

Загадки эволюции личинок мшанок

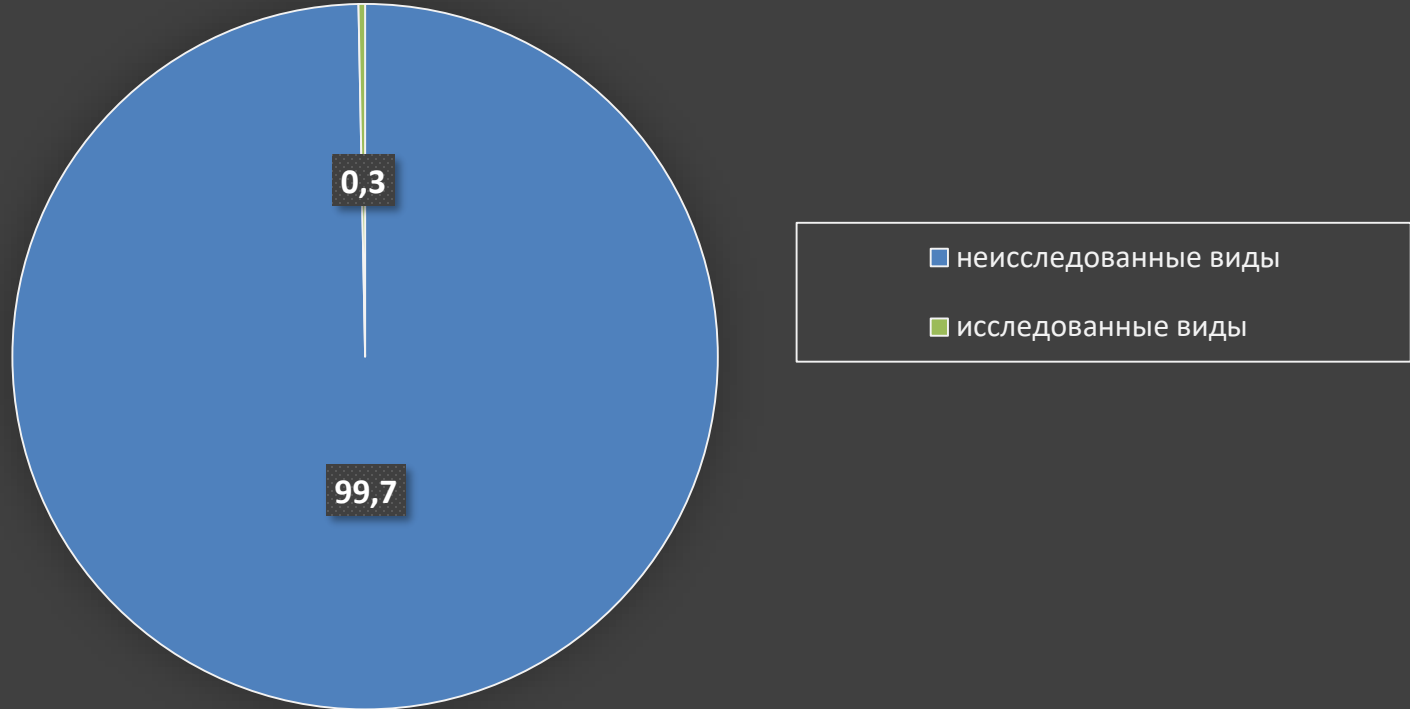
О.Н. Котенко, А.Н. Островский

*Санкт-Петербургский Государственный
Университет, г. Санкт-Петербург*

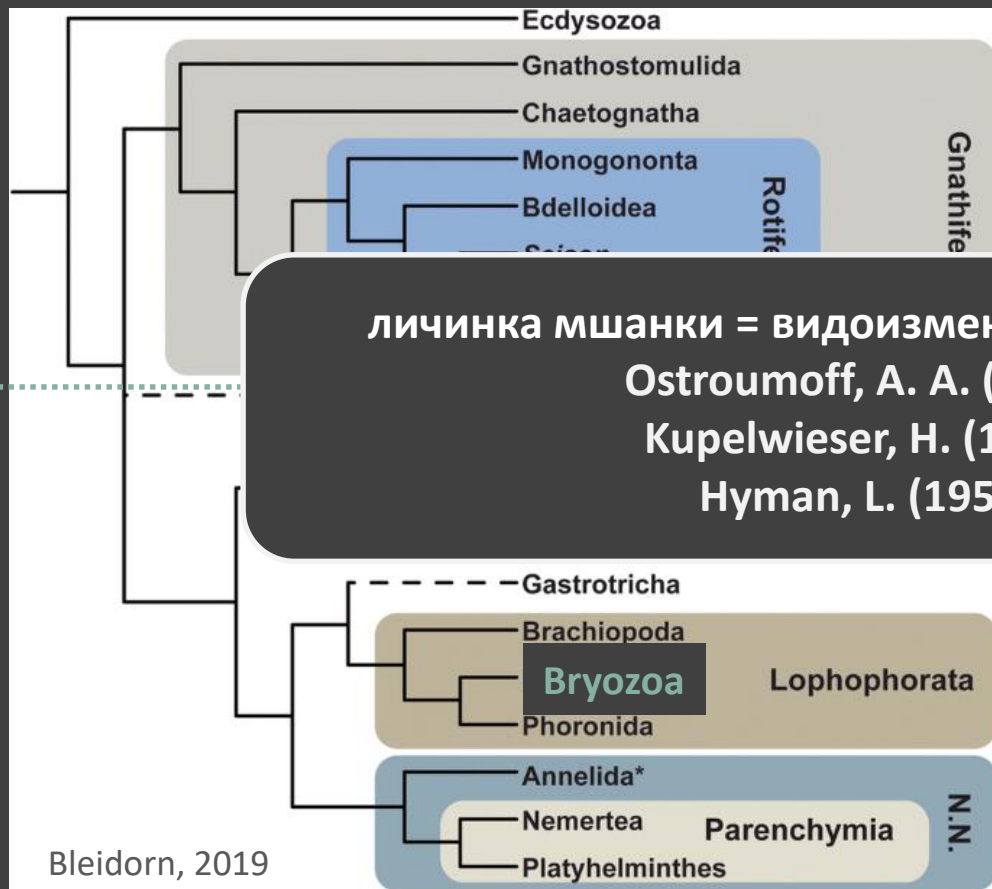
Всероссийская конференция «Морская биология в 21 веке: биология развития, молекулярная и клеточная биология, биотехнология морских организмов», 12-15 сентября 2023 г. Владивосток

Жизненный цикл

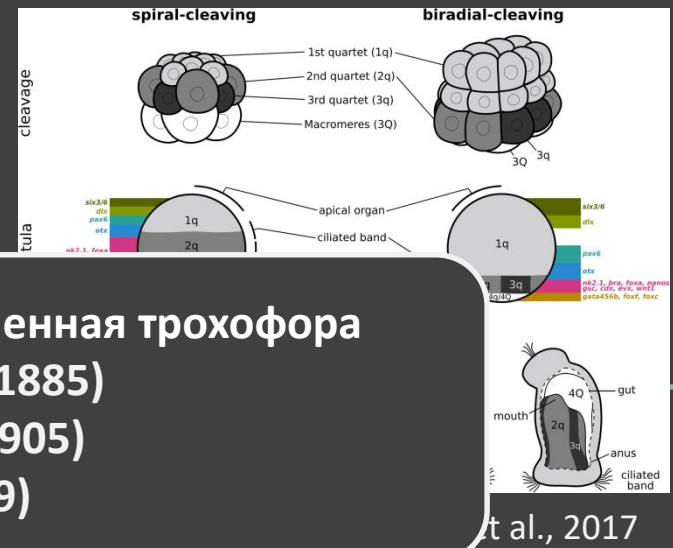
Количество видов, у которых описаны личинки и развитие



Филогенетическое положение и данные биологии развития



личинка мшанки = видоизмененная трохофора
 Ostroumoff, A. A. (1885)
 Kupelwieser, H. (1905)
 Hyman, L. (1959)

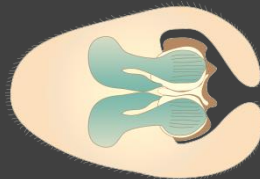


Spiralia Trochozoa
 = *Lophotrochozoa sensu stricto*

Где искать истоки эволюции личиночных форм мшанок?

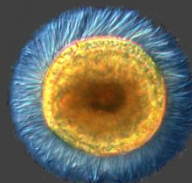
non-bryozoan out-group

Phylactolaemata



химера филактолемат

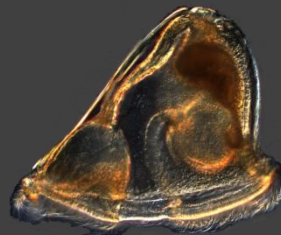
Cyclostomata



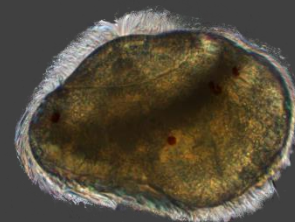
ресничная личинка
циклостомат

Gymnolaemata

цифонаут



коронатная личинка



Личинки Gymnolaemata

non-bryozoan out-group

Phylactolaemata

Cyclostomata

М

ТИП ЛИЧИНКИ

C
t
e
n
o
s
t
o
m
a
t
a

Alcyonidioidea

G

у

(1 вид)

Paludicelloidea

у

о

—

Arachnidioidea

м

л

НЕТ ДАННЫХ

Walkerioidea

н

л

(2 вида)

Hislopioidea

о

а

(1 вид)

Vesicularioidea

л

а

(1 вид)

C
h
e
l
i
o
s
t
o
m
a
t
a

A 'Scruparia'

а

е

(3 рода)

B 'Conopeum'

е

м

(1 род)

C 'Tegella'

м

а

(1 вид)

D 'Margaretta'

м

а

(1 вид)

E 'Nellia'

а

т

НЕТ ДАННЫХ

F 'Microporella'

т

т

(1 вид)

G 'Parasmittina'

а

а

(1 вид)

личинка



Amathia imbricata

личинки в овицеллах



Rhamphastomella bilaminata

клатограмма на основе
Orr et al., 2022

Личинки Gymnolaemata

non-bryozoan out-group



Phylactolaemata



Cyclostomata

М

ТИП ЛИЧИНКИ

Alcyonidioidea

G

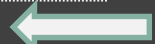
у



Paludicelloidea

у

о



Arachnidioidea

м

л

нет данных

Walkerioidea

н

а



Hislopioidea

о

а



Vesicularioidea

л

е



A 'Scruparia'

а

е



B 'Conopeum'

е

м



C 'Tegella'

м

а



D 'Margaretta'

а

т

нет данных

E 'Nellia'

т

а



F 'Microporella'

а

а



G 'Parasmittina'

а

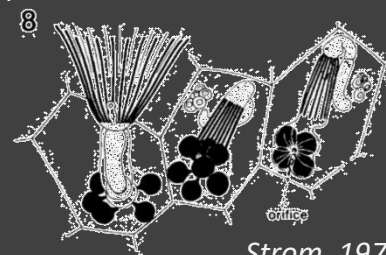
а



клатограмма на основе Orr et al., 2022

примеры архаичных
вынашивающих
структур

Alcyonidium duplex –
щупальцевое влагалище

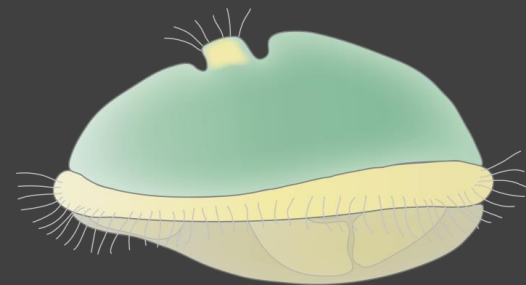
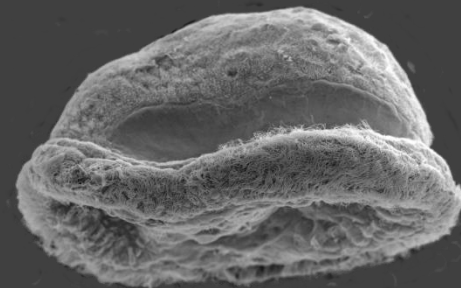


Strom, 1977

Tendra zostericola –
пространство под шипами на
поверхности зооида



Шляпковидные личинки



Объекты исследования

non-bryozoan out-group

Phylactolaemata

Cyclostomata

М

ТИП ЛИЧИНКИ

Cyclostomata
Alcyonidioidea

G

y



Alcyonidium hirsutum

Cyclostomata
Paludicelloidea

y

o



Cyclostomata
Arachnidioidea

m

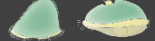
l

нет данных

Cyclostomata
Walkerioidea

n

l



Cyclostomata
Hislopioidea

o

a



Cyclostomata
Vesicularioidea

l

a



Cheilostomata
A 'Scruparia'

a

e



Electra pilosa

Cheilostomata
B 'Conopeum'

e

m



Tendra zostericola

Cheilostomata
C 'Tegella'

m

a



Callopora craticula,

Cheilostomata
D 'Margaretta'

a

t



Amphiblestrum auritum,

Cheilostomata
E 'Nellia'

a

t

нет данных

Juxtacribrilina annulata,

Cheilostomata
F 'Microporella'

t

a



Celleporella hyalina

Cheilostomata
G 'Parasmittina'

a

a

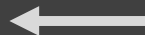


Smittoidea propinqua

кладограмма на
основе
Orr et al., 2022

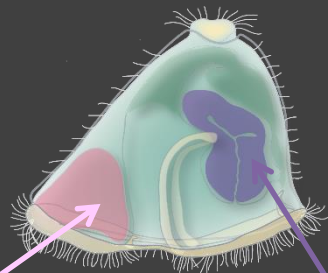
Уникальные признаки строения личинок мшанок

передний
конец



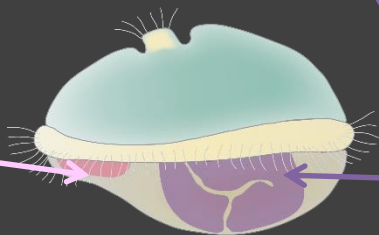
задний
конец

цифонаут



шляпковидная личинка

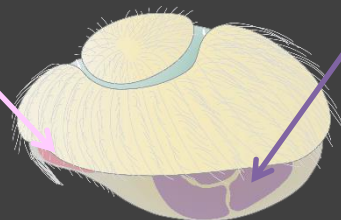
сенсорный
железистый
грушевидный
орган



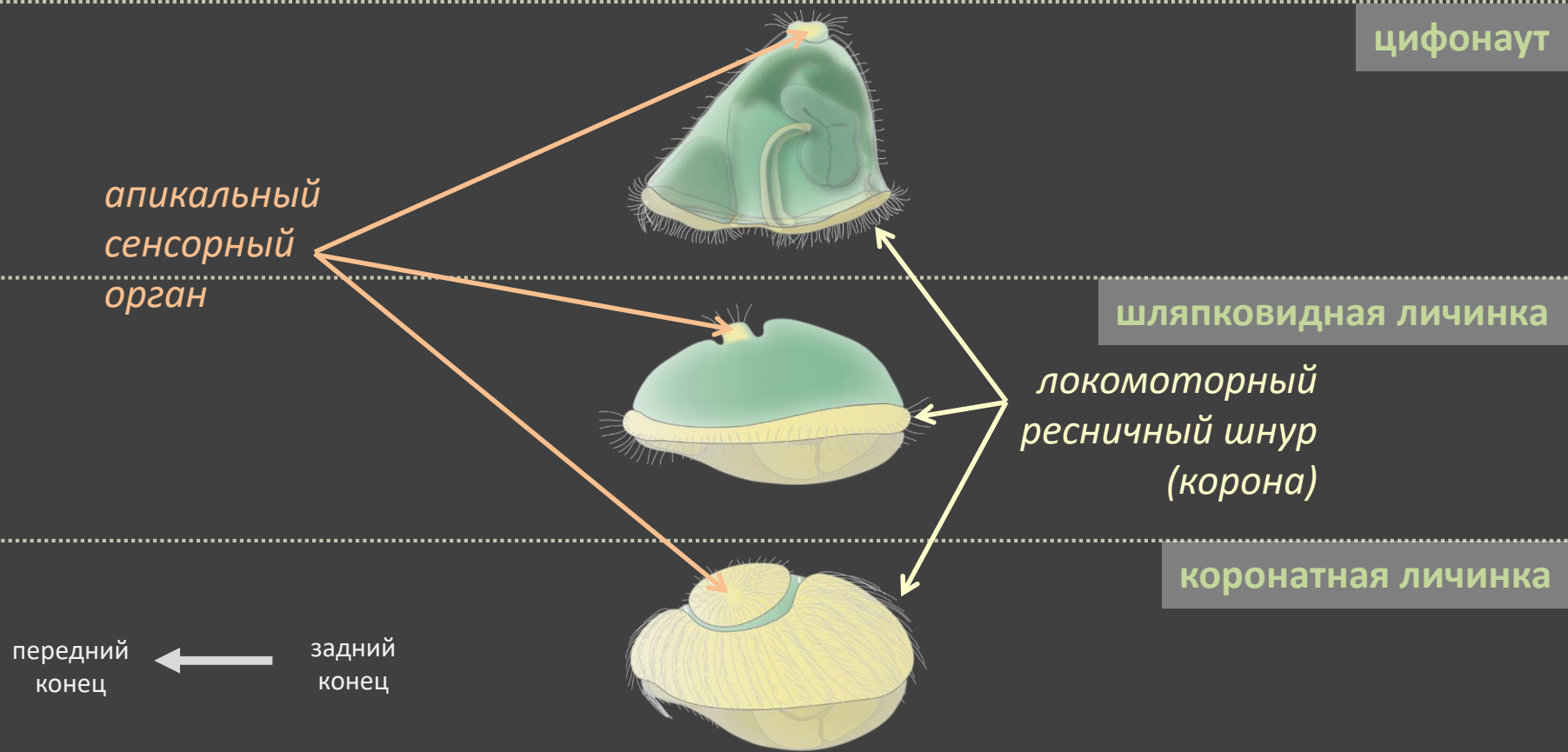
орган адгезии

коронатная личинка

зачатки
анцеструлы



«Трохофорные» признаки личинок мшанок



Примеры личинок мшанок с малоклеточной короной

количество клеток короны:

Callopora craticula – 32

Smittoidea propinqua – 30

Amphiblestrum auritum – 30

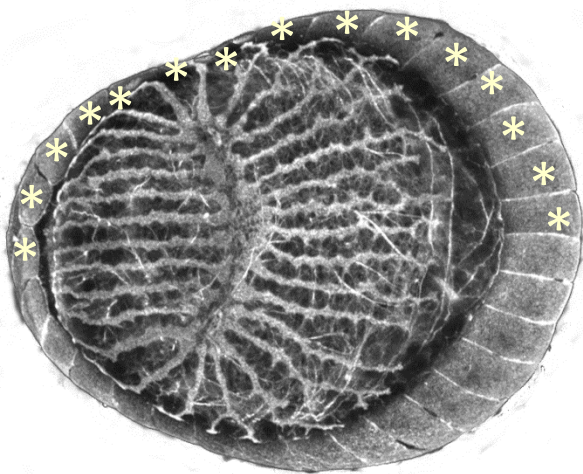
Celleporaria brunnea – 30 (Santagata and Zimmer, 2000)

Primavelans insculpta – 30-32 (Nielsen, 1990)

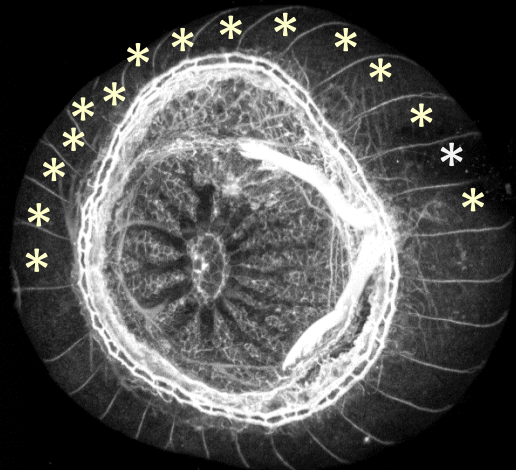
* - клетки короны

(показаны только на правой стороне личинок, границы клеток выявлены при помощи флуоресцентного мечения актина фаллоидином TRITC, конфокальная микроскопия)

Smittoidea propinqua, вид сверху

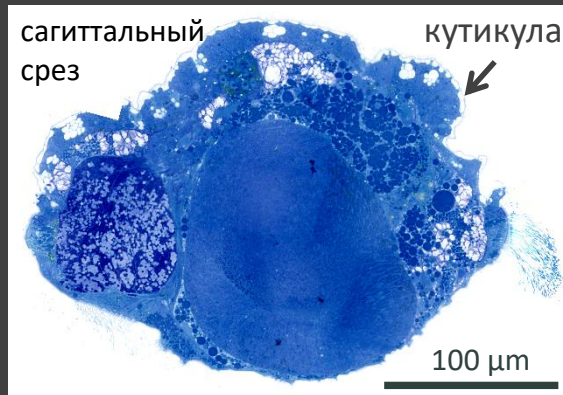
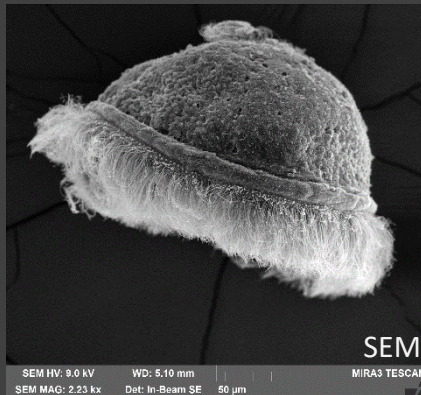
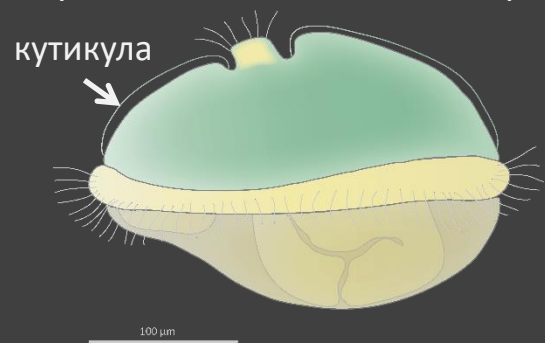


Amphiblestrum auritum, вид сверху

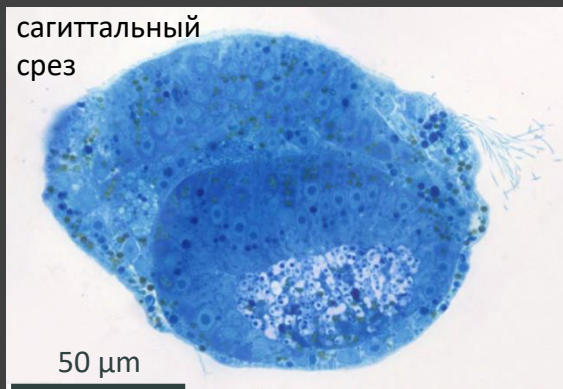
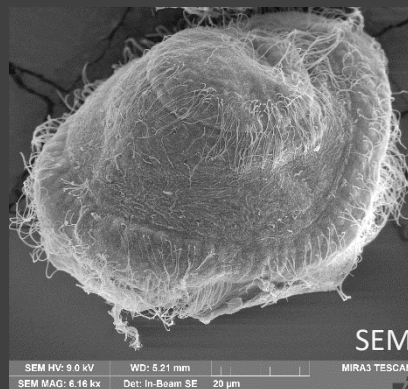


Положение короны и эпи- и гипосферы у шляпковидных личинок

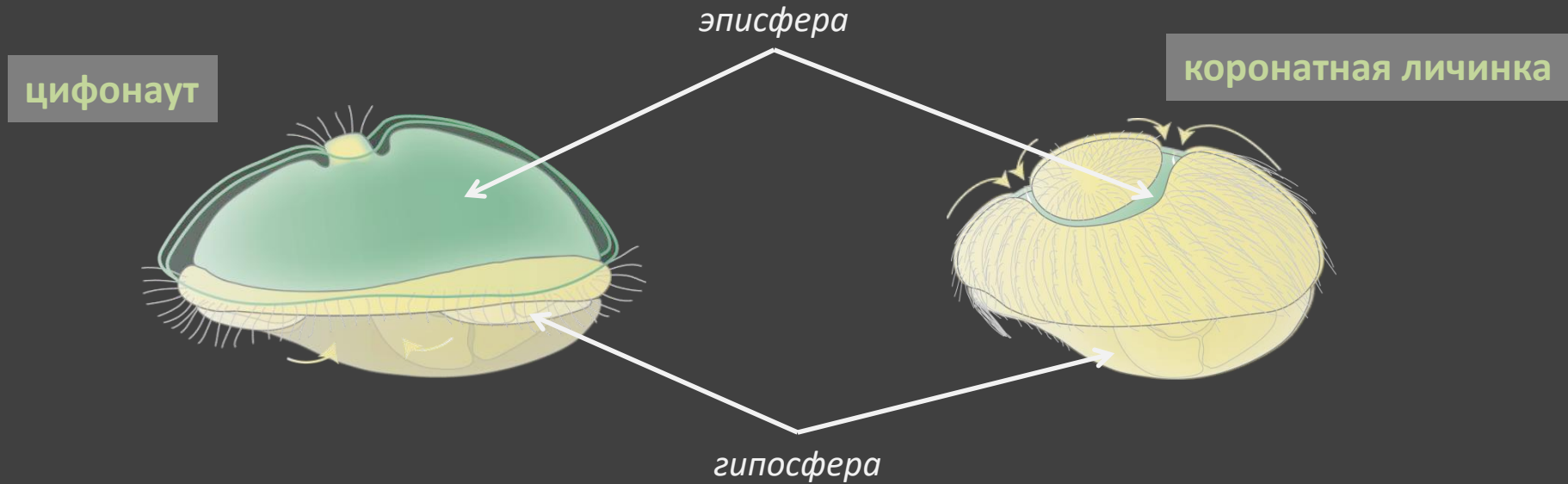
Alcyonidium hirsutum, вид сбоку



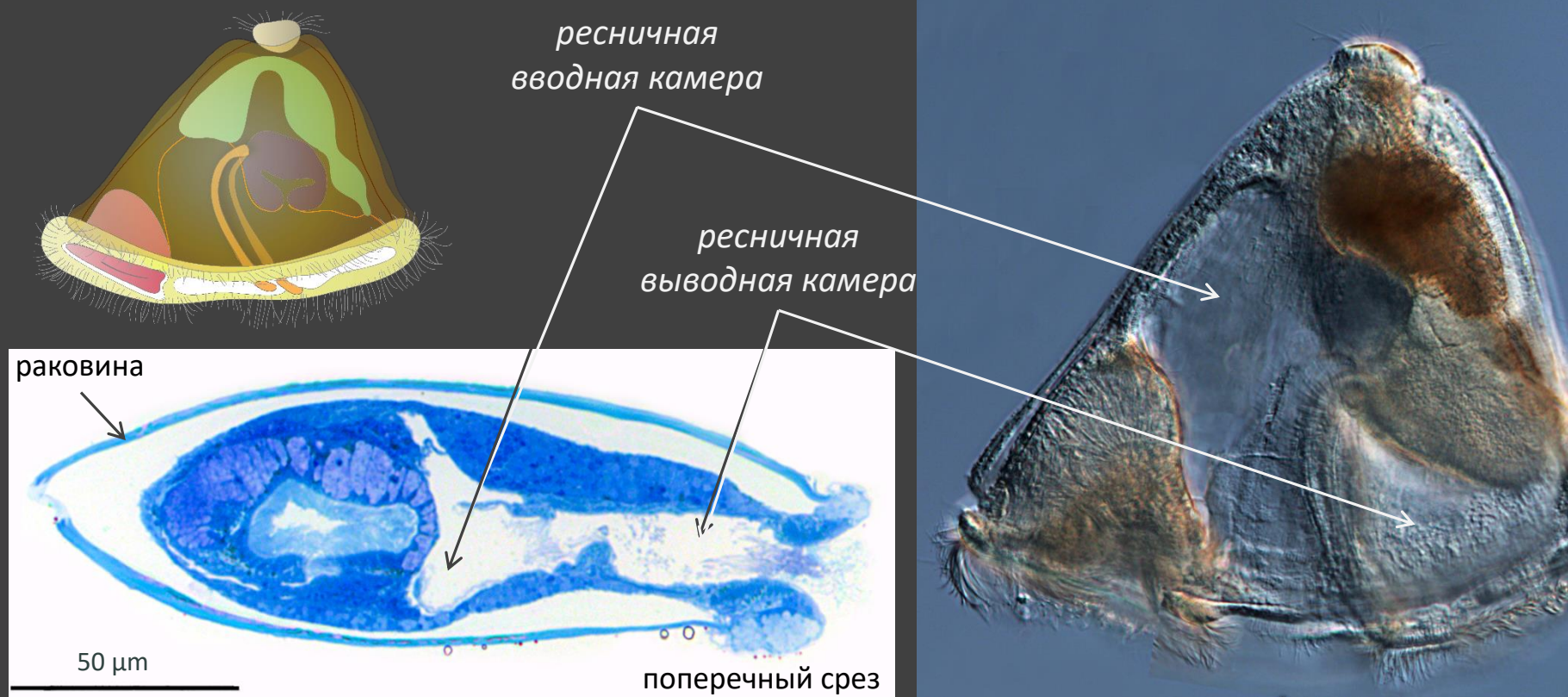
Tendra zostericola, вид сбоку



Положение короны и эпи- и гипосферы у цифонаута и коронатной личинки

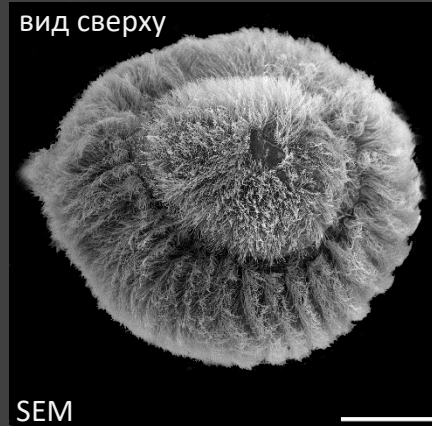
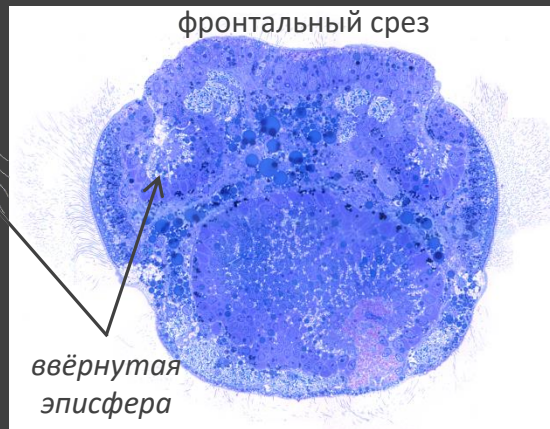
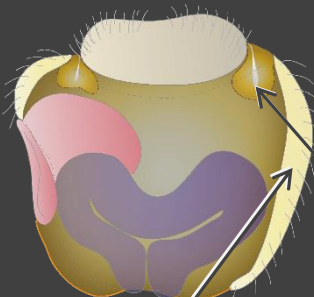
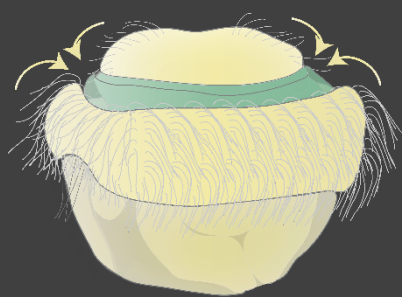


Свойства и функции эписферы и гипосферы цифонаута



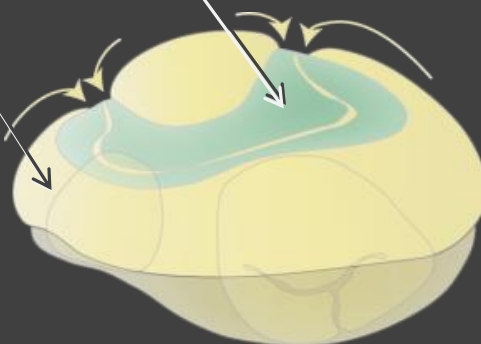
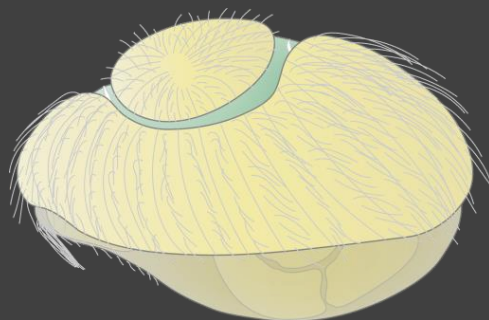
Свойства и функции эписферы и гипосферы коронатной личинки

Juxtacribrilina annulata, вид сбоку



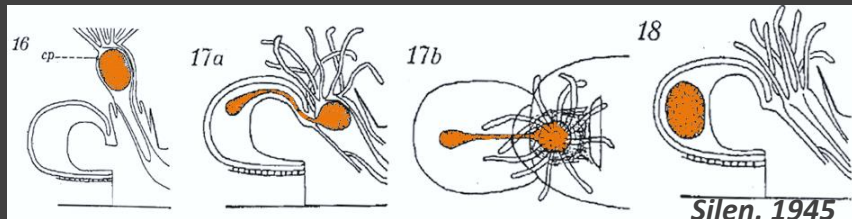
корона

Celleporella hyalina, вид сбоку



Преимущества инвагинации эписферы и развития широкой короны у коронатных личинок

Callopora dumerilii – процесс откладки яйца в овицеллу



- сохранение размера личинки в соответствии с размером оплодотворенной зиготы и выводковой камеры на протяжении всего постэмбрионального развития
- успешный выход личинок через небольшое отверстие инкубационной камеры
- демерсальный образ жизни

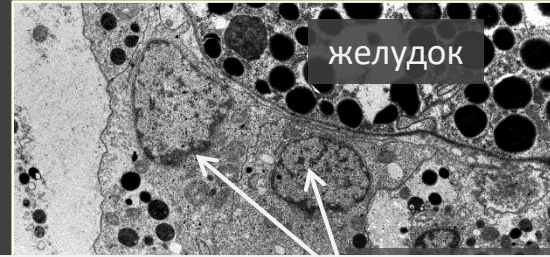
Bugula neretina – процесс выхода личинки из овицеллы



© Alvaro Migotto and Leandro Vieira

«Трохофорные» признаки личинок мшанок

Stricker, S. A., Reed, C. G., & Zimmer, R. L. (1988). The cyphonautes larva of the marine bryozoan *Membranipora membranacea*. II. Internal sac, musculature, and pyriform organ. Canadian journal of zoology, 66(2), 384-398.



Цифонаут
Electra pilosa
фронтальный срез,
левая половина
личинки, ТЕМ

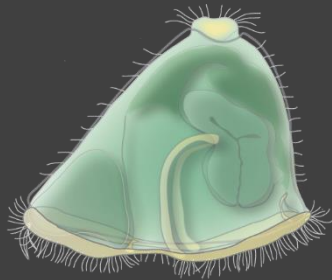
личинки мшанок исходно имели протонефридии

The lateral margins of the lateral compartment, which contains a previously un- cells (Figs. 12, 13). Sc microscopy. Thus, the work could not be ascriptions obtained in the numerous mitochondria and appear to be arranged in long tubules. The lumen of each tubule measures 0.75–3 μm in diameter and typically contains one to several cilia. The cilia are usually oriented parallel to the long axis of the tubule. Similar tubules occur near the vestibular epithelium, but no obvious connection between the vestibule and the network of ciliated tubules has been observed.

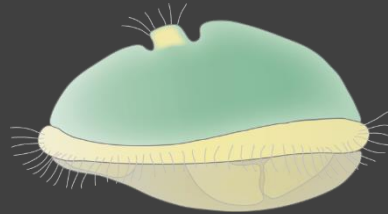


Резюме

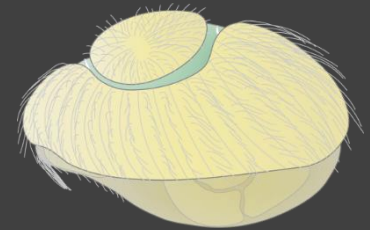
цифонаут



шляпковидная личинка



коронатная личинка



признаки

архаичные

специализированные

- развитие во внешней среде
- планктотрофия, наличие кишки
- протонефридии
- узкая корона

- сжатое с боков тело, раковина
- ввёрнутая гипосфера, ресничный фильтрационный аппарат питания
- многоклеточная корона

- развитие в примитивных выводковых структурах
- «трохофорный» план строения с развитой эпи- и гипосферой
- остатки редуцированной кишки
- узкая корона

- способность секретировать плотную кутикулу над эписферой (у некоторых видов)
- многоклеточная корона
- питание за счет материнского организма

- малоклеточная корона
- развитие в специализированных выводковых структурах
- ввёрнутая внутрь эписфера
- полное отсутствие рудиментов кишки
- широкая корона

Места сбора материала и методы

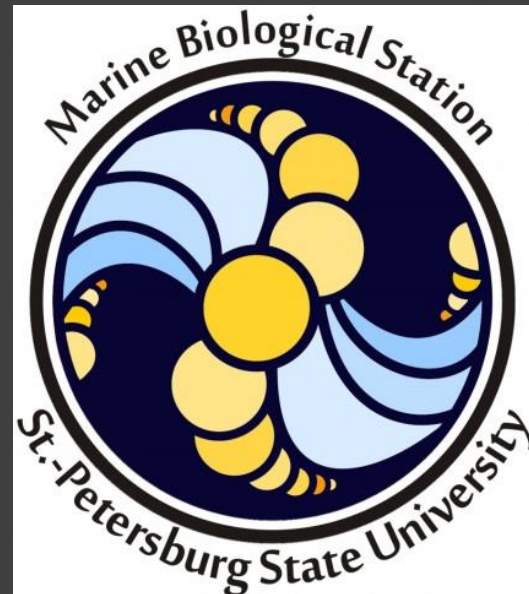
Electra pilosa
Alcyonidium hirsutum
Juxtacribrilina annulata
Callopora craticula
Amphiblestrum auritum
Celleporella hyaline
Smittoidea propinqua

Tendra zostericola

Методы
TEM
SEM
CLSM

Благодарности

Работа поддержана фондом РФ (проект № 23-14-00351)



РЕСУРСНЫЙ ЦЕНТР
РАЗВИТИЕ
МОЛЕКУЛЯРНЫХ
И КЛЕТОЧНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ



Российский
научный
фонд