

Pohlavní soustava

Vojtěch Spousta

Nepohlavní rozmnožování

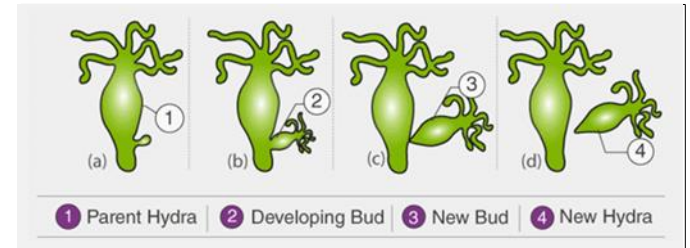
2 typy

■ Agametické-nepohlavní:

- binární dělení, pučení, odškrcování, fragmentace
- založeno na schopnosti **regenerace**, nevyžaduje speciální rozmnožovací orgány
- jediný způsob rozmnožování u primitivních mnohobuněčných - **evolučně nejpůvodnější**

■ Gametické-nepohlavní (partenogeneze):

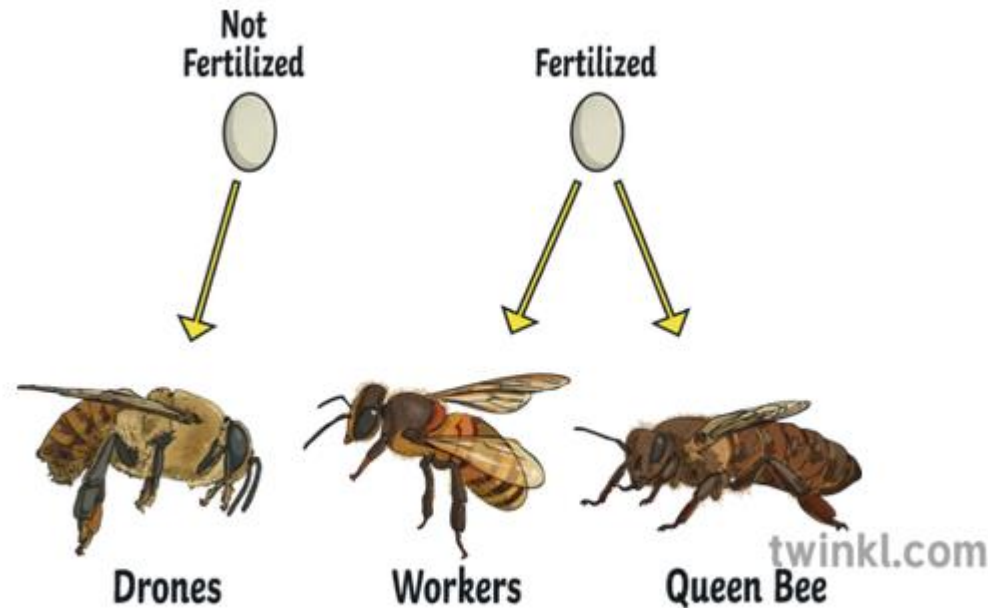
- vývoj jedinců z neoplozených vajíček, potomci geneticky identičtí s mateřským jedincem- **samice**
- zjevně odvozeno z pohlavního rozmnožování – tvoří se gamety
- často vyvolána tlakem prostředí – ztížené podmínky pro pohlavní rozmnožování (endoparazité, vysokohorské populace ještěrek)



Nepohlavní rozmnožování

Partenogeneze – typy:

- thelytokie: z neoplozeného vajíčka se vyvíjí pouze samice (*Procambarus fallax*)
- arrhenotokie: z neoplozeného vajíčka se vyvíjí pouze samci (Hemiptera: Aleyrodidae, u Hymenoptera – **fakultativní**)



Evoluční předstupy pohlavního rozmnožování

- **Autogamie (samooplození):** jádro buňky prodělá několik meiotických dělení a následuje splývání vzniklých dceřiných haploidních jader, u některých „prvoků“
- **Hologamie:** splývání dvou celých jedinců, kteří zastávají funkci gamet

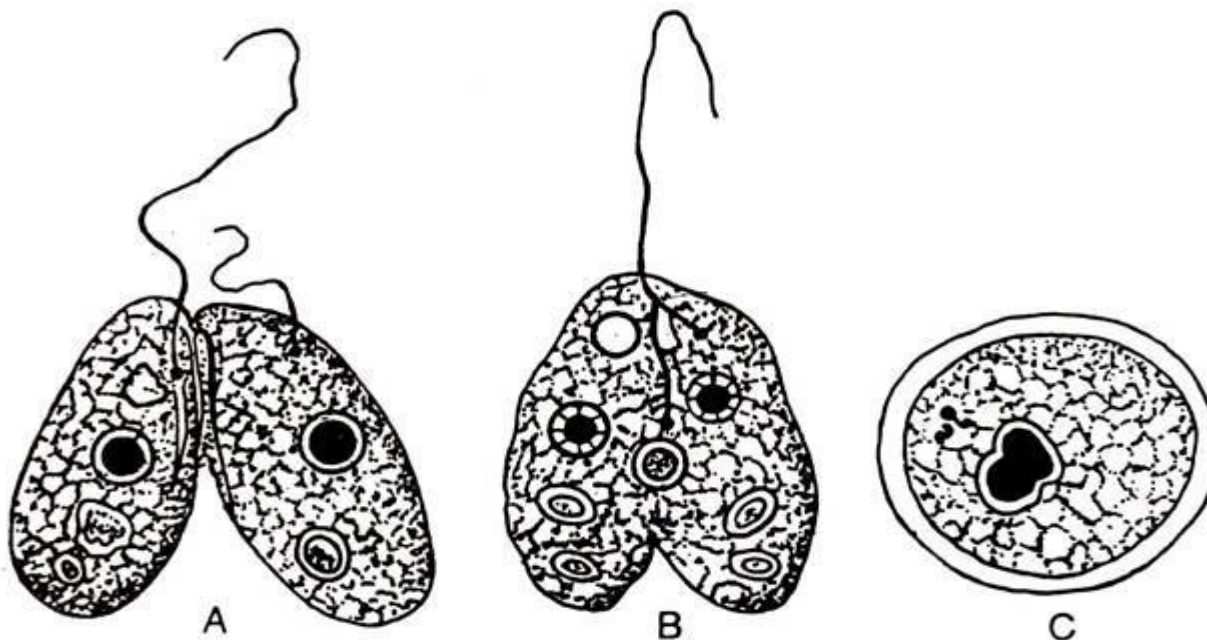


Fig. 18.16. Hologamy in a flagellate capromonas sp. A-B. Fusion of two individuals. C. Encysted zygote

Pohlavní rozmnožování

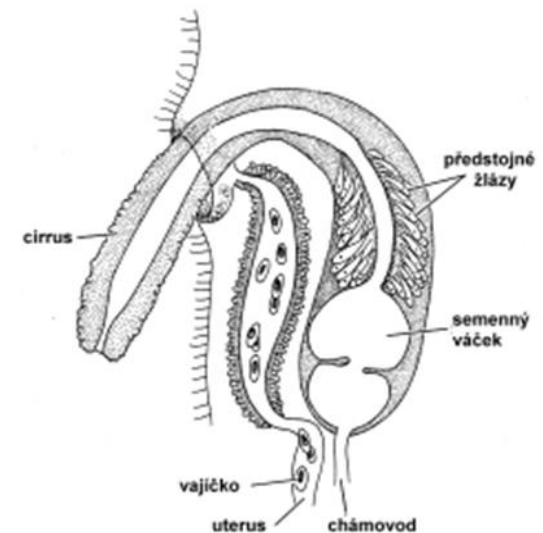
- Splývání haploidních samčích (spermie) a samičích (vajíčka) gamet – vznik **zygoty**
- Existence pohlavních orgánů - **gonád**, vznik ze zárodečného epitelu ve stěně coelomu
 - **varlata (testes)**: produkce spermií
 - **vaječníky (ovaria)**: produkce vajíček
- **Gonochorismus**: oddělená pohlaví, podle pohlavních orgánů lze odlišit samce a samici
- **Hermafroditismus**: jeden jedinec nese samčí i samičí pohlavní orgány, ale většinou stejně dochází k výměně pohlavních buněk mezi jedinci
- Během života hermafrodita může docházet ke zvratu pohlaví
 - **Protandrický**: nejprve samec
 - **Protogynní**: nejprve samice

Vznik gamet

- Ze zárodečných buněk, u různých živočichů se liší čas, za který jsou buňky určeny k formaci gamet
 - **Preformace:** zárodečné buňky se formují v brzkých stádiích vývoje
 - **Epigeneze:** zárodečné buňky se formují v pozdějších stádiích vývoje, často se vznikem gonád, budoucí zárodečná buňka dostává induktivní signál od sousedních buněk
- Ve fázi, kdy je buňka rozpoznatelná jako budoucí zárodečná buňka, je nazývána „**primordial germ cell**“ (PGC)

Přenos gamet

- Nejjednodušším typem oplození **vnější**: pouze u vodních živočichů, produkované gamety vypouštěny coelomu buď speciálními **vývody**, nebo **prasknutím** do vody
- Druhým typem oplození **vnitřní**: u suchozemských živočichů, tvorba **kopulačních orgánů**, které navazují na vývody gonád, u samic **vejcovod** (ovidukt), u samců **chámovod (vas deferens)**



Nepohlavní vs. pohlavní rozmnožování

- **Nepohlavní rozmnožování**

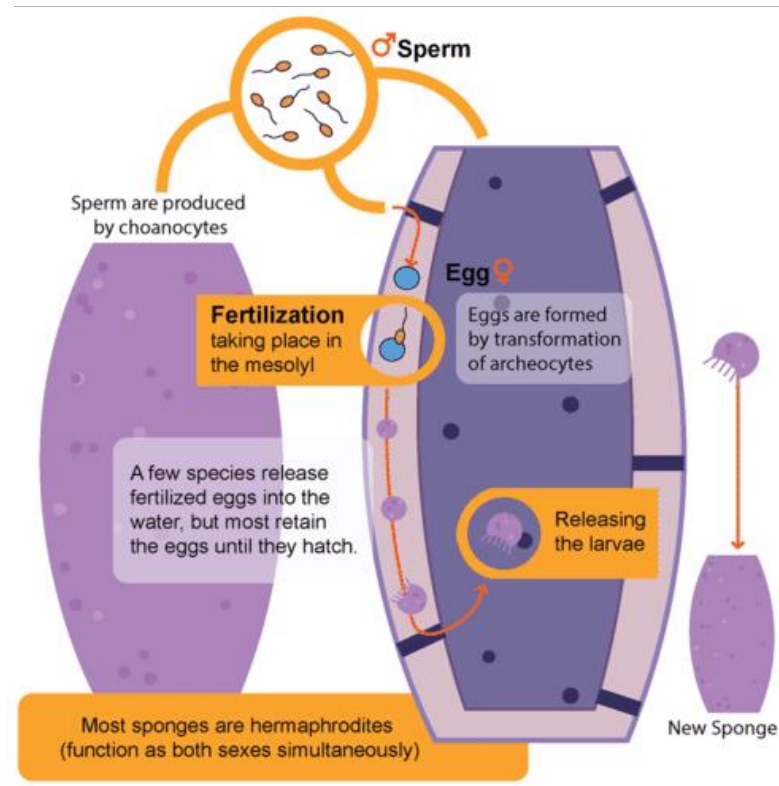
- + rychlejší, vyžaduje méně energie
- z dlouhodobého hlediska nevýhodné, vzniká geneticky uniformní potomstvo

- **Pohlavní rozmnožování**

- + dlouhodobě výhodné, vyšší genetická variabilita potomstva – vyšší schopnost adaptace na změnu podmínek
- vysoká energetická náročnost

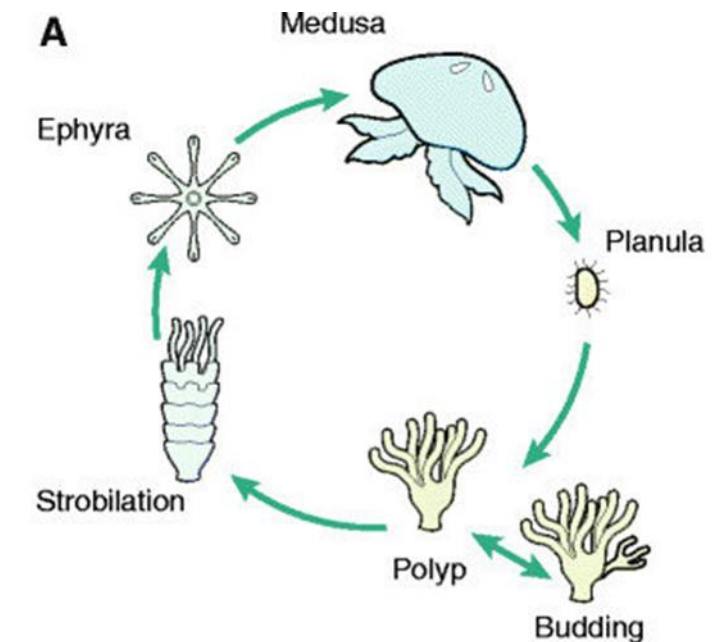
Porifera

- Gamety se diferencují z **archaeocytů** (totipotentních buněk) a **choanocytů**
- Nemají gonády, spermatozoidy a oocyty obaleny přídatnými buňkami a tvoří „**sperm cyst**“, nebo **folikulární epitel**



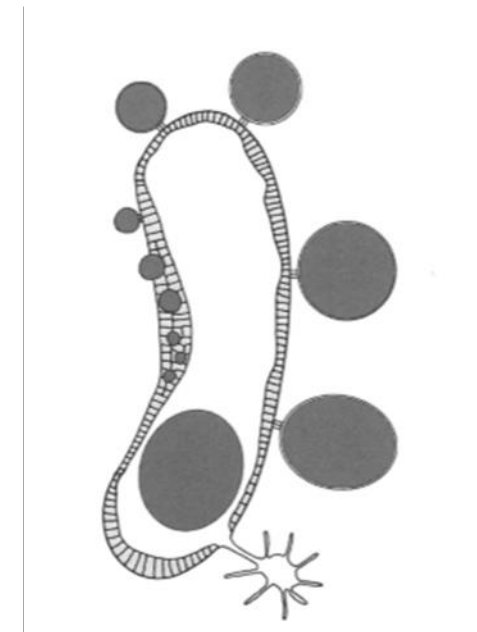
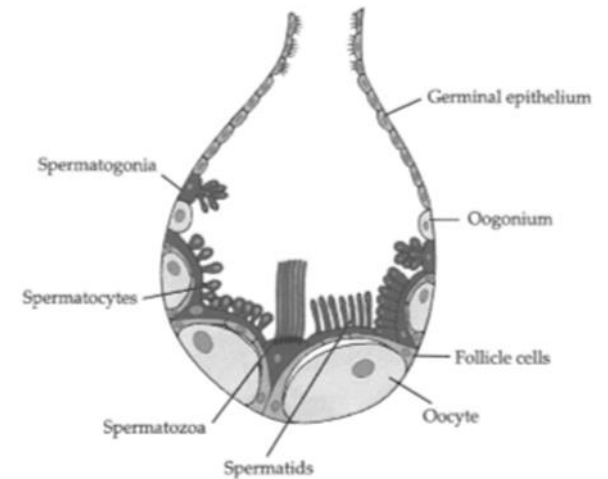
Cnidaria

- Střídání pohlavního a nepohlavního rozmnožování v různých fázích životního cyklu - **metageneze**
 - **Pohlavní** fáze vázána na stadium medúzy (mimo Anthozoa a většinu Hydrozoa), určena k disperzi na větší vzdálenosti
 - **Nepohlavní** fáze vázána na stádium polypa, určena k lokální disperzi
- V pohlavní fázi gamety tvořeny z endodermálních (Scyphozoa, Anthozoa) nebo ektodermálních (někteří Hydrozoa) buněk a migrují do mezoglei, kde se koncentrují a tvoří „**gametogenic areas**“



Bilateria

- Gonády jsou často epitelové váčky, ve většině případů jde o **zárodečný epitel**, ze kterého se tvoří gamety
- U hermafroditů se mohou vyvíjet samčí i samičí gamety společně v jedné gonádě, nebo jsou přítomny samčí i samičí gonády zvlášť
- V určitém stádiu musí gamety opustit zárodečný epitel v některých případech ovšem zůstávají zrající oocyty připojeny k epitelu po delší dobu-
problémy s prostorem (Peripatopsidae (Onychophora), Acari)
 - Oocyty přemístěny mimo epitel a přichyceny z vnější strany **stopkou**



Bilateria

- **Absence gonád:** gamety vznikají z coelomového epitelu a dozrávají v coelomu (Bryozoa, Phoronida, Brachyopoda, pravděpodobně i u některých Annelida a Sipunculida)
- **Gonády odvozené z coelomu:** u některých měkkýšů pozorováno odpojení epitelu gonád od perikardiálního epitelu
- **Kompaktní gonády, transformované na epitelizované:** srovnatelné se vznikem schizocoelu, u Nematomorpha jsou gonády zpočátku kompaktní vrstva buněk, která se později oddělí na buňky periferní a buňky centrální
- **Epitel vzniká kolem zárodečných buněk:** u druhů s brzy rozpoznatelnými PGC buňkami
- Velká rozmanitost ve způsobech tvorby: **vznik gonád pravděpodobně několikrát nezávisle na sobě v průběhu fylogeneze**

	Sexuální (SR) – asexuální (AR) rozmnožování	Gonochoristé (GS)– hermafrodité (HE)
Porifera	SR+AR většinou u jednoho jedince zároveň	HE, některé druhy GS
Cnidaria	SR+AR, Tesserazoa obojí v živ. cyklu	GS+HE, častější GS
Ctenophora	Běžně SR, u některých druhů AR	Většina HE
Acoelomorpha	SR+AR	GS, vzácně HE
Gastrotricha	SR u mořských, AR u sladkovodních (partenog.)	HE nebo samice s primit. ♂ pohlavními org.
Nematoda	většinou SR, někdy AR (partenog.)	GS, vzácně HE
Nematomorpha	pouze SR	pouze GS
Priapulida	pouze SR	pouze GS
Kinorhyncha	pouze SR	pouze GS
Loricifera	SR+AR (partenog.) v komplexních živ. cyklech	pouze GS
Platyhelminthes	SR+AR	HE, málo druhů GS
Gnathostomulida	pouze SR	pouze GS
Eurotifera	SR+AR Monogononta, partenog. Bdelloida	pouze GS
Seisonidea	pouze SR	pouze GS

	Sexuální (SR) – asexuální (AR) rozmnožování	Gonochoristé (GS)– hermafrodité (HE)
Acanthocephala	pouze SR	pouze GS
Cycliophora	SR+AR	GS
Nemertini	většina druhů SR, u <i>Lineus</i> je možná AR	většina GS, některé druhy HE
Kamptozoa	SR+AR	GS i HE
Mollusca	pouze SR	některé skupiny pouze GS, ostatní GS+HE
Sipunculida	SR, pouze <i>Themiste lageniformis</i> partenog.	GS, pouze <i>Golfingia minuta</i> HE
Echiurida	pouze SR	pouze GS
Annelida	SR+AR	Clitellata HE, ostatní GS
Tardigrada	SR, AR (part.) u mnoha sladkovodních druhů	mořské vždy GS, ostatní GS i HE
Onychophora	SR, jedna populace <i>Epiperipatus imthumi</i> AR	GS
Euarthropoda	SR, některé druhy AR (partenog.)	GS, vzácně HE (některé druhy korýšů a hmyzu)
Chaetognatha	SR, AR nedokázána	HE
Bryozoa	SR+AR	jednotlivý zoidi GS nebo HE
Phoronida	SR+AR	většina HE

	Sexuální (SR) – asexuální (AR) rozmnožování	Gonochoristé (GS)– hermafrodité (HE)
Brachiopoda	pouze SR	většina GS, někteří HE
Echinodermata	SR, někdy AR	většina druhů GS, malé druhy často HE
Enteropneusta	SR+AR	GS
Pterobranchia	SR+AR	GS
Tunicata	SR+AR	HE, <i>Oikopleura dioica</i> GS
Acrania	pouze SR	GS, u některých druhů vzácně HE

	Obecná struktura	Struktura gonád	Vznik gamet	Oplodnění
Porifera	bez gonád	-	z totipotentních buněk kdekoliv těle	vnitřní nebo vnější
Cnidaria	gonádám podobné oblasti s akumulací gamet	gametogenické oblasti v MBH	z endodermu nebo ektodermu (několik <i>Hydrozoa</i>)	vnitřní nebo vnější
Ctenophora	gamety akumulovány v určitých oblastech	gamety neúplně ohraničeny endodermem a přídatnými buňkami	z endodermálního epitelu	vnější
Acoelomorpha	gonády jako ovotestis nebo odděleně, gonopór bez kanálku	gonády difundované, folikulární nebo kompaktní, většina druhů bez epitelu	pravděpodobně z pluripotentních buněk - neoblastů v parenchymu	vnitřní, kopulace
Gastrotricha	párové nebo nepárové gonády, ovidukt a samičí gonopór u několika druhů, samčí kanálek a gonopór přítomen, často 2 přídatné orgány	ovotestis nebo vaječníky a varlata, ohraničené epitelem	spermatocyty z epitelu varlat, u vajíček neznámo	vnitřní, spermatocyty přenášeny spermatofory, hypodermálním vpichem, nebo kopulací
Nematoda	párové trubicovité gonády ústící do gonoduktů, samičí gonopór zvláště, samčí ústí do střeva	epiteliálně ohraničené gonády, gametogeneze buď v celé gonádě, nebo v proximální špičce	preformace	vnitřní, kopulace pomocí kopulačních štětín
Nematomorpha	párové trubicovité gonády ústící do gonoduktů, gonopóry u <i>Nectonema</i> , kloaka u <i>Gordiida</i>	Epiteliálně ohraničené trubice u <i>Gordiida</i>	neznámé, oogeneze u <i>Nectonema</i> pravděpodobně z parenchymu	vnitřní, pseudokopulace, oplodnění v samičím gen. traktu
Priapulida	párové gonády, gonodukty fúzí s vylučovacím traktem	u obou pohlaví „pytlíkovité“ epitelizované gonády	z epitelu gonád	vnější u makroskopických druhů, vnější u meiobentických

	Obecná struktura	Struktura gonád	Vznik gamet	Oplodnění
Acanthocephala	gamety v ligamentových váčcích nebo primární tělní dutině,	bez epitelu	oocyty dohledatelné do „central nuclear mass“ v larvě acanthor	vnitřní, kopulace
Nemertini	Bilaterální, sériové gonády s kanálkem a gonopórem	gonády s epitelem a svalovinou	z epitelu	vnější nebo vnitřní, buď pseudokopulace nebo vzácně s kopulačními štětinami
Kamptozoa	párové gonády s krátkými gonodukty	„pytlíkovité“ epiteliovalizované gonády	z epitelu	vnitřní, sběr spermatozoidů z vodního proudění
Mollusca	gonády v gonocoelu, buď separátní gonoducty (Eumollusca) nebo do perikardu (Aplacophora)	epitelizované gonády	z PRC nebo epitelu gonád	vnitřní nebo vnější
Sipunculida	malé párové gonády na bázi retraktorového svaly, gamety vypouštěny volně do coelomu, kde se dále vyvíjejí, ven vypouštěny přes nefridie	kompaktní gonády obklopené coelomovým epitelem	neznámé, možná z peritoneálních buněk	vnější
Echiurida	nepárové gonády součástí součástí coelomového epitelu v blízkosti ventrální hemolymfové cévy, gamety do coelomu, kde se dále vyvíjejí, ven skrze nefridie	Pevné struktury neznámé, pravděpodobně jako u Sipunculida	Neznámé, pravděpodobně z peritoneálních buněk	Vnější („vnitřní“ u <i>Bonellia</i> – samci žijí v samičích nefridiích)
Annelida	sériové „gonády“	coelomový epitel	z coelomového epitelu	Časté vnější u mnohoštětinatců, vnitřní s kopulací u meiofaunálních mnohoštětinatců . U „máloštětinatců“ přenos spermií bez kopulačních

	Obecná struktura	Struktura gonád	Vznik gamet	Oplodnění
Brachiopoda	Bez gonád, gamety zrají v epitelu metacoelu, který často formuje tubulární systém v plášti. Vypouštění gamet do metacoelu a ven skrze coelomové póry	Coelomový epitel metacoelu	Z coelomového epitelu	vnější
Echinodermata	Epitelizované gonády obklopené hemálním sinem, genitálním coelomem (chybí u Holothuria) a částí metacoelu, přítomny gonodukty a gonopóry	Shluk PGC obklopený epitelem, pravděpodobně odvozeným z coelomu	Ze zárodečného epitelu	Vnější, nebo vnitřní sběrem spermatozoidů z vody
Enteropneusta	Sériové váčkovité gonády, každá s vlastním gonoduktem a gonopórem. Gonády zanořené do metacoelu, ale jsou od něj oddělené	Váčkovité gonády s epitelem	Z epitelu gonád, který je tvořen z PGC	vnější
Pterobranchia	Jedna, nebo párové gonády v blízkosti metacoelu	Váčkovité gonády s epitelem	Z epitelu gonád	vnější
Tunicata	nepárové nebo více než jedna hermafroditická gonáda se separátními gonodukty pro spermie a vajíčka	Epitelizované gonády různých tvarů a velikosti	Přesný vznik neznámý, oocyty odvozené z buněk hemolymfy, které se dostanou do gonád v brzkých stádiích vývoje	vnější
Acrania	Sériové gonády obklopené hemálním sinem	Váčkovité gonády s gametogenickým epitelem	Z epitelu gonád	vnější

Zdroje

- Andreas Schmidt-Rhaesa, 2007: The Evolution of Organ Systems
- <http://rocek.gli.cas.cz/Courses/courses.htm>
- http://www.notesonzoology.com/wp-content/uploads/2017/01/clip_image004-10.jpg
- https://www.researchgate.net/figure/Life-cycle-stages-of-Aurelia-A-Life-cycle-scheme-depicting-sexual-reproduction-of_fig3_273471107
- <https://www.ck12.org/biology/sponge-reproduction/lesson/Sponge-Reproduction-Advanced-BIO-ADV/>