 10^6$ rokov. Za celú históriu fanerozoika na Zemi žilo približne 780×10^6 druhov. Vo fosílnom stave (údaje z konca 70 – tých rokov) poznáme okolo 130 000 druhov organizmov, čo približne predstavuje 0,013% organizmov, ktoré žili na Zemi vo fanerozoiku. Ak sa počet zmenil za posledných 20 rokov len o 0,7-1%, aj to je len veľmi málo v porovnaní s uvedeným počtom. Je však potrebné uviesť, že toto číslo sa týka len fanerozoika (570 mil.r.). Zem existuje už $4,5 \times 10^9$ rokov a život na nej asi 3,8 miliardy rokov!!!

Paleontológ aj na takto nedokonalom, chudobnom fosílnom materiále môže názorne ukázať, čo je to „strom života“ na Zemi. Úplnosť „stromu života“ však v mnohom závisí od systematického zatriedenia paleontologického materiálu. Výskum v paleontológii a biológii je sériou súvislého hľadania, späť s novými a zložitejšími metódami bádania. Do dnešných čias nejestvuje jediná, všeobecne prijatá systematika, ktorá by uspokojovala ako biológov, tak aj paleontológov. V súčasnosti sa vo fosílnom a recentnom materiále vydeľuje 4-26 ríš (*Regnum*), 33-57 kmeňov (*Phyllum*), od 100-200 tried (*Classis*) a celkový počet druhov dosahuje niekoľko miliónov.

Klasifikáciu prijatú v predkladaných skriptách nepokladáme za uzavretú a najmodernejšiu. Analýza recentných biologických a paleontologických systémov, skúsenosti z výuky paleontológie, vrátane u nás dostupného paleontologického materiálu, ako aj tradícia katedry nám umožňuje predložiť modernizovanú systematiku, základom ktorej je systém použitý v učebnici prof. J. Švagrovského. O najnovších výsledkoch v oblasti systematiky informujeme študentov v prílohe na konci učebných textov. Tu predkladáme jednu z najúplnejších klasifikácií fosílnych organizmov. V danej etape našich vedomostí pokladáme za vhodné vrátiť sa k ríši Protista a jej rozdeleniu na dve formálne skupiny – Protozoa a Protophyta.

Z dôvodu hore uvedenej rozsiahlosti paleontologického materiálu je nutná rýchla orientácia, prehľad a presné označovanie skúmaných javov a vecí. Súčasťou každého vedného oboru, paleontológiu nevynímajúc, je **systematika**. Jej úlohou je triediť (klasifikovať) veci a pojmy a usporiadať ich do sústavy alebo do systému. Usporiadanie vecí a pojmov je možné rôznym spôsobom podľa kritérií (**atribútov**), ktoré prijmeme ako základ triedenia.

Predmetom biologickej systematiky sú organizmy, ktoré sa vyskytujú samostatne ako jedince (**exempláre**) alebo ako kolónie jedincov. Úlohou biologickej klasifikácie je triediť jedince do skupín (**taxónov**) a tie potom usporiadať do systému. Taxonómia študuje vlastnosti organizmov (jedincov aj skupín), hľadá ich podobnosti a skúma

vzťahy medzi rozlišovanými celkami. Zaoberá sa nielen praktickými, ale aj teoretickými a formálnymi aspektami tejto činnosti. Biologickú systematiku môžeme rozdeliť na 3 časti:

1. **klasifikácia** – praktické radenie organizmov do skupín na základe atribútov
2. **teoretická taxonómia** – teoretické štúdium klasifikácie, jej základov a princípov
3. **nomenklatúra** – formálne pravidlá pre stanovenie a pomenovanie taxónov.

Klasifikácia

Zaoberá sa praktickým radením organizmov do skupín na základe ich určitých vlastností (**atribútov**) a vzťahov, charakteristikou vytvorených skupín a ich usporiadaním do systému.

Skupiny organizmov môžeme zoradiť vedľa seba (**lineárna klasifikácia**), alebo ich môžeme usporiadať tak, že budú tvoriť skupiny charakterizované určitou spoločnou vlastnosťou. Takéto skupiny sa ďalej združujú na základe toho istého princípu spoločných vlastností (**hierarchická klasifikácia**). **Hierarchická klasifikácia** je vlastne stupnica podradených a nadradených jednotiek

Systematické kategórie :

Rôzne klasifikačné úrovne (**stupne**) nazývame **systematické kategórie**, ktoré sa od seba líšia **úrovňou zovšeobecnenia** (princíp hierarchickej klasifikácie). Každá jednotka určitej klasifikačnej úrovne zahŕňa vždy jednu alebo viac jednotiek najbližšej nižšej úrovne (s výnimkou najnižšej úrovne). Vyvíjala sa z ľudového systému počas 17. –18. storočia a takmer konečnú formu jej dal Carl Linné. Nazývame ju linnéovská hierarchia (Linné používal 6 úrovní – ríša (**regnum**), trieda (**classis**), rad (**ordo**), rod (**genus**), druh (**species**) a varieta (**varietas**). Do základných hierarchických kategórií patrí v súčasnosti ešte kmeň (**phyllum**), na nižšej úrovni ako ríša a čeľaď (**familia**) na nižšej úrovni ako trieda. Všetkých záväzných (**obligatórných**) kategórií je v dnešnej dobe 7 (**varietas** je po r. 1960 vylúčená zo zoológickej nomenklatúry).

Taxonomické kategórie :

Označujú skupiny rôznej úrovne v klasifikačnej rade organizmov. **Taxonomická jednotka (taxón)** je skupina konkrétnych organizmov, ktoré sú pokladané za formálny klasifikačný celok na základe určitých spoločných vlastností, ktorými sa odlišujú od ostatných skupín. Taxón môže byť rôznymi autormi radený na rôznych stupeň hierarchického systému, pričom sa jeho obsah nemení, mení sa iba jeho "hodnota" (výnimkou je základný taxón - **druh**).

Druh je základnou taxonomickou jednotkou. Biologický druh je vymedzený schopnosťou jedincov plodne sa krížiť medzi sebou v populácii. Voči ostatným, súčasne existujúcim skupinám existuje **reprodukčná bariéra**.

Taxóny nižšie ako druh (poddruh) sú súborom fenotypicky (vonkajšími znakmi) zhodných populácií určitého druhu obývajúcich časť areálu druhu a taxonomicky odlišných od ostatných populácií toho istého druhu.

Teoretická taxonómia

Ak chceme organizmy medzi sebou porovnávať a triediť, musíme si zvoliť určité znaky a vzťahy, pomocou ktorých ich odlíšime. **Systematika typologická** – vychádzala z postulátu, že úlohou klasifikácie je odkryť poriadok, existujúci v prírode nezávisle na človeku (stvorený Bohom) a redukovať tak veľký počet organizmov na **archetypy** (základné vzory prírody). Jej význačnými zástupcami boli K.Linné a J. Cuvier.

Systematika fenetická – na rozdiel od typológie ako základ zdôrazňuje stupeň celkovej podobnosti. Použitie iných kritérií ako stupeň podobnosti apriórne zavrhuje.

Pomocou modernej techniky sa z nej vyvinula numerická fenetika a získala si veľkú popularitu. Jej význačnými zástupcami boli M. Adanson a R.R. Sokal.

Systematika fylogenetická – zakladá klasifikáciu výhradne na vývojových vzťahoch organizmov. Jej základným postulátom je prijatie názoru, že všetky organizmy majú spoločný fylogenetický pôvod. Tvorba systematických skupín je teda založená na ich kmeňovej (genealogickej) príbuznosti, teda na **fylogenéze**. Na vzájomnú fylogenetickú príbuznosť môžeme usudzovať zo spoločných a odlišných homologických (rovnocenných) znakov. Zmeny, ku ktorým dochádza počas vývoja kmeňa nazývame **anagenéza**. Bez anagenetických zmien by skupiny organizmov (akokoľvek dlho izolované skupiny organizmov) boli stále rovnaké. Diverzita organizmov vzniká hlavne na základe štiepenia vývojových vetiev (**kladogenéza** – genealogická stránka fylogenézy). Vo fylogenetickej systematike nemajú všetky znaky rovnaký význam (**váha znaku**).

Umelá systematika – pri paleontologických výskumoch sa používa systematika fylogenetická a umelá. Umelá systematika sa odlišuje tým, že organizmy (lepšie povedané ich fosílny zvyšky) sú zoskupené podľa vonkajších zhodných znakov.

Nomenklatúra

Úlohou biologickej nomenklatúry (*nomen* – meno, *calare* – pomenovať, lat.) je tvoriť mená taxónov a dbať o ich správne používanie.

Kategóriu druh a rod prvý krát navrhol J. RAY (1628-1705), ktorý tiež navrhol binominálnu nomenklatúru (binominis – dvojmenný, nomenclatura – názvoslovie), na základe ktorej sa názov druhu skladá z dvoch mien. Prvé slovo označovalo rod a druhé slovo označovalo druh (*Ursus spaeleus* – medveď jaskynný). Zakladateľom dnes používanej nomenklatúry je švédsky prírodovedec Carl Linné, ktorý vypracoval jednotnú systematiku všetkých, v tom čase známych rastlín a živočíchov, súčasných aj fosílnych (*Systema naturae*, 1758). Pre každý rastlinný a živočíšny druh stanovil dvojslovné označenie (**binomen**). Medzinárodná kodifikácia pravidiel v zoológii prebehla prvý raz v Berlíne v roku 1901, na 5. Medzinárodnom zoológickom kongrese. Dnes je platné tretie vydanie Medzinárodného kódexu zoológickej nomenklatúry z r. 1993. Stabilitu nomenklatúry zaisťujú dva základné princípy – zákon priority a princíp nomenklatorických typov.

Zákon priority stanovuje, že platným menom taxónu je najstaršie platne ustanovené meno, ktoré vyhovuje požiadavkám kódexu. Priorita neplatí absolútne – je obmedzená časovo. Východným dátumom mien zoológických taxónov je dátum publikovania 10.-teho vydania Linnéovho spisu „*Systema naturae*“ v r. 1753. Každé staršie meno, aj keď bolo správne utvorené a platne publikované, sa stalo neplatným. Druhé obmedzenie platnosti je zabránenie náhrady bežne používaného a známeho mena iným, starším a platne ustanoveným, avšak nepoužívaným a preto neznámym.

Princíp nomenklatorických typov. Rozvojom výskumu ako aj subjektívnymi názormi systematikov sa ohraničenie taxónov mení. Preto je dôležité, aby každý taxón mal svoj stabilný štandard (**typ**). **Typ druhu** je určitý vybraný a ako typ označený jedinec. Typ je objektívnym pevným jadrom taxónu, väčšinou obsahuje jeho základné znaky, je štandardom taxónu.

V zoológickej nomenklatúre úplné znenie mena taxónu zahrnuje aj meno autora a rok jeho stanovenia, oddelený od mena autora čiarkou – pr. *Hydrocephalus carens* Barrande, 1846. Pri bežnom používaní meno autora, alebo rok stanovenia nie je povinné uvádzať, ale sa odporúča pre ľahšiu identifikáciu diagnózy druhu. Pomenovanie druhu je tvorené dvoma slovami – prvé meno je rodové *Hydrocephalus*, druhé je druhové *carens*. Pomenovanie poddruhu pozostáva z troch mien, k rodovému a druhovému je pripojené meno poddruhové (*Sorex alpinus hercynicus*). Ak

používame podrodové meno, píšeme ho medzi rodovým a druhovým menom v zátvorke - *Berriasella (Picteticeras) mazenotti* Breistroffer, 1937. U vyšších systematických kategórií je názov jednoslovný. U bežných kategórií vyšších ako rod a nižších ako trieda jestvujú charakteristické koncovky, ktoré sú buď predpísané alebo odporučené

Tabuľka ukazuje jednotlivé predpísané, alebo odporučené prípony

Kategória	prípona podľa zoologického kódexu
Tribus	-ini
Podčeľaď	-inae
Čeľaď	-idae
Nadčeľaď	-oidae
Podrad	-ina (prípona nie je kódexom ustanovená, je to len úzus)
Rad	-ida (prípona nie je kódexom ustanovená, je to len úzus)
Vyššia kategória ako rad	-

Úplný zoznam používaných klasifikačných kategórií

Regnum	-ríša
(Divisio)	-oddelenie
(Subdivisio)	-pododdelenie
Phyllum	-kmeň
Subphyllum	-podkmeň
Superclassis	-nadtrieda
Classis	-trieda
(Infraclassis)	-podtrieda
(Cohors)	-kohorta, čata
(Subcohors)	-podkohorta, podčata
Superordo	-nadirad
Ordo	-rad
Subordo	-podrad
(Infraordo)	-infradirad
Superfamilia	-nadčeľaď
Familia	-čeľaď
Subfamilia	-podčeľaď
(Tribus)	-tribus, zhluk
(Subtribus)	-podtribus, podzhluk
Genus	-rod
Subgenus	-podrod
(Superspecies)	-naddruh
Species	-druh
Subspecies	-poddruh

Kategórie vytlačené v tabuľke hrubým písmom sú záväzné (teda každý druh musí byť zaradený do nejakého rodu, ten do čeľade, tá do radu...), v zátvorkách sú

kategórie, ktoré nie sú bežne používané (používané sú iba v niektorých silne diverzifikovaných skupinách organizmov, kde je to potrebné).

Otvorená nomenklatúra

v praxi sa stretávame s prípadom, že študovanú formu nie je možné s istotou zaradiť do niektorého taxónu, či už pre neúplnosť materiálu alebo pre jeho abnormalitu. V takýchto prípadoch sa používajú skratky. Používanie skratiek je úzusom (dohodou). Medzi najbežnejšie skratky patria :

-aff.- (*affinis* – príbuzný, lat.), príbuzný používa sa v prípade, že materiál javí nejakú odlišnosť od typickej formy (*Paradoxides aff. gracilis*)

-cf.- (*confer* - porovnaj, lat.), zhodný tvarom, (*Ammonia cf. beccarii*)

-sp. (ssp.) (species, druh, lat.) používa sa v prípade, že poznáme rodové meno, ale druhové meno sme nemohli určiť. Pre vyjadrenie neistoty sa v praxi používa aj otáznik.

s.l. (sensu lato) : v širšom zmysle, lat.

s.str. (sensu stricto) : v užšom zmysle, lat.

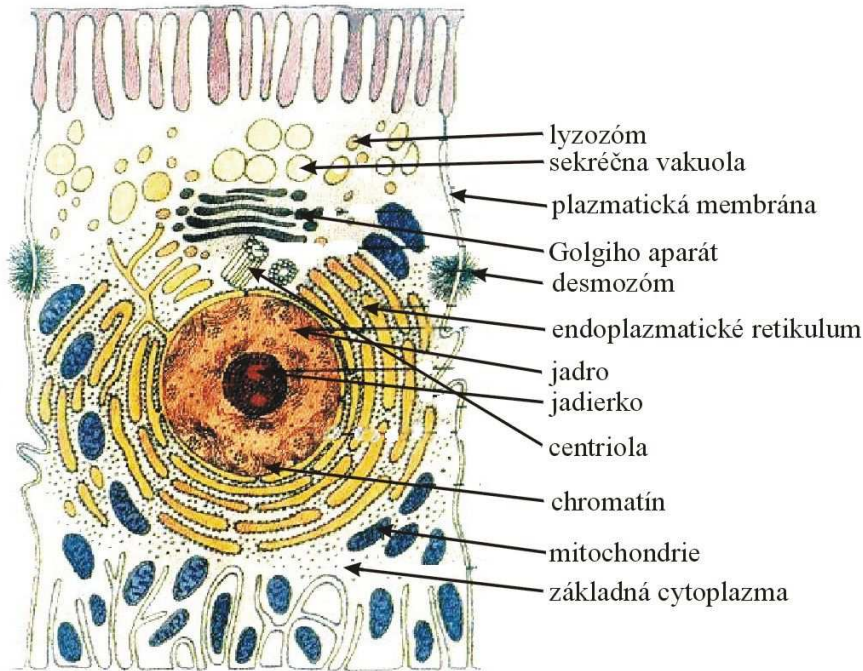
ex gr. (ex gruppe – zo skupiny, ex grege – zo stáda, lat.): ak exemplár nie je možné určiť do úrovne druhu a blízky skupine určitého druhu, napr. *Globigerina* ex gr. *G. Bulloides* alebo tiež *Globigerina* ex gr. *bulloides*.

Incertae sedis – (miesto neurčené, lat.) - používa sa, ak exemplár na základe jeho osobitnej stavby nie je možné zaradiť k žiadnemu dosiaľ známemu radu, triede alebo kmeňu.

Ríša Protista

Podríša – Monocytozoa (jednobunkovce) Protozoa (prvoky)

K najjednoduchším formám života patria prvoky, ktorých telo pozostáva z jednej bunky (obr.3). Táto má jedno jednoduché alebo zložené jadro, alebo niekoľko jednoduchých jadier. Najjednoduchšie z nich predstavujú celistvý organizmus na bunkovej úrovni, prispôsobený k samostatnému životu. Majú heterotrofný typ výživy, väčšinou sa dokážu pohybovať, rozmnožujú sa pohlavne aj nepohlavne. Vo fosílnom stave sú známe od predkambria (vend).



Obr. 1 Prierez bunky jednobunkového živočícha s bičkami a fotosyntetizujúcimi endosymbiontami podľa: ROSYPAL ET AL. (1998)

Stavba bunky

Bunka sa skladá z cytoplazmy a jadra. V cytoplazme sú rôzne typy štruktúr:

Jadro sa skladá zo steny, karyoplazmy, malých jadierok a chromozómov. Karyoplazma pozostáva z jednoduchých bielkovín. V jadierkach sa nachádza RNK (ribonukleová kyselina, slúžiaca na syntézu bielkovín), chromozómy obsahujú DNK (deoxiribonukleová kyselina) spolu s RNK.

Organely sú súčasťou bunky (majú rôzne synonymá – organoidy,. Patria k nim mitochondrie, Golgiho aparát, bunkový aparát, organely pohybu a iné. Organely spĺňajú všetky fyziologické funkcie: pohyb, syntézu bielkovín a rozmnožovanie.

Mitochondrie majú formu paličkovitých štruktúr o veľkosti 0,5-7 mikrónov. Ich základnou funkciou je premena energie získanej z potravy na najvýhodnejšiu formu pre syntézu zabezpečujúcu životné funkcie (dýchanie a výmena látok).

Lipozómy sú skupinou granúl, ktorých funkcia spočíva v premene potravy.

Golgiho aparát spĺňa funkciu vylučovania: Bunkové jadro spolu s Golgiho aparátom zabezpečuje delenie bunky.

V bunke sa okrem uvedených orgánov nachádzajú **vakuoly** – tráviace a vzduchové, ako aj zásobné látky - kvapky tuku, bielkovinové granuly.

Stena bunky sa delí na vonkajšiu vrstvu – **ektoplazmu** a vnútornú vrstvu – **endoplazmu**. Tvar tela je nepravidelný (nestály) (*Amoéba*), alebo stály, radiálne súmerný – (niektoré *Radiolaria*), časť má dvojstranne súmerné telá – (*Infusoria* a niektoré *Sarcodina*).

Organely pohybu :

Pseudopódiá sú dočasné výbežky cytoplazmy, **bičičky** – tenké výrastky ektoplazmy, **brvy** – tenké výrastky ektoplazmy, ktorých počet môže byť do 14 tisíc. Rýchlosť pohybu je napr. u foraminifer od 0,2 do niekoľkých milimetrov za hodinu.

Schránka (kostra, skelet)

Spĺňa funkciu opornú a ochrannú. Môže byť vonkajšia, alebo vnútorná. Môže byť organická (tektín, proteíny a uhl'ovodík), alebo minerálna. V paleontologickom zázname sa organostenné schránky nachádzajú zriedkavo.

Rozmery tela jednobunkovcov bývajú od 0,1-1mm, gigantické formy dosahujú až do 100mm, najmenšie môžu dosahovať niekoľko mikrónov.

Súčasní predstavitelia jednobunkovcov žijú v moriach (60%), hypersalínnych i sladkovodných jazerách, v riekach a močiaroch, vo vlhkej pôde a v podzemných vodách (teda všade tam, kde je vlhkosť) (18%), a 22% z nich žije parazitickým spôsobom života.

Dnes poznáme okolo 25 – 30 tisíc súčasných druhov a približne rovnaký počet aj fosílnych druhov. Mnohé z protozoí sú horninotvorné.

Systematika a klasifikácia

Systematika protozoí je založená na stavbe organel pohybu, zložení jadra a cytoplazmy.

Delíme ich na 5 kmeňov :

Sarcodina (panôžkovce)

Cnidosporidia

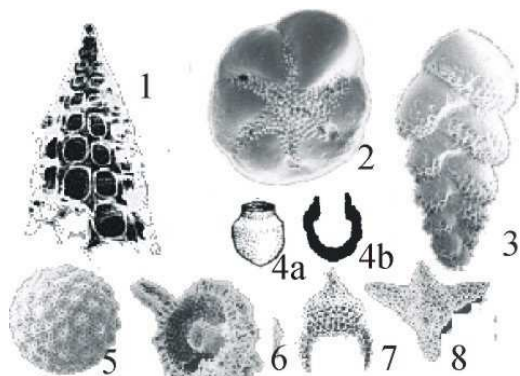
Sporozoa (Apicomplexa) (výtrusovce)

Zoomastigophora (živočíchobičičkovce)

Ciliophora (nálevníky)

Vo fosílnom stave sa nachádzajú predovšetkým pozostatky zástupcov dvoch kmeňov ríše Protozoa – **Sarcodina (panôžkovce)** a **Ciliophora (nálevníky)**.

Kmeň Sarcodina (panôžkovce) prekambrium - recent



Obr. 2 jednobunkové morské organizmy (1,5,6,7,8 Radiolaria, 2,3 Foraminifera, 4 Ciliata), foto autori.

Obsahuje veľké množstvo najjednoduchších protozoí (obr. 4), ktoré majú *pseudopódie* – dočasné výbežky protoplazmy, slúžiace na zachytávanie potravy a ako pohybový aparát. Živia sa baktériami, riasami, larválnymi štádiami väčších organizmov, ráčkami a pod. Pseudopódiá sa zlievajú okolo koristi a v tejto fáze už začína aj trávenie. Časti potravy prichádzajú dostredivými silami do centra bunky, do cytoplazmy. Niektoré nestráviteľné čiastočky sú vylučované.

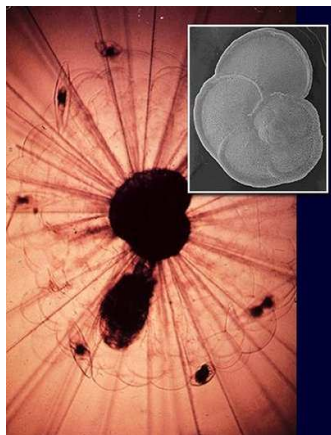
V moriach sú známe zo všetkých hĺbok – od 0 do 11 000 m. Rozmnožujú sa pohlavne aj nepohlavne, môžu žiť ako bentos aj ako planktón. U niektorých schránka chýba, iné môžu mať organický obal (*kutikula*), vonkajšiu schránku (aglutinovanú alebo sekréčnu - vylúčenú protoplazmou), alebo môžu mať vnútornú kosť – organickú alebo minerálnu (kremitú alebo celestínovú) (obr. 4).

Kmeň : *Sarcodina* delíme na dva podkmene :

Rhizopoda

Actinopoda

Podkmeň Rhizopoda (koreňonožce)



Obr. 3 živý jedinec dierkavca s viditeľnými pseudopódiami, v pravo hore povrch schránky – www.biodiversity.com

Trieda – Foraminifera (dierkavce) kambrium - recent

do tejto triedy patria *Sarcodina*, so schránkou, v ktorej sa nachádzajú jeden, dva, alebo viac otvorov – ústí (*apertúra*), cez ktoré vychádzajú pseudopódiá (obr. 5). Väčšina foraminifer žije v moriach (bentos alebo planktón), malá časť žije v hypersalinných vodách, minimum v sladkých vodách. Vnútorú časť schránky vyplňa endoplazma, ektoplazma formuje pseudopódiá a tvorí skelet.

Stavba bunky foraminifer :

Cytoplazma

Rozdelená je na **endo** (vnútrokomôrkovú) a **exo** (pseudopodiálnu) protoplazmu. V endoplazme prebieha hlavný metabolizmus, ektoplazma je zodpovedná za vytváranie steny komôrok, zaobstarávanie potravy, pohyb alebo pripevnenie k podkladu.

Pseudopódiá

Sú lokomočným aparátom schránky, majú schopnosť meniť tvar. Pohyb jedinca sprostredkúvajú pseudopódiá a dosahuje okolo 9-500 mm*Min⁻¹. Dĺžka a schopnosť pohybu u foraminifer závisí od ich spôsobu života.

Schránka (skelet)

Môže byť rôzneho typu a zložená býva z rôzneho organického a anorganického materiálu. Môže byť sekréčná (vylúčená), tvorená produktami protoplazmy, alebo aglutinovaná. Sekréčna schránka môže byť organická, alebo minerálna. **Organická** pozostáva z tektínu (kombinácia proteínov a uhlíkovodíkov) a je typická pre najnižšie evolučné typy foraminifer (*Allogromiidae*). **Vápnitá** - väčšina foraminifer má sekréčnú vápnitú schránku, ktorá pozostáva z tektínovej bázy inkrustovanej minerálnymi soľami – CaCO₃, MgCO₂, fosfátmi Mg a Ca. **Aglutinovaná** schránka je zostavená z okolitého materiálu (piesočné zrnká, schránky iných organizmov, spikuly hubiek atd.) tento materiál môže byť cementovaný (spojený) organickým, alebo minerálnym materiálom. Schránka môže byť celistvá, alebo je prestúpená pórmí, ktorých charakter môže byť rôzny.

Stavba schránky

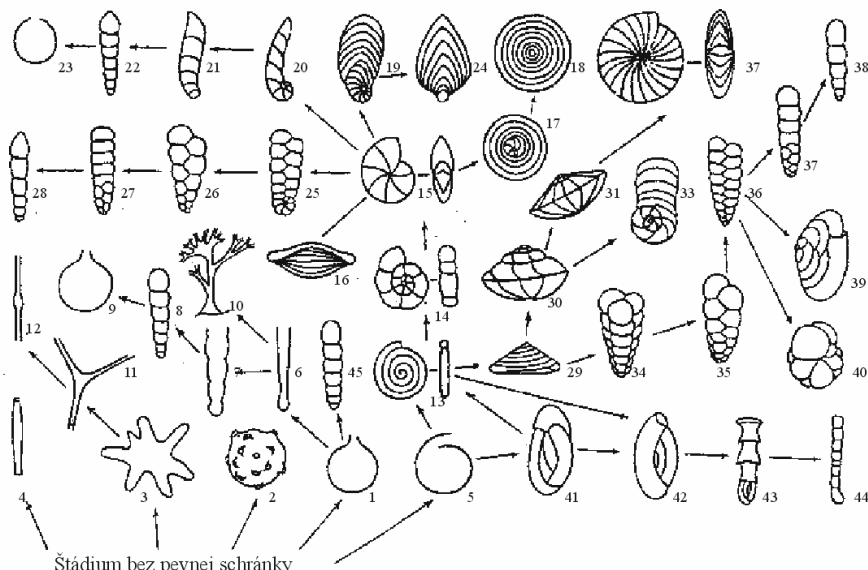
Je veľmi rôznorodá.

Schránky môžu byť jednokomôrkové (*monotalamné*) (obr. 6, č. 1 - 5, 11) a mnohokomôrkové (*polytalamné*). Proces vytvorenia komôrky trvá od 8 do 24 hodín. Pri neprerušenom raste sa schránky nemusia deliť na komôrky, taká schránka sa nazýva jednokomôrková. Tvar komôrky môže byť rôzny, vždy sa však končí ústím (**apertura**), jedným, alebo mnohými (rod *Astrorhiza*). Dvojkomôrkové schránky sa skladajú z guľovitej počiatocnej komôrky (**protokoncha**) a predĺženej druhej komôrky, ktorá je od prvej oddelená priehradkou (**septum**). U rodu *Ammodiscus* je schránka zakrútená do špirály v jednej rovine.

Mnohokomôrkové schránky majú vo vnútri dutinu rozdelenú mnohými **septami** na komôrky. Komôrky sú spojené medzi sebou **apertúrami**, ktoré sa nachádzajú v každej priehradke (septe). Existuje niekoľko typov stavby komôrok (uniseriálne, biseriálne a polyseriálne) (obr.6) :

1. Uniseriálna (jednoradová) - každá nasledovná komôrka schránky sa tvorí priamo nad predošlou :- *Nodosaria*, *Reophax* (č.6-8,21-22,28,38 na obr. 6).
2. Planišpirálna stavba - komôrky vznikajú na osi špirály v jednej ploche. Ak sú na vonkajšej strane viditeľné všetky obraty (závity) špirály, je to **evolútna** schránka, ak je vidieť iba posledný závit je to **involutná** schránka. Existujú prechodné typy (poloevolútne a poloinvolutné) schránky. Charakteristické rody: *Ammodiscus*, *Operculina* – evolútne, *Fusulina*, *Schwagerina*, *Nummulites*, *Assilina* – involútne typy. (č.14,15,17,18 na obr.6)
3. Špirálno = kónická = (trochošpirálna) stavba– komôrky sú usporiadané na osi kónickej špirály, schránka je asymetrická. Z vrchnej časti vidíme začiatok špirály, na spodnej časti posledný závit špirály. Charakteristické rody *Globigerina*, *Globotruncana*. (č.29 - 31 na obr. 6)

4. Polyseriálna – komôrky narastajú na ose vysokej, rovnako širokej špirály. Schránky potom môžu byť – biseriálne (dvojradowé) - *Textullaria*, triseriálne (trojradowé) *Uvigerina*, *Bulimina*, mnohoradowé (č.25 - 27,34,35 na obr.6).



Obr. 4 Niektoré z hlavných typov vývoja stavby schránky u foraminifer (podľa: POKORNÝ 1954).

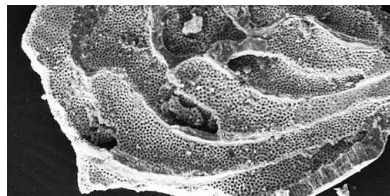
5. Klbkovitá - miliolidná stavba (typ lomenej špirály) – komôrky schránky sú usporiadané v dvoch – *Pyrgo*, troch *Triloculina*, piatich – *Quinqueloculina* rovinách, ktoré sa presekávajú pod určitými stálymi uhlami – 180°, 120°, 72°, Každá komôrka zaberá polovicu obrátky závitú (č. 41-42 na obr. 6).
6. Nepravidelne klbkovitá stavba – komôrky sú vinuté špirálne, ale os navíjania sa v každom nasledovnom obrate (závite) odkláňa od predošlého (*Endothyra*)
7. Cyklická stavba navíjania - komôrky sa navíjajú v koncentrických kruhoch v jednej rovine. Prvé závitú sú planišpirálne, s rýchlym zväčšovaním sa závitov – *Orbitoides*, *Discoeyclina*.

Makroštruktúra steny schránky

Stenu tvoria morfológicky oddelené vrstvy vo vnútri výstelky komôrky a druhotné vrstvy na povrchu schránky a priehradok (septum).

Stena môže byť prvotne jednovrstevná, dvoj, alebo niekoľkovrstevná.

U fusuliníd majú vrstvy steny schránky svoje špeciálne názvy – stena zložená z vonkajšej tenkej vrstvy **protéka** (uhličitan vápenatý), nad ňou je **tektum** (chitínová) a tretia vrstva **tektórium**. Môže mať ešte aj štvrtú, vnútornú vrstvu - vnútorné **tektórium**. U švagerín sa dvojvrstevná stena skladá z **tektumu** a pórovitej **keriotéky**. Pórovité schránky – u mnohých foraminifer sa nachádza pórovitá schránka, póry môžu byť jednoduché alebo zložené (obr.7).

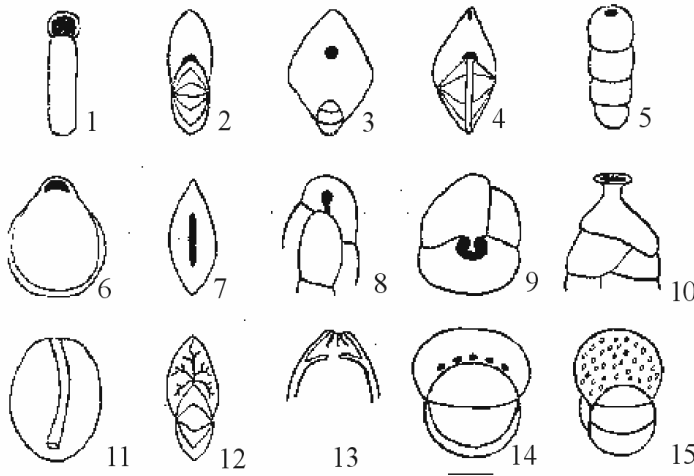


Obr. 5 jednoduché póry na vnútornej strane steny *Amphistegina* sp. foto autori.

Apertúra (ústie)

Otvor, pomocou ktorého cytoplazma komunikuje s okolitým prostredím sa nazýva **apertúra** (obr. 8). Nachádza sa na konci jednokomôrkovej, alebo v poslednom septe mnohokomôrkovej schránky. Posledné septum tvorí septálny, alebo operkulárny povrch. Pri vzniku novej komôrky sa toto ústie stáva otvorom, ktorý sa spája so starou komôrkou a nazýva sa

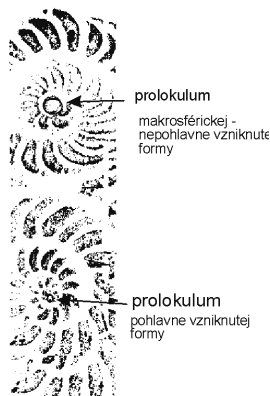
foramen (diera, otvor). Odtiaľ pochádza aj názov triedy – *Foraminifera* (dierkavce). Ústie sa môže nachádzať v centre, excentricky, alebo na báze aperturálnej priehradky. Môže byť jednoduché, t.j. skladať sa z jedného otvoru rôzneho tvaru, **okrúhleho, oválneho, štrbinovitého, hviezdicovitého, vetvovitého, alebo radiálne lúčovitého** (obr.8).



Obr. 8 Rôzne typy ústia foraminifér - 1-10 terminálne 1-5 okrúhle, 6,7 štrbinovité, 8 kvapkovité, 9 so zubom, 10 na krčku, 12 labyrintovité, 13 hviezdicovité, 14-15 zmožené, 15 sitovité. Podľa: LOEBLICH A TAPPAN (1974).

Rozmnožovanie a vývoj

Foraminifery majú zložitý systém striedania pohlavnej a nepohlavnej generácie. Pri pohlavnom rozmnožovaní sa jadro u dospelého jedinca delí na tisíce častíc, okolo ktorých sa nachádza cytoplazma. Tieto pohlavné bunky (**gaméty**) majú dva bičíky. Po splynutí dvoch gamét vzniká oplodnená bunka (**zygóta**), ktorá má diploidný počet chromozómov.



Obr. 9 Rozdiel medzi jedincom pohlavnej generácie a nepohlavnej generácie podľa: LOEBLICH A TAPPAN (1974).

Okolo nej sa utvorí prvá (**embryonálna**) schránka. Zo zygóty vzniká **mikrosférické pokolenie foraminifér (schizonty)**. Ak schizont dospeje, jadro sa niekoľko krát rozdelí, a tak sa stáva mnohjadrovým. Okolo každého jadra sa utvorí nová cytoplazma – vznikajú tzv. **embryóny**, alebo améboidné zárodky, ktoré opustia schránku. Okolo každého zárodka sa utvorí veľká embryonálna komôrka, ktorá potom vytvorí ďalšie – je to **makrosférické pokolenie**, ktoré nazývame aj (**gamonty**). Výskyt schránok dvoch typov stavby, sa nazýva **dimorfizmus** (obr. 9) (**mikrosférické formy a makrosférické formy**). U niektorých druhov rodu *Elphidium* môžeme pozorovať trimorfizmus, keď pokolenie schizontov (vzniknutých nepohlavne) opäť produkuje schizonty – nepohlavnú generáciu

Základy systematiky a klasifikácia

Ako základ systematiky foraminifer slúži stavba a chemizmus steny schránky, stavba cytoplazmy a jadra, zvláštnosti striedania pokolení.

Na základe práce LOEBLICH & TAPPAN 1988 sa trieda – Foraminifera (dierkavce) rozdeľuje na 5 nadradov:

Allogromioidae

Textullarioideae

Fusulinioidea

Millioloidea

Rotalioidea

Najcharakteristickejšie rady triedy *Foraminifera* (dierkavce)

Rad *Allogromiida* kambrium – recent

Rad *Astrorhizida* kambrium – recent

Rad *Ammodiscida* ordovik – recent

Rad *Textullariida* trias – recent

Rad *Fusulinida* – karbón – perm

Rad *Miliolida* jura - recent

Rad *Rotaliida* stredný trias – recent

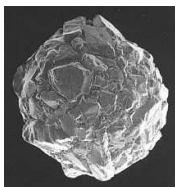
Rad *Nummulitida* stredná krieda – recent

Rad *Globigerinida* stredná jura – recent

Rad *Allogromiida* (kambrium – recent)

Patria sem najprimitívnejšie bentické morské, menej brakické, alebo sladkovodné, prevažne jednodomôrkové foraminifery s organickou stenou. Ústie majú jednoduché. Poznáme ich od kambria do súčasnosti. Veľmi zriedka sa nachádzajú ako fosilne, a ak, tak potom sú to predĺžené schránky trúbkovitého vzhľadu. Poznáme viac ako 50 rodov, z ktorých sú najcharakteristickejšie – *Chitinolagena* (vrchný ordovik).

Rad *Astrorhizida* (kambrium – recent)

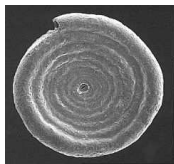


Obr. 6 *Saccamina* sp. neogén viedenskej panvy, foto autori.

Schránka je voľná, alebo pripevnená k podkladu, jednodomôrková s rôznym tvarom – hviezdicovitá, trubicovitá, kríkovitá, niekedy majú guľovitú centrálnu časť. Stena je aglutinovaná, ústie je jedno, alebo zmnožené, na koncoch trubicovitých výrastkov. Niekedy ústie chýba, potom ho zastupujú otvory medzi aglutinujúcimi čiastočkami. Žijú od kambria po recent. Najčastejšie sú v ordoviku a v silúre, menej v mezozoiku a kenozoiku. Recentné typy žijú v chladných moriach a oceánoch. V chladných vodách tvoria až masové porasty. Charakteristické rody sú *Astrorhiza* (ordovik-recent) (obr.10), *Rhizammina* (ordovik-recent), *Saccamina* (silúr- recent) atd.

Rad *Ammodiscida* (ordovik – recent)

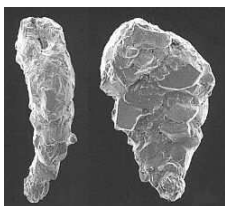
Obr. 11 . *Ammodiscus* sp., neogén viedenskej panvy, foto autori.



Schránka je voľná, alebo pripevnená k podkladu, aglutinovaná, dvojdokomôrková. Pozostáva z prvej guľatej komôrky – protokonchy a druhej, trubicovitej, plocho alebo trochošpirálne zvinutej, niekedy kľbkovito zvinutej. Ústie je jednoduché, na konci trubicovitej komôrky. Najväčší rozmach dosiahli v silúre a v devóne. V recente

žijú v rôznych zemepisných šírkach, vrátane Arktídy a Antarktídy. V teplovodných moriach sú charakteristické pre batyál a abysál. Poznáme z nich viac ako 30 rodov, charakteristické sú *Ammodiscus* (silúr-recent) (obr.11), *Hyperammina* (silúr-recent), *Glomospira* (silúr-recent), atd.

Rad *Textulariida* (karbón – recent)



Obr. 7 SEM fotografia *Textularia* sp. neogén viedenskej panvy. foto autori.

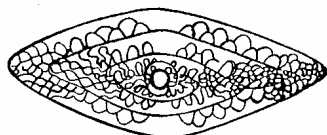
Schránka je voľná, alebo pripevnená k podkladu, mnohokomôrková (polytalamná), špirálna, biseriálna, aglutinovaná, pórovitá. Ústie je jedno, alebo zmnožené, môže byť na krčku. Poznáme viac ako 50 rodov. Charakteristické rody sú *Textularia* (karbón-recent) (obr.12), *Bigenerina* (jura-recent), atd.

Rad *Fusulinida* – (karbón – recent)



Obr. 8 *Schwagerina* sp., foto autori.

Schránka má veľké rozmery, až do 15 mm, je voľná, mnohokomôrková, plochošpirálna, involútna, vretenovitá, guľovitá, niekedy môže mať nepravidelný tvar. Švy sú ploché, vlnité, alebo záhybovité. Stena je kalcitová, pórovitá, granulárna tenká, alebo hrubá. Môže byť jedno, dvoj alebo až štvorvrstvomá. Hrubá stena býva dvojvrstvomá. Pod tektom je hrubá vrstva – keriotéka, s veľkými pórmí. Ústie je jedno, alebo zmnožené, na báze septa. Môže mať prídavné otvory a môže vytvárať horniny – fusulinové a švagerínové vápence. Poznáme viac ako 100 rodov. Charakteristické rody – *Fusulina* (spodný-stredný karbón) (obr.14), *Schwagerina* (perm) (obr. 13).



Obr. 9 Schematizovaný rez jedincom rodu *Fusulina*. Podľa: ŠVAGROVSKÝ (1974).

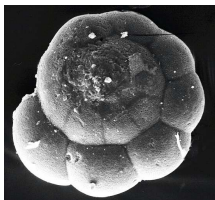
Rad *Miliolida* (jura – recent)

Obr. 15 *Quinqueloculina triangularis* Orb. neogén viedenskej panvy, foto autori.



Schránka je voľná, mohokomôrková, pravidelne klbkovito zvinutá. Stena schránky je väčšinou jednoduchá, porcelánovitá. Ústie má jednoduché terminálne, často so zubom, alebo zmnožené, sitovité, lúčovité alebo labyrintovité. Najširší rozvoj majú v neogéne. Formy sú to euryhalinné, eurytermné, obývajúce sublitorál až batyál (4000m). Sú horninotvorné, tvoria miliolidové vápence, bahná alebo piesky. Poznáme viac ako 60 rodov. Charakteristické rody sú *Triloculina* (jura-recent), *Quinqueloculina* (jura-recent) (obr.15), *Pyrgo* (jura-recent), *Borelis* (oligocén-recent).

Rad *Rotaliida* (stredný trias – recent)

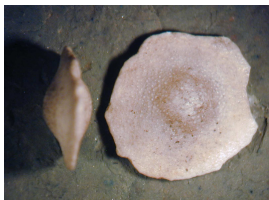


Obr. 16 *Ammonia* ex gr. *beccarii* (L.), špirálna strana jedinca. neogén dunajskej panvy, foto autori.

Schránka je voľná, zriedkavo býva pripevnená k podkladu, viackomôrková, trochošpirálna, alebo planišpirálna,

jednoradová, alebo dvojradová. Stena je kalcitová, alebo aragonitová, pórovitá, jednoduchá. Ústie majú jednoduché, alebo s platničkami či perou. Môže byť z množených a pozostávať zo skupiny pórov. Povrch schránky je hladký, alebo ornamentovaný. Poznáme viac ako 150 rodov. Charakteristické rody sú *Rotalia* (vrchná krieda-recent), *Ammonia* (vrchná krieda -recent) (obr.16), *Elphidium* (eocén-recent).

Rad *Nummulitida* (vrchná krieda – recent)

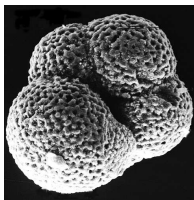


Obr. 10 *Discocyclus* sp., paleogén Bonice, foto autori.

Schránka je voľná, veľká od niekoľkých milimetrov do 10-16 cm, planišpirálna, diskovitá, guľovitá, šošovicovitá schránka, involútna až evolútna, s dobre viditeľným dimorfizmom. Stena je kalcitová, pórovitá, vo vnútri schránky je charakteristický výskyt zložitých kanálikov. Povrch schránky je hladký, alebo granulovaný, ústie je jednoduché, štrbinovité. Široký rozmach dosiahli v eocéne. Žili v plytkom mori s normálnou salinitou, uprostred rias. Sú horninotvorné tvoria numulitové vápence.

Poznáme viac ako 15 rodov, charakteristické rody sú *Nummulites* (paleocén-oligocén), *Assilina* (paleocén-eocén), *Operculina* (vrchná krieda-recent), *Discocyclus* (paleocén-recent) (obr. 17).

Rad *Globigerinida* (jura – recent)



Obr. 18 *Globigerina praebulloides* Blow, umbilikálna strana jedince, neogén viedenskej panvy, foto autori.

Schránka je mnohokomôrková, trochoidná, alebo planišpirálna. Stena je kalcitová, alebo aragonitová, ústie jednoduché, jedno alebo z množených, brušookrajové, alebo sitovité. Stena je hladká, alebo s ornamentáciou, niekedy býva s dlhými ostňami, ktoré podporujú ektoplazmu. Recentné formy sa vyskytujú v tropických a subtropických moriach a oceánoch. Charakteristické rody sú *Hedbergella* (krieda), *Globigerina* (paleocén-recent) (obr.18), *Globotruncana* (vrchná krieda), *Globorotalia* (paleocén-recent).

Evolúcia

Prvé dierkavce sa objavili v kambriu. Boli to jednokomôrkové formy s tektínovou stenou. Na začiatku ordoviku vznikli aglutinované dierkavce, zo začiatku jednokomôrkové, neskôr aj dvojkomôrkové. Na konci spodného paleozoika sa objavujú prvé mnohokomôrkové formy s vápnitou stenou schránky. V strednom paleozoiku sa objavujú formy s porcelánovým typom steny schránky (podtrieda miliolata). V neskorom paleozoiku svoj veľký rozkvet dosiahli fusulinidy. Na konci paleozoika sa už objavili všetky možné typy stavby steny a všetky typy stavby usporiadania komôrok. Paleozoickými horninotvornými foraminiferami sú zástupcovia radov *Fusulinida* a *Endothyrida*. Počas vymierania na hranici permu a triasu predstavitelia spomínaných radov vymreli. V mezozoiku sa objavil nový ekologický typ - planktonické foraminifery – radu *Globigerinida*, ktorý v neskorej kriede dosiahol veľký rozkvet v tropickom klimatickom pásme. Okrem planktonických foriem sa v mezozoiku vyskytovali aj miliolidné, textularidné, rotaliidné a iné typy dierkavcov. Na hranici krieda/paleogén vymierajú mnohé rody a druhy planktonických foraminifer – *Globotruncanida* a ďalšie. Prechádza tu aj výrazná zmena v zastúpení rodov a čeľadí. Najvýraznejšími predstaviteľmi paleogénnych foraminifer sú numulity, ktoré tvorili vápence. Okrem radu *Nummulitida* je pre kenozoikum charakteristický veľký rozvoj aglutinovaných,

vápniťých, planktonických aj bentických foriem dierkavcov, ich spektrum je však menšie ako bolo počas kriedy. Vývoj a rôznorodosť neogénnych a štvrtohorných foriem je úzko spätá s klimatickými a paleogeografickými podmienkami prostredia, ktoré sú pre uvedené obdobie veľmi rôznorodé.

Ekológia

Najvyšší počet dierkavcov je výlučne morských, pomerne malé percento z nich sa prispôbilo životu v brakickej, alebo dokonca v sladkej vode. Morské foraminifery sú väčšinou bentické, najväčšia časť z nich žije v jemnom bahne na dne, kde sa pohybujú pomocou panôžok. Okrem pohyblivého bentosu poznáme formy, ktoré väčšiu časť života prežijú prisadnuto na stvoloch hydroidných polypov, alebo na morských riasach. Dnes takto žijú napríklad *Planorbulina* a *Sorites*, ako aj mnoho ďalších miliolidných a rotalidných foriem. Pomerne malé percento foraminifer je prispôbené k planktonickému životu (v recentných moriach je ich menej ako 30 druhov). Všetky z planktonických typov majú pórovitú vápniťú schránku, ktorá má často veľké ústie. Ostne aj ihličky na povrchu schránky slúžia na zvýšenie schopnosti vznášať sa. Živia sa nanoplanktónom a inými mikroskopickými organizmami.

Najdôležitejším faktorom pre ekologické rozdelenie foraminifer je teplota vody, hĺbka má menší význam, (uplatňuje sa pravdepodobne vtedy, keď foraminifery majú v protoplazme fotosyntetizujúce symbionty). Brakickej vode sa dokázalo prispôbiť len málo druhov foraminifer, preto sa brakické fauny vyznačujú malou druhovou diverzitou, ale veľmi vysokou abundanciou. Foraminifery sa udržali aj v slaných vnútrohorských jazerách (Kaspické more, Aralské jazero, slané jazierka Rumunskej roponosnej oblasti). Zaujímavé sú opisy foraminifer zo slaných podzemných vôd púšte Kara-Kum a Sahary. V sladkých vodách sa pravidelne vyskytujú foraminifery z čeľade *Allogromiidae*.

Stratigrafický a horninotvorný význam

Dierkavce sa používajú pre detailnú stratigrafiu ako na miestnej úrovni, tak aj na regionálnej a subglobálnej úrovni. Zvlášť veľký význam dierkavcov pre stratigrafiu začína od paleozoika (kambrium). V súčasnosti sa pre subglobálne korelácie ako aj na medziregionálne korelácie používajú planktonické foraminifery.



Obr. 11 Numulitový vápenc z paleogénu Slovenska, foto autori.

Od neskorého paleozoika nadobúdajú foraminifery aj horninotvorný význam. V karbóne a v permě rody radu Fusulinida *Schwagerina* a *Fusulina* tvorili vápence. V mezozoiku poznáme na Slovensku červené globigerínové sliene v kriede a schránky planktonických dierkavcov sú tiež súčasťou písacej kriedy. V paleogéne poznáme numulitové vápence (obr. 19) a v súčasnosti dierkavce tvoria hlbokovodné globigerínové, alebo plytkovodné, asterigerínové bahná.

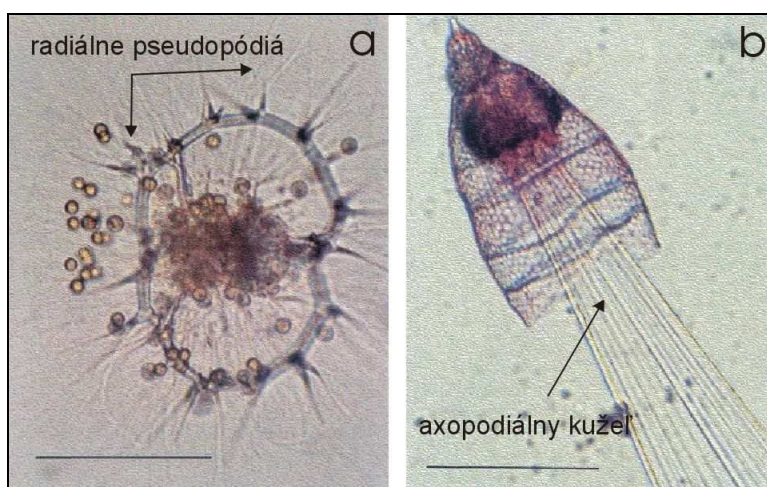
Podkmeň ACTINOPODA (lúčovce) kambrium - recent

Patria sem **jednobunkové organizmy**, u ktorých nad povrch tela vybiehajú početné niťovité radiálne výbežky cytoplazmy, tzv. **pseudopódiá** a pevnejšie, elastické pseudopódiá s osovým vláknom, tzv. **axopódiá**. Stratigrafické rozpätie ich výskytu je predkambrium (?), kambrium – recent.

Trieda RADIOLARIA (mrežovce) predkambrium? kambrium – recent

Rádiolárie sú výlučne morské, planktonické, pelagické, prevažne solitárne organizmy s kemitou schránkou, tvorenou opálom s prímiesami rôznych prvkov (Mg, Ca, Al a i.) alebo s prímiesou organickej látky (*Phaeodaria*). Patria medzi jednobunkové organizmy s najväčšou morfológickou variabilitou. Zahrnujú niekoľko tisíc druhov. Stratigrafické rozpätie výskytu - predkambrium (?), kambrium - recent. Najstaršie spoľahlivo identifikované formy pochádzajú zo spodného ordoviku.

Trieda **Radiolaria** zahrnuje dva rady: **Polycystina** a **Phaeodaria**.



Obr. 20 Recentné druhy rádiolárií z vrchnej vrstvy vodného stĺpca Východočínskeho mora: a. *Acanthodesma vinculata* Mueller, b. *Eucyrtidium hexagonatum* Haeckel (podľa: MATSUOKA 1999) (Svetelný mikroskop, merítková čiara = 0,1mm)

Stavba bunky:

Polycystina - bunku tvorí **jedno jadro** a **cytoplazma** (obr. 21 a, b). Táto na rozdiel od ostatných jednobunkových organizmov je rozdelená hrubou organickou membránou - **centrálneou kapsulou** na dve časti: vnútornú - **endoplazmu** a vonkajšiu - **ektoplazmu**.

Endoplazma obsahuje tukové kvapky, pigmentové zrná a tráviace vakuoly. Prebiehajú v nej všetky životne dôležité pochody.

Pre vysoký obsah tukových kvapiek sa tieto organizmy považujú za možný zdroj pri vzniku ropných akumulácií.

Ektoplazmu prevažne tvorí vakuolovitá vrstva – **kalyma**, ktorá obsahuje tzv. alveoly elipsovité mukoidné útvary, ktoré majú hydrostatickú funkciu.

Rádiolárie môžu obsahovať vo svojej cytoplazme **symbiotické riasy - zooxantely**, ktoré slúžia nielen ako zdroj kyslíka a uhlíka, ale v stresových situáciách aj ako zdroj potravy. Pre symbionty je hostiteľ zdrojom potrebného kyslíčnika

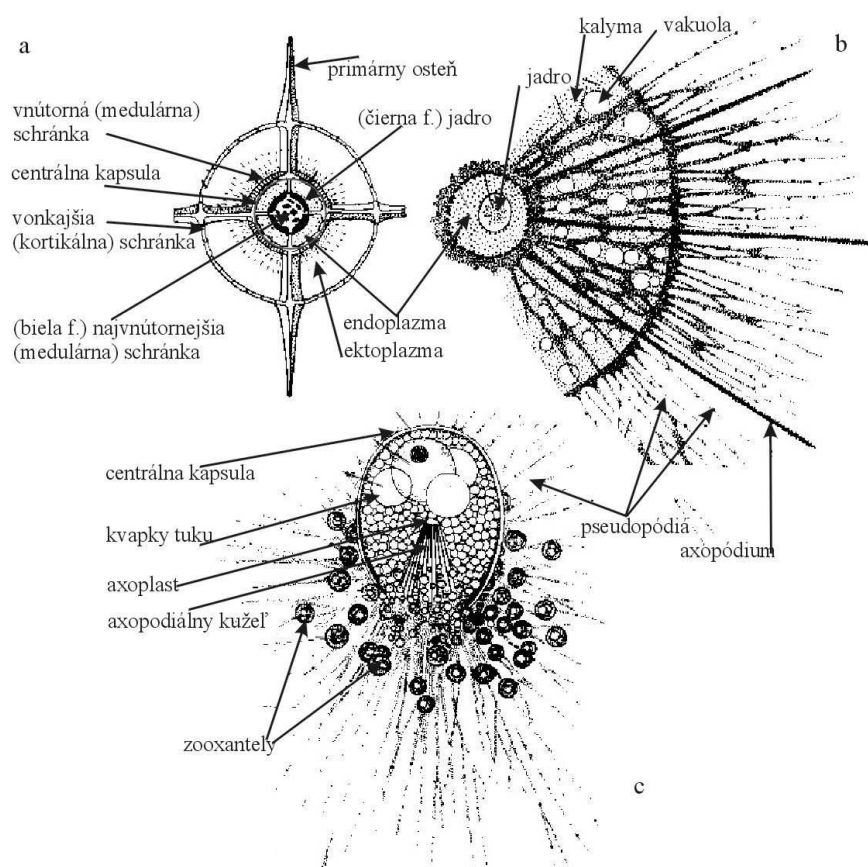
uhličitého a iných produktov metabolizmu. Dôležitým znakom týchto organizmov je existencia tenkých výbežkov cytoplazmy - **pseudopódií**, ktoré zväčšujú povrch tela až 100 x. Ich hlavnou úlohou okrem nadfahčovania tela je zachytávanie potravy. Okrem filopódií sa u rádiolárií nachádzajú elastické, radiálne pseudopódiá so spevňujúcim osovým vláknom - axonemou tzv. **axopódiá**. Tieto sa stretávajú v tzv. **axoplaste**, ktorý je prevažne len jeden a nachádza sa v jadre alebo blízko jadra. Niektoré polycystiny (rad Polycystina) však môžu mať viacej drobných axoplastov, uložených na obvodovú centrálnu kapsulu. Charakter axoplastu je dôležitým diagnostickým znakom rádiolárií.

Axopódiá vychádzajú otvormi v centrálnej kapsule - tzv. fusulami.

Potrava týchto organizmov zahŕňa rôzne druhy mikroskopických organizmov (napr. bičikovce, rozsievky, riasy, baktérie a i.).

Životný cyklus : trvá niekoľko dní až týždňov.

Rozmnožovanie u týchto organizmov nie je ešte dostatočne preskúmané.



Obr. 21 Schéma bunky rádiolárie podľa: DRUŠČIC 1989

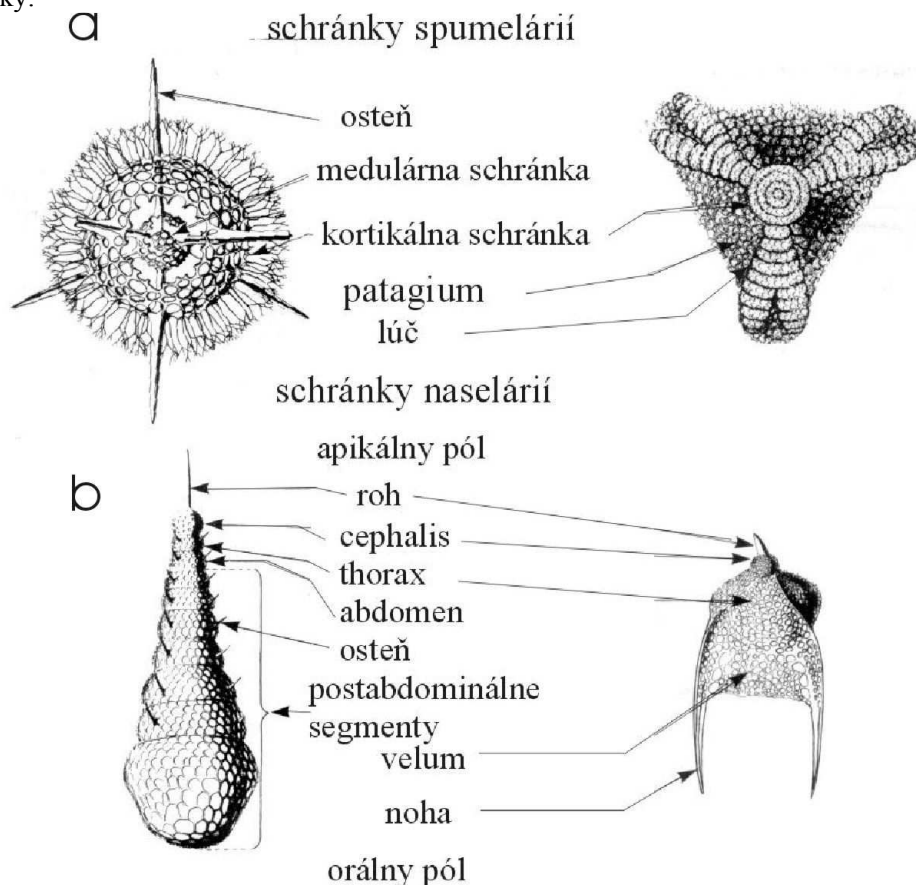
Možno odlišiť dva druhy reprodukcie: **nepohlavné** - delením a **pohlavné** - sporogenezou.

Phaeodaria – chitínová centrálna kapsula obsahuje len tri otvory. Pri hlavnom otvore sa nachádza tzv. foedium – nahromadenie pigmentových zŕn, tukových kvapiek a i., ktoré slúžia pri trávení a látkovej výmene.

Stavba schránky:

Phaeodaria majú schránku zloženú z opálu, ale na rozdiel od polycystín, z opálu s prímiesou organickej hmoty. Rozdielnosť v zložení spôsobuje po odumretí jej rýchle rozpúšťanie. Pri niektorých formách schránka môže pozostávať len z rozptýlených dutých ihlíc, inokedy ich pospájaním dochádza k vzniku mriežkovitej schránky. Radiálne ihlice neprenikajú do stredu tela, ale vychádzajú od najvnútornejšej časti skeletu. Vonkajšia sférická schránka má jedno ústie. Okrem zriedkavých a často problematických nálezov sa vo fosilnom stave nenachádzajú.

Polycystina majú schránku zloženú z **opálu** ($\text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$) s prímiesou Mg, Ca, Na, Al a i. Pri **fossilizácii** dochádza k **premene opálu na kremeň**. Schránka je uložená v ektoplazme, niektoré časti sa však môžu nachádzať aj v endoplazme a jadre. Má nielen opornú funkciu, ale slúži aj na rozdelenie bunky na funkčne diferencované celky.



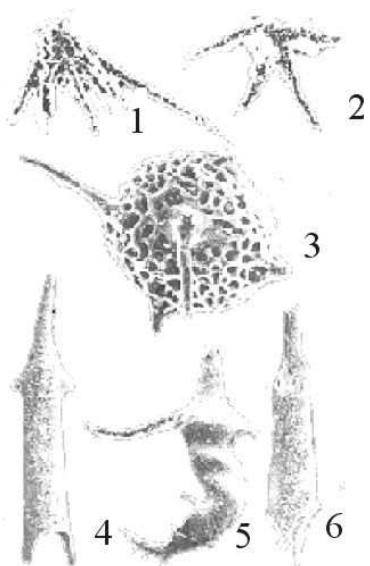
Obr. 22 Stavba schránky spumelárií a naseľárií (podľa: SCHAFF, 1984, upravené)

Schránky polycystín sú výnimočne morfológicky pestré. V najjednoduchšom prípade je schránka reprezentovaná jednoduchými alebo rozvetvenými ihlicami, rozptýlenými v cytoplazme, ale u väčšiny druhov je viac-menej vyvinutá určitá štruktúra schránky, napr. jedna alebo viac koncentrických schránok, diskovité tvary, troj-, štvorlúčové schránky, špirálovité štruktúry schránky, bilaterálne symetrické tvary s jedným alebo niekoľkými vypuklými segmentami a pod. Výbežkami schránok sú ostne, lúče, rohy, nohy a i. (obr. 22-24). V priebehu evolúcie sa schránka stáva štruktúrne zložitejšou.

Všeobecne možno povedať, že pre teplé povrchové vody sú charakteristické tenkostenné, veľkopórovité schránky s početnými ostňami a výrastkami. V chladných hlbokých vodách majú schránky väčšiu hrúbku stien, menšiu pórovitosť a povrch bez ostňov a výrastkov.

Stena schránky môže byť:

- **mriežkovitá**, vytvorená zo spojnic, ktorých hrúbka je menšia ako veľkosť pórov, ktoré vytvárajú
- **hubovitá**, pri ktorej štruktúra steny má penovitý charakter
- **pórovitá**, pri ktorej stena schránky je preniknutá okrúhlymi alebo oválnymi otvormi.



Obr. 23
Niektoré typy paleozoických polycystín, podľa: FURUTANI 1882, ISHIGA ET AL. 1982.
Spumellaria :
1,2 *Paleoscoenidium* sp., 3. *Plectarentina* sp.; *Albaillellaria* :
4. *Pseudoalbaillella elongata* Ishiga et Imoto,
5 *P. sakmarensis* (Kozur),
6 *P. elongata* Ishiga et Imoto

Zachovanie schránok: Pri klesaní na morské dno sa schránky rozpúšťajú a len 1-3 % biogenného opálu dosahujú morské dno. Predpokladá sa, že väčšina zachovaných fosílnych schránok sedimentovala vo forme fekálnych pellet, ktoré ich pri klesaní chránili pred rozpúšťaním.

Po dosiahnutí morského dna možnosť zachovania schránky závisí od jej typu, (krehké schránky sa rozpúšťajú rýchlejšie), od rýchlosti pochovania do sedimentu, ako aj od charakteru sedimentu (jeho zrnitosti, obsahu kyseliny kremičitej a pod.).

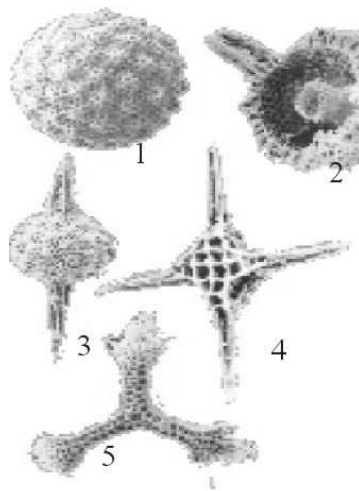
Všeobecne možno povedať, že tanatocenóza (posmrtné

spoločenstvo) sa značne líši svojím zložením od biocenózy (žijúceho spoločenstva).

Systematika:

Rad Polycystina - systematická klasifikácia je založená na morfológii schránky, hoci so snahou o uplatnenie evolučných trendov. Preto sa aj naďalej pracuje na jej zdokonaľovaní, ktoré zjednotí paleontologické, evolučné ako aj ekologické aspekty výskumu. Zástupcovia tejto skupiny reprezentujú fosílnu i recentnú rádioláriu a patria do štyroch podradov: **Albaillellaria**, **Spumellaria**, **Nassellaria** a **Collodaria**

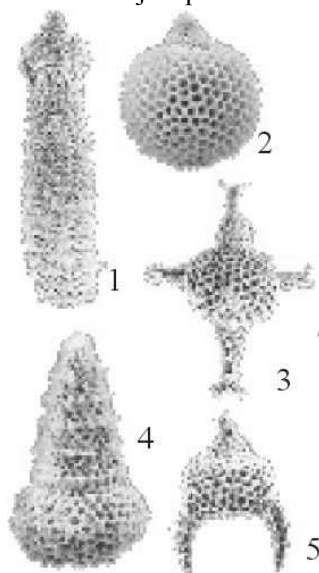
Albaillellaria zahŕňujú len fosílnu polycystinu, ktorých schránka je tvorená tromi pretínajúcimi sa ihlicami alebo niekoľkými ihlicami, vychádzajúcimi z jedného centra (obr. 23/4-6) Tieto môžu byť obklopené skeletom, často s bilaterálnou symetriou. Stavba ich mäkkého tela nie je známa. Stratigrafické rozpätie – **stredný ordovik – stredný trias**, najväčší rozkvet dosahujú v **karbóne a perme**.



Obr. 24 Zástupcovia podradu Spumellaria, foto autori. 1. *Praeconocaryomma* sp. 2,3. *Acaeniotyle umbilicata* (Rust), 4. *Emiluvia ordinaria* Ožvoldová, 5 *Angulobracchia biordinalis* Ožvoldová

Spumellaria sú solitárne i kolóniové polycystiny s dobre vyvinutou morfológicky rôznotvarou schránkou, často radiálne symetrickou alebo odvodenou z radiálnej symetrie (obr. 21/a,b, 22/a, 23/1-3, 24) Táto symetria je ovplyvnená stavbou mäkkého tela, kde otvory v centrálnej kapsule, ktorými vychádzajú axopódiá sú rozložené po celom jej povrchu. Schránka môže byť sférická, diskovitá, lúčovitá, troj- alebo štvoruholníková a i.. Stratigrafické rozptätie – **kambrium?**, **ordovik** - **recent**.

Nassellaria sú solitárne polycystiny, pri ktorých v stavbe mäkkého tela otvory v centrálnej kapsule a nimi vychádzajúce axopódiá sú orientované na jeden pól a vytvárajú tzv. **axopodiálny kužel** (obr. 20/b, 21/c). Následkom toho ich schránka je heteropolárna s dvomi morfológicky odlišnými pólmi. Od apikálneho pólu k orálnemu možno odlišiť stavebné elementy - **cephalis**, **thorax**, **abdomen** a **postabdominálne segmenty** (obr. 22/b, 25) Základným stavebným elementom cephalisu je **spikula**. Rôznorodosť schránok vznikla doplnkami základnej časti – cephalisu v smere vyústenia axopódií, čím sa formovala heteropolárnosť skeletu.



Stratigrafické rozšírenie – **trias** – **recent**.

Collodaria sú solitárne alebo kolóniálne polycystiny bez kremitého skeletu, alebo s jednoduchým skeletným obalom, často však len s jednoduchými alebo rozvetvenými spikulami, rozptýlenými v kalymme. Pre ich krehkosť sú v sedimentárnom materiále zastúpené len svojimi spikulami. Stratigrafické rozšírenie – stredný devón? - recent

Obr. 25 Zástupcovia podradu Nassellaria, foto autor, 1. *Ristola altissima* (Rust), 2. *Williriedellum carpathicum* Dumitrica, 3. *Podobursa spinosa* (Ožvoldová), *Stichocapsa* sp., 5. *Napora lospensis* Pessagno

Ekológia:

Recentné rádiolárie žijú vo vodách oceánu so slanosťou (32-39‰). Vo vnútrozemných moriach sa nenachádzajú. Prevažne sú **solitárne**, v menšej miere **kolóniové** formy. Kolóniové rádiolárie vytvárajú želatínový obal, v ktorom sa nachádzajú početné centrálne kapsuly, obklopené opálovou schránkou pri druhoch, ktoré schránku vytvárajú. Rozmer takýchto kolónií je niekoľko cm až ich desiatky. Rádiolárie sa vyskytujú od povrchových vrstiev vody až po najväčšie hĺbky (10 000m). Jednotlivé druhy sú spojené s určitými hĺbkami, ale prevažná väčšina obýva najvrchnejšie vrstvy vodného stĺpca. Najväčšia hustota a druhová variabilita je v teplých vodách tropických oblastí do hĺbky 400m. Obývajú vody **pelagickej zóny**, v malom množstve sa však nachádzajú aj v neritickej zóne. Ich **veľkosť** sa pohybuje v medziach mikrop planktónu (**20-200 mikrónov**). Mnohé z nich však majú aj väčšie rozmery. Medzi recentnými rádioláriami sa nachádzajú druhy **teplomilné** a **chladnomilné**, **stenobátne** a **eurybátne**, **endemické** aj **kozmpolitné**.

Evolúcia:

Rádiolárie sa vyskytujú takmer počas celého **fanerozoika**. Najstaršie spoľahlivo identifikované nálezy pochádzajú zo **spodného ordoviku**.

Typickými paleozoickými rádioláriami sú **Albaillellaria** (obr. 23/4-6) a **Spumellaria** s vnútornou spikulou (obr. 23/1-3). **Nassellaria** zaznamenávajú rozvoj

začiatkom mezozoika. V planktónne recentných morí počtom druhov naseľaríe prevládajú nad spumeláriami.

Obdobia rozkvetu a vymierania:

V **paleozoiku** dosahujú maximálny rozkvet v **devóne**. V karbóne sa objavujú prvé formy, ktoré zaujímajú prechodné postavenie medzi spumeláriami a naseľariami. Na **hranici paleozoika a mezozoika** dochádza k **veľkému vymieraniu taxónov**.

V strednom triase sa objavujú prvé dôkazy o výskyte naseľaríi. **Jura** je obdobím búrlivého rozvoja rádiolárii. Spodnokriedové spoločenstvá majú mnoho spoločného s vrchnojurskými, ale vrchnokriedové sa výrazne od nich líšia. **Ďalšie vymieranie taxónov je na hranici kriedy a paleogénu.**

V paleogéne maximálny rozvoj dosahujú **vo vrchnom eocéne**, v neogéne obdobím najväčšieho rozkvetu je **miocén**.

Horninotvorný význam:

Na produkciu rádiolárii nevlýva obsah SiO_2 v morskej vode, ale ich zvýšená produktivita je spätá so zónami s dostatočným množstvom živín, ako je tomu napr. v oblastiach vzostupných prúdov (upwellings). Pri vysokej produkcii a vhodných sedimentačných podmienkach (napr. neprítomnosť vápnitej zložky pod úrovňou CCD) sa ich schránky stávajú horninotvornými.

Kremité horniny s obsahom rádiolárii:

bulžník - predkambrická, tmavá kremitá hornina, pravdepodobne zoogeného pôvodu

rádiolarit - sedimentárna hornina, organogeného pôvodu, zložená zväčša zo schránok rádiolárii

rádioláriový rohovec - silicit s obsahom rádiolárii, často prítomný v rohovcových vápencoch

rádioláriová zemina - sypký, nespevnený sediment, prevažne zložený z opálových schránok rádiolárii

rádioláriové bahno - recentný sediment v Indickom a Tichom oceáne v hĺbke 3 600 - 7.500m

Ostatné horniny s obsahom rádiolárii:

opuka - sliene s obsahom rádiolárii

spongolit - sedimentárna hornina, tvorená najmä ihlicami hubiek

rádioláriové vápence, slienité a ílovité horniny, fosfority

Stratigrafický význam polycystín:

Výskum tejto organickej skupiny začal už v minulom storočí, kedy bolo opísaných vyše 3 500 polycystínových druhov (E. HAECKEL). Neskoršie však vplyvom neznalostí o veku hornín, v ktorých sa rádiolárie nachádzali, ako aj nedokonalostí opisov a vyobrazení začal prevládať názor o ich pomalom evolučnom vývoji a teda o ich bezcennosti pre biostratigrafiu. V 50-tych rokoch tohto storočia uplatnenie novej výskumnej techniky preukázalo ich význam pre stratigrafickú biozonáciu. Táto bola najskôr vypracovaná pre treťohorné rádiolárie a postupne sa rozpracovávala pre mezozoikum a paleozoikum.

Trieda ACANTHARIA (akantárie) ? holocén, recent

Akantárie sú morské planktonické organizmy, ktorých schránka sa skladá z SrSO_4 (celestínu) a sčasti z BaSO_4 (barytu). Sú blízko príbuzné rádioláriám a v minulosti k nim boli zaradované.

Od bunky rádiolárií sa líšia nasledovnými znakmi:

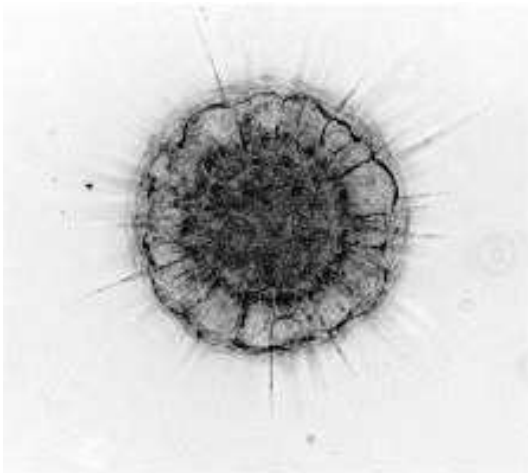
Bunka má viacero jadier a centrálna kapsula, rozdeľujúca cytoplazmu jestvuje len u vyšších akantárií. Usporiadanie axoplastu je odlišné. Na povrchu cytoplazmy okolo radiálnych ihlíc sa nachádzajú sťahovacie vlákna (*mionema*), ktoré umožňujú zmenšovanie a zväčšovanie objemu tela a tým zabezpečujú pohyb vo vertikálnom smere.

Schránka je zložená z celestínu a barytu a skladá sa z radiálnych ihlíc, ktoré majú stály počet - 20 a rozchádzajú sa hviezdicovito zo stredu tela.

Vo fosílnom stave sa nenachádzajú, ale v recentných planktonických spoločenstvách majú hojné zastúpenie.

Trieda HELIOZOA (slncovky) (?terciér – recent)

Zástupcovia tejto triedy sú uvádzaní do príbuzného vzťahu s rádioláriami. Sú to však, okrem ojedinelých výnimiek **sladkovodné formy**, ktorých schránka je **kremitá** alebo **chitínová**. Typickým tvarom je sféra, z ktorej vybieha množstvo radiálnych pseudopodia (obr. 26). Voľne sa vznášajú vo vode alebo sú upevnené ku dnu pomocou stebielka. Ich fosílny zvyšky, okrem zriedkavých a často problematických nálezov nie sú známe.



Obr. 26 *Acanthophrys* sp., foto autori.

Kmeň CILIOPHORA

Trieda CILIATA (nálevníky) ordovik – recent

Patria sem jednobunkové organizmy, ktorých telo je pokryté početnými riasinkami, zvanými **cílie**, ktoré slúžia k pohybu a zadovažovaniu potravy. Stratigrafické rozpätie výskytu sa udáva **ordovik - recent**.

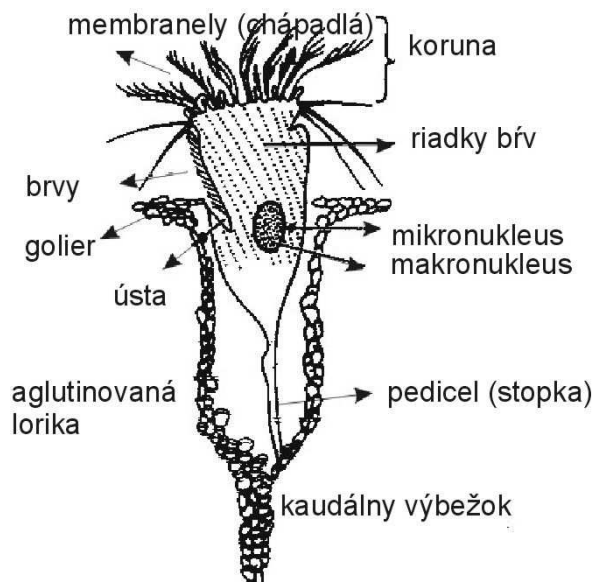
Najdôležitejšou skupinou v tejto triede je podrad **Tintinnina** s paleontologicky dôležitou nadčel'ad'ou **Tintinnidea**. Táto zahŕňa významné čel'ade: **Tintinnidae** (krieda – recent), **Chitinoideidae** (vrchná jura), **Deflandronellidae** (spodná krieda), **Calpionellidae** (vrchná jura – spodná krieda) a **Colomiellidae** (spodná krieda).

Bunka ich tela (obr. 27) má dva typy jadra: makro a mikronukleus. Povrch tela je chránený pokožkou (*pelikulou*), na ktorej sú v radoch usporiadané riasinky (brvy). Na jednom konci tela sa nachádza koruna chápadiel (membranel), ktoré spolu s riasinkami vŕňajú potravu, hlavne nanoplanktón do pod nimi ležiaceho ústneho otvoru. Opačný koniec tela je upevnený pomocou stopky (*pedicelu*) ku schránke.

Schránka (*lorika*) (obr. 27, 28) má veľkosť od 20-1000 mikrónov (priemerne 120-200 mikrónov). Jej tvar môže byť okrúhly, kónický, zvončekovitý a pod. Skulptúra schránky môže mať rebrá, ostne, rýhy, vyvýšeniny. Na **orálnom** (ústnom) konci sa nachádza otvor, často lemovaný do strán vybiehajúcim **golierom**, ktorý pravdepodobne zabraňuje klesaniu schránky. Na **aborálnom** (protiľahlom) konci je schránka zväčša zatvorená, s okrúhlym alebo zaostreným ukončením, niekedy s chvostovým (kaudálnym) výbežkom.

Zloženie schránky:

Schránka tintiníd je primárne zložená z organickej hmoty, niekedy spevnenej aglutináciou jemných častíc (kokolitov, rozsievok a pod.). Fosílné schránky sú vápňité. Na úrovni súčasných výskumov fosílnych záznamov vápňité loriky tintiníd predstavujú v priebehu fosilizácie kalcifikované organické loriky.



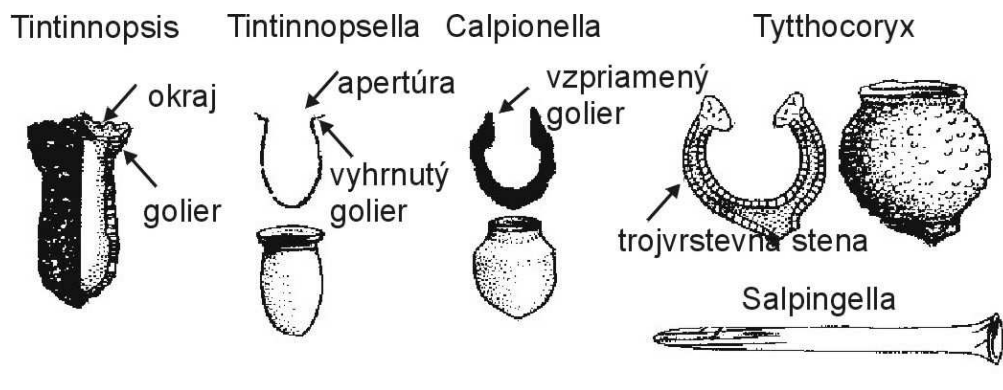
Obr. 27 Recentný rod *Tintinnopsis* (podľa: BRASIER 1980)

Ekológia

Recentné tintinidy obývajú fotickú zónu všetkých morí a oceánov, prevažne ako planktón. Malé množstvo foriem je sladkovodných. Sú citlivé na teplotu a salinitu a vytvárajú typické spoločenstvá jednotlivých geografických provincií.

Stratigrafický a horninotvorný význam.

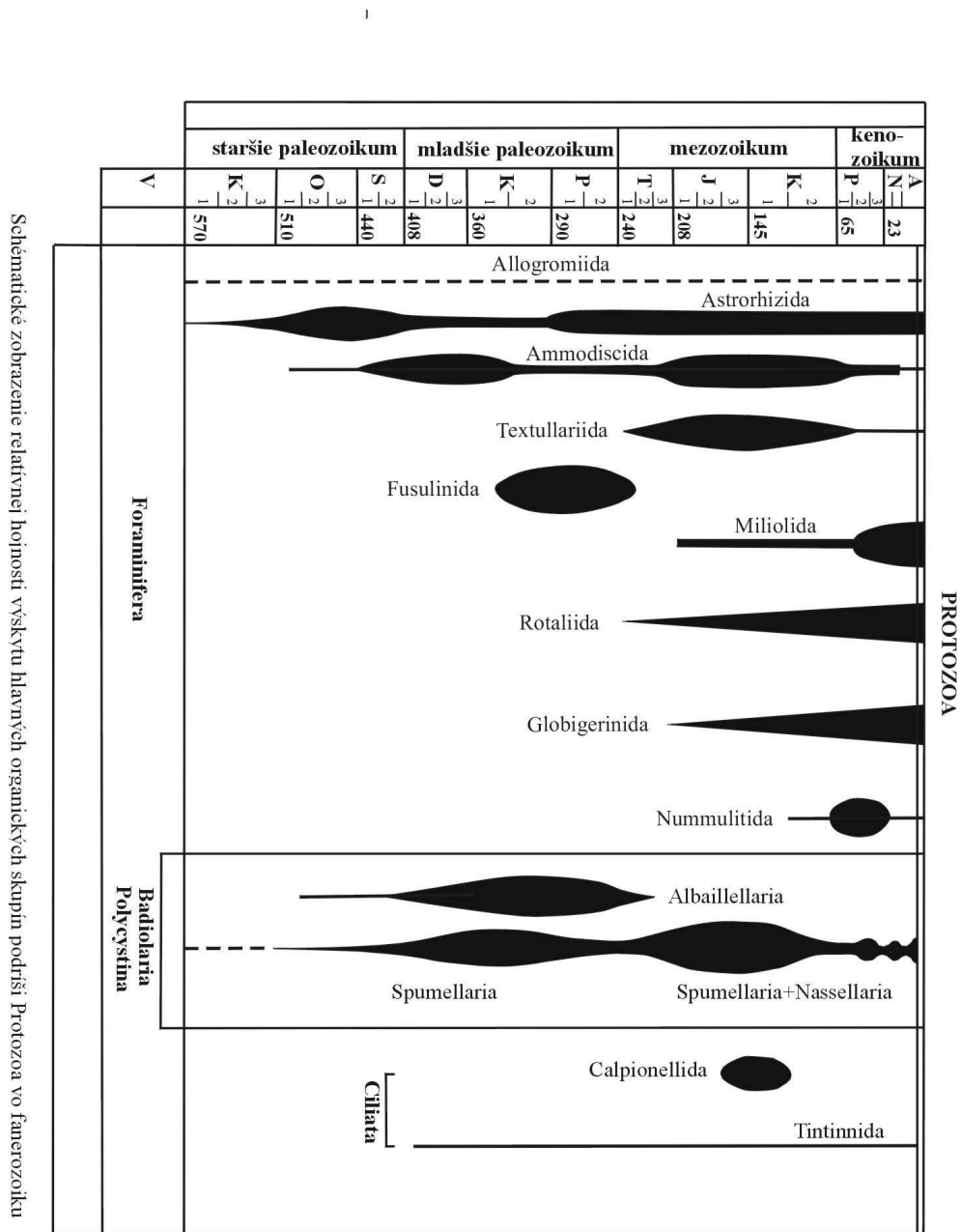
V paleozoických a treťohorných sedimentoch sú tintinidy veľmi zriedkavé, najväčší význam majú pre biostratigrafiu vrchnej jury a spodnej kriedy (karpionelidy). Nachádzajú sa v hojnom počte v pelagických **karpionelových vápencoch**, kde sa nachádzajú spolu s nanoplanktónom, foraminiferami a rádioláriami. Ich vymiznutie na konci spodnej kriedy sa pripisuje zvýšenej konkurencii planktonických foraminifer, rádiolárií a dinoflagelát.



Obr. 28 Typy lorík niektorých rodov (podľa: BRASIER 1980)

K najvýznamnejším druhom v oblasti Západných Karpát patria najmä titónske druhy *Calpionella alpina* Lorenz a *Calpionella elliptica* Cadisch.

Tab.1 Stratigrafické rozšírenie zástupcov Ríše Protozoa



Podriša Metazoa (Polycytozoa)

Zahrnuje živočíchy, ktorých telá pozostávajú z veľkého množstva buniek a nimi vytvorených orgánov.

V procese vývoja mnohobunkových organizmov vznikala diferenciácia buniek, ktorá viedla ku vzniku tkanív, orgánov a celých sústav orgánov. Bunka jednobunkových organizmov je polyfunkčná, bunky mnohobunkových organizmov plnia jednu, alebo niekoľko funkcií.

Podriša Metazoa sa delí na dve skupiny :

Parazoa

Eumetazoa

Skupina Parazoa (primitívne mnohobunkovce)

Patria sem primitívne organizmy, charakteristické vnútrobunkovým alebo bunkovo – membránovým trávením potravy. Diferenciácia bunky však nie je ustálená, ako morfológicky a funkčne, tak aj miestom uloženia špecifickej bunky v organizme. Môžeme u nich pozorovať pretváranie buniek z jedného typu do druhého (*choanocyt* na *amebocyt*, *dermocyt* a naopak).

Nestabilná diferenciácia buniek zamedzuje vzniku orgánov a tkanív. V embryogenéze parazoi sa nezakladajú zárodočné vrstvy. Mnohobunkové organizmy s takýmito znakmi tvoria samostatnú vetvu vývoja, ktorá existuje paralelne s eumetazoami.

Skupinu **Parazoa** delíme na dva kmene –

Porifera

Archaeocyatha.

Kmeň Porifera (hubky) prekambrium – recent

Zahŕňa súčasných, aj fosílnych zástupcov benthických organizmov. Telo hubiek (*Spongiata*) je pórovité, preto vznikol aj iný názov – *Porifera*. Schránka je tvorená spikulami – ihlicovitými útvarmi. Zloženie a tvar ihlíc je základným kritériom pre klasifikáciu fosílnych hubiek. Základnou triedou kmeňa je **trieda *Spongia*** zahŕňajúca okolo 10 000 druhov hubiek. Dve ďalšie **triedy – *Sphinctozoa* a *Sclerospongia***, zahŕňajúce okolo 300 druhov majú neisté systematické zaradenie.

Trieda *Spongia* kambrium – recent

Hubky sú vodné, prevažne morské organizmy, solitárne alebo kolóniové, nepohyblivé, prirastajú k substrátu koreňovitými výbežkami - *rhizoidmi*.

Rozmnožovanie u nich poznáme pohlavné a nepohlavné. Vonkajší tvar a ich rozmery sú veľmi rôznorodé. Hubky, ktoré majú jedno ústie (*osculum*), obyčajne majú presný tvar a radiálnu symetriu. So zvyšovaním počtu ústí mizne stálosť tvaru a symetria. Solitárne hubky majú cylindrický tvar, hubovitý (ako hríby), hruškovitý, pohárikovitý, vejárovitý alebo iný. Kolóniové hubky majú tvar vetvičkovitý,

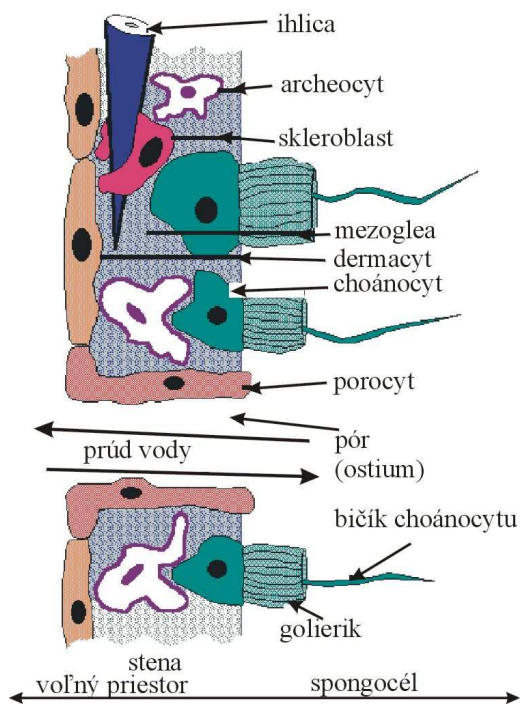
bochníkovitý, plackovitý a i. Veľkosť hubiek sa pohybuje od niekoľkých milimetrov do poldruha metra. Vo fosílnom stave sú známe od kambria.

Živia sa ako filtrátory. Potrava prichádza spolu s vodou cez mnohé póry - ostie (*ostium*) hubky, do tráviacej dutiny tela (*spongocoel*), ktorá je zároveň aj vyvrhovacou dutinou (obr. 29). Stena hubky je dvojvrstvová, skladá sa z ektodermy a entodermy, medzi ktorými je hrubá mezoglea.

Ektoderma pozostáva z vonkajších plochých pokryvných buniek (*dermacyt* = *pinakocyt*) a **entoderma** z golierovitých buniek (*choanocyt*) (obr.29).

Choanocyty majú pohyblivé bičičky, ktoré spôsobujú nepretržitý prítok vody do hubky cez vodné póry a vytekanie cez oskulum vo vrchnej

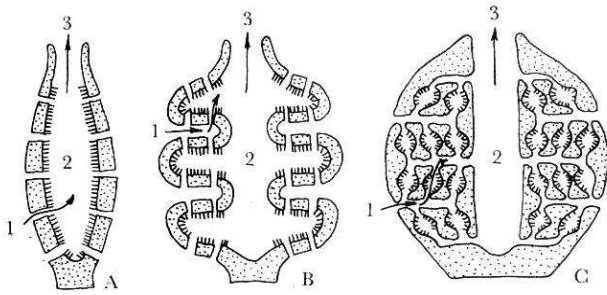
časti hubky. Golieriky buniek zachytávajú potravu. Medzi



Obr. 29 schéma stavby steny hubiek, nákras autora.

dermacytmi a choanocytmi sa nachádza vrstva bezštruktúrnej želatínovej hmoty – **mezoglea**. V nej sa nachádzajú okrem iných buniek aj *skleroblasty* a *spongoblasty*, -bunky, ktoré vytvárajú minerálny alebo organický skelet hubiek.

Pre všetky hubky je charakteristický *irigačný systém*, ktorý zabezpečuje prítok vody s kyslíkom a mikroorganizmami. Poznáme tri typy stavby irigačného systému ktoré majú jedno ústie (*oskulum*) (obr. 30):



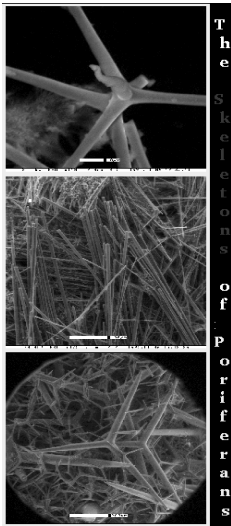
Obr. 30 Typy irigačného systému hubiek. A. askón, B sykón, C. leukón, šípky naznačujú smer prúdenia vody, 1 – pór, 2 spongocoel, 3 oskulum. Podľa: Špínar (1960)

1. Najprimitívnejší – *askón*, je charakteristický pre všetky typy hubiek po skončení larválneho štádia a pre niektoré dospelé štádia vápnitých hubiek. U hubiek tohoto typu choanocyty vystielajú celú

vnútornú (*atriálnu*) dutinu tela (obr. 30 A).

2. Pokročilejší – *sykón*, má vnútornú dutinu zväčšenú prstovitými výbežkami a kanálkami, ktorých vnútorné steny sú pokryté choanocytmí. Tie však chýbajú na stenách centrálnej telovej dutiny, kde ich nahrádzajú pokryvné bunky (obr. 30 B).
3. Najzložitejší – *leukón* – má choanocyty na stenách guľatých komôrok, rozkladajúcich sa v rozličnej hĺbke steny tela. Voda do komôrok prichádza pórní a odchádza do ústrednej telovej dutiny systémom kanálikov (obr. 30 C).

Kostra (skelet)



Obr. 31 ihlice hubiek - obrázky zo SEM, foto autori

Kostra je tvorená v mezoglei bunkami – *skleroblastami* a *spongoblastami* (obr. 29). **Spongoblasty** tvoria organickú kostru, ktorá sa skladá z bielkovinovej hmoty – spongínu a má tvar elastických, hodvábu podobných vlákien. **Skleroblasty** tvoria minerálnu kostru z opálu alebo kalcitu. Základným elementom kostry je ihlica (*spicula*) (obr.29). V strede spikuly je vždy jemný kanálik vyplnený spongínom.

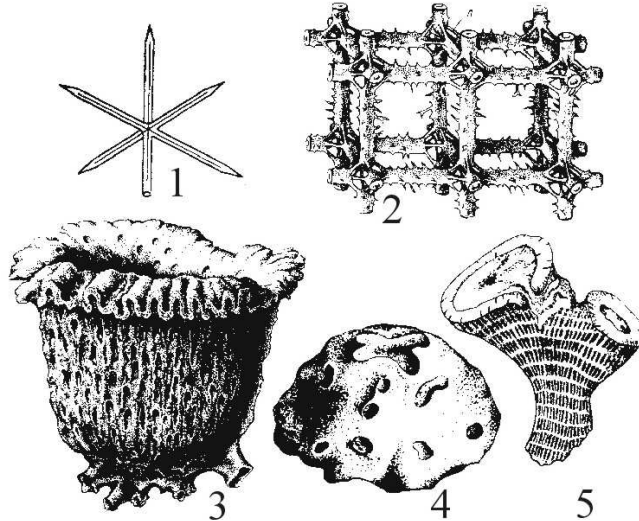
Kremité spikuly delíme na *makroskléry* a *mikroskléry*. **Makroskléry** môžu byť jedno, troj, štvor a viac osé. Trojosé skléry, (alebo šesť lúčové) spikuly môžu mať spojené konce a vytvárať *diktyonálny* skelet (obr. 32). Niekedy je skelet ešte zložitejší, s prídavnými dodatkovými ostňami (krátke šikmé preponky v miestach prieseku osí) - *lychniskami* (obr. 32, 2). Štvorosé spikuly sú často pokryté druhotnými hrbolčekovitými útvarmi z kremeňa. Zmenené ihlice sa nazývajú *desmy* (obr 33 A). **Desmy** niekedy navzájom zrastajú a tvoria *litistidný* (skamenelý) skelet, ktorý sa dobre zachováva vo fosílnom stave. Jednoosové kremité spikuly sa niekedy spájajú medzi sebou pomocou spongínu, ktorý ich pokrýva z vonkajšej strany. Takto vzniká zmiešaný, *rohovinovo* – *kremitý* skelet.

Mikroskléry sa nezúčastňujú na stavbe kostry. Sú veľmi malé a roztrúsené v mezoglei. Ak spikuly hubiek nie sú spojené, po smrti živočíchá sa rozpadávajú (obr. 31). Vo väčšom množstve tvoria „sklovitú vrstvu“, ktorá v procese diagenézy a fosilizácie tvorí horninu – **spongolit** (hornina z kremitých ihlíc).

Vápnité spikuly – sú tvorené kalcitom, alebo aragonitom, môžu byť jednoosové, trojosové alebo štvorosové, trojosové majú lúče v 3 rôznych rovinách, tzv. *triády*. Ak sa triády spájajú, tvoria *faretronný skelet*. Najčastejšie sú spikuly voľne roztrúsené v mezoglei.

Systematika

Na základe tvaru spikúl, stavby a chemického zloženia kostry delíme hubky na dve podtriedy: *Silicispongia* a *Calcispongia*. Uvedená systematika je čiastočne umelá a je prijatá od nemeckého paleontológa K. V. Zittela (1934), s korekciami podľa najnovších poznatkov.



Obr. 32 zástupcovia radu *Triaxonida* šesťlúčová ihlica, 2. schéma stavby diktionálnej kostry s lichniskami, 3. *Ventriculites*, 4. *Etheridgea*, 5. *Craticularia*. Podľa: MICHAILOVA ET AL. 1989

Podtrieda Silicispongia (kremenice) kambrium - recent

Zahŕňa hubky, ktoré majú kremité (*aglutinovaný*), organicko – spongínový alebo rohovinový, niekedy zmiešaný skelet. Niekedy tieto hubky kostru netvorí. V závislosti od typu skeletu a formy spikúl delíme podtriedu *Silicispongia* na niekoľko radov.

Najdôležitejšie pre geológiu sú dva rady *Triaxonida* a *Tetragonida*.

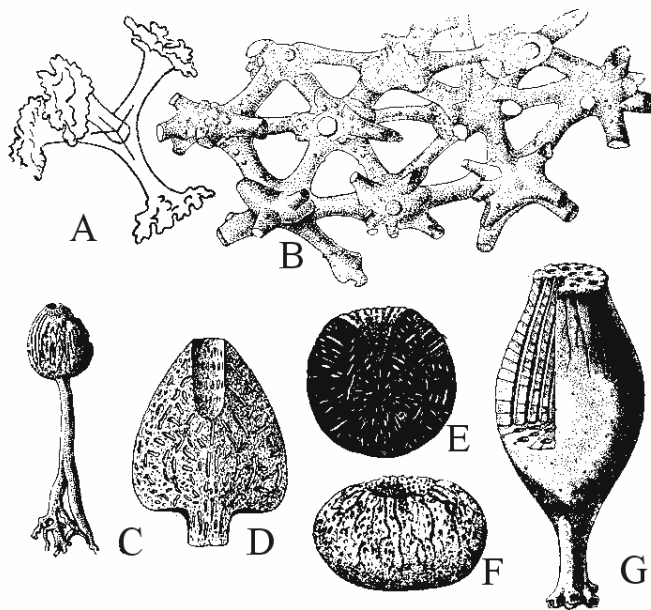
Rad *Triaxonida* (Hexactinellida)- trojosé:

Zahŕňa solitárne, zriedka kolóniové hubky, ktoré majú kremité, trojosé, šesťlúčové spikuly (obr. 32). Trojosé spikuly môžu zrasť do diktionálnej mriežky, niekedy s lichniskami. Súčasné triaxonidy obývajú iba moria s normálnou salinitou. Vnútorňa dutina je často zakrytá strieškou, ktorá zabraňuje vstupu veľkých mŕtvych organizmov. Žijú v hĺbkach od 500 do 5000m. Môžu byť pripevnené, alebo voľne ležiace. Poznáme ich od kambria do recentu.

Charakteristické sú rody *Ventriculites* (vrchná krieda), *Coeloptychium* (krieda), *Craticularia* (vrchná jura-miocén), *Enteridgea* (vrchná krieda) (obr. 32).

Rad *Tetraxonida* štvorosé :

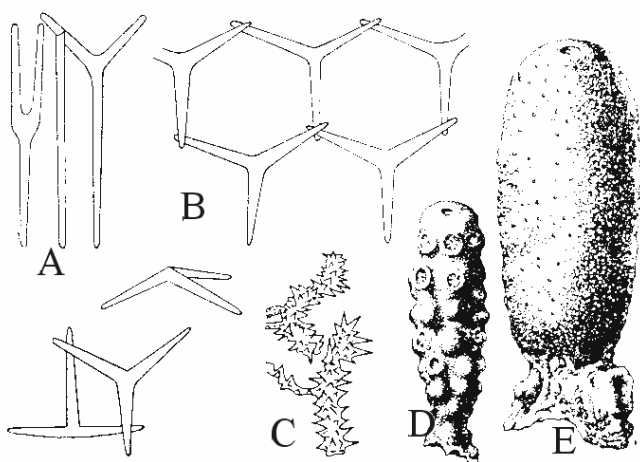
Zahŕňa solitárne, zriedka kolóniové hubky, ktoré majú kremité štvorosé spikuly, ktoré majú druhotné výrastky a hrbolčeky – *desmy*. Štvorosové desmy zrastajú do zložitej mriežky s trojuholníkovými okami – *litistidného* skeletu (obr. 33 B). Hubky, ktoré majú takúto kostru sa nazývajú kamenisté (litistidné). Obývajú iba moria s normálnou salinitou do hĺbky 600 m. Predstavujú voľne ležiaci alebo pripevnený bentos. Nachádzame medzi nimi aj vŕtavé hubky (*Clionidae*). Poznáme ich od kambria do recentu. Charakteristické sú rody *Siphonia* (vrchná krieda), *Ascilospongia* (ordovik - silúr), *Jerea* (krieda) (Obr. 33 G).



Obr. 33 Zástupcovia radu *Tetraxonida* A. desma, B. litistidná kostra, C,D *Siphonia*, D,E *Astylospongia*, G *Jerea* podľa: Michailova et al. 1989

Podtrieda Calcispongia (Calcarea) (vápnicie) kambrium recent

Zahŕňa solitárne aj kolóniové hubky, ktoré majú jednoosové, trojosové, alebo



Obr. 34 Zástupcovia podtriedy *Calcispongia* A. jednoosé trojlúčové ihlice, B, stavba faretrónnej kostry, C, stavba vlákna z trojosých spikul, D, *Eudea*, E, *Peronidella*, podľa: Michailova et al. 1989

štvorosové spikuly. U fosilných hubiek trojosové spikuly zrastajú na minerálne vlákna (*fibry*), ktoré tvoria nepravidelnú sieť -faretrónny skelet (obr. 34). Recentné trojosové spikuly tvoria pravidelnú sieť so šesťuholníkovi okami. Vápnité hubky žijú vo vodách s morskou salinitou, v rôznych zemepisných

šírkach, len do hĺbky sublitorálnej zóny. Poznáme ich od silúru - devónu do recentu.

Charakteristické sú rody *Peronidella* (trias-krieda), *Eudea* (trias-krieda) (obr.34).

Ekológia hubiek

Súčasní predstavitelia triedy hubiek sú známi väčšinou z morí, kde maximálnu diverzitu dosahujú v trópoch a subtrópoch. Menej sa vyskytujú v sladkých vodách. V brakických a sladkých vodách je obsah hubiek chudobný. Vyskytujú sa tam len hubky s kremito – spongínovým alebo spongínovým skeletom. Recentné vápnité hubky sú známe iba v moriach a oceánoch s normálnou salinitou. Obývajú všetky hĺbky až do abysálu (11 000 km). V litorále a sublitorále sa nachádzajú hlavne hubky s rohovinovým, kremito-rohovinovým a kremitým skeletom, s jedno a štvorosovými spikulami, ako aj vápnité hubky. V batyálnej a abysálnej hĺbke 500 až 11 000m sa nachádzajú hubky s trojosovými spikulami s diktyonálnym skeletom z priezračných spikul, pripomínajúcich sklo. *Rad Triaxonida* často nazývajú sklovité hubky.

Fosilné hubky v paleozoiku boli výlučne plytkovodnými organizmami. Obsadenie hlbokých morských priestorov začalo až v mezozoiku. Prevláda prisadnutý (*sesilny*) bentos, voľne ležiaci bentos a veľmi zriedkavo vrtavý bentos. Hubky sú pasívnymi filtrátormi. (Napríklad hubky cylindrickej formy s výškou 7cm a pričným rezom 1 cm za 24 hodín dokážu prefiltrovať 22,5 l vody a majú 81 000 prepúšťajúcich pórov a 5 200 vylučujúcich oskúl. Prúd vody z ústia hubky dosahuje vzdialenosť 25-50cm.

Horninotvorná úloha

Hubky v dnešných oceánoch a moriach nezriedka tvoria kobercovité porasty. Pri ich odumieraní vzniká bahno silne obohatené kremitými spikulami (sklenený filc), ktorý sa neskôr pretvára na **spongolit**, alebo tvorí **opuky, jaspisy a rohovce**.

Porasty vápnitých hubiek sa viažu na rífové oblasti, kde vo fosílnom stave tvoria hubkové vápence. Horniny, ktoré obsahujú veľké percento ihlíc hubiek sa nazývajú hubkové horizonty alebo vrstvy.

Geologický vývoj

V súčasnosti poznáme až 7 000 druhov hubiek. V minulých geologických dobách bola diverzita hubiek omnoho vyššia. V recente hubky vytvárajúce skelet tvoria z celkového množstva druhov len 15%.

Predkami hubiek boli s veľkou pravdepodobnosťou protozoa z kmeňa bičíkovcov, čo dokazuje prítomnosť golierikovitých buniek s bičikmi v stene hubiek. Primitívna stavba hubiek nám umožňuje predpokladať, že vznikli už v predkambriu. V sedimentoch rifeja a vendu sa už nachádzajú ojedinelé spikuly. Oproti skutočným spikulám ich nazývame *spikulitami*. V spodnom kambriu už nachádzame určiteľné kremité hubky, ktoré predstavujú spongínové vlákna, izolované kremité makrospikuly a tiež skeletové mriežky diktyonálneho a litistidného typu. V mezozoiku vznikajú mikroskléry a objavujú sa lichnisky v diktionálnom skelete. Rozkvet kremitých hubiek sa viaže na **juru a kriedu**. Zo začiatku **kenozoika** sa objavujú brakické a sladkovodné druhy.

Prvé určiteľné vápnice poznáme od **devónu**, predstavujú ich izolované spikuly a tiež kostrové mriežky. Kremité a vápnité hubky prešli samostatným vývojom, nezávisle na bezskeletných hubkách, čo dokazuje ontogenéza, biochemické procesy, ako aj celá história ich vývoja.

Zákonitosti rozloženia hubiek v priestore nám umožňujú rekonštruovať batymetrické bionomické zóny. V stratigrafii sa využívajú hlavne spikuly hubiek aj to veľmi zriedka, ak ich množstvo dovoľuje určovať zóny (napríklad v kriede volžského regiónu a Ukrajiny).

Trieda Sclerospongia

Obsahuje skupinu hubkovitých a chetetoidných organizmov, ktoré sú známe v súčasných moriach v hĺbkach okolo 200 m a hlbšie. Najbohatšie sú zastúpené v rífovej zóne Jamajky. Skelet je zložený z CaCO₃, organických vlákien a kremitých spikul. Stavba ich tela je najbližšia k stavbe hubiek podtriedy *Silicispongia*. Ich systematické postavenie nie je isté. Okrem niekoľkých recentných druhov k nim niekedy radia aj koraly tabulata, heliolity a iné organizmy. V závislosti od uvedeného je otázne aj ich stratigrafické rozšírenie - iba súčasnosť, alebo paleozoikum až recent

Trieda Sphinctozoa

Zahŕňa skupinu solitárnych a kolóniových organizmov, ktoré majú cylindrický, alebo kónický, vápnitý, pórovitý skelet, z vonkajšej strany ktorého sa nachádzajú vklesnuté švy, ktoré sú dôsledkom narastania guľovitých komôrok. Ich výška dosahuje 20 cm a prierez do 2 cm. Žili v plytkých vodách ako filtrátory, v perme sú horninotvorné – tvoria vápence. Systematická príslušnosť triedy je neistá, v závislosti od toho aj ich stratigrafické rozšírenie. Ak sú to *Spongiata* – potom existujú od stredného kambria.

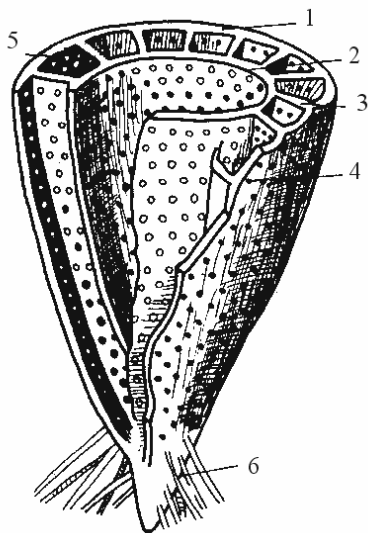
Kmeň Archaeocyatha (archeocyáty) spodné – stredné kambrium



Obr. 35 priečne a pozdĺžne prierezy archeocytát z austrálskych hornín podľa: White, 1990

vnútornej steny sú väčšie. Všetky póry sú uložené v pravidelných vertikálnych radoch.

U jednostenných archeocytátov vnútorná dutina môže byť prázdna, alebo vyplnená rôznymi kostrovými elementami: hubovitým tkanivom, tyčinkovitými prepážkami, tenkými fóliami a trúbkovitými mnohouholníkovitými tubulami.



Obr. 36 *Archaeocyatha*. Elementy kostry a ich štruktúra, 1 vonkajšia stena, 2 vnútorná strana, 3 priehradky, 4 póry, 5 interválum, 6 koreňovité výbežky. Podľa: Špinar 1960

U dvojstenných archeocytátov je stavba skeletu zložitejšia. Kostrové elementy sa nachádzajú v priestore medzi vonkajšou a vnútornou stenou (*intervalium*) a u niektorých aj v centrálnej dutine. V interváliu sa nachádzajú vertikálne a horizontálne skeletové elementy. Vertikálne môžu byť pravidelné, radiálne, pórovité priehradky - septá, niekedy vlnitého priebehu (*tenie*). Septá delia interválum na pozdĺžne, pravidelné komôrky – lokuly (*loculus*) a *tenie* na nepravidelné. Septá aj *tenie* sú jemne pórovité. Póry sú usporiadané v pravidelných radoch – v septách po vertikále a v *teniach* pod určitým uhlom. K horizontálnym elementom patria dna (*tabulae*). Dna majú rôzne veľké póry. Okrem horizontálnych a vertikálnych elementov môžu byť v interváliu rôzne skeletové elementy: hubovitá tkanina,

tyčinkovité prepážky, tenké fólie a trúbkovité mnohouholníkovité útvary (*tubuly*). U niektorých archeocytátov môžu vzácne tieto elementy vyplňať aj vnútornú dutinu, väčšinou je však prázdna (obr. 36).

Systematika je založená na počte stien, stavbe intervália a vnútornej dutiny.

V súčasnosti kmeň *Archaeocyatha* obsahuje dve triedy – ***Regularis* (pravidelné)** a ***Irregularis* (nepravidelné)**.

Trieda Regularis (pravidelné) spodné – stredné kambrium

Zahŕňa jednostenné archeocyáty (*rad Monocyathida*) s prázdnu vnútornou dutinou a dvojstenné archeocyáty (*rad Ajacyathida*) so septami a stržňami. Jednostenné typy môžu byť solitárne aj kolóniové. Stena je hladká, s jednoduchými pórami, alebo s pórami na hrbolčekoch. Ústie môže byť prikryté strieškou (*pelta*). Dvojstenné – sú solitárne a zriedkavo kolóniové. V interváliu sa nachádzajú septá, dná a riedke radiálne prepážky. Poznáme ich zo spodného a (?stredného kambria). Charakteristické rody sú *Archaeolinthus* (Spodné Kambrium) – jednostenný, *Coscinocyathus* (spodné kambrium) – dvojstenný.

Trieda Irregularis (nepravidelné) spodné - ?vrchné kambrium



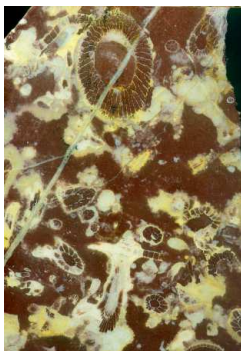
Obr. 37 Pohľad na kalich archeocyáta, prierez archeocyátom, foto autori.

Patria sem jednostenné a dvojstenné archeocyáty so zložitejšou stavbou schránky. U jednostenných je vnútorná dutina vyplnená hubovitým tkanivom, obsahuje fólie, tubuly alebo prepážky. Žili v spodnom kambriu. Dvojstenné sa delia na tri skupiny podľa stavby intervália – prepážkové, teniálne a trubicovité, niekedy je zaplnená aj centrálna časť. Žili v spodnom až strednom, ?vrchnom kambriu. Charakteristickými rodmi sú

Archaeocyathus (spodné kambrium).

Ekológia

Žili ako sesilny, alebo voľne ležiaci bentos. Rozmnožovanie a vývoj archeocyátov je nedostatočne známy. Predpokladá sa rozmnožovanie pohlavne a nepohlavne. Pri pohlavnom rozmnožovaní tvorili larvu, ktorá plávala nejaký čas v pelagiále a neskôr dosadla. Tento spôsob zabezpečil ich veľké plošné rozšírenie. Optimálnymi podmienkami na existenciu archeocyátov bola pomerne vysoká teplota, normálna salinita a hĺbka 20 – 30m. Solitárne archeocyáty žili až do hĺbky 100m.



Obr. 38 nábrus horniny tvorenej hlavne archeocyátmi. podľa: WHITE, 1990

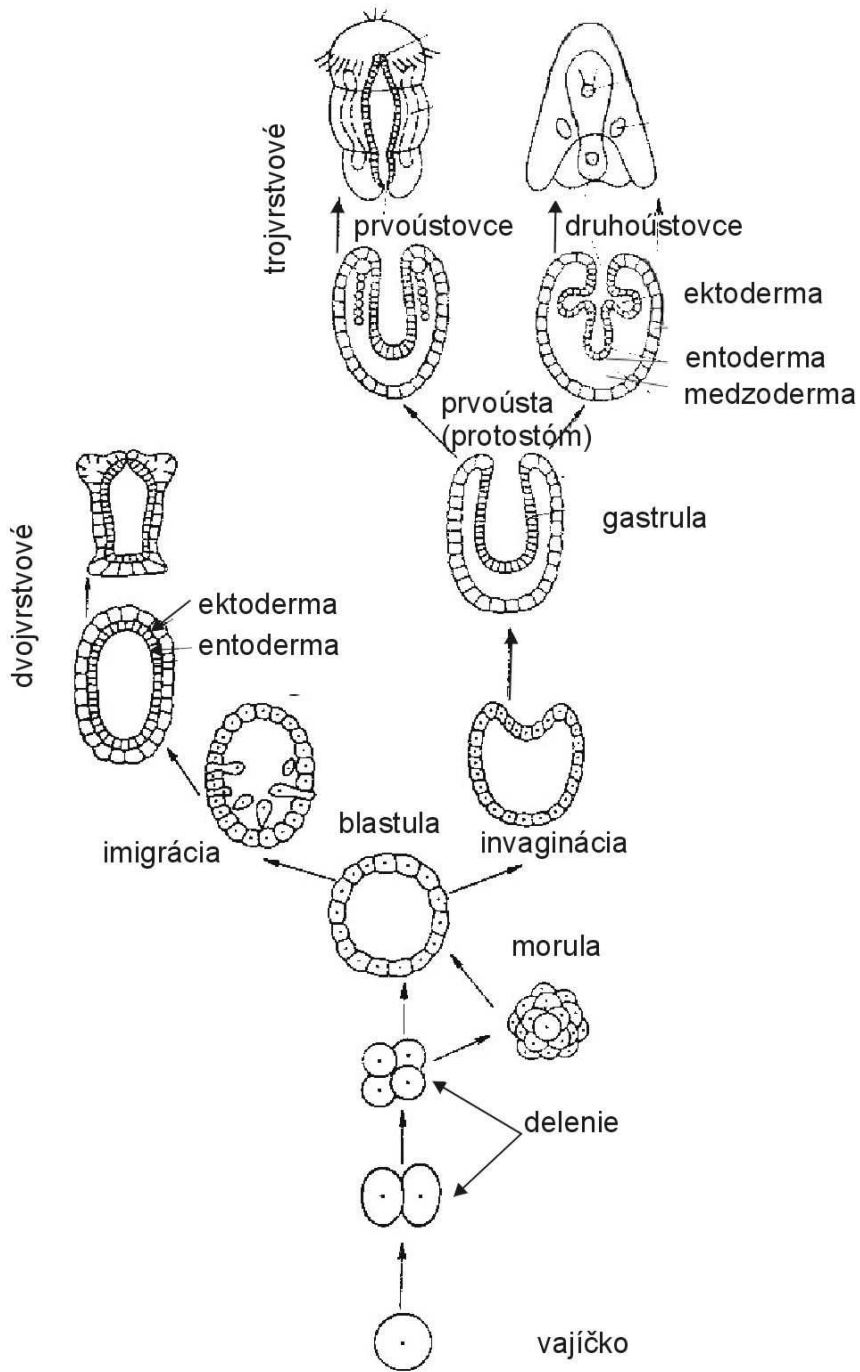
Horninotvorná úloha – Archeocyáty sú najstaršie rífovorné živočíchy. V rífoch žili spolu so sinicami. Rífy vekom rekryštalizovali na mramorizované vápence (obr. 38).

Geologický vývoj – známe sú hlavne zo spodného kambria.

Za neobyčajne krátku dobu dosiahli veľkú morfológickú diverzitu a rozšírili sa do rôznych akvatoriálnych podmienok z Austrálie cez Sibír do Kanady. Nachádzajú sa takmer na všetkých kontinentoch. Ku koncu spodného kambria sa výrazne zmenšila ich morfológická pestrosť, takmer úplne vymreli jednostenné formy. Niektoré archeocyáty mohli existovať aj vo vrchnom kambriu. V literatúre sú spomínané (DEBRENNE 1984) irregulárne archeocyáty z vrchného kambria. Okrem biostratigrafickej úlohy zónovanie spodného kambria, napríklad na Sibíri majú veľký význam pre paleoekologickú a paleoklimatickú interpretáciu pôvodu sedimentov. Rozšírenie archeocyátových rífov na Sibíri v dĺžke 2000 km, umožňuje rekonštruovať pobrežnú čiaru, ako aj klimatickú zonálnosť v spodnom kambriu.

Skupina Eumetazoa

Pre tieto mnohobunkové organizmy je charakteristické mimobunkové trávenie, ktoré sa uskutočňuje v špeciálnej tráviacej sústave. Majú orgány a tkanivá.



Obr. 39 Vznik dvoj a trojvrstvej steny mnohobunkovcov podľa: MICHAILOVA ET AL. 1989

V embryonálnom štádiu sa zakladajú dva zárodočné listy - **ektoderma a entoderma**, neskôr tretí **mezoderma** (obr. 39). Zárodočnými listami sa nazývajú vrstvy tela zárodok, ktoré vznikajú na určitom štádiu vývoja. Embryonálny vývoj sa vždy začína tvorbou pohlavnej bunky alebo vajíčka. Neskôr sa vajíčko mnohokrát delí, čoho výsledkom sú mnohé bunky, ktoré sú rozložené v pravidelnom kruhu s dutinou v strede (*blastula*), alebo množstvo buniek bez dutiny (*morula*). Ďalší vývoj blastuly a moruly pokračuje do prvej vrstvy buniek, výsledkom čoho vzniká dvojvrstvový zárodok – *gastrula*. Gastrula môže vzniknúť tromi spôsobmi – *imigráciou*, *invagináciou*, alebo zriedkavo *epibóliou* (obr. 39). Pri **imigrácii** sa časť obalových buniek vychlipuje do vnútra a tvorí druhú, vnútornú vrstvu. Pri **invaginácii** nastáva prehýbanie sa steny blastule a vytvorenie dvojvrstvého mieška. Pri **epibólíi** sa veľké bunky obaľujú malými. V procese tvorby zárodok sa formuje aj tretí list - **mezoderma**. Mezoderma vyplní priestor medzi ektodermou a entodermou. U nižších bezchordátov sa tvoria iba dva zárodočné listy – ento a ektoderma.

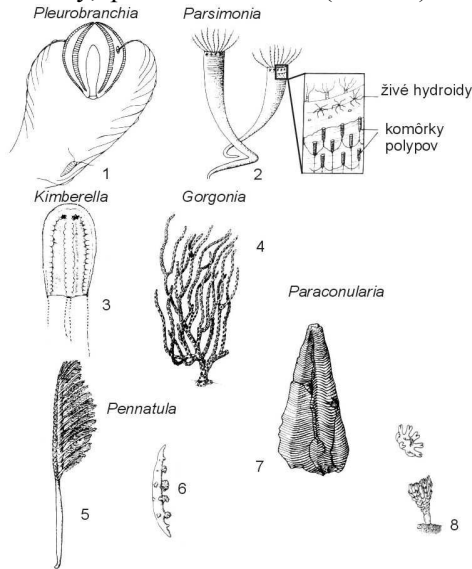
Tieto organizmy sú združené do nezávislej **skupiny Radiata (Diploblastica, Coelenterata = mechúrniky) (radiálna súmernosť)**. Vyššie – trojvrstvové formy sú združené do **skupiny Bilateria (Triploblastica = dvojstranovce) (bilaterálna súmernosť)**.

Oddelenie Radiata (Diploblastica, Coelenterata) – mechúrniky

Patria sem dva kmene: **Kmeň Cnidaria (přhlivce)**, ktorý je charakteristický prítomnosťou přhlivých buniek a **Kmeň Acnidaria (nepřhlivce)**, u ktorého sa přhlivé bunky nenachádzajú.

Kmeň Cnidaria (přhlivce) proterozoikum - recent

K tomuto kmeňu patria medúzy, koraly a polypovce. Sú to výlučne vodné živočíchy, prevažne morské (obr. 40). Zriedkavo obývajú brakické a sladkovodné prostredie.



Obr. 40 Zástupcovia kmeňa Cnidaria 2. Kriedový červ infikovaný hydrozoami, 3. prekambriická forma scyphozoi, 4,6. *Gorgonia* (recent), 5. recentná forma – Morské pero, 7. *Paraconularia* (kambrium-perm), 8. strobilácia a vznik larvy podľa: CLARKSON (1998)

Cnidaria majú špeciálne přhlivé bunky s jedovatou kvapalinou a špirálnym bičíkom, ktorý atakuje rôzne živočíchy. Sú dravé. Charakteristická je pre nich radiálna, niekedy bilaterálna symetria. Z entodermu vzniká gastrálna dutina a z ektodermu vzniká stena, nervová sústava a přhlivé bunky. Pohyblivé bunky u triedy *Hydrozoa* (polypovce) sa tvoria v ektoderme a u triedy *Scyphozoa* (medúzovce) a triedy *Anthozoa* (koraly) v entoderme. Medzi ento - a ektodermom sa nachádza mezoglea (obr. 39).

U spomínaných organizmov je vyvinutá tráviaca, rozmnožovacia a nervová sústava a systém budovania kostry. Tráviaca sústava sa začína ústami, niekedy hltanom, pokračuje do gastrálnej dutiny, ktorá môže byť hladká, alebo zvlňená – (4-50 vrás). Okolo úst sa nachádzajú

ramená, ich počet dosahuje 100 a viac.

Životný cyklus:

Cnidaria sú charakteristické životným cyklom, ktorý nie je známy u iných živočíchov. U jedného organizmu sa vyskytuje striedanie generácií (*metagenéza*), ktoré predstavuje striedanie dvoch typov spôsobu života – medúzovité a polypové štádium (obr. 40-43). U niektorých skupín jedno z uvedených rozmnožovacích štádií chýba.

Polypové štádium tvorí generáciu nepohlavnú, pučaním a odškrvcovaním vznikajú nové medúzy (strobilácia). Polypy sú solitárne, alebo kolóniové bentické organizmy. Kolónie sa tvoria ako výsledok nepohlavného delenia (pučaním, alebo delením). Niektoré polypy môžu byť skákajúce (aktínie, perovníky), lezúce, alebo zahrabávajúce sa organizmy, niekedy aj planktonické (sesílna *Hydra* – nezmar, kolóniová *Siphonophora* - rúrkovník a planktonická *Pennatula* – perovník).

Tvar polypov je rôzny. Často sú vakovité. Mnohé polypy majú organickú kostru (chitínovú, alebo proteínovú), alebo minerálnu - vápnitú, niektoré majú aj kombinovanú, alebo aglutinovanú kostru. Rozmery solitárnych polypov sú od niekoľkých mm do 1-5 m. Rozmery polypov v kolónii sú od milimetrových veľkostí, do 3 cm v priemere. Výška kolónii dosahuje do 3m. Rozmery plávajúcich *Siphonophora* dosahujú až do 30 m.

Medúzové štádium (*generácia*) predstavuje generáciu pohlavnú. V tomto štádiu sa vytvárajú pohyblivé gaméty, ktorých spojením vzniká larva (planula), ktorá je planktonická a žije od niekoľkých hodín do jedného roku. Potom sa prisadá na dno

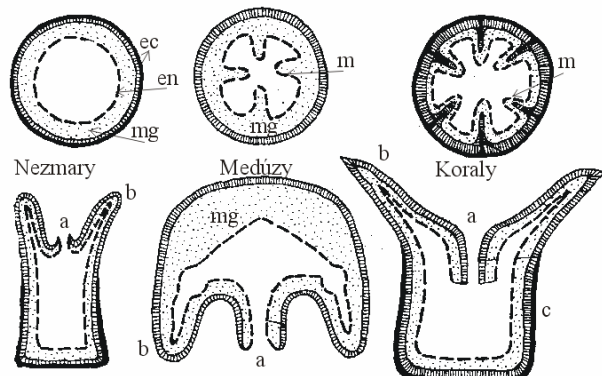
a vzniká polyp. Toto pokolenie tvoria solitárne, planktonické živočchy, len veľmi zriedkavo prisadnuté medúzy. Vonkajší tvar medúz je dáždňovitý, zvončekovitý, alebo hríbovitý. Na rozdiel od polypov majú silne rozvinutú mezogleu, ktorú z 80% tvorí voda. Medúzy netvoria kostru, nahrádza ju mezoglea. U fosílnych a scifoidných recentných foriem je vyvinutá jemná chitínová stena (obal). Rozmery medúz bývajú od niekoľkých mm do niekoľkých metrov. Dĺžka tela niektorých medúz s ramenami býva až 30 m.

Klasifikácia a systematika kmeňa Cnidaria

Recentné **Cnidaria** sa delia podľa stavby telovej dutiny (obr. 41) na 3 triedy –

Hydrozoa (polypovce), Scyphozoa (medúzovce), Anthozoa (koraly)

Patria sem taktiež dve skupiny vymretých organizmov **trieda Hydroconozoa** a podtrieda (*Stromatoporata*) patriaca k triede **Hydrozoa**



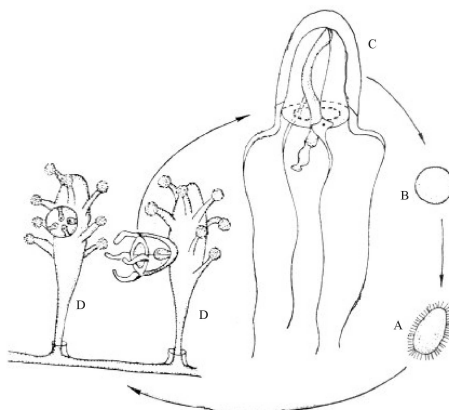
Obr. 41 Pozdĺžny a priečny rez nezmarov, medúz a korálov. ec: ektoderma, en: entoderma, mg: mezoglea, tráviaca vrstva, a: ústny otvor, b: ectoderma - pokožka, m: mezentérium. Upravené podľa: MICHAILOVA ET AL. 1989.

Trieda – Hydrozoa (polypovce) kambrium – recent

Patria sem primitívne **Cnidaria**, charakteristické gastrálnou dutinou, v ktorej sa nenachádzajú priehradky (*mezentériá*) (obr. 41). V životnom cykle prevláda polypové štádium (obr. 42). Polypy často tvoria polymorfné kolónie (kolónie pozostávajú z polypov rôzneho tvaru a funkcie), v kolóniách sa vyskytuje aj pohlavný dimorfizmus (samčie a samičie kolónie). Rozmery samotných polypov v kolónii sa pohybujú do 5 mm. Dĺžka kolónie sifonofór dosahuje do 30 m. Väčšina z nich sa pripevňuje ku dnu, niektoré kolónie rúrkovníkov (*Siphonophoroidea*) sú planktonické.

Kostra je organická alebo minerálna.

Organická je chitínová alebo proteínová, minerálna kostra je kalcitová, alebo aragonitová. U primitívnych foriem býva aj aglutinovaná. Kostra vo forme oporných platničiek sa nachádza v mezoglei, jej pôvod je však ektodermálny. Medúzové pokolenie tvoria solitárne formy, okrem rodu *Siphonophora*. Medúzy sa tvoria



Obr. 42 Rozmnožovací cyklus hydrozoí, B-vajíčko, A-larva, C-medúza, D-polyp. Podľa: MICHAILOVA ET AL. 1989.

bočným pučaním. Rozmery medúz nedosahujú viac ako 10 cm, často len 1-3 cm. Medúzy žijú planktonickým spôsobom života. U niektorých medúz sa na okraji vyskytujú chitínové, alebo vápnité telieska zabezpečujúce rovnovážny systém.

Prvé **Hydrozoa** poznáme z vendu ako odťažky a jadrá. Formy so schránkou sú známe od ordoviku. Dnes obývajú všetky vodné prostredia a všetky hĺbky. Prevažne sa však nachádzajú v sublitorále morských bazénov.

Klasifikácia:

Do triedy **Hydrozoa** patria dve podtriedy – **Hydroidea** a **Siphonophoroidea**. Podmienečne je sem zaradovaná vymretá podtrieda **Stromatoporata**. Táto skupina organizmov je charakteristická zvláštnosťami stavby schránky, ktoré sa z funkcionálneho hľadiska interpretujú protirečivo. Ich systematické postavenie je preto predmetom stálych diskusií. Napriek tejto skutočnosti však majú veľký stratigrafický význam.

Podtrieda Stromatoporata (stromatopóry) stredný ordovik - paleogén



Obr. 43 Stromatopora sp., foto autori.

Jej zástupcovia tvoria fosílné vápnité schránky, zložené z mnohých platničiek – lamín (*laminae*), uložených nad sebou. Medzi laminami sa nachádzajú kolmé stĺpiky (*pilae*). Lamíny tvoril celý povrch organizmu, ich vrstvovité narastanie je závislé od postupného rastu tela (obr. 43). Kostry stromatoporátov sú prestúpené kanálmi, ktoré sa pre svoj hviezdovitý tvar nazývajú *astrorhiza*. Ich funkcia je diskutabilná. Ak sú kanály (*astrorhiza*) analógmi centrálnej dutiny a ústia hubiek, mali by byť príslušníkmi kmeňa hubiek. Ak sú centrami gastrálneho polypa, potom sú analógom systému *polypovcov*.

Predstavujú kolóniové organizmy, s rôznym tvarom kolónií – platničkovitým, poglobulátym, kričkovitým. Na spodnej strane kolónie sa nachádza bazálna epitéka (bazálny disk). Lamíny v platňovitých kolóniách sú horizontálne, v cylindrických vertikálne. Analogicky k tomu sú rozložené stĺpiky. Kolónie dosahujú v priehľadnom priereze 30 cm až 1 meter.

Systematické postavenie skupiny závisí na funkcionálnej interpretácii zvláštností stavby schránky. Celistvé vrstevnaté narastanie kostry je známe u niektorých recentných vápnitých hubiek, u stromatopór je zriedkavé. Väčšina má prerušovane vrstevnatú stavbu, čo je charakteristické pre zástupcov kmeňa *Cnidaria*. Nálezy kremových, jednoosových spikul môžu dokazovať prítomnosť ihlíc v organizme, alebo symbiózu s hubkami. Výskyt bazálnej epitéky ich zblízuje s knidáriami. Výskyt astroríz môže dokumentovať ústia sklerospongií alebo analógy cyklosystému koralov. V celku predstavujú pravdepodobne samostatnú skupinu organizmov. Ich systematické zaradenie sa líši od radu do podkmeňa, v závislosti od zatriedenia buď do kmeňa *Spongiata*, alebo *Cnidaria*. V každom prípade sú to jednoduché mnohobunkovce, ktoré v embryonálnom štádiu majú len dve zárodočné vrstvy (obr. 39).

Charakteristickými rodmi sú *Actinostroma* (devón), *Stromatopora* (silúr-krieda) (obr. 43), *Amphipora* (devón). Vetvovité kolónie sa objavovali periodicky počas celej doby ich výskytu.

Ekológia :

Žijú ako sesílny alebo voľne ležiaci bentos, obývajú vrchnú časť sublitorálu prevažne subtrópov a trópov. Pravdepodobne boli euryhalinné, nakoľko ich nachádzame vo vápencoch aj v dolomitoch.

Horninotvorná úloha – Stromatopóry ako útesotvorné organizmy tvoria vápence, niekedy rífové, stromatopóry vápence. Kričkovité kolónie rodu *Amphipora* amfipórové vápence. Pre **paleozoické typy** je charakteristické prevládanie **horizontálnych lamín** a vertikálnych stĺpikov ako aj bohatá symbióza so skupinami *Tabulata*, *Syringoporida*, *Annelida*. Pre **mezozoické typy** je charakteristické prevládanie **vertikálnych lamín**.

Prvé stromatoporáty boli určené z kambria, neskôr sa však zistila ich príslušnosť k archeocyátam. V strednom ordoviku stromatoporáty mali lamíny okrúhleho tvaru a stĺpiky boli zastúpené malými, krátkymi ostňami. Na konci ordoviku sa povrch lamín stromatopóry vyrovnáva a stĺpiky sa predlžujú.

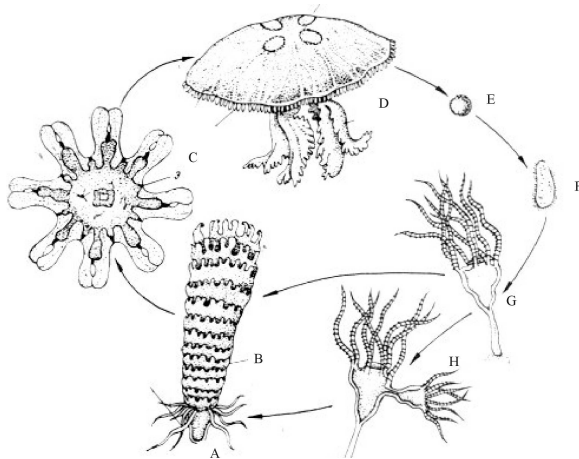
Stratigrafický význam :

Zástupcov poznáme od stredného ordoviku do paleogénu. Rozkvet paleozoických stromatoporátov bol vo vrchnom ordoviku, silúre a devóne, mezozoických v jure a kriede. Používajú sa v biostratigrafii a paleogeografii, ako aj pri paleozoogeografických rekonštrukciách. Späté sú aj s náleziskami ropy – rify sú dobré kolekory ropy a plynu. V devónskych amfipórových vápencoch sa nachádzajú aj bauxity. Vrstvy bauxitu sa striedajú s amfipórovými vrstvami.

Trieda Hydroconozoa kambrium - krieda

Patria sem vymreté, solitárne organizmy s vápnitou schránkou, kónického alebo cylindrického tvaru s výškou 10 – 20mm. Stena je jednoduchá. Skladá sa z dvoch vrstiev, tenkej vonkajšej a hrubej vnútornej vrstvy. Vonkajšia vrstva je hladká alebo s priečnymi a pozdĺžnymi brázdami. Vnútorňa vrstva je platničkovitá, vláknitá, alebo bezštruktúrna. V centrálnej časti skeletu sú platničky orientované vertikálne, pripomínajú dná koralov. Vo vrchnej časti sa nachádza cylindrické prehĺbenie, ktoré pripomína otvor koralu. Majú zložitý systém kanálov. Žili ako sesílny bentos. Sú

známe v kambriu, devóne a v karbone, kedy boli aj horninotvorné. Vymreli v kriede.



Obr. 44 Životný cyklus medúzovcov, A: scyfoidný polyp, B: počiatočné medúzy, C: mladá medúza, D: dospelá medúza, E: vajíčko, F: larva, G,H: polyp podľa MICHAILOVA ET AL. (1989)

Trieda Scyphozoa (medúzovce) kambrium - recent

Patria sem *Cnidaria*, ktorých gastrálna dutina obsahuje 4 vrásky (*mezentériá*) (obr. 41). Životný cyklus je prevažne medúzový (obr. 44). Pohlavné bunky sa tvoria v entoderme.

Polypová generácia je redukovaná, alebo celkom chýba. V prípade, že sa polypová generácia vyskytuje, potom sú to solitárne polypy s veľkosťou do 3 cm. Scyfoidné

medúzy vznikajú priečnym delením polypa. V centre tela majú tráviaci kanál.

Veľkosť dospelých medúz môže byť v priemere až 2m. Žijú planktonicky, vo všetkých hĺbkach mora až do abysálu. Niektoré žijú ako prisadnutý bentos. Prevažne sú stenohalinné, niektoré žijú v brakických, alebo hypersalinných zálivoch. Pozdĺž okraja zvonu medúzy sa nachádzajú u niektorých medúz vápnité alebo fosfátové zrnká statických orgánov. Poznáme ich vo forme odlačkov od vendu do recentu.

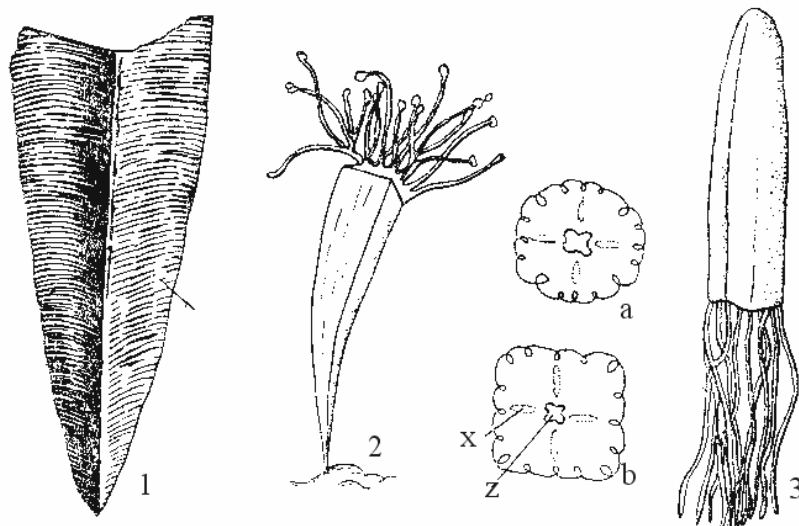
Podtrieda Cubozoa (štvorhranovce) prekambrium – stredné kambrium ?recent



Obr. 45 odtlačky protomedúz (Austrália) podľa: WHITE, 1990.

Primitívne scyfoidy, ktoré sa vyskytujú v proterozoických a kambrických sedimentoch Ameriky, Francúzska, Austrálie, Švédska a inde (obr. 45). Odtlačky majú diskovitý, alebo elipsovité tvar, s výraznými radiálnymi brázdami, ktoré sú na vrchnej strane vypuklé a na spodnej (brušnej) sú prehĺbeniny. Od ústnej platničky protomedúz vychádza 4-5 ramien. Nemajú centrálné ústia, kanály ramien prichádzajú do vnútornej dutiny. Známe sú z predkambria po stredné kambrium.

Podtrieda Conulata (konulárie) stredné kambrium – trias - ?recent



str. kambrium/ str. ordovik	vrch. ordovik / perm	sp. trias
--------------------------------	----------------------	--------------



Obr. 46 schéma schránky konulárii, 1 skulptúra a tvar schránky, 2 sesilná forma *Archaeoconularia* sp., 3 pelagická forma *Eoconularia* sp., a,b- priečne prierezy schránkou upravené podľa: MICHALOVA ET AL. 1989.

Vo fosilnom stave sú známe schránky pyramidálneho alebo kónického tvaru. Materiál schránky je chitínovo – vápnito – fosfátový. Skladá sa z tenkých platničiek chitínových, chitino – fosfátových a vápnito – fosfátových. Schránka pravdepodobne bola veľmi ohybná a tenká – do 0,5 mm sivej, alebo hnedej farby.

Vonkajší povrch schránky má ornamentáciu z tenkých priečných rebierok. Na rohoch a niekedy aj v centre strán schránky sa nachádza brázda. Na zúženej vrcholovej strane niektorých pyramídálnych konulárií sa nachádza bazálny disk, alebo koreňovité, upevňovacie výrastky. (Tieto žili pravdepodobne sesílnym spôsobom.) Na protiľahlej strane ústie zakrývajú štyri platničky s kanálmi. Okolo ústneho otvoru sa nachádzajú početné ramená. (obr. 46).

Vo vnútornej dutine bývajú vyvinuté kolmé platničky vychádzajúce z centra bočných stien. Priečne prierezy konulárií bývajú trojuholníkové, päťuholníkové, rombické, s rozmermi okolo 3-5 cm, nie však viac ako 40cm. Charakteristické rody:

Archaeoconularia (ordovik-silúr), *Metaconularia* (ordovik), *Conularia* (stredný ordovik).



Obr. 47 *Conularia bohémica*, stredný ordovik, Drahov, Česká Republika, foto autori.

Systematické postavenie

Systematické zaradenie kolíše od spôsobu zaradenia, nie je jasné dokonca či sa jedná o mäkkýše, alebo o pŕhlivce. S moluskami (krídložiabrovcami) ich spája podobnosť vonkajšieho skeletu, skulptúry a výskyt horizontálnych priehradiek.

Ekológia

Žili ako pripevnené alebo plávajúce formy. Asociácie s inými organizmami dokazujú, že obývali vody oceánickej slanosti, boli stenohalinné. Bentické konulárie obývali spodný sublitorál, planktonické žili v rôznych hĺbkových zónach (výskyt fosilných zvyškov aj v hlbokovodných čiernych bridliciach).

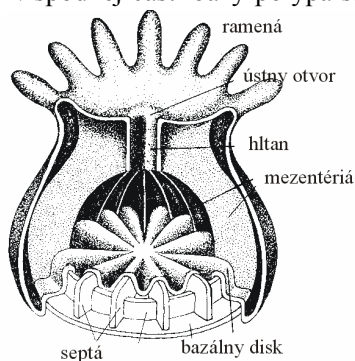
Stratigrafický význam – Poznáme ich od kambria, vymierajú v triase, s výnimkou jedného recentného rodu *Stephanoscyphus* pokladaného za potomka konulárií. Rozkvet dosiahli v silúre a devóne. Počas tohoto obdobia sa u konulárií vyskytuje zvýšenie fosfáto – kalcia v schránkach, u ordovických je to 64% a u devónskych 96%.

Trieda Anthozoa (koralovce) kambrium - recent

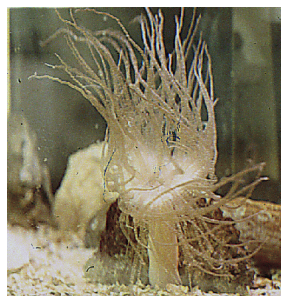
Do tejto triedy patria koralové polypy rôznych tvarov a farieb. Okrem skeletových koralových polypov sem patria bezskeletové aktínie alebo tiež morské sasanky (obr. 48).

Stavba tela :

U všetkých koralov prechádzajú z hltana do brušnej dutiny mäkké priehradky (**mezentérium**), ktoré majú tvar visiacej drapérie (opony) (obr. 49). Okrem toho v spodnej časti bázy polypa sa rozvíjajú mäkké, nevysoké



Obr. 49 Schematizovaný prierez dutinou koralita podľa Michailova et al. (1989)

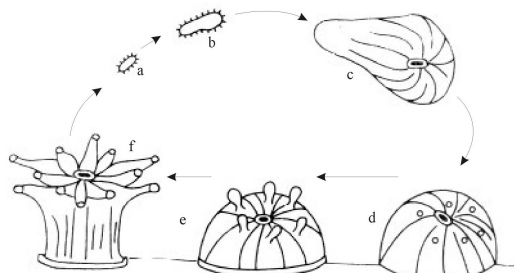


Obr. 48 Morská sasanka (anemóna) www.animaldiversity.com

vrásky, ktoré sa striedajú s mezentériami. Tieto vrásky majú oporu v skeletových vápňitých priehradkách ktoré nazývame septami. Septá sa tvoria podľa zákonitých postupov. Niekedy môžu byť aj nepravidelné. Systém, rozloženie a ich množstvo býva rôzne. Životný cyklus pozostáva len z polypového štádia, pohlavné bunky sa tvoria v entoderme (obr. 50). Polypové štádia sú tvorené kolóniovými, zriedkavo solitárnymi polypmi. V recente solitárne polypy skleraktínií majú priečný prierez až do 1,5 m, fosílné nemávajú viac ako 15 cm. Polypy v kolóniách sú malé, 0,2 – 4mm, zriedkavo do 3cm. Kolónie samotné môžu dosiahnuť veľkosť až do 3m, kolónie môžu byť monomorfné a polymorfné.

Stavba kostry :

Skelety jednotlivých polypov sa nazývajú korality. Skelet je vápňitý, kalcitový alebo aragonitový, zriedkavo zmiešaný, minerálno-organický, skléroproteínový. Chemickým zložením je podobný rohom cicavcov, teda ho nazývame rohovinový. Vápňitý skelet je produkovaný vonkajšou vrstvou ektodermy a preto je vonkajším exoskeletom.



Obr. 50 Rozmnožovací cyklus koralov, a,b: nedospelá larva, c: dospelá larva, d,e,f: polyp, d.e-6, e-12 ramien., upravené podľa MICHAILOVA ET AL. 1989.

Rohovinový skelet sa tvorí v mezoglei, tvoria ho bunky entodermy – teda javí sa ako vnútorný, mezogleárny endoskelet. Aktínie väčšinou skelet nemajú, v posledných rokoch (1983 na Havaji) však boli nájdené aktínie so špirálovito-kónickou chitínovou schránkou bronzovej farby, ktorá je veľmi podobná schránke gastropódov. Dĺžka takejto schránky dosahuje až 6 cm. Vo vnútri koralita sa rozlišujú horizontálne a vertikálne kostrové elementy. Horizontálnymi elementami sú dná, tvorené plochými, alebo ohnutými platničkami, k vertikálnym patria septá a stĺpčeky. Stĺpčeky sa nachádzajú v centre koralita. Septá predstavujú radiálne výrastky stien koralitov, majú rôzny tvar a ich počet závisí od počtu mezentérií a ramien. Niekedy im septá chýbajú.

Ekológia :

Koraly môžu žiť solitárne aj kolóniovo. Sú to bentické, prisadnuté, alebo voľne ležiace organizmy. Niektoré z nich sa môžu pomaly pohybovať, skákať, alebo sa čiastočne, alebo úplne zarávať do dna (aktínie, perovník). Žijú v bazénoch s morskou slanosťou, zriedkavo v brakických vodách, vo všetkých hĺbkach až do abysálu. Najdiverzifikovanejšie recentné, ako aj fosílné spoločenstvá triedy *Anthozoa* sa nachádzajú v plytkej vode trópov a subtropov, kde budujú rify. Pre koralové rify sú charakteristické symbiózy: vápňité koraly + dinofytné zooxantely, aktínie + krab pustovník, *Syrngoporidae* (*Tabulatomorpha* pozri nižšie) + stromatoporáty, *Favositida* (*Tabulatomorpha* pozri nižšie) + serpulidné červy a iné. Poznáme ich od venu, teda 700 mil. rokov.

Klasifikácia a systematika

Trieda *Anthozoa* sa rozdeľuje na štyri podtriedy –

***Tabulatomorpha* –kambrium-neogén †**

***Tetracorallia* –(ordovik – perm) †**

***Hexacorallia* (stredný trias-recent)**

***Octocorallia* (vend, ordovik,silúr? – recent)**

Fosílna aj recentná korala rozdeľujeme na základe stavby kostry (rozloženie a počet sept, ich pravidelnosť a symetria) prítomnosti **coenosarku** (pletivo, ktoré spája jednotlivé korality), spôsobu existencie a tvorby skeletu.



Obr. 51 *Favosites bazaltiformis* (spodný devón) Porýnie, foto autori.

Podtrieda – *Tabulatomorpha* (kambrium – neogén)

Zahrnuje vymreté kolóniové koraly. Kolónie tabulárnych koralov tvoria 4 základné tvarové typy. Kričkovité, masívne, vetvovité, reťazovité. Ak rástli izolovane, spájali sa iba v miestach pučania a dávali vznik kričkovitým kolóniám, niekedy boli kolónie zložené z rohovitých koralitov, ktoré sa rozprestierajú po dne. Ak boli korality uložené tesne jeden pri druhom, vznikla masívna kolónia (obr. 51). Ak korality v kolóniách zrastali iba bočnými stranami, vznikla reťazovitá kolónia. Vo všetkých kolóniách sa na báze kolónie rozkladá bazálny disk. Rast kolónie sa začínal protokoralitom, z ktorého neskôr pučaním vznikali ďalšie polypy kolónie.

Rozmery a tvar koralitov sa mohli meniť. Kolónie tejto skupiny boli prevažne monomorfné, zriedkavo polymorfné. Korality sa mohli v kolónii spájať prostredníctvom pórov alebo rúrok. Niekedy sa tvoria prechodné skelety medzi koralitmi. V koralitoch *Tabulatomorpha* sú prítomné dná (*tabulae*), ktoré sú charakteristickým znakom tejto skupiny. Sú to horizontálne alebo šikmé doštičky umiestnené v pravidelných intervaloch. Vo vrchnej časti koralita sa nachádzala prehĺbenina, ktorá bola ohraničená dnom. V nej žil polyp. Rast kolónie väčšiny tabulárnych koralov závisí od sezóny – leto/zima a pohlavnej aktivity, čo sa prejavovalo striedaním svetlej a tmavej zóny koralov v kolónii. Podľa striedania zón je možné určiť dĺžku života kolónie tabulárnych koralov (od 7 – 20 rokov). Predstavovali pripevnený alebo voľne ležiaci bentos. Žili v plytkovodných bazénoch teplých morí, niekedy tvorili rify.

Klasifikácia: Systematické členenie v podtriede *Tabulatomorpha* je stále v procese vývoja, diskusií. Systematické zaradenie a príslušnosť sa odvodzuje od stavby kolónií a stupňa polymorfizmu.

Podtrieda je rozdelená na tri nadrady:

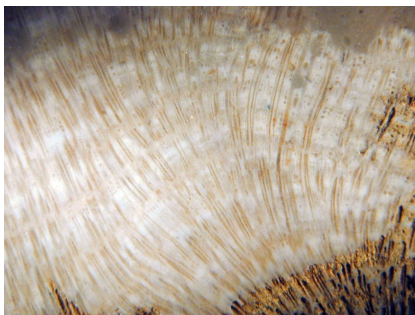
***Chaetetoidea* stredný ordovik-neogén**

***Tabulatoidea* stredné kambrium – perm**

***Heliolitoidea* stredný ordovik – stredný devón**

Nadrad *Chaetetoidea* (stredný ordovik-neogén)

Zahrňuje kolóniové, bentické organizmy, ktoré tvorili monomorfné kolónie.



Obr. 52 *Chaetetes* sp. paleocén, Beňatina, Slovensko, nábrus, foto autori

Kolónie boli masívneho typu, pozostávajúce z tesne priliehajúcich štetinovitých koralitov. Korality mali prizmatický tvar, s mnohouholníkovým, nepravidelným, alebo meandrovitým priečnym rezom. V koralitoch sa nachádzajú ploché dna (*diafragmae*), platničkovité výrastky, ktoré vytrčajú zo stien koralitov (obr. 52). Niekedy sa u nich vyskytujú vertikálne výrastky podobné septám, ktoré dokazujú, že gastrálna dutina obsahovala mezenteria. Na kolónii sú niekedy viditeľné prírastkové čiary, ktoré predstavujú rast kolónie. Vývoj *Chaetetoidea* smeroval od

jednoduchých mnohouholníkových koralitov k zložitejším, meandrovitým tvarom v karbóne, rástol tiež počet diafragiem. Rozkvet zaznamenali v karbóne. V mezozoiku sa výrazne diverzifikovali. Žili v plytkých normálne slaných moriach, kde tvorili rify.

Nadrad *Tabulatoidea* (stredné kambrium – perm)

Sú vymreté tabulátne koralý, ktorých kolónie boli rôzneho tvaru, od masívnych, po reťazovité. Korality, ktoré tvorili kolóniu, majú tvar rohu, prizmy, alebo valca s rôznym prierezom – okrúhlym, oválnym, mnohouholníkovým. Kolónie sú monomorfné, zriedkavo bimorfné, rozmery koralitov dosahujú 0,5-10mm. Septá sú rôzneho tvaru, tvorené šípami, platničkami, vertikálne rozloženými hrebeňmi a podobne. Počet sept je nestabilný (4,6,8 alebo 12). Dna (*tabulae*) sú obyčajne ploché alebo mierne ohnuté, zriedkavo lievikovité, hrboľaté. Korality môžu byť spojené pórmi alebo rúrkami, ktoré nazývame spájacie prvky. Delíme ich na sedem radov, najrozšírenejšie sú štyri: *Auloporida*, *Halysitida*, *Favositida*, *Syringoporida*.



Obr. 53 Kolónia koralov rodu *Halysites* sp. foto autori.

Rad *Auloporida* – stredné kambrium – perm

Patria sem kričkovité kolónie, ktoré sa skladajú z izolovaných rohovitých, alebo cylindrických koralitov, ktoré sa nastieľajú na dno. Septá sú obyčajne jednoduché, dna chýbajú, alebo sú zriedkavé.

Rad *Halysitida* - stredný ordovik - silúr

Patria sem retiazkovité a masívne kolónie, ktoré pozostávajú z jednoradových alebo mnohoradových reťazí, v ktorých vertikálne rastúce korality zrastajú svojimi

bočnými stenami (obr. 53). Počet sept môže byť od jedného až po dvanásť. Dná sú početné, ploché. Kolónie sú bimorfne, zostavené z veľkých cylindrických a malých prizmatických koralitov.

Rad Favositida – vrchný ordovik - perm

Patria sem bazaltiformné (tvary včelieho plástu) (obr. 51), prevažne masívne, masívno – vetvovité, veľmi zriedkavo masívno – reťazovité kolónie. Septá môžu chýbať, alebo ich môže byť až 12. Dná sú početné, rôzneho tvaru, od plochých, až do zriedkavých hrboľatých. Spájajúce prvky predstavujú póry, zriedkavo krátke rúrky. Kolónie boli monomorfne, zriedkavo bimorfne. Často žili v symbióze s obrúčkavými červami.

Rad Syringoporida – stredný ordovik – perm

Sú to tubicovité tabuláty, ktoré tvorili kríčkovité kolónie, zložené z izolovaných koralitov, ktoré boli spojené rúrkami. Majú početné septá, časté sú dná rôzneho tvaru (lievikovité, zriedka ploché). Žili v komenzalizme so stromatopórami.

Geologický vývoj

Prvé, kambrické *Tabulatomorpha (Auloporida)* predstavujú kríčkovité, povliekavé kolónie, v spodnom ordoviku sa objavili masívne kolónie so zriedkavými septami, v strednom ordoviku rýchlo stúpala ich diverzita, objavili sa aj vertikálne kolónie (*Syringoporida*) a spájajúce elementy medzi koralitmi. V strednom ordoviku vznikli štvor až päťhranné korality (*Favositida*). V silúrskych horninách Kanady v r. 1985 bol nájdený fosilizovaný favositid s prierezom koralitov vo forme včelieho plástu a odtlačkami ramien (mali zvyčajne 12 ramien, menej často 11, 13, čo dokazuje závislosť počtu sept na počte ramien). V evolúcii každej skupiny je možné sledovať všeobecný trend od jednoduchej k zložitejšej stavbe koralitov.

Nadrad Heliolitoidea (stredný ordovik – stredný devón)



Obr. 54 *Heliolites bohemicus* (silúr) lom Amerika u Modřiny, foto autori.

Predstavuje vápňité kolónie masívneho, alebo masívno – kríčkovitého typu. Kolónia sa skladá z rúrkovitých koralitov, ktoré majú okrúhly priečny prierez, s radiálne rozdeľujúcimi sa 12 septami (helios - slnečné koraly) (obr. 54). Septá sú rôznej dĺžky a stavby – od platní do plutvičiek. Dná sú početné, ploché až hrboľaté. Priestor medzi koralitmi je vyplnený druhotnými skeletovými výrastkami – sťažníkmi, ohnutými platničkami vytvárajúcimi hubovité tkanivo, alebo rúrkovitými výrastkami (*coenenchým - coenosteum*). Morfofunkcionálna interpretácia coenostea je stále diskutabilná.

Môže byť kostrou zmenených polypov, alebo bočnými výrastkami jednotlivých polypov. Pravdepodobne to boli polymorfne kolónie, pozostávajúce z polypov rôznej morfológie a funkcie. Rozmery kolónie dosahovali od 0,5m až 2m, priemer koralitov je od 0,4 po 4mm. Heliolity sa objavili na konci stredného ordoviku. Vo vrchnom ordoviku sa objavili heliolity s rúrkovitými výrastkami. Na konci stredného devónu *Heliolitoidea* vymreli.

Podtrieda Tetracorallia (Rugosa) (štvorlúčovky) ordovik – perm

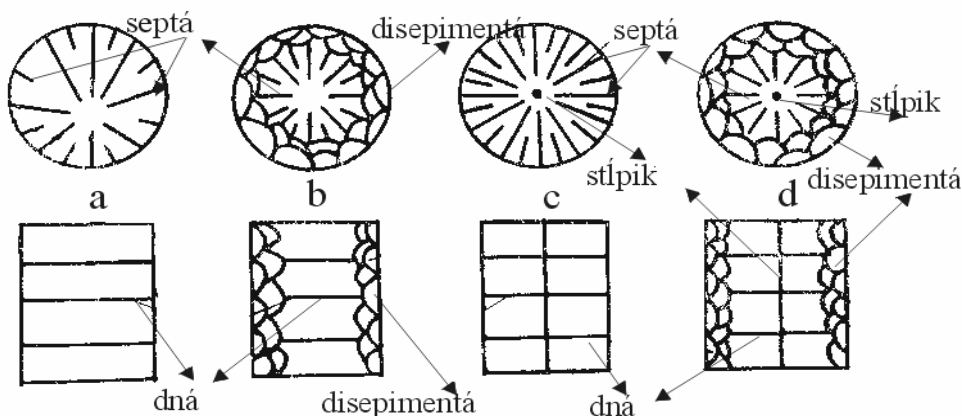
Zahrnuje výlučne paleozoické koralové kolónie, ktoré žili kolóniové, alebo solitárne. Mali vápnitý skelet, a ich kolónie boli monomorfné. Masívne kolónie pozostávali z masívnych koralitov prizmatického typu (obr. 55) a kríčkovitú kolónie z cylindrických, zriedkavo trojhranných koralitov. Solitárne koralové kolónie mali cylindrickú, kónickú alebo troj – štvorhrannú pyramidálnu stavbu. Ich stena bola väčšinou rohovito ohnutá v dôsledku bočného prisadania larvy. Solitárne tetrakoraly (*Rugosa*) mali rozmery 3-6cm a výšku okolo 25cm, kolónie boli maximálne 1-5m priechne a 0,5m vysoké. Korality sa skladajú z rôznych skeletných elementov- sept, dien a dienok (disepimentá) a stĺpčekov.



Obr. 55 Zástupcovia podtriedy Tetracorallia z paleozoika (web diversity)

Septá sú platničkovité, niekedy ihlicovité, zriedkavo chýbajú. Platničkovité a ihlicovité septá sú uložené pravidelne. V dospelosti sú septá početné, ich množstvo je vždy deliteľné dvomi, v závislosti od vývoja sept v ontogenéze (jedno septum rozdelí *protokoralit* na dve polovice, neskoršie narastajú dve krátke bočné septá obr. 60A). Nakoľko tvorba nových sept prebieha iba v štyroch sektoroch koralita, dva ostávajú prázdne, nazývame túto skupinu tetrakoraly.

Dná sú rôzne – od plochých plných, až po neceľstvé ohnuté. Pozdĺž stienky sa tvorí hubovité tkanivo z disepimentov (Obr. 56 b, d), v centre sa nachádza stĺpik – jednoduchý alebo zložitý. Z vonkajšej strany sú tetrakoraly pokryté koncentricky zvrásnenou epitékou, čo dalo vznik ich inému označeniu – *Rugosa*. Pre tetrakoraly sú teda charakteristické – platničkovité septá, ktoré vznikajú v ontogenéze pravidelne v štyroch sektoroch (biradiálne) a výskyt zvrásnenej epitéky.



Obr. 56 morfológické rozdelenie koralov podľa obsahu kostrových elementov a-jednozónové, b,c-dvojjónové, d-trojjónové tetrakoraly, upravené podľa: MICHAILOVA ET AL. (1989)

Klasifikácia – unifikované kritérium pre rozdelenie na rady nie je v súčasnej dobe vypracované. V študijnej literatúre sa používa delenie na umelé skupiny, ktoré sú odlišné na základe stavby a výplne vnútornej dutiny koralita: jedno, dvoj a troj zónové koralové kolónie (obr. 56), lonsdaleoidné (hubovité) koralové kolónie a tetrakoraly so strieškou.

Zóna je priestor, ktorý je vyplnený skeletnými elementami – septami, dnami, hubovitým tkanivom a stĺpikom.

Jednozónové tetrakoraly – (ordovik - perm) sú solitárne a kolóniové formy, ktoré majú okrem sept iba jednu zónu – dná (obr. 56a). Charakteristický rod: *Amplexus* (karbón- perm).

Dvoizónové tetrakoraly – (vrchný ordovik – perm) sú jednoduché, solitárne aj kolóniové formy, ktoré mali okrem sept dve zóny – dná + hubovité tkanivo alebo dná + stĺpik (obr. 56 b,c). Charakteristický rod: *Canninia* (karbón-perm).

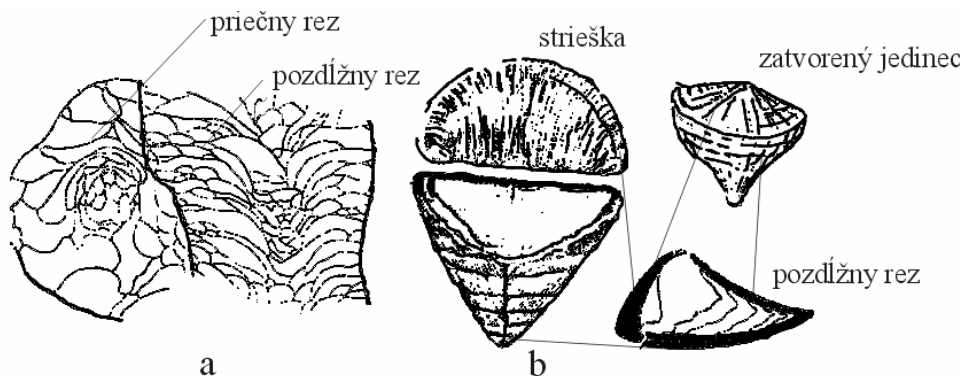


Obr. 57 prierez trojzónovým tetrakoralom *Moravophyllum* sp., (Anglicko), foto autori

Trojzónové tetrakoraly – (silúr – perm) sú solitárne aj kolóniové formy, ktoré majú okrem sept tri zóny – dná+ hubovité tkanivo + stĺpik (obr. 56d). Charakteristický rod: *Moravophyllum* (devón) (obr. 57).

Hubovité tetrakoraly (lonsdaleoidné) – (Silúr – devón) solitárne alebo kolóniové formy v ktorých septá alebo chýbajú, alebo sa nachádzajú veľmi zriedkavo. Majú hlavne hubovité tkanivo (obr. 58a). Charakteristický rod: *Chavsakia* (vrch. silúr-devón), *Lonsdaleia* (karbón).

Tetrakoraly so strieškou – (vrchný silúr - stredný devón) solitárne koraly, u ktorých koralit má vo vrchnej časti jednu, alebo 4 striešky, ktoré majú tvar štvorhrannej



Obr. 58 Hubovité a strieškovité tetrakoraly. a-rod *Chavsakia* (v.silúr), b. rod *Calceola* (str.devón) podľa: MICHAILOVA ET AL. 1989

Naformátováno

pyramídky alebo prednej časti topánky (*Calceola sandalina*) (obr. 58). Vnútrná dutina môže byť podobná na jedno a dvoizónové tetrakoraly alebo aj na lonsdaleoidné typy. Zriedka formujú kríčkované kolónie. Charakteristický rod: *Calceola* (stredný devón) (obr. 58b, 59).



Obr. 59 *Calceola sandalina*, (stredný devón) foto autori

Tetrakoraly boli stenohalinné morské organizmy, žili vo vrchnom sublitorále trópov a subtrópov. Podieľali sa na tvorbe koralových rífov.

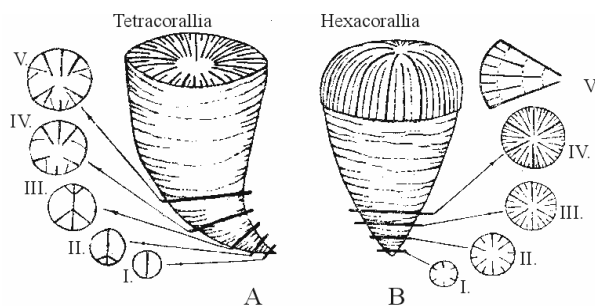
Geologický vývoj Najstaršie tetrakoraly sa objavili v spodnom ordoviku. Boli to solitárne formy so šípovitými septami, bez dien. V strednom devóne vznikli kolóniové formy. Na začiatku to boli hlavne jednozónové koraly. Vo

Naformátováno

vrchnom ordoviku sa vyskytli dvojzónové koraly, na začiatku silúru trojzónové a so strieškou. Trend evolúcie tetrakorarov sa uberal vývojom nových skeletových elementov, paralelne s tým sa menil septálny aparát a štruktúra skeletového tkaniva. Ich vymieranie začalo v devóne, keď vymizli hubovité a strieškovité koraly. Počas karbónu vymreli jednozónové a kolóniové tetrakoraly, na konci permu už vymreli všetky typy tetrakorarov. Tetrakoraly majú veľký biostratigrafický význam pre modelovanie paleogeografických a paleoekologických podmienok, dokonca podľa ich vrások na epitéke je možné rátať počet dní v roku v paleozoiku.

Podtrieda Hexacorallia (šesťlúčovky) trias-recent

Do tejto podtriedy patria recentné a fosílné, solitárne aj kolóniové *Anthozoa*.



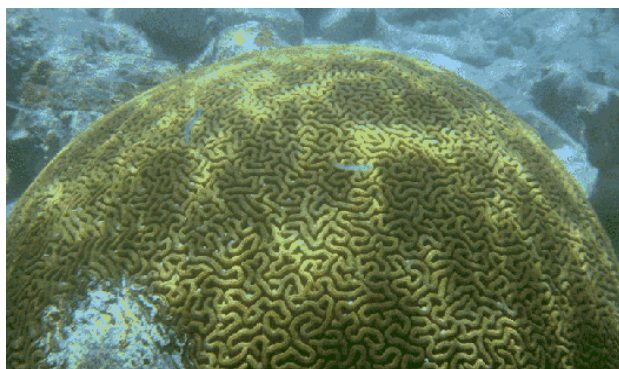
Obr. 60 narastanie sept u koralitov. A - Tetracorallia, B - Hexacorallia, Podľa : MICHAILOVA ET AL. (1989)

Kolónie hexakorarov sú monomorfné, pozostávajú z morfoloicky rovnakých polypov (koralitov). Okolo ústneho otvoru polypa sa nachádza mnoho ramien, v gastrálnej dutine mnoho mezentérií. Počet oboch prvkov (ramien a mezentérií) je deliteľný šiestimi. Väčšina hexakorarov má vápňitý – kalcitový, alebo aragonitový skelet (*rad Scleractinia*).

Vyskytujú sa aj bezskeletové formy hexakorarov (aktínie), ktoré majú až 1,5m priečny prierez. Univerzálna klasifikácia podtriedy chýba. Podtriedu delíme na sedem radov, z ktorých jediný rad *Scleractinia* dokáže vytvárať kostru.

Rad *Scleractinia* stredný trias – recent

Korality skleraktínií majú septá – kostrové prvky, počet ktorých je deliteľný 6 (obr. 60 b). Nachádzajú sa solitárne, aj kolóniové formy. Kolónie sú masívne (obr. 61), vetvovité a kríčkovité.



Obr. 61 Hexakoral podradu *Faviina* recentná forma v pôvodnom prostredí, masívna kolónia zdroj: www.webdiversity.com

Kolónie masívneho typu sa skladajú z prizmatických, cylindrických a nepravidelne rúrkovitých koralitov. U kolónií s cylindrickými koralitmi sa vyvíja prechodné tkanivo – coenenchým, ktoré vyplňa priestor medzi koralitmi. Skladá sa zo stržňovitých, alebo hubovitých výrastkov. Kolónie kríčkovitého typu sú tvorené cylindrickými koralitmi. Solitárne hexakoraly majú tvar

diskovitý, cylindrický, hríbovitý, kónický, červíkovitý, miskovitý, alebo tanierikovitý. Ich rozmery dosahujú okolo 30 cm, výška 10 cm. Rozmery kolónií dosahujú rozlohu

až 3m šírky a 1 m výšky, korality v nich sú 1-10 mm veľkosti. Vnútrná dutina koralitov je vyplnená septami, dnami, hubovitým tkanivom a stĺpkami. Septá hexakoralov sú platničkovité, menej často šípovité alebo ihlanovité. Majú pravidelné usporiadanie (obr. 60b). U solitárnych foriem a u prvého koralita kolónie sa najprv tvorí 6 úplne rovnakých sept, ako priehradky prvého radu. Tieto dosahujú najväčšiu dĺžku. Pri dorastaní sa medzi nimi utvára ďalších šesť druhého rádu. V medzerách medzi nimi dvanásť tretieho rádu, atď.



Obr. 62 pohľad na korality rodu *Cyclolites* sp., foto autori.

Cyklická tvorba sept vytvára radiálnu symetriu koralita, ktorá narúša dvojstrannú symetriu stavby mäkkého tela. Vnútrná dutina koralita okrem sept obsahuje hubovité tkanivo, zriedkavo dná, v centre sa môžu vyskytovať stĺpčeky. Z vonkajšej strany solitárnych koralov sa nachádza zvrásnená epitéka, ktorá na rozdiel od tetrakoralov nedosahuje najvrchnejší okraj koralita. Mäkké telo ju presahuje, čo dáva vznik okrajovej zóny sept (obr. 60 B). Charakteristické rody: solitárne – *Cyclolites* (jura - stredný paleogén) (obr. 62), *Caryophyllina* (krieda-recent), kolóniové: *Acropora* (paleogén-

recent), *Faviina* (krieda-recent) (obr. 63).

Ekológia



Obr. 63 kolónia hexakoralu *Faviina*, foto autori

Recentné skleraktínie žijú výlučne v moriach, kde ich stretávame až do hĺbky 6000m. Najvyššia druhová diverzita je dosahovaná v litorále až sublitorále tróпов a subtróпов. Charakteristická je pre ne symbióza so zooxantelami. Majú biostratigrafický význam pre sedimenty jury kriedy a slúžia pre geografické a paleoekologické rekonštrukcie. Sú horninotvorné, rífortvorné. Od triasu tvoria malé biohermy, vo vrchnej jure až v kriede vytvárajú skutočné rífy. Súčasné rífortvorné hexakoraly sa nevyskytujú hlbšie, ako 90m.

Podtrieda *Octocorallia* (osemlúčovky) krieda = recent



Obr. 64 *Muricea* sp. zástupca recentných oktokoralov
www.webdiversity.com

Patria sem fosílné ako aj recentné, len kolóniové formy. Spomedzi recentných sú najznámejšie červené, modré a čierne koraly (obr. 64). Kolónie sú obyčajne masívne alebo vetvovité. Kolónie sú polymorfne, skladajú sa z polypov s rôznou morfológiou a funkciou. Obyčajné polypy alebo tiež vyživovacie polypy (hydranty) majú 8 perovitých ramien a 8 mezentérií okolo štrbinovitého ústia, ktoré porušuje radiálnu symetriu. Ostatné polypy nemajú

ramená. Priestor medzi polypmi je vyplnený mäkkým tkanivom (**coenosark**). Vnútorne dutiny komunikujú medzi sebou systémom kanálov, ktoré sú rozložené v mezoglei.

Skelet (kostra) je rohovinový, vápnitý, alebo vápnito – rohovinový. Nachádza sa vo vnútri mezoglei, pôvod však má v ektoderme, teda ide o vnútorný skelet - endoskelet. Vápnitý skelet je tvorený izolovanými mikroskopickými – vápnitými alebo aj rohovinovými spikulami. Spikuly sa môžu spájať a vytvárať vápnité rúrky – korality bez sept a dien. Vnútorne dutina koralita sa spája s druhou pomocou platničiek, ktoré sú rozložené podobne ako kolienka u tráv. Rohovinové skelety majú celistvé skeletové rúrky. Zmiešaný skelet pozostáva zo striedania sťažňov z vápenatého a rohovinového materiálu. Rozmery kolónií oktokoralov dosahujú až 3m výšku. Oktokoraly obývajú výlučne moria, pričom ich môžeme nájsť v častiach s rôznou hĺbkou. Väčšina z nich predstavuje nepohyblivý (sesilny) bentos, s výnimkou perovníka ktorý sa zarýva do substrátu, alebo skáče. Nie sú horninotvorné.

Geologický vývoj:

Paleontologický záznam tejto skupiny je prerušovaný. Nie je vylúčené, že sa objavili už vo vende, niektoré odtlačky pripomínajú recentný *perovník*. V ordoviku a silúre boli nachádzané formy podobné spikulám oktokoralov. Spoľahlivo určené oktokoraly sa nachádzajú od kriedy. Charakteristické rody: *Gorgonia* (oligocén-recent).

Kmeň Acnidaria (nepřhlivce)
trieda Ctenophora (rebrovky) recent

Patria sem solitárne morské, planktonické, zriedkavo bentické organizmy, ktoré majú veľký význam pre štúdium vzniku trojvrstvových organizmov.

Tvar tela väčšiny hrebeňoviek je radiálne symetrický, oválny, vajcovitý, vrecovitý. Na jednom konci sa nachádza ústie a na druhom aborálny orgán, ktorý spĺňa funkciu rovnováhy. Pohyb u planktonických foriem je zabezpečený 8 platničkami, ktoré sú rozložené v ôsmich poludníkových radoch. Na platničkách sú hrebeňovité výrastky, ktoré spôsobujú pohyb vody. Pre lovenie potravy majú dve dlhé ramená. Nemajú přhlivé bunky, ale na ramenách sa nachádzajú lepkavé bunky, ktoré zadržiavajú potravu. Planktonické formy majú iba dva zárodočné listy, s dobre vyvinutou mezogleou. U pohyblivých bentických hrebeňoviek sa nachádzajú stopy po treťom zárodočnom liste – mezoderme. Prechod k plazivému spôsobu života viedol k výrazným zmenám v stavbe a položení vnútorných orgánov. Vytvára sa mezoderma a dvojstranná (**bilaterálna**) symetria. Hrebeňovky sa preto pokladajú za predkov červov, z ktorých vznikli ďalej mäkkýše a článkonožce. Známe sú od ? devónu, väčšinu však tvoria recentné formy.

Skupina Bilateria (Triploblastica) dvojstranovce

Patria sem mnohobunkové organizmy, ktoré majú tri zárodočné listy: ektoderma, entoderma a mezoderma (obr. 39). Tráviaci systém má dva otvory – ústny a vylučovací - análny.

V ektoderme vzniká pokryvný skeletu (pancier), hmatové orgány a nervový systém. Z entodermy vzniká tráviaci systém a z mezodermy vnútorná kostra, obehový systém a iné. Oddelenie *Bilateria* sa delí na dve vývojové vetvy:

Vývojová vetva Protostomia (Gastroneuralia)- prvoústovce

Vývojová vetva Deuterostomia (Notoneuralia) – druhoústovce

Odlišujú sa od seba spôsobom vzniku mezodermy a odlišným vznikom ústneho a análneho otvoru a delením vajička, ktoré je v prvotnom štádiu špirálne.

Vývojová vetva Protostomia (Gastroneuralia) - prvoústovce

Ak má dospelý organizmus ústny otvor na mieste prvotného ústneho otvoru (prvoústa – *protostóm*) embryonálneho štádia gastruly a análny otvor je na náprotivnej strane ústneho otvoru, patrí k prvoústym organizmom **protostomia**. Ich nervová sústava je vyvinutá na vnútornej strane brušnej dutiny. Pre zástupcov prvoústych je charakteristické štádium trochofórovej larvy. Skeletálne časti schopné fosilizácie sú ektodermálneho pôvodu.

Zástupcami tejto vývojovej vetvy (Protostomia - prvoústovce) sú organizmy kmeňov:

Plathelminthes (ploskavce), Mollusca (mäkkýše), Annelida (obrúčkavce), Arthropoda (článkonožce), Bryozoa (machovky) a Brachiopoda (ramenonožce), pričom machovky a ramenonožce sú niekedy zaraďované do kmeňa Tentaculata (chytadlovce) ako triedy.

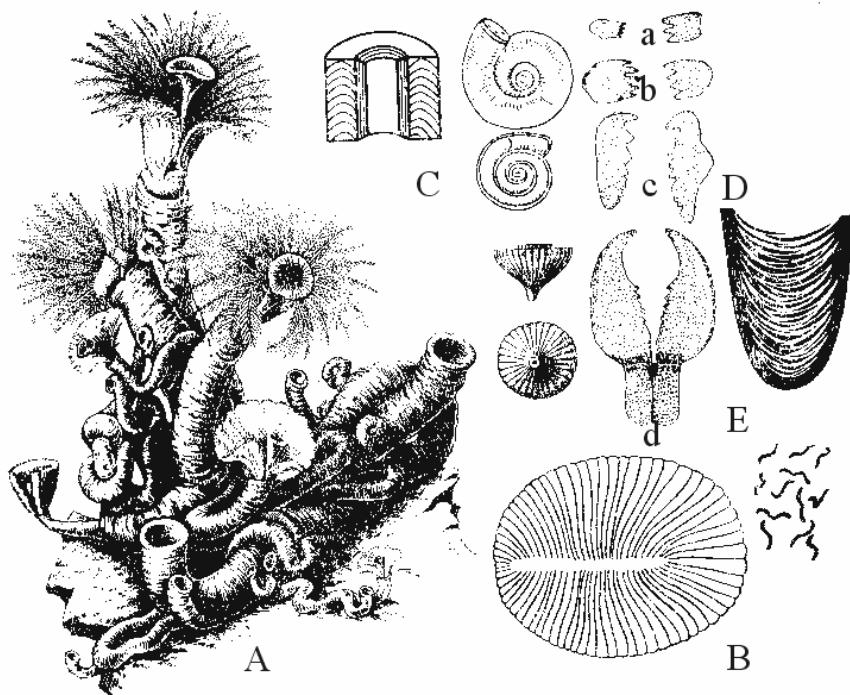
Vývojová vetva Deuterostomia (Notoneuralia)- druhoústovce

patria sem živočíchy, u ktorých sa prvoústa menia na análny otvor a ústny otvor vzniká druhotne na opačnom konci tela. Prvky vnútornej kostry bývajú mezodermálneho pôvodu.

Zástupcami tejto vývojovej vetvy (Deuterostomia – druhoústovce) sú organizmy zaradené do kmeňov: Echinodermata (ostnatokožce), Hemichordata (Enteropneusta) (vnútrožiabrovce), Chordata (chordáty).

Kmeň – Annelida (obrúčkavé červy) vend – recent

Predstavitelia kmeňa sa vyskytujú vo všetkých zemepisných šírkach, v suchozemskom ako aj vo vodnom prostredí, kde sa vyskytujú až do abysálnych hĺbok. Niektoré sú parazitické. Najdiverzifikovanejšie sú v trópoch, kde dĺžka ich tela môže dosahovať až tri metre. V miernom pásme sú najznámejšie dážďovky a pijavice. Väčšina z nich je pohyblivá - lezú, zarývajú sa, plávajú, iba niektoré z nich sú pripevnené k podkladu (*Serpula* (silúr-recent) a *Spirorbis* (ordovik-recent)) (obr. 65).



Obr. 65 Zástupcovia kmeňa Annelida A-*Serpula vermicularis* Linne, B-*Dickinsonia* sp., C-*Spirorbis* sp. prirez schránky, D čelútný aparát u červov - skolekodonty a-maxilly IV, b- maxilla III, c-maxillyIII, d-maxillyI (kliešte), E- parazitické červy podľa: MICHAILOVA ET AL. 1989

Annelida (obrúčkavé červy) sú charakteristické bilaterálnou súmernosťou, telo majú obalené v kožovitom svalnatom vaku, telo je segmentované, niekedy až na niekoľko stoviek častí. U primitívnych foriem je každý článok (*segment*) zakončený dvoma štetinami (*parapódie*) - výrastkami kožovitého vaku. Prednú časť tela predstavuje hlavová časť, ktorá je tvorená zrastením predných článkov, zadnú časť (*análnu*) tvoria články zadného oddelenia. Majú dobre rozvinutý tráviaci systém, pohlavný systém, svalovú sústavu, nervovú sústavu, krvný obeh, vylučovací systém, niekedy aj dýchačový systém. Zmyslové orgány predstavujú oči, nosové (čuchové) jamky, orgány rovnováhy, ako aj hmatové orgány. Okrem vonkajšej segmentácie je viditeľná aj vnútorná segmentácia (v každom článku sa opakuje obsah orgánov všetkých sústav). Väčšinou sú oddeodeného pohlavia, niektoré sú obojpohlavné a niektoré sa rozmnožujú nepohlavne (pričným delením). Ich ontogenéza prebieha larválnym štádiom – larva je trochofórového typu.

Schránka (kostra)

Skelet, ak sú schopné si ho tvoriť, je vonkajší, aglutinovaný, rohovinový, chitínový, alebo vápnitý. Tvar skeletu je rúrkovitý, rôzne nepravidelne vinutý. Môžu byť horninotvorné a vytvárať serpulové vápence. Niektoré červy majú aj striešky, ktorými zakrývajú ústie a čeľustný aparát (*skolekodonty*) (obr. 65 a - d). Vo fosílnom stave sa zachovávajú hlavne odtlačky, stopy po lezení (**bioglyfy**) (obr. 66) a chodby (**fukoidy**).



Obr. 66 Paleogénny pieskovec so stopami po lezení červov, archív Kat. geológie a paleontológie, foto autori.

druhotný biogénny pôvod následkom prechodu sedimentujúceho ílu tráviacou sústavou biofiltrátorov.

Systém:

Annelida delíme do niekoľkých tried, pričom tri z nich sú pre ich geologickú činnosť dôležitejšie.

Myzostomia (myzostómy) (ordovik – recent)

Polychaeta (mnohoštetinavce) (proterozoikum – recent)

Oligochaeta (máloštetinavce) (ordovik – recent)

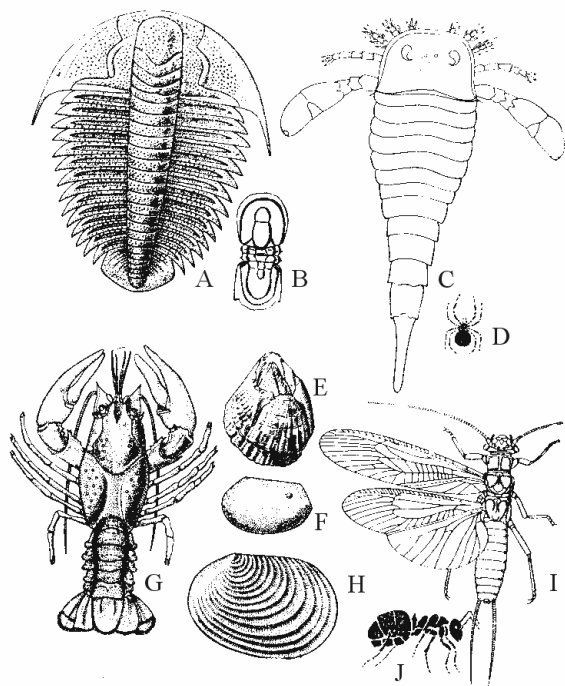
Hirundinea (píjaviče) (? kambrium - recent)

Geologický vývoj:

Prvé *Annelida* boli bez kostry, okrem foriem, ktoré mali chitínový obal. Poznáme ich od proterozoika. Niektoré z prvých anelíd (*Dickinsonia* sp.) boli opísané ako *Cnidaria (Coelenterata)*. Annelidy s vápnitými rúrkami sú známe od kambria po recent a sú predkami článkonožcov a mäkkýšov.

Kmeň Arthropoda (článkonožce) vend - recent

Arthropoda sú najpočetnejší, vysoko organizovaný kmeň organizmov. Obsahujú viac ako 3 mil. druhov, pričom väčšina z nich patrí k hmyzu. Žijú vo všetkých prostrediach – vo vode, pôde, na suchu a vo vzduchu. Niektoré z nich sú parazitické. Telo majú bilaterálne súmerné, zložené z článkov, pokrytých **kutikulou**,



Obr. 67 Zástupcovia kmeňa Arthropoda. A,B-Trilobitomorpha, C-Chelicerata, D, I,J-Tracheata, E-H- Branchiata. podľa: Michailova et. al. 1989

chitínovým pancierom, štítom alebo obalom, často inkrustovaným karbonátom. Tvorí si teda vonkajšiu kostru – exoskelet. Niektoré majú schránky zložené z dvoch misiek *Ostracoda* (lastúničky) (obr. 67 F), niektoré majú vápnité “schránky” (*Balanus*) zložené z piatich doštičiek (obr. 67 E).

Ku kutikule sa vo vnútri pripevňujú svaly tela. Kutikula sa niekoľkokrát počas života vymieňa. Pancier nerastie, preto ho živočích po istom čase zhadzuje. Počas bezpancierového štádia živočích rastie a na jeho konci vzniká nový pancier. Majú dobre vyvinutú dýchaciu sústavu (**trachey - vzdušnice a pľúcne vaky** u suchozemských foriem, **žiabre** u vodných

článkonožcov), nervovú, tráviacu, obehovú a endokrinnú sústavu. Majú rôzne typy očí, najčastejšie sú **schizochroické** alebo **facetové** oči.

Klasifikácia

Je založený na segmentácii tela, stavbe hlavovej časti tela a spôsobe dýchania. Článkonožce delíme na 4 podkmene (obr. 67). Známe sú od vendlu do recentu.

Podkmeň – Trilobitomorpha (trojlalokovce) vend - perm

Podkmeň – Chelicerata (klepietkavce) kambrium - recent

Podkmeň – Crustaceomorpha (Branchiata) (kôrovce) kambrium - recent

Podkmeň – Tracheata (Uniramia) (vzdušnicovce) kambrium, - recent

Podkmeň – Trilobitomorpha (trojlalokovce) (vend-perm)



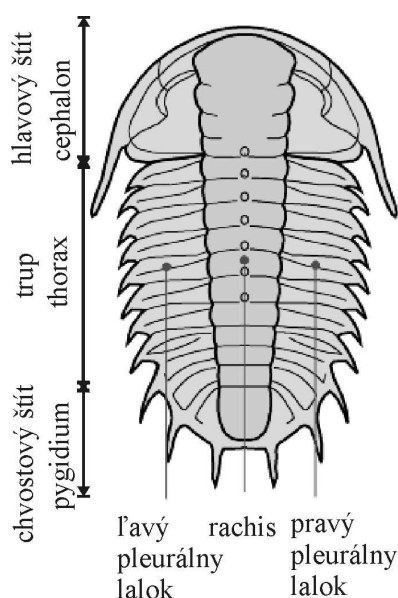
Patria sem vymreté paleozoické článkonožce, pre ktoré je charakteristické rozdelenie tela dvomi pozdĺžnymi brázdami na 3 časti – osovú a dve bočné, ktoré sa u iných článkonožcov nenachádza. Priečne sú rozdelené tiež na tri časti – hlavovú, hrudnú a chvostovú. ***Trilobitomorpha*** pozostávajú z 10 tried z ktorých najdôležitejšia, najpočetnejšia a z geologického hľadiska najvýznamnejšia je trieda ***Trilobita***.

Obr. 68 Prekremenelý pancier trilobita radu Ptychopariida podľa: WHITE 1990.

Trieda Trilobita (trilobity) kambrium-perm

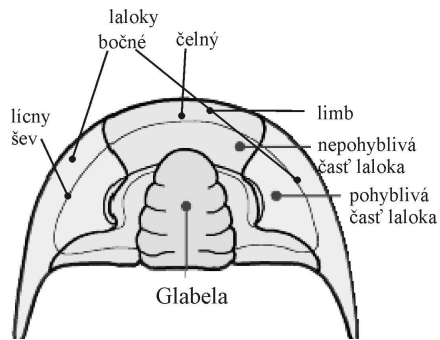
Vymreté, morské paleozoické organizmy, z ktorých sa vo fosílnom stave zachovávajú chitínové panciere, ich jadrá a odtlačky a veľmi zriedkavo odtlačky celého organizmu, aj mäkkých častí tiel, ako oči, tráviaca sústava.

Pancier pokrýva telo iba z chrbtovej strany a je zľahka ohnutý smerom do vnútra, vytvára dublúru. Je to tenký, chitínoidný pokryv impregnovaný kalcitom alebo fosfátom kalcia. Niekedy sú panciere mineralizované (obr. 68). Vonkajší povrch panciera môže byť hladký, alebo skulptúrovaný. Rozmery panciera bývajú od



niekoľkých mm až do 70 cm. Pancier je priečne aj pozdĺžne rozdelený na 3 časti: Pozdĺžne sa nachádza časť osová, alebo centrálna – rachis (**rhachis**) a dve bočné časti – pleury (**pleurae**). Podľa takéhoto pozdĺžneho delenia dostali trilobity meno. Priečnymi brázdami sa telo rozdeľuje na hlavový štít - cefalón (**cephalon**), trup – tórax (**thorax**) a chvostový štít - pygidium (**pygidium**) (obr. 69).

Obr. 69 Schematické zobrazenie hlavných stavebných častí panciera trilobita, zdroj: GON.S.M.III, 2001

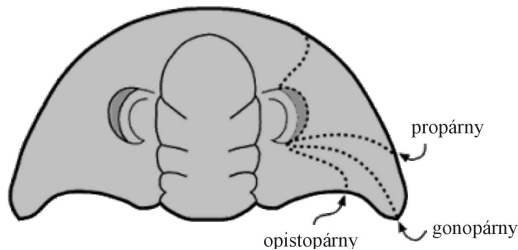


Obr. 70 Hlavné stavebné jednotky hlavového štítu trilobita upravené podľa: GON.S.M.III, 2001

Hlavový štít - cefalón pozostáva z piatich segmentov a má rôzny tvar a veľkosť. V centre cefalónu je vypuklá časť rachisu – **glabela**, ktorá môže mať rôzny tvar (obr. 69, 70, 71), veľkosť a vypuklosť. Pozdĺž predného okraja je vyvinutý pás, ktorý nazývame **limbus**, okolo glabely sú rozložené **laloky** – čelný lalok a dva bočné laloky. V prípade, že sú na lalokoch prítomné oči, prechádza cez ne licny šev, ktorý rozdeľuje lalok na dve časti. Časť laloka priľahlá ku glabele je nepohyblivá, vonkajšia časť môže byť pohyblivá

(obr.69). Tvar **licneho šva** je dôležitým charakteristickým znakom. Môže mať 4 charakteristické typy – **propárny**, **opistopárny**, a **gonopárny** (obr. 71). Vo fosílnom stave sa často nachádzajú cefalóny bez pohyblivých častí lalokov. Oči trilobitov môžu byť jednoduché alebo zložené. Počet jednoduchých očí môže dosiahnuť až 15 000. Zložené oči bývajú **facetové** a **schizochroické**.

Typy licneho šva u trilobitov



Obr. 71 typy licneho šva u trilobitov upravené podľa: GON.S.M.III, 2001

Primitívnejšie facetové oči predstavujú početné, malé, k sebe priliehajúce šošovky pokryté tenkou spoločnou blankou. Schizochroické sú dokonalejšie, zložené z menšieho počtu pomerne veľkých očiek. Tvar očí môže byť okrúhly až kosákovitý. Rozmery očí sa pohyujú od malinkých, sotva viditeľných očiek až po ohromné oči,

ktoré môžu zaberat' takmer celý povrch lalokov. Niekedy môžu byť umiestnené na koncoch tykadiel. Na hlavovom štíte sa nachádza 5 párov končatín.

Trup - hrudná časť - **tórax** pozostáva z 2 až 44 segmentov. Každý z nich je v osovej časti vypuklý, na bokoch plochý. Bočné zakončenie **pleur** je ohnuté, alebo rovné (obr. 68).

Osová, centrálna časť **rachis** môže byť hladká alebo ostnatá.

Chvostová časť - **pygídium** má od 1 – 34 segmentov. Niekedy tieto chýbajú a sú viditeľné ako brázdny na rachise. Niekedy je chvostová časť zachovaná ako rachis a pleury chýbajú. Končí sa osovým trňom, alebo bočnými trňami.

Končatiny sa vo fosílnom stave zachovávajú len ojedinele. Pripevnené sú ku každému segmentu na hranici brušnej a bočnej strany. Na hlavovom štíte je jeden pár končatín vyvinutý vo forme tykadiel – **antén (antennae)**, ktoré spĺňajú funkciu hmatovú a funkciu chemoreceptorov, 4 nasledujúce páry, ako aj končatiny hrude a chvosta sú dvojvetvové a spĺňajú funkciu pohybu a dýchania. Zriedkavo dva posledné páry na hlavovom štíte pripomínajú klepetá kraba. U niektorých posledný pár končatín pygidia pozostáva z dvoch fúzovitých nožičiek. Elementy stavby panciera sú zobrazené na obrázkoch č. 69-71.

Tráviaci systém pozostáva z úst nachádzajúcich sa na brušnej strane hlavy, z hltanu a žalúdka pod glabelou a z dlhého čreva, ktoré sa končí análnym otvorom na konci rachisu. Trilobity dýchali vonkajšími žiabrami, obehová sústava sa zachováva

na pancieroch vo forme odtlačkov ciev. Zo zmyslových orgánov poznáme oči a tykadlá. Trilobity počas vývoja od larválneho štádia menili pancier asi 30 krát, preto vo fosílnom stave môže jedného jedinca predstavovať množstvo pancierov, ktoré odpovedajú rôznym štádiám ontogenézy. Rekonštrukcia ontogenézy ukazuje, že prvé štádium má pancier odpovedajúci iba hlavovému štítu, neskôr pribúda chvostová časť a ako posledná časť hrudná. Môže sa u nich vyskytovať aj pohlavný dimorfizmus (výskyt rozdielnych tvarov u samičiek a samčekov).

Základy systematiky a klasifikácia

delí sa na 8 radov, 5000 rodov, ktoré zahŕňajú okolo 15 000 druhov (obr. 71).
(Podľa: FORTEY ET AL. 1997)

Rady triedy *Trilobita*:

- Rad *Agnostida* – spodné kambrium - ordovik
- Rad *Redlichiida* – spodné a stredné kambrium
- Rad *Corynexochida* – spodné až vrchné kambrium
- Rad *Ptychopariida* – spodné kambrium - devón
- Rad *Phacopida* – ordovik - devón
- Rad *Lichida* – spodný ordovik - vrchný silúr
- Rad *Asaphida* – stredné kambrium – silúr
- Rad *Proetida* – ordovik – perm



Agnostida Redlichiida Corynexochida Lichida Phacopida Proetida Asaphida Ptychopariida

Obr. 72 Typickí zástupcovia uvedených radov, podľa: GON.S.M.III, 2001

Rad *Agnostida* – spodné kambrium - ordovik

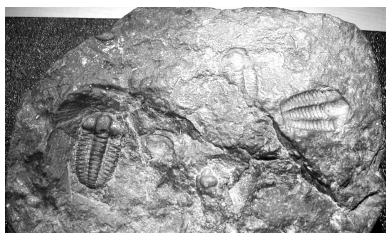
Obr. 73
Pygidium
trilobita rodu
Agnostus sp.
Skrýje, Pod
Hruškou, ČR.
(kambrium-
ordovik) foto
autori. veľmi
zväčšené



Trilobity uvedeného radu majú v hrudnej časti 2-3 segmenty. Hlavový a chvostový štít sú si veľmi podobné (obr. 72, 73). Pri zadnom okraji hlavového štítu okolo glabely sú dve trojuholníkové vypukliny, ktoré sa však nenachádzajú na chvostovom štíte. Oči a líčne švy obyčajne chýbajú, ak sú prítomné, sú propárne. Rozmery – od niekoľkých mm do 2 cm.

Najbohatší je rad *Agnostida*, ktorý nemá oči, ani líčne švy. Charakteristický rod: *Agnostus* (kambrium-ordovik).

Rad *Redlichiida* – spodné a stredné kambrium



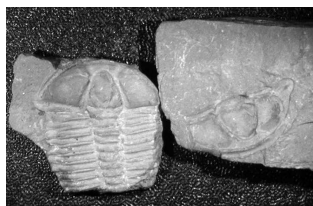
Obr. 74 Odtlačky trilobitov *Ellipsocephalus* sp. v hornine, Jince ČR, (spodné-stredné kambrium), foto autori.

Zahŕňa najprimitívnejšie trilobity (obr.71, 73). Telo majú dlhé, sploštené, hlavový štít veľký, glabelu s výraznými brázdami. Oči veľké, s očnými striedkami, lícny šev metapárneho typu. Počet segmentov (článkov) hrude je nestály 12-44. Segmenty sú zakončené tŕňami, tretí segment je často zväčšený a nesie veľký tŕň. Chvostová časť je malá, často zakončená **telsonom** (chvostovým tŕňom, ihlicou). Poznáme až do 90 rodov, z ktorých charakteristické sú rody *Paradoxides* (stredné kambrium), *Ellipsocephalus* (spodné,

stredné kambrium), *Hydrocephallus* (stredné kambrium) (obr. 74), *Olenellus* (spodné kambrium).

Rad *Corynexochida* – spodné až vrchné kambrium

Telo je predĺžené, oválne, hlavový štít je veľký, okrúhly s ostňami (obr. 71). Glabela je dlhá, dopredu rozšírená. Oči sú úzke, s očnými oblúkmi. Líčne švy sú opistopárne. Počet hrudných segmentov je 5-12. Chvostový štít je veľký alebo stredne veľký, môže mať okrajové ostne. Poznáme až 75 rodov, z ktorých charakteristický je rod – *Edelsteinaispis* (spodné kambrium), *Iliaenus* (ordovik)



Obr. 75 Odtlačok panciera trilobita rodu *Conocoryphe* sp. Skryje, ČR (stredné kambrium), foto autori.

Rad *Ptychopariida* – spodné kambrium - perm

Glabela má rôzny tvar, oči často chýbajú. Líčne švy sú opistopárne, menej propárne (Obr. 71). Počet segmentov v hrudnej časti býva od 6-25. Chvostový štít je dobre viditeľný, pozostáva z malého počtu segmentov. Rozkvet dosiahli v kambriu a ordoviku. Poznáme až 800 rodov, z ktorých charakteristické sú rody – *Trinucleus* (ordovik), *Asaphus* (spodný-stredný ordovik), *Scutellum* (silúr-devón), *Conocoryphe* (silúr-devón) (obr. 75).

Rad *Phacopida* – ordovik - devón



Obr. 76 Cefalón trilobita *Dalmanitina* sp. Skryje, ČR (ordovik-silúr) foto autori

Malé alebo stredne veľké trilobity, ktoré majú hlavový štít s rozširujúcou sa glabelou (obr. 71, 76). Oči schizochroické, líčne švy propárne alebo gonopárne, zriedkavo opistopárne. Počet segmentov v hrudnej časti je od 8-19. Chvostový štít je rôzny, stredných rozmerov, často má bočné tŕne alebo stredový tŕň. Poznáme okolo 180 rodov, charakteristické sú rody – *Cheirurus* (vrchný ordovik-stredný devón), *Dalmanites* (silúr-stredný devón), *Phacops* (silúr-devón) mal schopnosť stáčať sa, *Dalmanitina* (ordovik-silúr) (obr. 76).

Rad *Lichida* – spodný ordovik - vrchný silúr

Patria sem opistopárne trilobity stredných, až veľkých rozmerov (obr.71). Hlavový a chvostový štít je veľký, so svojráznou stavbou. Glabela je široká. Pygidium je veľké, pleurálne časti sú listovité alebo tŕňovité. Povrch býva hrbolčekovitý.

Poznáme asi 25 rodov, charakteristické rody sú *Terataspis* (devón), *Dicranopeltis* (ordovik-silúr), *Lichas* (ordovik-silúr).

Rad Proetida – ordovik – perm



Obr. 77 Phillipsiidné trilobity, karbón, Ochtiná, SR, foto autori

Malé trilobity, v súčasnosti oddelené od radu Ptychopariida (obr.71). Majú opistopárnu sutúru, glabela veľká, vypuklá, dobre viditeľná, oči sú zvyčajne prítomné, veľké, holochroické. Tórax má 8-22 článkov, bez, alebo s dlhými trňami. Pygidium malé, obyčajne bez ostňov. Charakteristické rody: *Phillipsia* sp. (karbón), *Proetus* (karbón).

Rad Asaphida – stredné kambrium – silúr

Veľká skupina trilobitov, zahŕňa až 20% všetkých známych druhov (obr.71). Hlavový a chvostový štít sú približne rovnaké, tórax pozostáva z 5-12 článkov, glabela je slabo vyznačená, oči sú na stopkách, alebo polmesiacovitého tvaru. Niekedy sú oči veľmi veľké. Licny šev je opistopárny. Niektoré mali schopnosť stáčať sa (obr. 77). Charakteristické rody *Asaphus* sp. (spodný, stredný ordovik), *Trinuclaus* sp. (ordovik).

Ekológia trilobitov:

Trilobity sú morské, prevažne bentické, zriedkavo aj planktonické, a pelagické formy. Bentické sa pohybovali plazením, niekedy sa zarývali do podkladu. Boli herbivorné, detritofágne alebo nekrofágne. Planktonické formy majú veľké oči, guľovitú glabelu a na pancieri rôzne ostne a trne. Trilobity sa mohli skrúcať rôznym spôsobom – sklopiť sa ako kniha, schovať hlavu pod chvost alebo sa stočiť do kruhu.



Obr. 78 skrútený trilobit radu *Asaphida* zdroj: www.animaldiversity.com

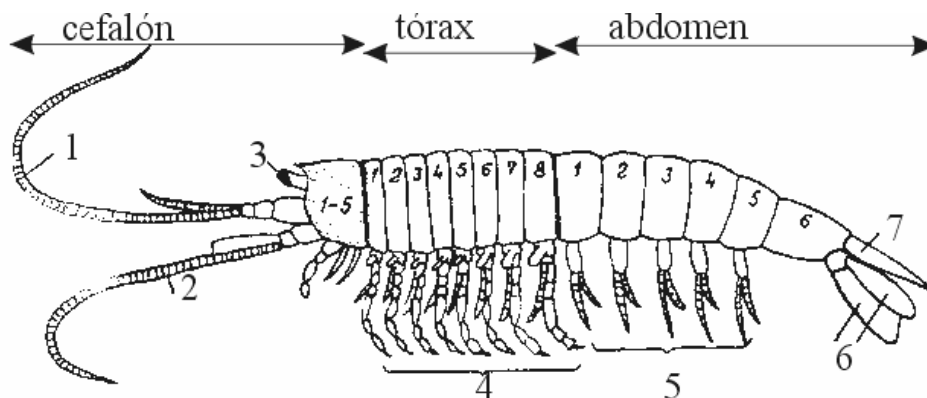
Geologický vývoj :

Vo vendé sú známe odtlačky trilobitov bez panciera. Počnúc kambriom, poznáme už *Agnostidy*, *Olenellidy* a iné – od počiatku s veľkým množstvom druhov. Toto množstvo môže svedčiť o tom, že vznikli mnoho skôr, ale boli to formy bezskeletové. Celkovo sa evolučný trend prejavoval v zväčšovaní počtu segmentov hrude. Pri hlavovom a chvostovom štíte sa prejavuje redukcia segmentácie, najzreteľnejšie na hlavovom štíte. V kambriu prevládali trilobity s výraznou segmentáciou glabely, veľkými hlavovými štítmami a malými chvostovými štítmami. Neskôr sa u trilobitov zväčšujú chvostové štíty. Geologický význam majú v kambriu a v ordoviku, menej v silúre a spodnom devóne.

Podkmeň Crustaceomorpha (Branchiata) (kôrovce) kambrium - recent

Trieda Crustacea kambrium-recent

Patria k nim napríklad kraby, raky a krevety. Žijú hlavne vo všetkých vodných prostrediach. Dýchajú žiabrami, preto existuje pre ne aj iný názov - *Branchiata*. Telo pozostáva z troch častí – hlavy – cefalónu (**cephalon**), hrude – tórax (**thorax**)



Obr. 78 Schéma stavby predstaviteľov podkmeňa *Crustaceomorpha* 1 antenula, 2 anténa, 3 oko, 4 pereopódy, 6 uropódy, 7 telzón (podľa: MULLER 1963)

a bruška – abdómen (**abdomen**) (obr. 78). Hlava je tvorená z piatich zrastených segmentov a má päť párov končatín. Prvý pár sú tykadielka – *antenuľy* (**antennulae**), druhý pár sú tykadlá – *antény* (**antennae**), tretí pár sú *vrchné čeľuste*, štvrtý a piaty *spodné čeľuste* (obr. 67). Prvý, alebo prvé dva segmenty hrude obyčajne zrastajú s hlavovými segmentami a ich končatiny sa premieňajú na noho-čeľuste. Vzniká hlavohruď – cefalotórax (**cephalothorax**). Bruško sa odlišuje počtom a stavbou segmentov, ako aj končatinami. Väčšina z nich má chvostový trň – telzón (**telson**), vzniknutý zrastením posledných párov končatín a análnej platničky (obr.78). Majú vonkajšiu kostru, chitínovú, alebo vápenatú. Chitínová kostra má tvar panciera alebo štítu. Môžu ju však predstavovať aj dve misky. Ich rozmery sa pohybujú od niekoľkých mm až do 80cm. Poznáme ich od kambria do recentu.

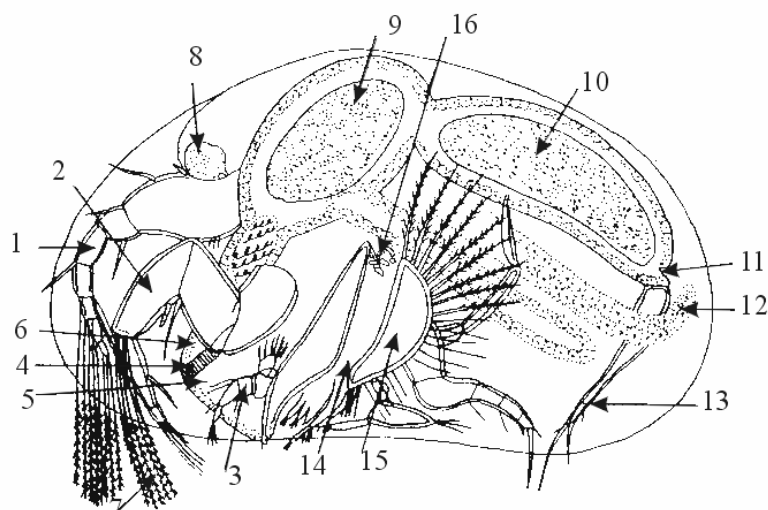
Trieda Crustacea sa delí na 6 podtried, z ktorých len 3 majú významnejšie zastúpenie vo fosílnom stave:

- Branchipoda* – (lupeňonôžky) ?kambrium, devón – recent**
- Ostracoda* – (lastúrničky) ?kambrium – ordovik – recent**
- Copepoda* – (veslonôžky) devón recent**
- Cirripedia* – (fúzonôžky) silúr - recent**
- Cephalocarida* – (hlavovky) karbón – recent**
- Malacostraca* – (rakovce) kambrium - recent**

Podtrieda Branchipoda – (lupeňonôžky) ?kambrium, devón - recent

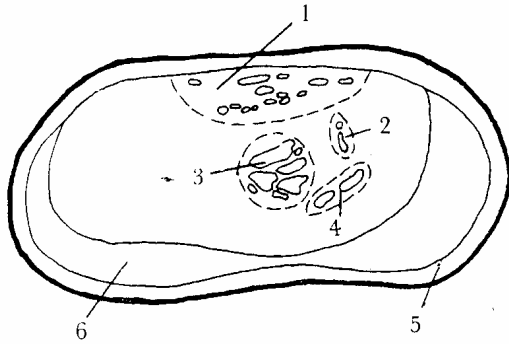
Primitívne ráčky, ktoré žijú v sladkých, zriedkavo slaných, brakických a hypersalinných jazerách. Segmenty hrude sa nespájajú s hlavou. Stavba segmentov je rovnaká. Majú facetové oči, ktoré sú uložené na tykadlách, kolmých k hlave. Hrudné končatiny majú žiabre (žiabronôžky). Geologický význam majú iba ráčky radu *Phylopoda* devón – recent. Do tohto radu patria ráčky s veľkosťou do 3 cm, ktoré majú žiabre listovitého tvaru a vonkajší chitínový skelet niekedy impregnovaný CaCO_3 zložený z dvoch misiek. Ich farba môže byť svetložltá až tmavohnedá. Hrudné končatiny sú listovité. Pri zvliekaní odhadzujú chitínový povrch mäkkého tela, schránka sa pri tom zachováva. Preto sú na vonkajšom povrchu schránky viditeľné prírastkové línie, medzi ktorými môže byť rôzna skulptúra. Recentné žijú v brakických a sladkých vodách, preto fosilné formy sa pokladajú za indikátory kontinentálneho pôvodu sedimentu.

Podtrieda Ostracoda – (lastúrničky) ?kambrium, ordovik – recent



Obr. 79 Stavba tela zástupcov podtriedy *Ostracoda* 1 prvý pár tykadiel, 2 druhý pár tykadiel, 3 mandibula, 4 ústny otvor, 5 spodná pera, 6 vrchná pera, 7 plávacie štetinky, 8 oko, 9 žalúdok, 10 črevo, 11 anus, 12 vaječník, 13 furka, 14 maxila, 15 dýchacia platnička, 16 odtlačky svalov (podľa IVANOVA 1962)

Majú vápnitú schránku zloženú z dvoch misiek, nesegmentovanú hrudnú časť a jedno jednoduché očko (obr. 79, č.8). Sú obyvateľmi všetkých typov vôd. Schránka nemá línie rastu, čo je spojené s častým menením schránky (lienenie, zvliekanie). Jej farba je svetlosivá až biela. Vonkajší povrch schránky je hladký alebo skulptúrovaný. Jej rozmery sa pohybujú od 1mm do 2 cm. Na vrchnom okraji schránky sa misky spájajú – tvoria zámkový okraj, ktorý držia svaly - **ligamenty** alebo zámok, ktorý pozostáva z jamiek a zúbkov, ktoré do seba zapadajú. Na vnútornom povrchu schránky sú odtlačky uzatváracích svalov, ktoré môžu predstavovať jeden odtlačok (jednoduché), alebo mnoho odtlačkov rôzneho tvaru (zložené) (obr. 79, 80). Jedna z misiek je väčšia. V prednej časti majú očný výčnelok (zodpovedá polohe oka). Stavba schránky je rôzna u samičiek a samčekov, vyskytuje sa u nich pohlavný dimorfizmus. U samičiek je zadná časť misiek vypuklá, čo je späté s výskytom plodovej komory. Ostrakódy žijú v morských, brakických aj sladkovodných nádržiac, žijú aj v mlákach a vo vlhkej lesnej pôde. Mnohé z nich sú pohyblivým sa (vagilným) bentosom, zriedkavo sa zarývajú, alebo sú planktonické. Ostrakódy môžu



Obr. 80 schránka a svalové odtlačky rodu *Erpetocypris* 1 dorzálna skupina odtlačkov, 2 tykadlová skupina, 3 odtlačky zvieráčov, 4 mandibulárna skupina, 5 zrastové pásmo, 6 voľná vápenatá časť vnútornej lamely (podľa: POKORNÝ 1954)

byť horninotvorné – tvoria vápence aj slieň. Prvé sú známe z kambria. Kambrické mali slabo vápnitú schránku, rovný zámkový okraj, očný výbežok a veľký, jednoduchý svalový odtlačok. Od ordoviku sú známe až 2 cm veľké vápnité schránky, ktoré mali rovný zámkový okraj, zložené svaly a očné výčnelky. Od devónu sú známe ostrakódy s malými schránkami. Mezozoické a kenozoické sú charakteristické

malými schránkami s dĺžkou do 3 mm, oblúkovitými zámkovými okrajmi, a neprítomnosťou očného výčnelku. Ostrakódy majú veľký biostratigrafický význam, hlavne pre roponosné oblasti vďaka malým veľkostiam, rôznorodosti stavby a výskytom v rôznych typoch prostredia (morské až sladkovodné).

Charakteristické rody: *Candona* (paleogén-recent), *Cypris* (neogén – recent), *Cyprideis* (miocén – recent).

Podtrieda Cirripedia (fúzonôžky) silúr-recent

Do tejto podtriedy patria ráčky, ktoré predstavujú sesilny bentos. Známe sú iba z morských a brakických vôd, zo všetkých hĺbok, až do abysálu. Mäkké telá ráčkov vytvárajú vápnité platničky, ktoré tvoria rôzne domčekovité tvary. Vo vnútri schránky je ráčik pripevnený chrbtovou stranou k báze domčeka a končatiny na brušnej strane sa vysúvajú do priestoru, aby mohli loviť potravu. V súčasných moriach sú známe morské rody – *Lepas* (pliocén-recent), *Balanus* (eocén-recent) (obr. 81). Vo fosílnom stave sú častejšie iba izolované platničky, celé jedince sa nachádzajú veľmi zriedkavo.



Obr. 81 *Balanus* sp. (eocén-recent) tri jedince narastené na sebe, Sandberg, foto autori.

Podkmeň Chelicerata (klepietkavce) kambrium-recent

Patria sem pavúky, kliešte, škorpióny a iné (obr. 67 C). Ich telo sa skladá z dvoch častí – z hlavohrude - cefalothorax (**cephalothorax**) a bruška abdomen (**abdomen**). Niekedy sa bruško končí chvostovým trňom alebo platničkou. Hlavohrud sa skladá zo 6 segmentov a má 6 párov diferencovaných končatín. U všetkých klepietkavcov prvým párom sú **chelicery** – klepetá. Bruško sa skladá z rôzneho počtu segmentov – obyčajne z dvanástich. Niekedy sú končatiny bruška redukované alebo sú zmenené na žiabre. Dýchajú prevážne žiabrami, alebo pľúcnymi vakmi. Oči sú jednoduché, zložené, alebo chýbajú. Kostra je chitínová, pokrýva hlavohrud a niekedy celé telo. Ich dĺžka je od 0,5mm až viac ako 2m. Väčšina recentných chelicerát sú suchozemské, v malom množstve aj vodné, morské organizmy.

V systéme sú organizmy podkmeňa klepietkavce rozdelené podľa rôznych autorov do 2 až 5 tried:

Trieda Merostomata (hrotnáče) kambrium – recent

Trieda Scorpionomorpha –(šťúry) silúr - recent

Trieda Arachnoidea (pavúkovce) devón - recent

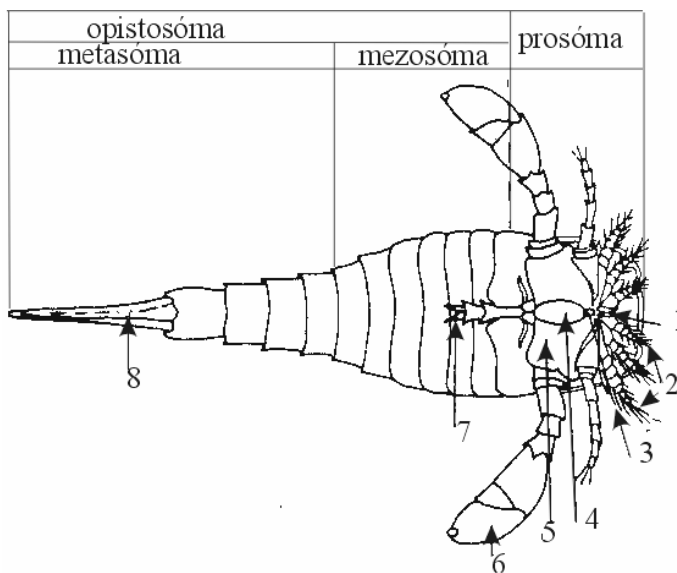
Trieda Solifuga (solifúgy) karbón – recent

Trieda Acaromorpha – devón – recent

Klasifikácia klepietkavcov je založená na báze počtu segmentov bruška, jeho diferenciácie, delenia končatín hlavohrude a špecifikácie orgánov dýchania a očí. Vo fosílnom stave je najpočetnejšia podtrieda *Eurypterida* (kyjonožce) (obr. 82). Ostatné sú známe už od paleozoika, ale nemajú geologický význam.

Trieda Merostomata (hrotnáče) kambrium – recent

Trieda hrotnáče zahŕňa vodné, hlavne paleozoické živočíchy, ktoré nesú



znaky ako klepietkavcov, tak trojlalokovcov. Všeobecne majú tieto organizmy žiabrové dýchanie, nestály počet segmentov bruška, a na konci trň alebo platničku. Majú pár zložených očí a pár jednoduchých očí. Kyjonožce a ostrochvosty boli vodné organizmy, plávali pomocou šiesteho páru končatín, premeneného na “veslá”. V nedospelom štádiu plávali vrchnou stranou dole, na pohyb používali žiabrové platničky (recentné ostrochvosty takto

Obr. 82 Podtrieda *Eurypterida*: *Eurypterus remipes* Dekay, ventrálna strana, 1 chelicery, 2 kráčovité nôžky, 3 ústny otvor, 4 metastóm, 5 operkulum, 6 plávacia nôžka, 7 genitálny privesok, 8 telzón (podľa EASTON 1960)

plávajú stale). Vo fosílnom stave sa uchovávajú chitínové panciere eurypterid (kyjonožcov) a ostrochvostov. pancier máva rôznu hrúbku, môže byť rôzne ornamentovaný.

Patria sem dve podtriedy: vymreté, paleozoické **Eurypterida (kyjonožce)** (obr. 82) a tiež fosílné a recentné **Xifosura (ostrochvosty)** (obr. 84).

Podtrieda Eurypterida (kyjonožce) stredný ordovik – perm.



Obr. 83 zástupcovia podtriedy *Eurypterida*
www.animaldiversity.com

Boli to vodné, prevažne morské alebo brakické a sladkovodné paleozoické živočíchy, z ktorých poznáme asi 200 fosílnych druhov. Boli pravdepodobne bentické, zriedkavo planktonické formy. Zahrnuje vymreté článkonožce, ktorých tvar tela je veľmi rôznorodý (rod *Myxopterus* je veľmi podobný škorpijónom), v princípe však ich hlavohruď má 6 párov končatín. Prvý pár sú klepetá rôznej veľkosti, od malých dĺžok až do dĺžky tela. Ich úlohou je lovenie a porcovanie potravy. Druhý, tretí, štvrtý a piaty pár končatín slúži na pohyb. U niektorých hrotnáčov je piaty pár zmenený na orgány rovnováhy. Najcharakteristickejší je šiesty pár končatín, ktorý je dlhý, na konci veslovite rozšírený (na plávanie) a podobá sa na krídlo (podľa neho je aj názov eury – široko ptery – krídlo).

Bruško kyjonožcov pozostáva stabilne z 12 segmentov, ktoré sú pohyblivo spojené. Posledné 1 až 3 segmenty sa tvarom odlišujú od predošlých. Majú tvar trňa alebo platne. Rozmnožujú sa pohavne, oplodnenie prebieha vo vnútri, alebo mimo tela. Majú dva rozdielne typy genitálnych príveskov, kde sa predpokladá, že jedny boli samčie a druhé samičie. Žili ako aktívny bentos, nektoré ako nektón (boli schopné aktívne plávať) v morských, brakických, alebo sladkých vodách. Niektoré druhy mohli tráviť dokonca určitý časový interval aj na súši. Rozmery týchto živočíchov sa pohybujú od 10-20 cm až nad 2 m.

Geologický vývoj: Prvé určité kyjonožce poznáme od ordoviku, ale ich pravdepodobný predok *Kodymirus* pochádza zo stredného kambria. Najväčší rozmach dosiahli koncom ordoviku. Charakteristický rod: *Eurypterus* (vrchný silúr-spodný devón).

Naformátováno

Podtrieda Xifosura (ostrochvosty) kambrium recent

Do triedy patria iba 3 rody a 5 druhov recentných živočíchov. Zahrnuje merostomáty s kruhovitým, alebo oválnym telom, ktoré je pokryté pevným, chitínovým pancierom, ktorý pokrýva cefalotórax (prosóma). Menší, často trojuholníkový "trojhlavokovitý" pancier pokrýva opistosómu a majú dlhý ostrý chvostový trň – telson. Veľkú hlavohruď tvoria zrastené články bez stop segmentácie. Obsahuje hlavové a viscerálne orgány, 69 párov nôh (nemá tykadlá). Dýchanie zabezpečuje 5 párov žiabier. Paleozoické ostrochvosty mali segmentáciu metasómy výraznú.

V triede Xifosura rozlišujeme iba dva rady: **Synziphossurina a Lumulina (Xifosurida)**

Najstaršie ostrochvosty poznáme z kambria, prežili do dnes. Charakteristické rody : *Chasmaspis* (ordovik), *Paleolimulus* (karbón-perm), *Limulus* (recent).



Obr. 84 Podtrieda *Xiphosura* rod *Limulus* (recent) dorzálna a ventrálna strana, zdroj: [www. animal diversity](http://www.animaldiversity)

Podkmeň Tracheata (Uniramia) (vzdušnicovce) vrchné kambrium - recent

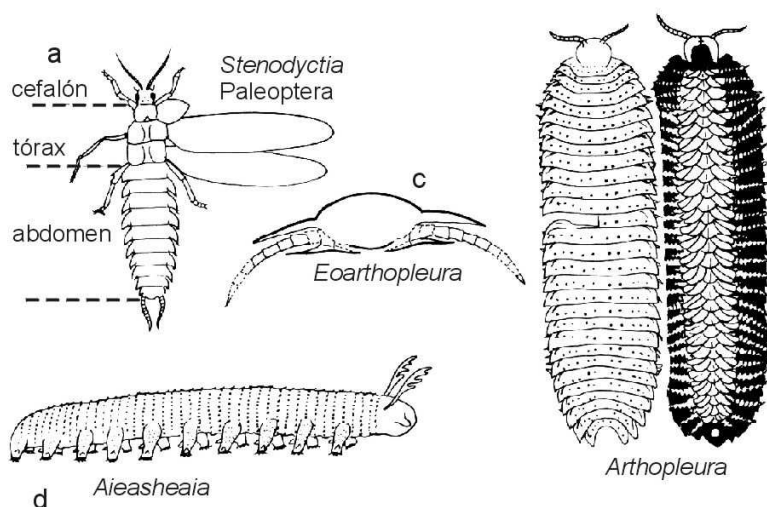
Patrí tu najpočetnejšia skupina organizmov, trieda *Insecta* - hmyz, ktoré žijú na suchej zemi, alebo druhotne prešli do vodného prostredia. Kmeň zahŕňa niekoľko tried, z ktorých nasledovné sú najvýznamnejšie:

Trieda *Onychophora* (pazúrikavce) vrchné kambrium –recent

Trieda *Myriapoda* (viacnôžky) vrchný silúr –recent

Trieda *Apterygota* (bezkrídlovce) devón - recent

Trieda *Insecta* (*Ectognatha*) (hmyz) devón-recent



Obr. 85 zástupcovia podkmeňa Tracheata: a. Paleodiktiopteroidný hmyz zo stefanu, lok. Commentry (x0,55), b,c, - *Arthropleurida* (x0,08): b - *Arthropleura* z ventrálnej a dorzálnej strany, c. prierez *Eoarthropleura*, devónska forma, d. rekonštrukcia fosilného pazúrikavca *Aisheia* zo stredného kambria, Burgeská lokalita (x1,8), upravené podľa: ENAY (1993)

Trieda Myriapoda (viacnôžky) vrchné kambrium -recent

Telo zástupcov triedy pozostáva z hlavy a trupu. Hlava má jeden pár tykadiel a tri páry čeľustí. Počet segmentov trupu býva okolo 11 - 200, rozmery tela dosahujú



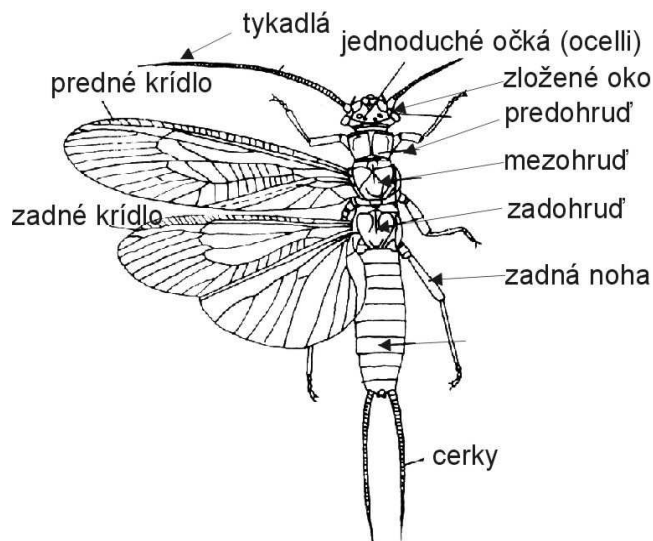
Obr. 86 *Millipeda* sp. mnohonôžka z permu v Illinois, USA, zdroj - www.ucmp.berkeley.edu.

od 0,3 mm do 30 cm. Na každom článku majú pár príveskov – končatín. Sú to suchozemské živočíchy, často žijú v pôde, v dreve. Patrí tu okolo 10 tisíc recentných a fosilných suchozemských druhov. Vo vrchnom karbone mohli existovať gigantické mnohonôžky radu *Arthropleura* (obr. 85). V rámci miriapódov vydeľujeme 4 skupiny, u ktorých nie je jasné, aké majú príbuzenské vzťahy. Dve z nich (*Symphyla* a *Pauropoda*) obsahujú jemné článkonožce, ktoré žijú v listovke a v pôde.

U článkonožcov podtriedy *Diplopoda* (mnohonôžky) každý zo segmentov dospelých mnohonôžok má dva páry nôh. Oproti stonôžkám sú to väčšinou detritivory – živia sa rozkladajúcimi sa rastlinnými zvyškami, iba niektoré sú mäsožravé. Nakoľko mnohonôžky majú tenkú, jemnú kutikulu, a žijú v podmienkach nevhodných pre fosilizáciu, fosilne zvyšky miriapódov sú vzácne.

Podtrieda *Chilopoda* zahŕňujú pravé stonôžky, ktoré majú iba jeden pár nožičiek na každom segmente. Sú predátormi, prvý pár končatín majú zmenený na pár klepiet s jedovými žľazami.

Trieda Insecta (Ectognatha) (hmyz) devón-recent



Obr. 87 Stavba tela lietavého hmyzu (*Perla* sp.), podľa: MULLER (1963)

žilkami sú najjemnejšie žilky, ktoré tvoria sieťovitú kresbu ako napríklad u vážky a šidla. Bruško má 5 - 11 segmentov a nemá končatiny, je okrúhle alebo podlhovasté. Dýchajú tracheami, iba u vodného hmyzu vznikajú druhotné tracheálne žiabre. Oči môžu mať facetové, zložené alebo jednoduché.

Niektoré typy riečného hmyzu, alebo ich larvy, majú aglutinované schránky rôzneho tvaru. Dĺžka tela hmyzu býva od 1mm až do 33 cm, rozpätie krídiel u fosílnych vážok dosahuje až do 75 cm (*Meganeura*- vrchný karbón).

Hmyz predstavuje jediné bezstavovce, ktoré dokázali osídliť vzduch. Fosilny hmyz nachádzame v kontinentálnych sedimentoch, iba zriedkavo v morských uloženiach (solnhofenské bridlice). Vo fosílnom stave sa veľmi zriedkavo nachádzajú celé jedince hmyzu – v jantáre, íloch, rašeline. Najlepšie sa zachovávajú ich krídla, ktoré sa podobajú na krídla semien krytosemenných rastlín, líšia sa však asymetrickým žilkovaním.



Obr. 85 Oligocénny krídlatý hmyz, Colorado, zdroj - www.ucmp.berkeley.edu.

Systematika:

Systematické delenie triedy je založené na tom, či organizmus má, alebo nemá krídla, alebo či je prvotne bezkrídly. Delenie krídlatého hmyzu je založené na stavbe krídel, ústnych orgánov a priebehu ontogenézy.

Triedu rozdeľujeme na 2 podtriedy:

Apterygota (bezkrídlovce) (stredný devón – recent)

Pterygota (krídlovce) (vrchný karbón – recent)

Táto najpočetnejšia trieda organizmov obývajúcich našu Zem, obsahuje okolo 1 mil. rôznych druhov.

Telo pozostáva z troch častí – hlavy, hrude a bruška a je pokryté chitínovou kutikulou. Hlavu tvoria štyri články (*segmenty*). Jeden článok má pár tykadiel - *antén* a tri páry ústnych končatín. Hruď tvoria tri segmenty, ktoré nesú 6 končatín (*hexapoda*). Na treťom segmente hrude môžu byť umiestnené krídla (ploché výrastky kutikuly) (Obr. 83). Krídla majú asymetrické žilky. Medzi hlavnými a doplnkovými

Zástupcovia podtriedy **Apterygota** sú primitívnejšou, vývojovo staršou skupinou organizmov. Primárne nemajú krídla a ich ontogenetický vývoj prebieha z larvy na imago bez premeny. Patria tu chvostoskoky, švehly, jednochvostky a iné. Zástupcovia triedy **Pterygota** majú na druhom a treťom segmente krídla.

Geologický vývoj:

Evolúcia hmyzu prebiehala hlavne počas devónu. Prvým dôležitým momentom bol vznik krídel vo vrchnom kambriu (*Paleoptera*), v rovnakom čase vznikajú gigantické vážky (*Meganeura*), pričom na ich vznik a vývoj existujú mnohé teórie. Dve ďalšie dôležité udalosti vo vývoji hmyzu sa udiali vo vrchnom paleozoiku, a to schopnosť skladať krídla (*Neoptera*) a holometabolická ontogenéza. Na konci permu vymrelo mnoho druhov hmyzu. Moderný charakter hmyzej fauny sa utváral počas jury a do konečnej podoby dospel na základe vývoja kvitnúcich rastlín v kriede (požierači peľu) a vývoja cicavcov v terciéri (parazitický hmyz – blchy, vši), ako aj vznikom socializácie určitých skupín hmyzu - predchodcov *Isoptera* (rovnokrídlovce) (termity) a neskôr *Hymenoptera* (blanokrídlovce) (mravce a včely). Vývoj **triedy *Insecta*** teda úzko súvisí s vývojom rastlín a zvlášť s kvitnúcimi rastlinami. Rozšírenie hmyzu je limitované teplotným režimom, nutným pre život jeho lariev. Známe sú skupiny, ktoré existujú iba v lesoch, trópech alebo v stepiach. Ich úzky vzťah k rastlinám nám umožňuje používať ich ako indikátory rastlinných spoločenstiev a klimatických pásiem. Pre mezozoikum je sladkovodný hmyz použiteľný aj v stratigrafii.

Geologický vývoj článkonožcov

Článkonožce vznikli z obrúčkavých červov, na čo poukazuje ich embryogenéza, segmentácia a iné znaky. Potvrdzujú to aj výskyt z vendu, ktoré majú prechodné znaky medzi obrúčkavcami a článkonožcami. V spodnom kambriu sú už známe trojlalokovce, kôrovce, klepietkavce. Takáto diverzita poukazuje na skorší



Obr. 86 Termit v jantáre, USA, zdroj: www.150.si.edu/150trav/discover

vznik článkonožcov ako v kambriu a na ich rýchly vývoj, radiáciu. Možno prepokladať polyfyletický vznik z mnohých skupín obrúčkavcov. V kambriu ordoviku a v silúre majú najvyššiu diverzitu trilobity, ktoré v perme vymreli. V spodnom kambriu vznikli klepietkavce. Ich prvý rozvoj je v silúre a počas devónu, kedy dosiahli najväčší rozkvet aj kyjonožce, tieto vznikli v ordoviku a vymreli v perme. V súčasnosti z klepietkavcov dosiahli rozvoj pavúky, ktorých prvých predstaviteľov poznáme z devónu. V spodnom kambriu sa objavili raky – ich geologický vývoj je rekonštruovaný pre jednotlivé rady. Hmyz vznikol

z mnohonôžok, primitívnych článkonožcov, blízkych k červom. Prvý hmyz bol bezkrídly (devón), no už v karbóne sú známe gigantické vážky. Určite boli stále veľmi početnou a diverzifikovanou skupinou (v závislosti od rastlín). Článkonožce už od kambria obývali nie len vodné, ale aj suchozemské prostredie (mnohonôžky). Rôzne skupiny sa postupne prispôbovali atmosferickému dýchaniu pomocou tracheí (*Insecta* - hmyz), alebo pľúcnych vakov (*Arachnida* - pavúkovce) a osvojili si tak suchozemský spôsob života. V súčasnosti sú najrozšírenejšou skupinou organizmov na svete.

Obsah

Učebné texty	Error! Bookmark not defined.
Úvod	1
Predstava o biosfére	2
Súčasná biosféra	4
Biologická systematika	5
Klasifikácia	6
Teoretická taxonómia	6
Nomenklatúra	7
Ríša Protista	10
Stavba bunky	10
Schránka (kostra, skelet)	11
Systematika a klasifikácia	11
Kmeň Sarcodina (koreňonožce) prekambrium - recent	12
Podkmeň Rhizpoda (koreňonožce)	12
Trieda – Foraminifera (dierkavce) kambrium - recent	12
Stavba bunky foraminifer :	12
Stavba schránky	13
Apertúra (ústie)	14
Rozmnožovanie a vývoj	15
Základy systematiky a klasifikácia	16
Najcharakteristickejšie rady triedy <i>Foraminifera</i>	16
Evolúcia	18
Ekológia	19
Stratigrafický a horninotvorný význam	19
Podkmeň ACTINOPODA (lúčovce) kambrium - recent	20
Trieda RADIOLARIA (mrežovce) predkambrium? kambrium – recent	Error!
Bookmark not defined.	
Stavba schránky:	Error! Bookmark not defined.
Trieda ACANTHARIA (akantárie) ? holocén, recent	Error! Bookmark not defined.
defined.	
Trieda HELIOZOA (slncovky) (?terciér – recent)	Error! Bookmark not defined.
defined.	
Kmeň CILIOPHORA (nálevníky) devón – recent ..	Error! Bookmark not defined.
Trieda CILIATA (brvavce) devón – recent	Error! Bookmark not defined.
Ekológia	Error! Bookmark not defined.
Podríša Metazoa (Polycytozoa)	30
Nadoddelenie Parazoa (primitívne mnohobunkovce)	30
Kmeň Porifera (hubky) prekambrium – recent	31
Trieda Spongia kambrium – recent	31
Podtrieda Calcispongia (Calcarea) (vápnice) kambrium recent	35
Trieda Sclerospongia	36
Trieda Sphinctozoa	36
Kmeň Archaeocyatha (archeocyáty) spodné – stredné kambrium	37
Trieda Regularis (pravidelné) spodné – stredné kambrium	38
Trieda Irregularis (nepravidelné) spodné - ?vrchné kambrium	38
Ekológia	38
Nadoddelenie Eumetazoa	39
Oddelenie Radiata (Diploblastica, Coelenterata) - mechúrniky	40
Kmeň Cnidaria (přhlivce) proterozoikum - recent	41

<u>Trieda – Hydrozoa (polypovce) kambrium – recent</u>	42
<u>Trieda Hydroconozoa kambrium - krieda</u>	44
<u>Trieda Scyphozoa (medúzovce) kambrium - recent</u>	44
<u>Podtrieda Cubozoa (štvorhranovce) prekambrium - recent</u>	45
<u>Podtrieda Conulata (konulárie) stredné kambrium – trias</u>	45
<u>Trieda Anthozoa (korálovce) kambrium - recent</u>	47
<u>Podtrieda – Tabulatomorpha (kambrium – neogén)</u>	48
<u>Podtrieda Tetracorallia (Rugosa) (štvorlúčovky) ordovik – perm</u>	51
<u>Podtrieda Hexacorallia (šesťlúčovky) trias-recent</u>	53
<u>Ekológia</u>	54
<u>Podtrieda Octocorallia (osemlúčovky) krieda – recent</u>	54
<u>Kmeň Acnidaria (nepŕhlivce)</u>	57
<u>trieda Ctenophora (rebrovky) recent</u>	57
<u>Oddelenie Bilateria (Triploblastica) dvojstranovce</u>	58
<u>Kmeň – Annelida (obručkové červy) vend – recent</u>	59
<u>Skelet (kostra)</u>	60
<u>Kmeň Arthropoda (článkonožce) vend - recent</u>	61
<u>Princíp klasifikácie</u>	61
<u>Podkmeň – Trilobitomorpha (trojlalokovce) (kambrium-perm)</u>	62
<u>Trieda Trilobita (trilobity) kambrium-perm</u>	62
<u>Základy systematiky a klasifikácia</u>	64
<u>Ekológia trilobitov:</u>	66
<u>Geologický vývoj:</u>	66
<u>Podkmeň Crustaceomorpha (Branchiata) (kôrovce) kambrium - recent</u>	67
<u>Trieda Crustacea kambrium-recent</u>	67
<u>Podtrieda Branchiopoda – (lupeňonôžky) ?kambrium, devón - recent</u>	68
<u>Podtrieda Ostracoda – (lastúrničky) ?kambrium, ordovik – recent</u>	68
<u>Podtrieda Cirripedia (fúzonôžky) silúr-recent</u>	69
<u>Podkmeň Chelicerata (klepietkavce) kambrium-recent</u>	70
<u>Trieda Merostomata (hrotnáče) kambrium – recent</u>	70
<u>Podtrieda Xifosura (ostrochvosty) kambrium recent</u>	72
<u>Podkmeň Tracheata (Uniramia) (vzdušnicovce) vrchné kambrium -recent</u>	73
<u>Trieda Myriapoda (viacnôžky) vrchné kambrium -recent</u>	74
<u>Trieda Insecta (Ectognatha) (hmyz) devón-recent</u>	75
<u>Geologický vývoj:</u>	76

Odporúčaná literatúra:

- Brasier, M.D. 1980: Microfossils.
- Debrenne F.1984: Le genre chez les Archeocyathes au Cambrien interieur.-Bull. Soc. Geol. France. ser.7,t.26.N.4 609-619.
- Haq, B.U. et Boersma, A. (eds) 1978: Introduction to marine micropaleontology, Elsevier, New York – Oxford.
- Harland et al. 1989: A Geologic Time Scale. Cambridge University Press.,1990
- Loeblich & Tappan 1987: Foraminiferal genera and their classification.v.1970,v.2-1-v111,1-212 London- New-York, 1988
- Matsuoka, A. 1999: Current Activities of Radiolarian Research. Forma, 14, 199-204, Tokyo Moor T., Pisias N., Keigwin L.,Jr. 1981: Ocean basin ,and depth variability of oxygen isotopes in Cenozoic benthic foraminifera.- Mar. Mikropaleotol.,v 6,N5-6,465-481
- Moroz S. 1983: Geologia a problem Zemi. Kijev, 155. (Ukraine)
- Moroz S. 1996 : Historia biosphery Zemi. Kijev Zapovit. kn. (Ukraine) 1-439, kn.2-422
- Pokorný, V. a kol. 1992, Všeobecná paleontology. Univ. Karlova, Praha
- Pokorný, V., 1954: Základy zoologické mikropaleontologie, Nakl. ČSAV. Praha
- Sokolov B. 1981: Paleontologia, geologia a evoljucia biosfery. v kn. Problem evoljucii geologických procesov. Novosibirsk, Tr. IGGaG SO AN SSSR.V. (rus.) 517,156-166
- Sokolov B. 1984 : Vend system: poloha v stratigraphickej škale. Tr. 27 Medz. Geol. Kongresa, Moskva t.1 Stratigraphia, ,(rus.)111-127
- Stanley 1979 : Macroevolution . San Francisco,
- Špinar, Z. 1960: Základy paleontology bezobratlých, Nakl. ČSAV. Praha
- Švagróvský, J. 1796: Základy systematickej zoopaleontológie/1, (Bratislava)
- Vasseevič N., Guseva A., Lejfmán I 1977: Molekularna biochemia fosilisácii organickej hmoty. In kn. Tr V11 Medzn. Kongres. orhanic. chemii. Moskva t.1,121-122
- Vernadskij V., 1960 Izbrannye sochinenija. Moskva- AN SSSR.t.5.(rus) Zittel K. 1899 : Geschichte der Geologie und Palaontologie bis Ende des 19 Jahrhunderts. Munchen- Leipzig, Oldenbourg.