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

Дисциплина: ЗООЛОГИЯ

Лекция 2

Подцарство Многоклеточные

Лектор:
Конакова Ирина Александровна

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

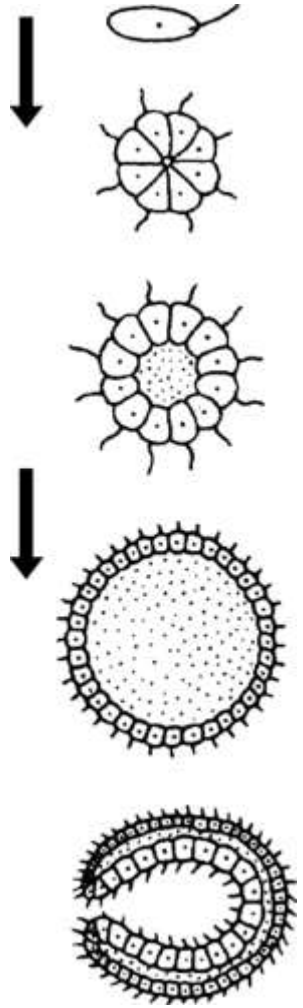


ВОПРОС ПЕРВЫЙ

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

•Современные данные:

–Губки и хоанофлагелляты (сходство хоаноцитов)

–Общие молекулярные маркеры (интегрины, коллагены)

–Филогеномный анализ указывает на монофилию животных



Симбиотическая теория

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:

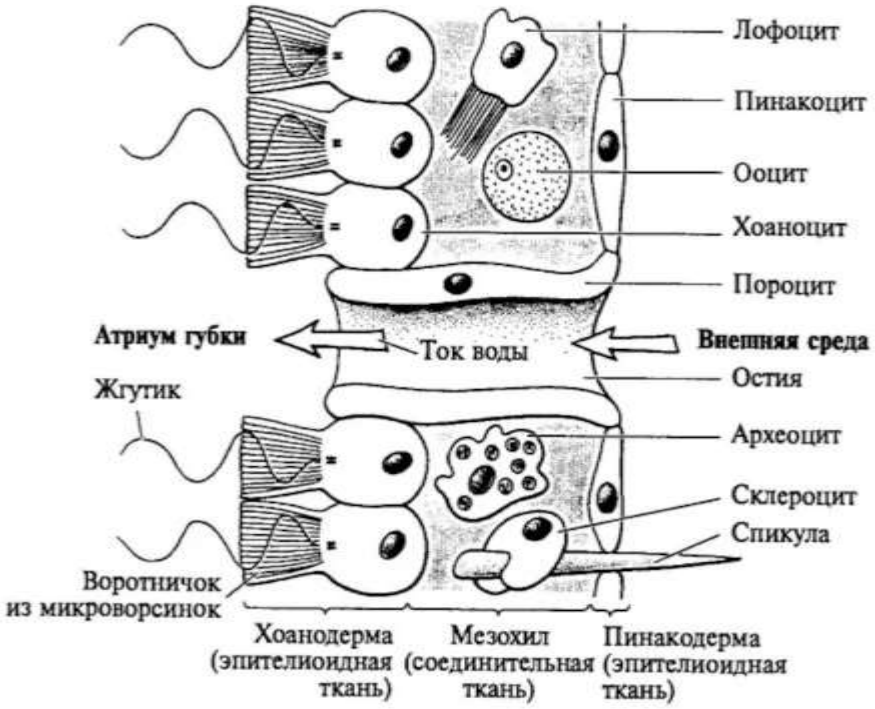
–Пинакоциты: покровная функция, контрактильность

–Хоаноциты: фильтрация, жгутиковый аппарат

–Археоциты: мультипотентные клетки, миграция

–Склероциты и спонгоциты: формирование скелета

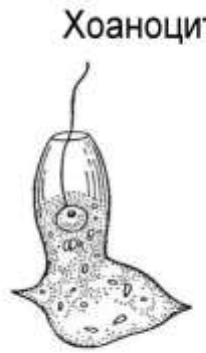
–Миоциты: сократительная функция

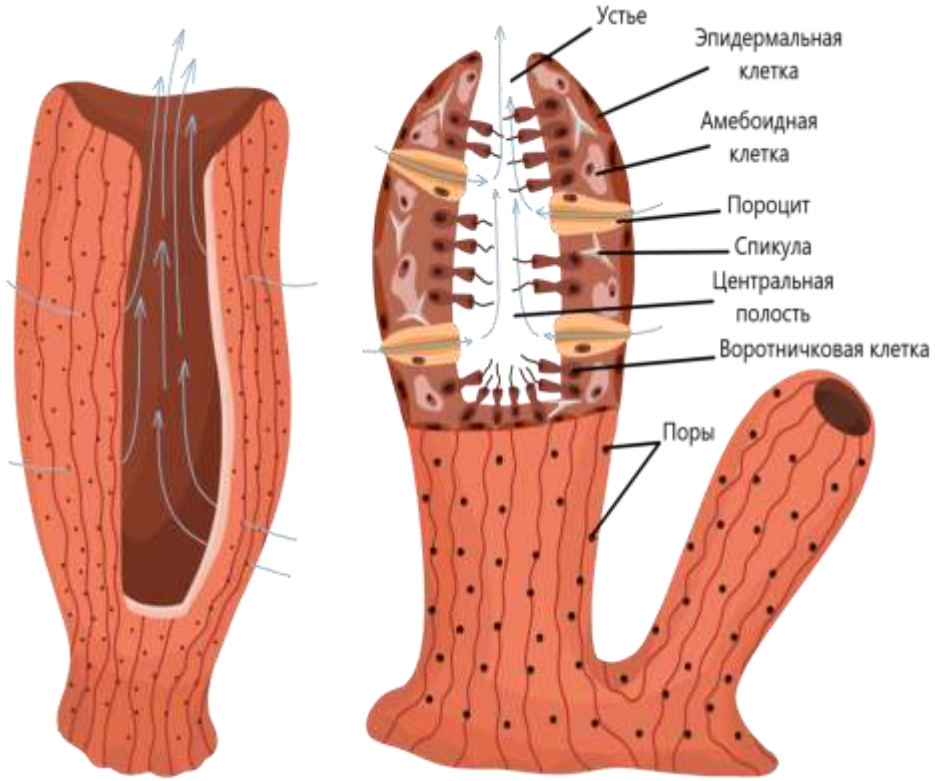


ВОПРОС ПЕРВЫЙ

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





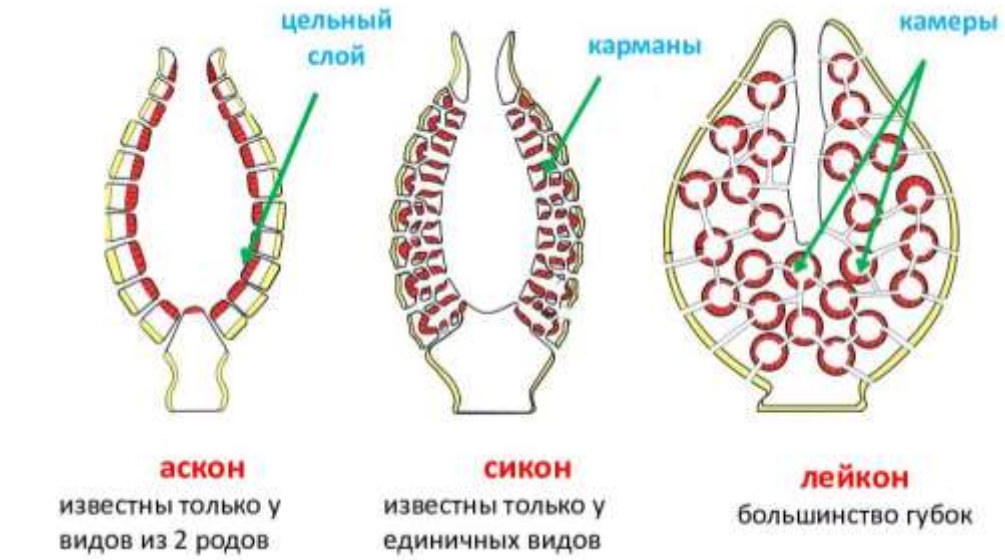
ВОПРОС ПЕРВЫЙ

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



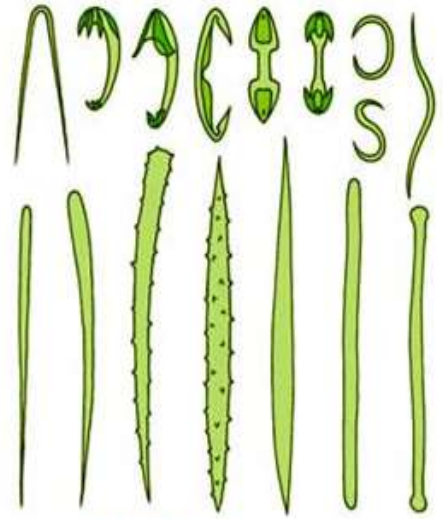
ВОПРОС ПЕРВЫЙ

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

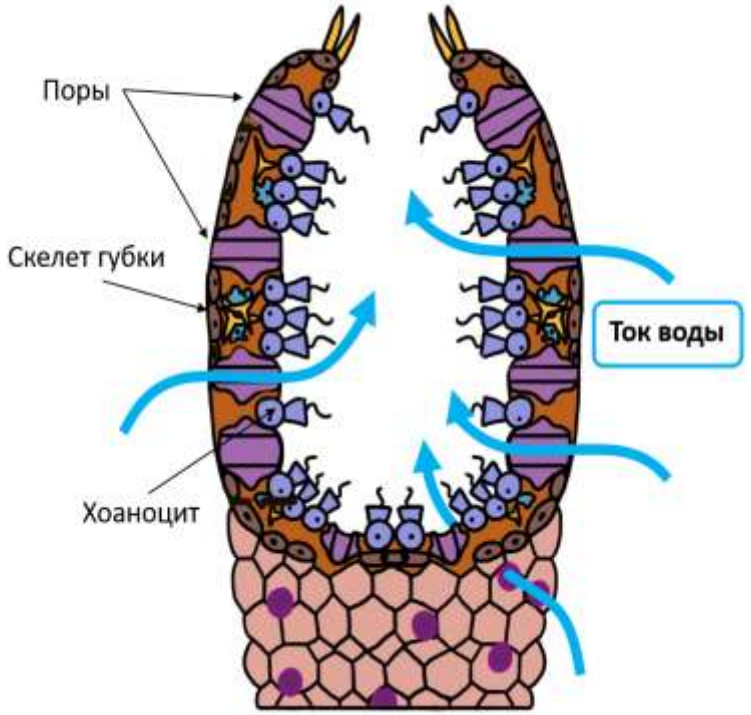
•Механизм создания тока воды:

–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

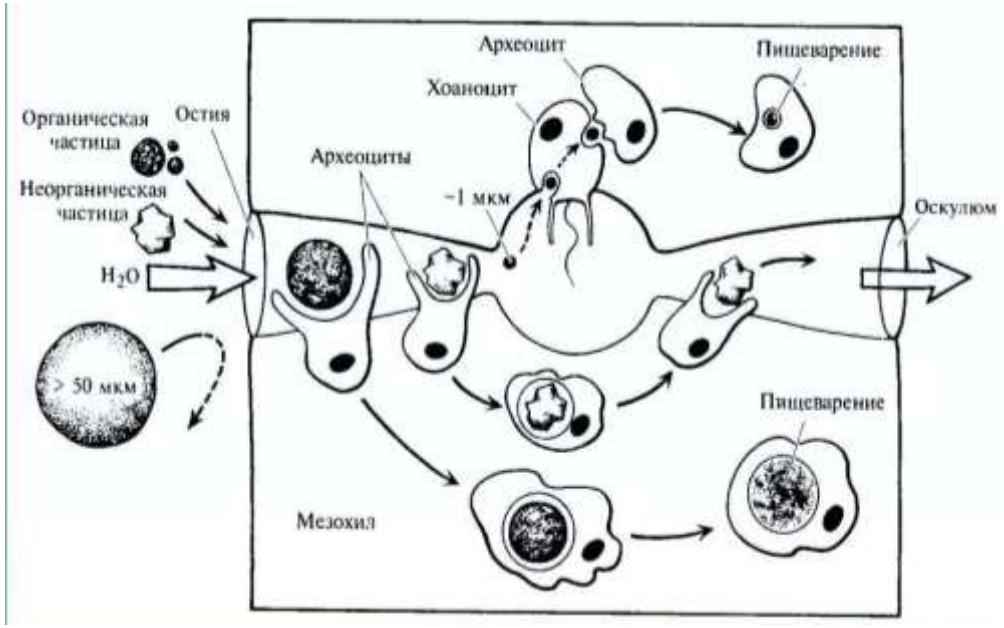
–Роль слизистых выделений

•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:

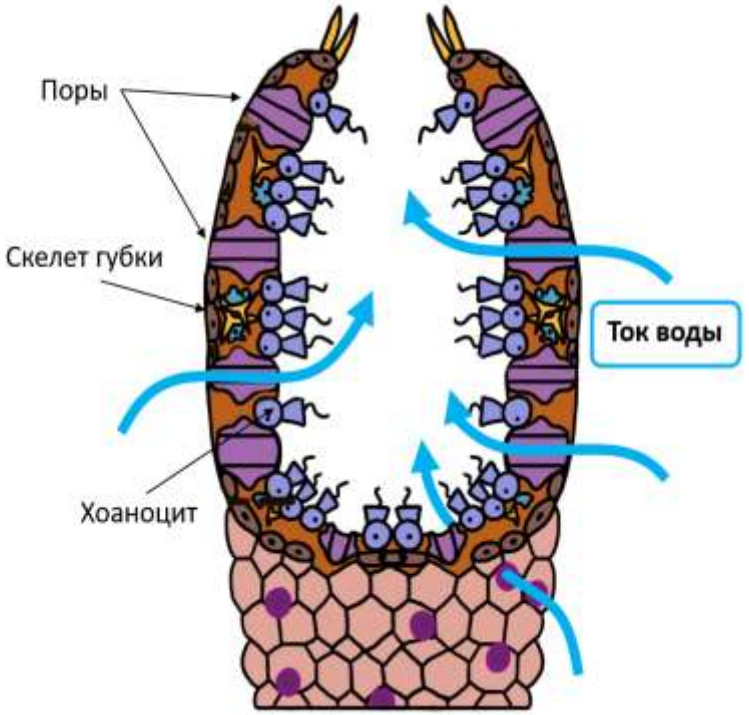
–Азотистые продукты (аммиак)

–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

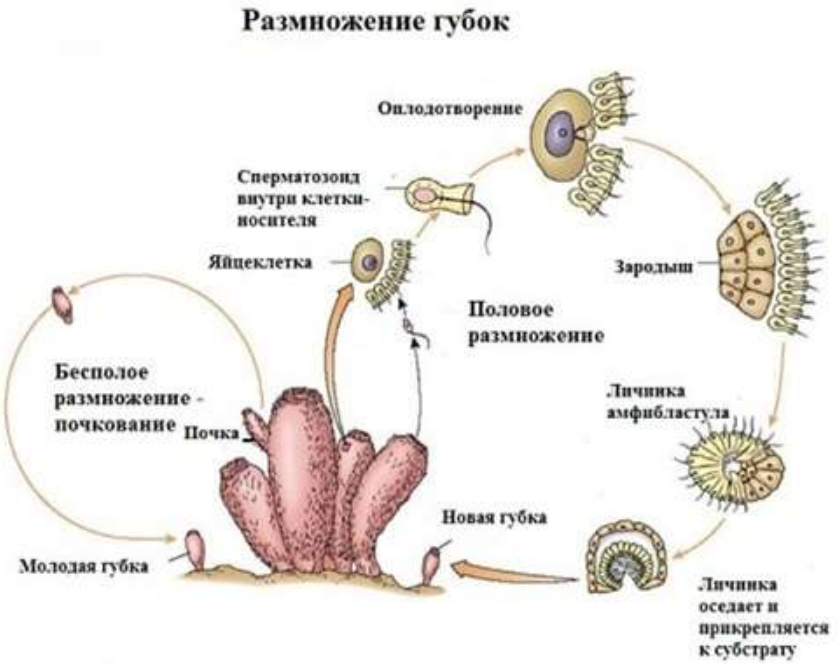
•Половое размножение:

–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)

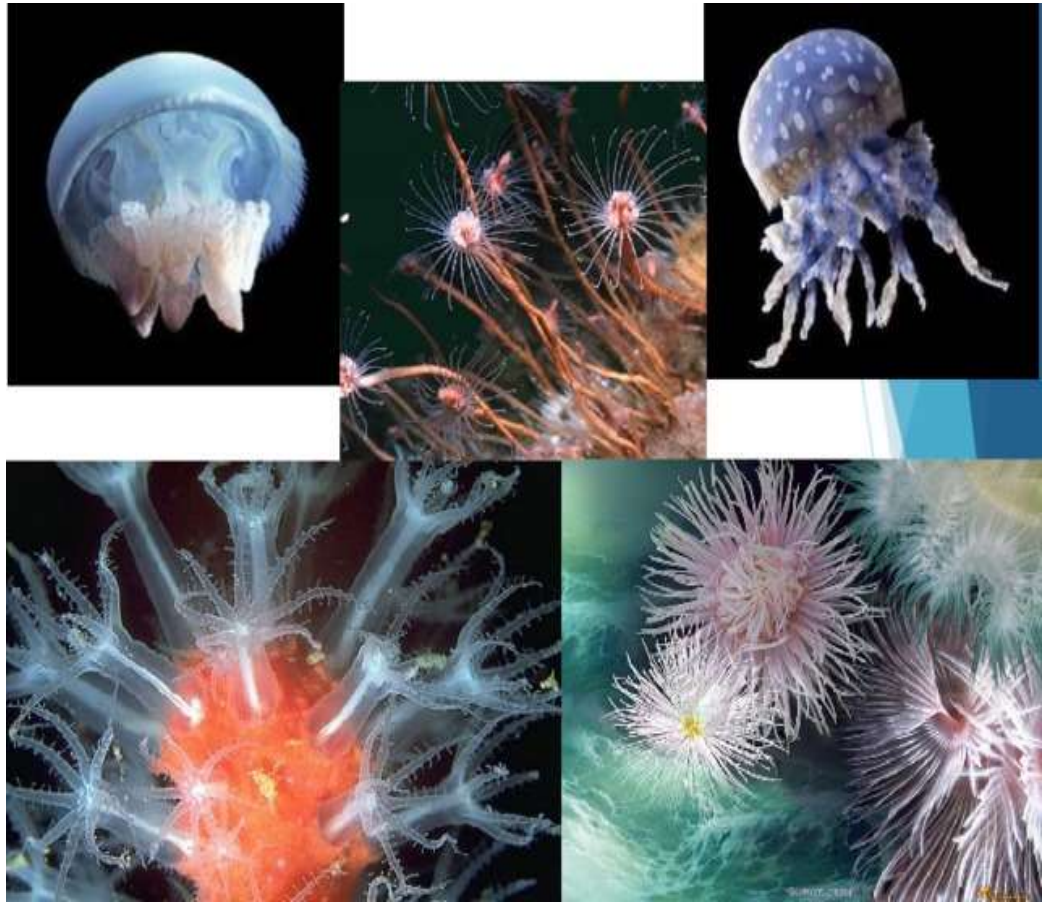
Классы

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)

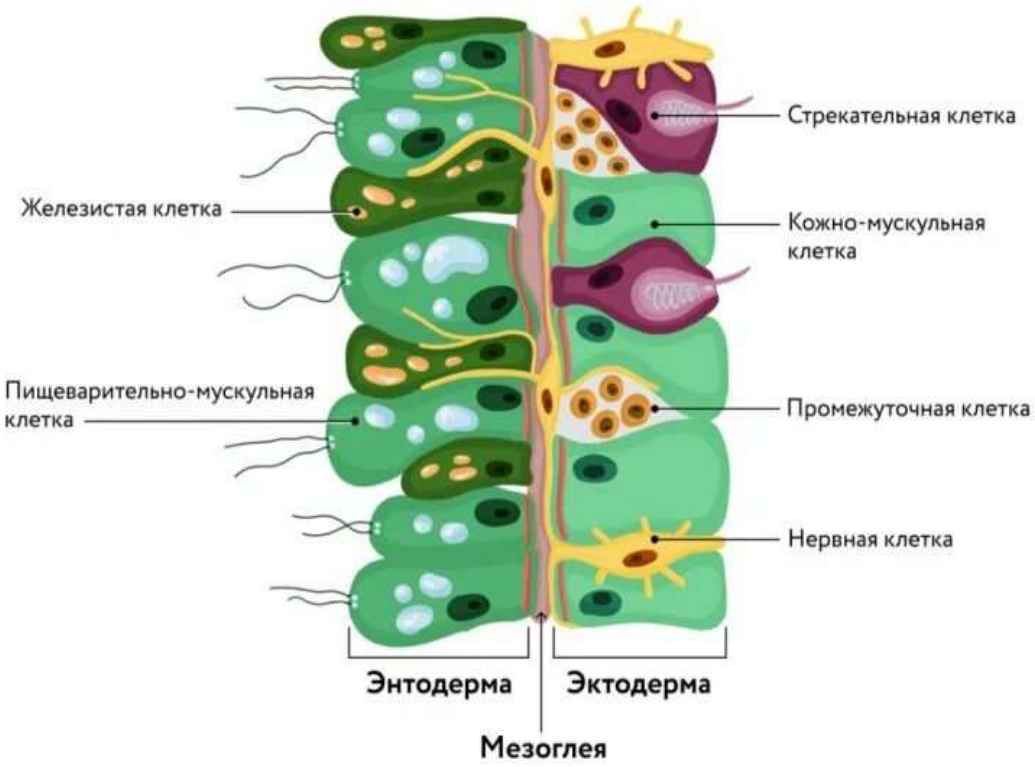
–Интерстициальные клетки

•Эпителии:

–Эктодермальный (покровный)

–Энтодермальный (гастродермальный)

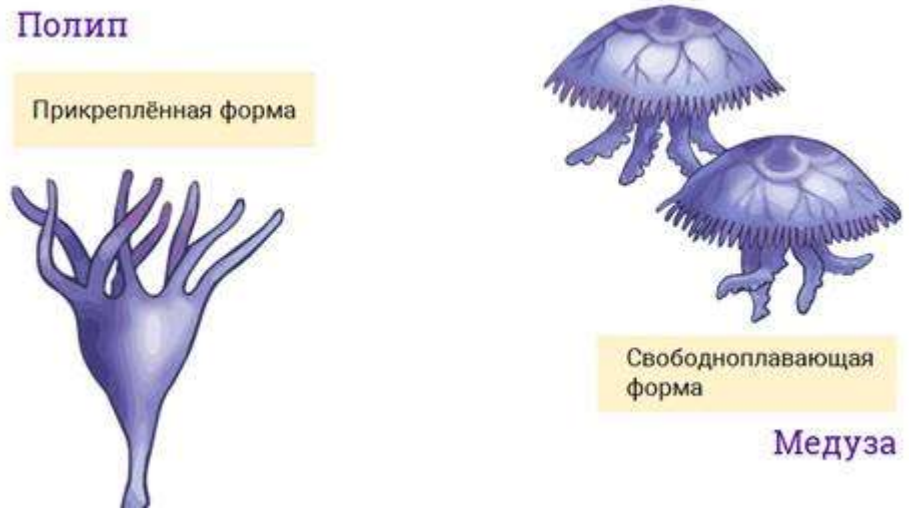
Мезоглея



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

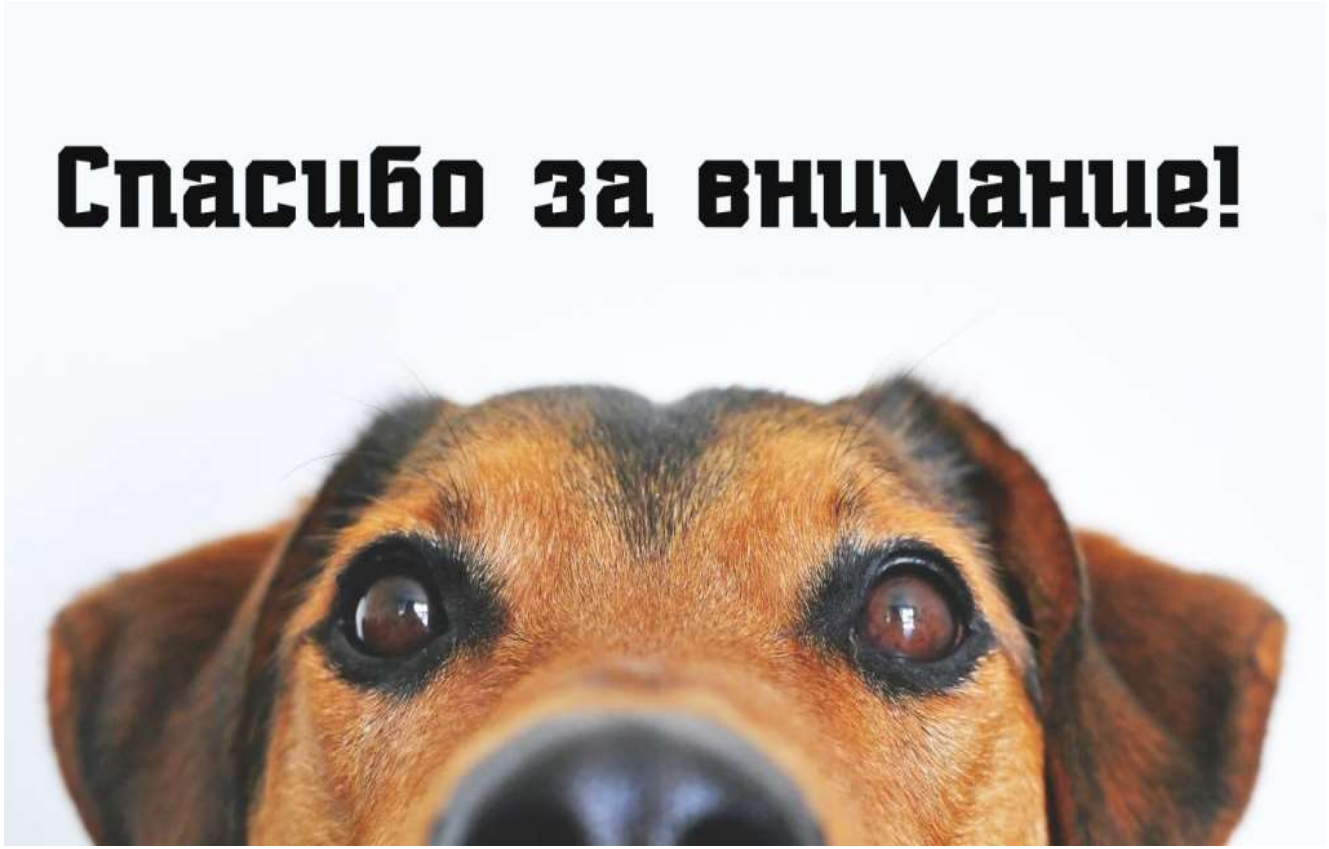
•Молекулярно-генетические исследования пересматривают наши представления об их эволюции

•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!!!





ira.konakova@yandex.ru