Биологии, генетики, общей и биологической химии

Институт«Казанская академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана»

Дисциплина: ЗООЛОГИЯ

Лекция 2

Подцарство Многоклеточные

Лектор:
Антипова Дарья Владимировна

ВОПРОСЫ

1. **Эволюционное происхождение многоклеточных**
2. **Тип Губки (Porifera): систематика и филогения**

- Морфофункциональная организация губок
- Физиология и биохимия губок

3. **Тип Кишечнополостные (Cnidaria): систематика и филогения**

- Строение и функции кишечнополостных
- Жизненные циклы и размножение
- Экологическая роль и биогеография
- Биоактивные соединения и прикладное значение
- Современные исследования и проблемы сохранения

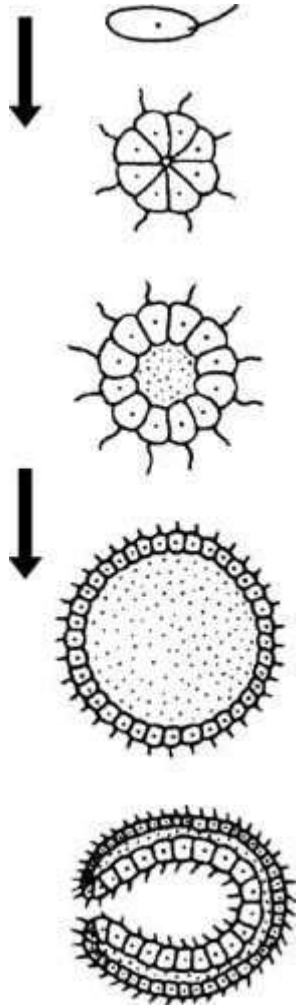


ВОПРОС ПЕРВЫЙ

Эволюционное происхождение многоклеточных

•Время возникновения: поздний протерозой (800-600 млн лет назад)
•Молекулярные часы: расхождение линий животных ~800 млн лет назад
•Кембрийский взрыв: диверсификация основных типов животных

Ключевые эволюционные инновации:
–Межклеточные контакты
–Клеточная дифференциация (регуляторные гены)
–Эмбриональное развитие



ВОПРОС ПЕРВЫЙ

Гипотезы происхождения многоклеточных (Metazoa)

- Колониальная теория (Э. Геккель, И.И. Мечников): агрегация одноклеточных организмов
- Синцитиальная теория (Й. Хаджи): разделение ядер в синцитии

•Симбиотическая теория: симбиоз разных одноклеточных



Симбиотическая теория

•Современные данные:

–Губки и хоанофлагелляты (сходство хоаноцитов)

–Общие молекулярные маркеры (интегрины, коллагены)

–Филогеномный анализ указывает на монофилию животных

ВОПРОС ПЕРВЫЙ

Базальные группы Metazoa

- *Филогенетическое древо современных представлений*
- *Спорные позиции:*

–Губки: монофилетичны или парафилетичны?

–Пластинчатые (Placozoa): положение в филогении

–Гребневики (Ctenophora): базальная группа или нет?

- *Молекулярно-генетические данные: транскриптомный и геномный анализ*
- *Консенсусная гипотеза: Губки как сестринская группа для остальных Metazoa*

ВОПРОС ВТОРОЙ

Тип Губки (Spongia)

•Современная системаика:

–Класс Известковые губки (Calcarea): ~700 видов

–Класс Обыкновенные губки (Demospongiae): ~8,000 видов

–Класс Стеклянные губки (Hexactinellida): ~600 видов

–Класс Гомосклероморфные губки (Homoscleromorpha): ~100 видов



ВОПРОС ВТОРОЙ

Молекулярная филогенетика губок

- Генетические маркеры для филогенетического анализа:
  - 18S и 28S рРНК
  - Митохондриальные гены (COI, Cytb)
  - Ядерные белок-кодирующие гены
- Геномные исследования:
  - Секвенированные геномы (Amphimedon queenslandica и др.)
  - Особенности организации генома
- Метагеномика губок: микробиомы и вирусные сообщества
- Молекулярная эволюция: ключевые генные семейства

ВОПРОС ВТОРОЙ

Строение губок: клеточный уровень

Двуслойное строение: *эктодерма и энтодерма*

Между ними - мезоглея

- **Типы клеток и их функции:**

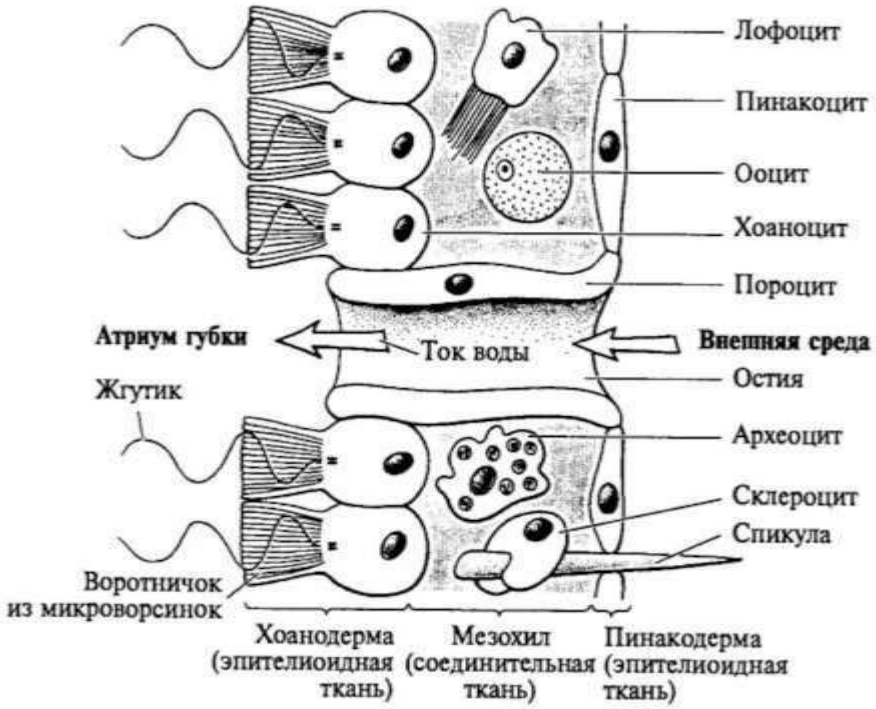
–Пинакоциты: покровная функция, контрактильность

–Хоаноциты: фильтрация, жгутиковый аппарат

–Археоциты: мультипотентные клетки, миграция

–Склероциты и спонгоциты: формирование скелета

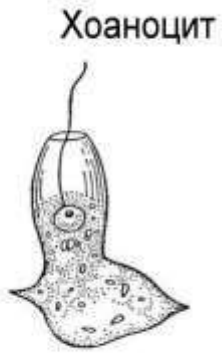
–Миоциты: сократительная функция

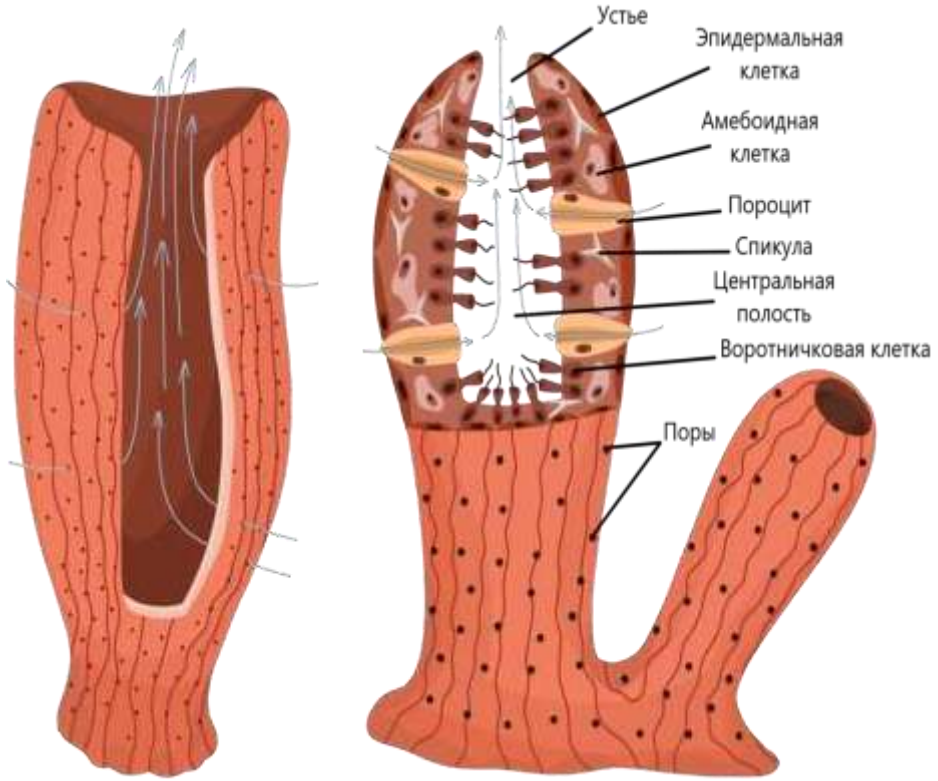


ВОПРОС ПЕРВЫЙ

Ультраструктура клеток губок

- Хоаноциты: ультраструктура воротничка и жгутика
- Специализированные органеллы:
  - Аппарат Гольджи в секреторных клетках
  - Эндоплазматический ретикулум и синтез спикул
  - Везикулярные структуры археоцитов
- Межклеточные контакты: примитивные соединения

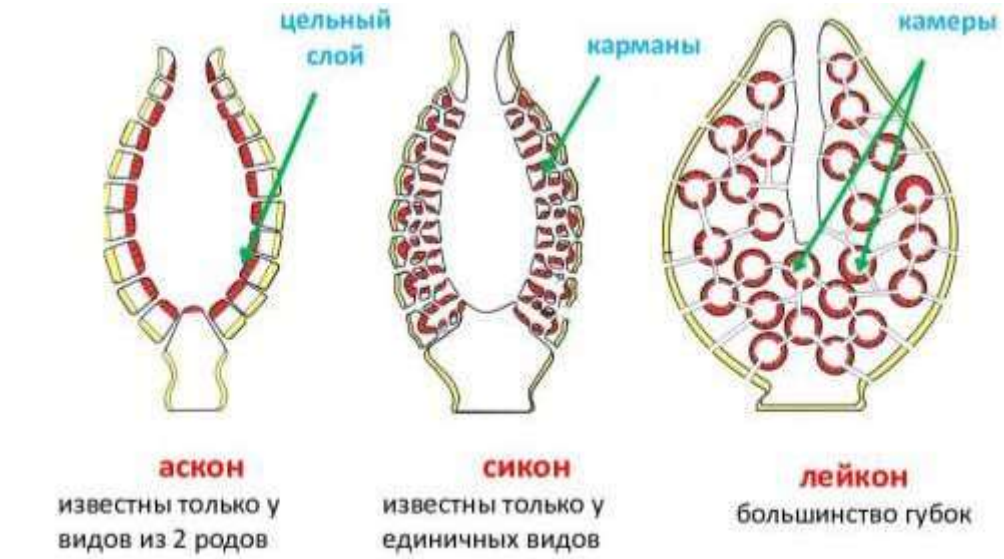




ВОПРОС ПЕРВЫЙ

Типы организации губок

- **Аскон:** одноосевая организация, простая структура. Представляет собой тонкостенный двухслойный пористый мешочек, который основанием прикреплён к субстрату, а устьем (оскулумом) обращён кверху
- **Сикон**: усложнение через формирование радиальных каналов и утолщение мезоглеи. Увеличивается интенсивность фильтрации воды
- **Лейкон**: сложная система камер и каналов с утолщенной мезоглеей



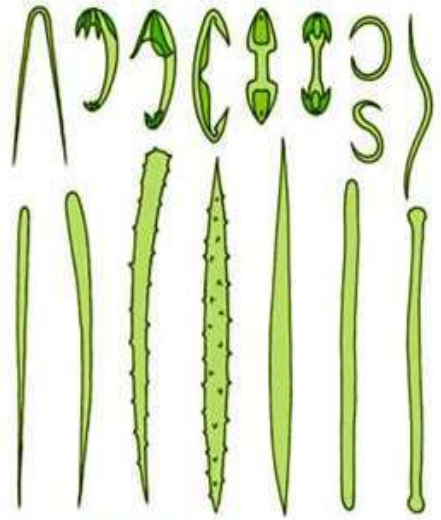
ВОПРОС ПЕРВЫЙ

Скелетные элементы губок

•Типы игл:
- одноосные
- трехосные
- четырехосные
- многоосные

•Химический состав:
– Карбонат кальция
- Диоксид кремния
- Спонгин (белок)

- Спикулы формируются внутри склероцитов



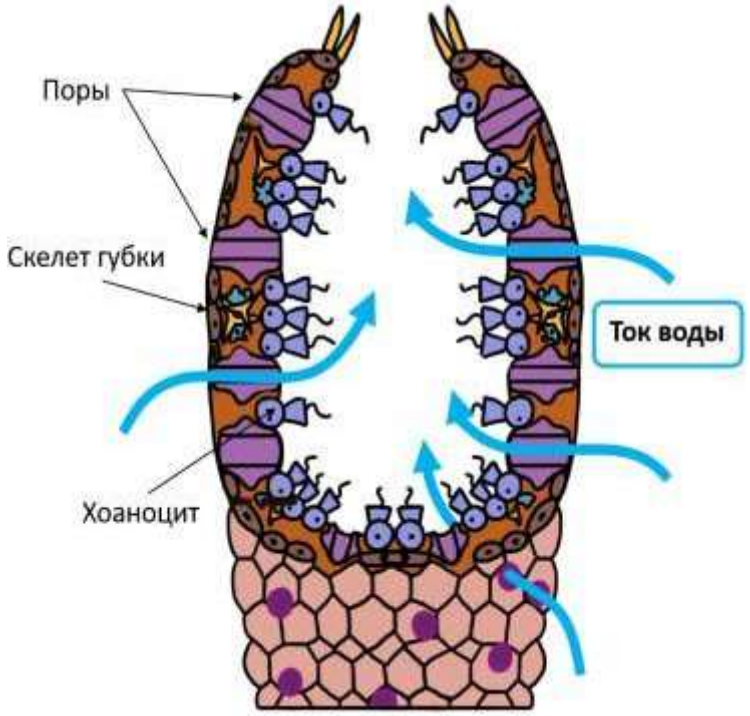
спикулы



ВОПРОС ПЕРВЫЙ

Физиология губок: водный ток

- Механизм создания тока воды:
  - Координированная работа жгутиков хоаноцитов
  - Роль поростегмат в регуляции потока
- Скорость фильтрации: количественные показатели
- Энергетические затраты на поддержание тока воды



ВОПРОС ВТОРОЙ

Питание и пищеварение губок

•Источники пищи:

–Бактериопланктон (основной источник)

–Фитопланктон

•Механизмы захвата пищи:

–Фагоцитоз хоаноцитами

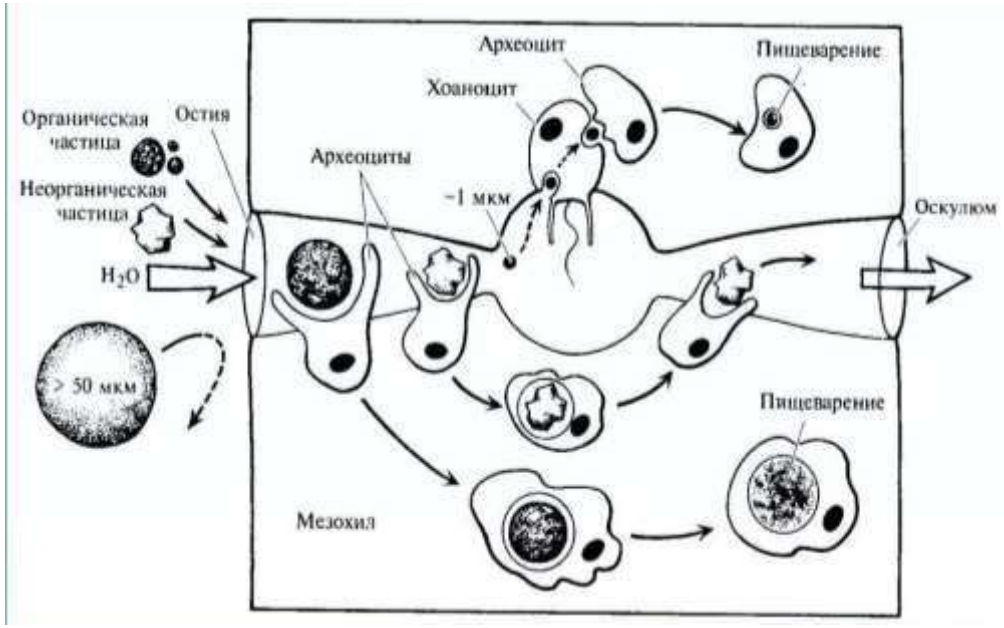
–Роль слизистых выделений

•Пищеварение:

–Внутриклеточное пищеварение в пищеварительных вакуолях

–Ферментные системы

•Транспорт питательных веществ: роль археоцитов



ВОПРОС ВТОРОЙ

Дыхание, выделение и осморегуляция

- **Газообмен:**

–Диффузия через поверхность тела

–Роль водного тока в обеспечении газообмена

- **Выделение продуктов метаболизма:**

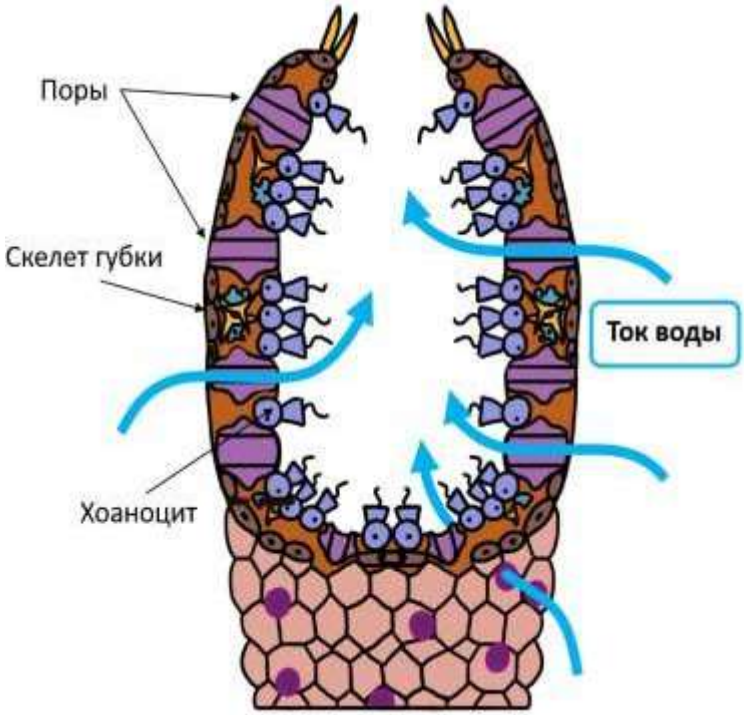
–Азотистые продукты (аммиак)

–Выведение через поверхность тела

- **Метаболические адаптации:**

– Низкий уровень метаболизма

- Анаэробные процессы в условиях дефицита кислорода



ВОПРОС ВТОРОЙ

Размножение и развитие губок

- **Бесполое размножение:**

–Почкование (внешнее и внутреннее)

–Фрагментация

–Геммулы: внутренние почки с оболочкой , роль в выживании

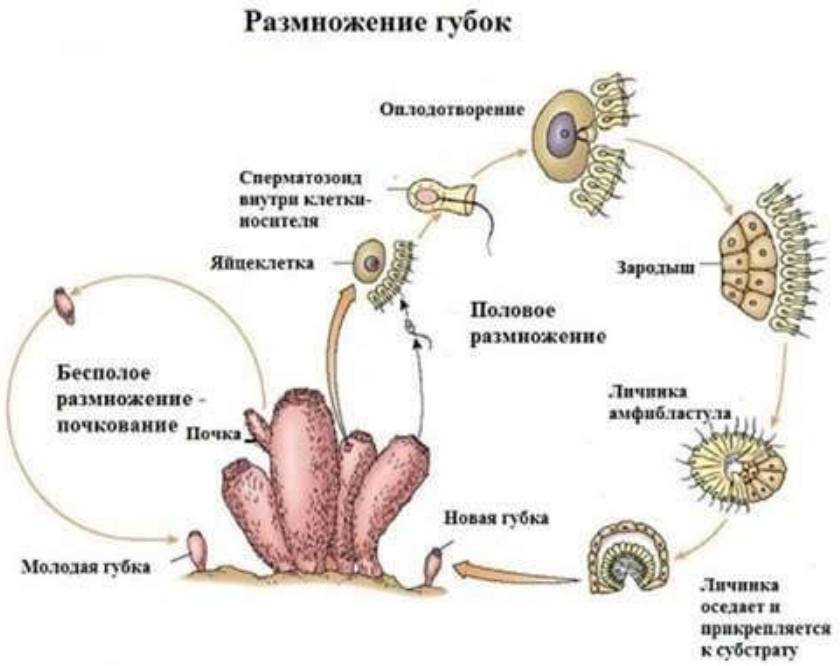
- **Половое размножение:**

–Гермафродитизм и раздельнополость

–Сперматогенез и оогенез

–Оплодотворение (внутреннее или внешнее)

- Типы личинок: амфибластула, паренхимула



ВОПРОС ВТОРОЙ

Регенерация и клеточная трансдифференцировка

- Высокие регенеративные способности:
  - Регенерация целого организма из фрагментов
  - Роль археоцитов в регенерации
- Клеточная основа регенерации:
  - Миграция и пролиферация клеток
  - Трансдифференцировка специализированных клеток
- Молекулярные механизмы:
  - Сигнальные пути (Wnt, TGF-β)
  - Экспрессия генов в процессе регенерации
- Экспериментальные модели для изучения регенерации
- Применение в биомедицине

ВОПРОС ВТОРОЙ

Геном и экспрессия генов у губок

- *Характеристики генома:*
  - *Размер: 150-200 Mb*
  - *Количество генов: ~20,000-30,000*
- *Ключевые семейства генов:*
  - *Гены адгезии (кадгерины, интегрины)*
  - *Сигнальные пути (Wnt, Hedgehog, Notch)*
  - *Гомеобоксные гены*
- *Эволюционно консервативные гены:*
  - *Сходство с генами высших животных*
  - *Отсутствие Hox-кластера*
- *Регуляция экспрессии генов:*
  - *Факторы транскрипции*
  - *Эпигенетические механизмы*
- *Эволюция генома губок*

ВОПРОС ВТОРОЙ

Иммунитет и защитные механизмы губок

- *Врожденный иммунитет:*

–Распознавание патогенов (PRR-рецепторы)

–Toll-подобные рецепторы

–Фагоцитарная активность археоцитов

- *Антимикробные пептиды:*

–Дефензины и другие АМП

–Механизмы действия

- *Симбиотические взаимодействия с микробиомом:*

–Селективность в отношении микробиоты

–Защитная роль симбионтов

- *Биохимическая защита:*

–Вторичные метаболиты

–Токсины и репелленты

ВОПРОС ВТОРОЙ

Симбиотические взаимоотношения губок

- *Микробиом губок:*

–Разнообразие и плотность (до 40% биомассы губки)

–Специфичность для видов хозяев

–Вертикальная и горизонтальная передача симбионтов

- *Функциональная роль симбионтов:*

–Питание (фиксация азота, фотосинтез)

–Защита (антибиотики, токсины)

–Метаболические взаимодействия

- *Методы исследования микробиома:*

–Метагеномика и метатранскриптомика

–Флуоресцентная гибридизация in situ

ВОПРОС ВТОРОЙ

Экология и распространение губок

- ***Географическое распространение:***

–Морские экосистемы от полярных до тропических

–Пресноводные представители (Spongillidae)

- ***Экологические функции:***

–Биофильтраторы

–Создание микрообитаний для других организмов

–Участие в биогеохимических циклах



ВОПРОС ТРЕТИЙ

Тип Кишечнополостные (Coelenterata)

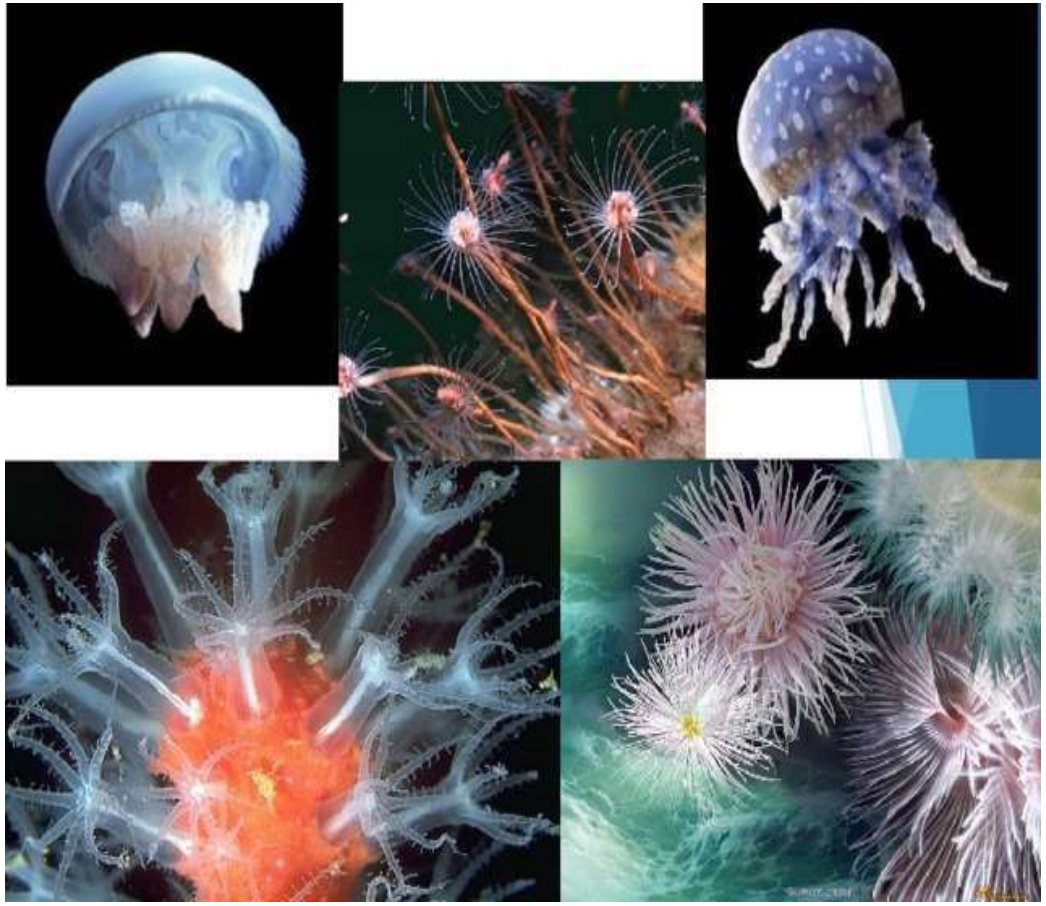
Классы

Гидроидные (Hydrozoa)

Сцифоидные медузы (Scyphozoa)

Коралловые полипы (Anthozoa)

Около 11 тыс. видов



ВОПРОС ТРЕТИЙ

Клеточный и тканевой уровень организации

•Типы клеток и их ультраструктура:

–Эпителиально-мускульные клетки

–Стрекательные клетки (книдоциты)

–Нервные клетки (биполярные, мультиполярные)

–Железистые клетки (секреторные, пищеварительные)

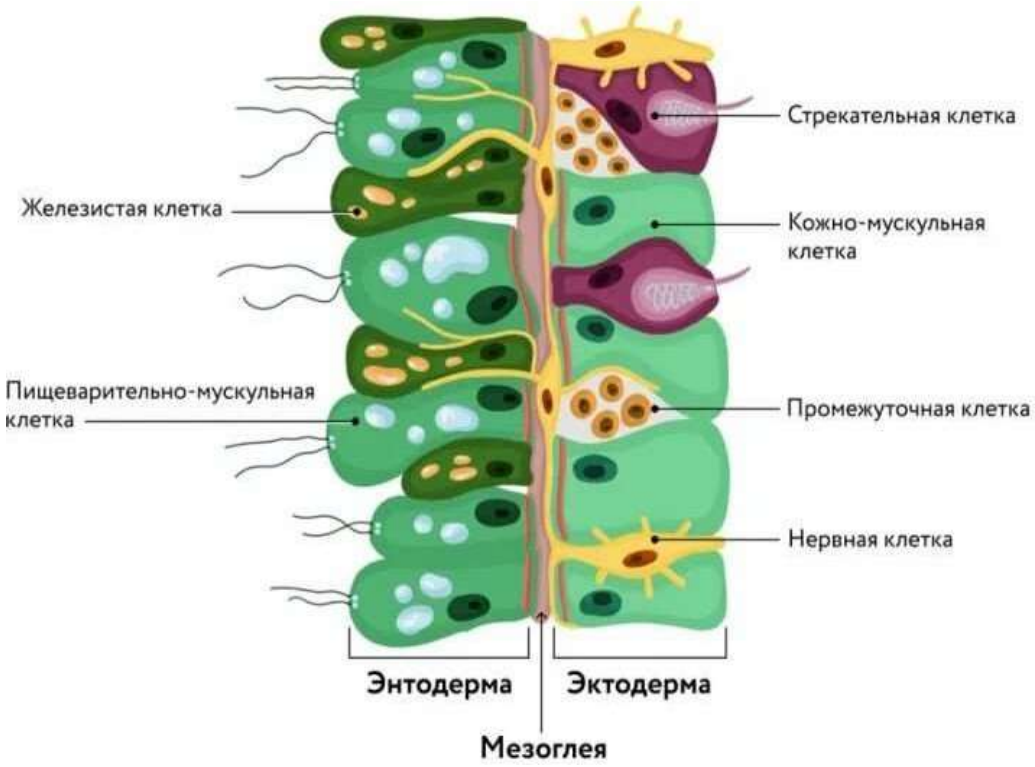
–Интерстициальные клетки

•Эпителии:

–Эктодермальный (покровный)

–Энтодермальный (гастродермальный)

Мезоглея



ВОПРОС ТРЕТИЙ

Морфологические формы кишечнополостных

- **Полип:**

–Прикрепленная форма

–Одиночные и колониальные формы

- **Медуза:**

–Свободноплавающая форма

–Структурная организация гидромедуз и сцифомедуз

–Двигательный аппарат и плавание









ВОПРОС ТРЕТИЙ

Биоактивные вещества и прикладное значение

- Биоактивные соединения губок:
  - Структура и свойства
  - Противоопухолевые агенты (спонгостатин, дискодермолид)
  - Антибактериальные соединения
- Биоактивные вещества кишечнополостных:
  - Токсины медуз и анемонов
  - Фармакологические свойства
  - Применение в биомедицине
- Биотехнологический потенциал:
  - Культивирование клеток и тканей
  - Получение рекомбинантных белков
  - Биоинспирированные материалы
- Губки и кишечнополостные в аквакультуре

ВОПРОС ТРЕТИЙ

Современные методы исследования

•Молекулярно-генетические подходы:

–Секвенирование нового поколения

–Функциональная геномика

–CRISPR/Cas9 редактирование генома

•Микроскопические технологии:

–Конфокальная микроскопия

–Электронная томография

–Коррелятивная микроскопия

•Культуры клеток и тканей:

–Первичные культуры

–Поддержание клеточных линий

•Биоинформатика:

–Анализ геномных и транскриптомных данных

–Моделирование метаболических сетей

ВОПРОС ТРЕТИЙ

Экологические проблемы и сохранение

•Угрозы для губок и кишечнополостных:

–Загрязнение морской среды

–Изменение климата и температурный стресс

–Закисление океана

–Деструктивные методы рыболовства

•Последствия сокращения популяций:

–Нарушение экологических связей

–Снижение биофильтрационной активности

–Потеря биоразнообразия

•Стратегии сохранения:

–Морские охраняемые территории

–Восстановление коралловых рифов

–Программы разведения редких видов

•Международное сотрудничество: конвенции и соглашения

ВОПРОС ТРЕТИЙ

Признак	Губки	Кишечнополостные
Симметрия	Асимметричны или радиальны	Радиальная
Организация	Клеточный уровень	Тканевой уровень
Зародышевые листки	Эктодерма и энтодерма	Эктодерма и энтодерма
Пищеварение	Внутриклеточное	Полостное и внутриклеточное
Нервная система	Отсутствует	Диффузная, нервные сети
Специализированные клетки	Различные типы, но нет книдоцитов	Книдоциты (стрекательные)
Скелет	Спикулы и/или спонгин	Гидроскелет, у кораллов – известковый
Подвижность	Прикрепленные	Полипы (прикрепленные) и медузы (подвижные)
Геном	Меньше генов сигнальных путей	Больше генов, связанных с нервной системой
Экологическая роль	Фильтраторы	Хищники, рифообразователи

ВЫВОДЫ

•Губки и Кишечнополостные представляют древнейшие линии многоклеточных животных

•Уникальные адаптации позволили им успешно существовать сотни миллионов лет

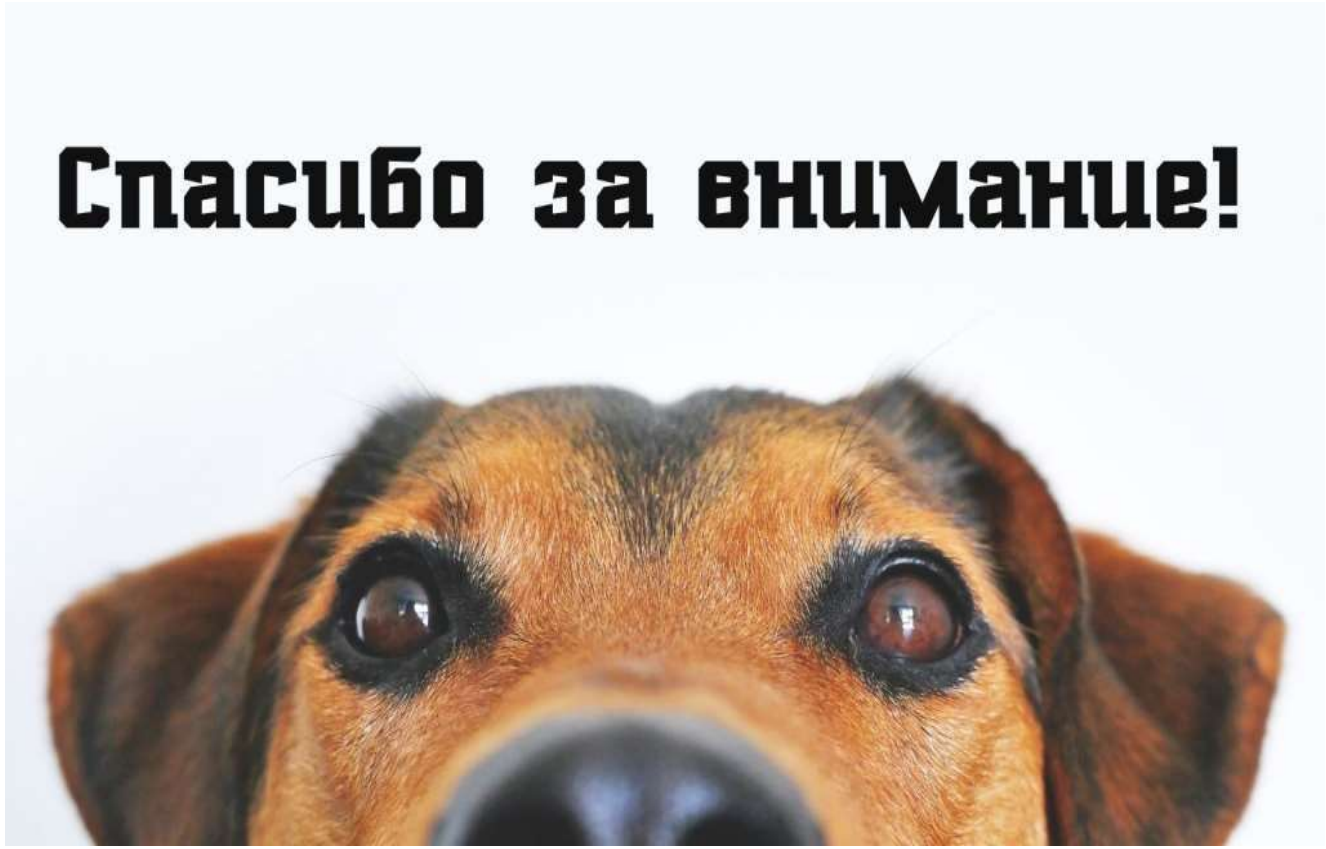
• Молекулярно-генетические исследования пересматривают наши представления об их эволюции

•Высокий регенеративный потенциал и биологически активные вещества представляют интерес для биомедицины

• Экологическая роль этих организмов критична для функционирования морских экосистем

• Сохранение этих групп животных важно для поддержания биоразнообразия и функциональности океанских экосистем

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!!!





antipova.darja@rambler.ru