# Содержание

# 1. Биология как наука Характеристика неклеточных форм жизни. Классификация вирусов их практическое значение

# 2. Характеристика и классификация бактерий. Особенности организации прокариотических организмов. Практическое значение бактерий.

# 3. Особенности организации эукариот на примере простейших

# 4. Многофункциональность простейших, особенности организации, понятие жизненного цикла

# Список литературы

# 1. Биология как наука Характеристика неклеточных форм жизни. Классификация вирусов их практическое значение

# Биология как наука

Биология - наука о живых системах, их строении и особенностях жизнедеятельности. Термин «биология» был предложен в 1802 г. Ж. Б. Ламарком и Г. Д. Тревиранусом независимо друг от Друга. Название возникло из сочетания двух греческих слов: bios - жизнь и logos - слово, учение.

Слово "биология" произошло от греческих слов "биос" - жизнь и "логос" - наука. Биология - наука о жизни, о живых организмах обитающих на Земле. Живые организмы на нашей планете очень разнообразны. Ученые насчитывают более 3,5 млн. видов живых организмов.

Биологию подразделяют на отдельные науки по предмету изучения: микробиология (микроорганизмы), ботаника (растения), зоология (животные), экология (взаимоотношения организмов друг с другом и окружающей средой) и т. д.

4 группы или царства

* Царство бактерий
* Царство грибов
* Царство растений
* Царство животных

Общая биология изучает общие законы происхождения, функционирования, роста и развития живого. Иными словами, биология - это совокупность наук о живой природе.

Биология, как и любая другая наука, оперирует самыми различными методами: историческим, описательным, микроскопическим, экспериментальным, сравнительным, методами наблюдения и моделирования и т. д.

Задачи биологии: раскрытие сущности жизни; систематизация живых существ; познание закономерностей происхождения, размножения, роста, развития, функционирования, особенностей взаимодействия живых организмов.

История развития биологии насчитывает более 2000 лет. Еще античными врачами и философами были предприняты попытки познания живых объектов (Гиппократ, Гален, Аристотель), К эпохе Возрождения относятся исследования, положившие начало ботанике, зоологии, анатомии (Везалий). Из множества проведенных исследований необходимо упомянуть наиболее важные для понимания законов биологии.

У. Гарвей (1578—1657) открыл механизм кровообращения; изготовил микроскоп;

1665 г. — Р.Гук описал клеточное строение пробки; ввел термин «клетка»;

1677 г. — АЛевенгук наблюдал под микроскопом (увеличивающим в 300 раз) простейших, бактерии,сперматозоиды;

1826 г. — К.Бэр наблюдал яйцеклетку млекопитающих;

1828 г. — Р.Броун открыл клеточное ядро;

1735 г. — К. Линней создал систему классификации растений и животных;

XVIII в. — в России М.ВЛомоносов и Л.Эйлер создали современный по тем временам микроскоп, позволяющий вести наблюдения за разнообразными биологическими объектами;

1838, 1839 гг. — Т.Шванн, М.Шлейден независимо друг от друга сформулировали клеточную теорию, согласно которой клетки признавались элементарной единицей строения растений и животных;

1858 г. — Р.Вирхов создал учение о клеточной патологии, ввел постулат: «каждая клетка из клетки»;

1859 г. — Ч. Дарвин создал эволюционную теорию;

1865 г. — Г.Мендель открыл закон наследования признаков, что способствовало рождению генетики как науки;

1881 г. — Л.Пастер открыл принцип вакцин, заложил основы микробиологии и иммунологии;

1882 г. — И.Мечников сформулировал фагоцитар ную теорию, был награжден Нобелевской премией;

1900 г. — К.Ландштейнер открыл группы крови человека, был награжден Нобелевской премией;

1953 г. — Дж. Уотсон и Ф.Крик расшифровали структуры ДНК, были награждены Нобелевской премией.

Предметом исследования биологии является многообразие ныне существующих и вымерших организмов, их происхождение, эволюция, распространение, строение, функционирование и индивидуальное развитие, связи друг с другом и с окружающей их неживой природой. Биология рассматривает общие и частные закономерности, присущие жизни во всех ее проявлениях и свойствах (обмен веществ, размножение, наследственность, изменчивость, приспособляемость, рост, развитие, раздражимость, подвижность и т. д.).

Биология подразделяется на ряд самостоятельных наук и направлений в зависимости от изучаемых объектов, уровней организации живого, методов исследования, практического использования биологических знаний.

Биологией систематических групп занимаются: вирусология -— наука о вирусах, микробиологиямикология — наука о грибах, ботаника — наука о растениях, зоология — наука о животных, антропология — наука о человеке. Каждая из этих дисциплин делится на ряд более узких направлений в зависимости от объекта исследований. Например, в зоологии выделяются такие науки, как энтомология — наука о насекомых, ихтиология— о рыбах, териология — о млекопитающих, орнитология – о птицах, мирмекология – о муравьях, лепидоптерология – о бабочках, протистология – наука о простейших и др. В ботанике выделяются: альгология — наука о водорослях, бриология — о мхах, дендрология — о древесных растениях и др. Кроме того, в зоологии и ботанике выделяются науки, изучающие отдельные стороны жизни животных и растений: строение (морфология, анатомия, гистология и др.), развитие (эмбриология, эволюция и др.), жизнедеятельность (физиология и биохимия животных и растений), распространение (зоогеография и фитогеография), классификацию по группам (систематика растений и животных) и т. д. — наука, занимающаяся изучением микроорганизмов,

Уровни организации живого изучают: молекулярная биология — наука, исследующая общие свойства и проявления жизни на молекулярном уровне, цитология — наука о клетке, гистология — наука о тканях и т. д.

По структуре, свойствам и проявлениям жизни отдельных организмов следует различать: анатомию, морфологию (в узком смысле) — о внешнем строении, физиологию — о жизнедеятельности целостного организма и его частей, генетику — науку о законах наследственности и изменчивости организмов и методах управления ими.

Отдельно выделяют науки о развитии живой материи: биологию индивидуального развития организмов; эволюционную теорию (комплекс знаний об историческом развитии живой природы); палеонтологию, изучающую историю жизни по остаткам живых организмов. — науку о внутреннем строении

Изучением коллективной жизни и сообществ живых организмов занимаются: этология — наука о поведении животных, экология (в общем смысле) — наука об отношениях различных организмов и образуемых ими сообществ между собой и окружающей средой. Среди разделов экологии рассматривают биоценологию — науку о сообществах живых организмов, популяционную биологию — отрасль знаний, изучающую структуру и свойства популяций и др.

По методам исследований обычно выделяют биохимию, изучающую входящие в состав организмов химические вещества, их структуру, распределение, превращения и функции; биофизику — науку о физических и физико-химических явлениях в живых организмах. Планированием количественных биологических экспериментов и обработкой результатов методами математической статистики занимается биометрия, являющаяся также одним из важнейших разделов биологии.

В зависимости от того, в какой области практической деятельности человека используются биологические знания, выделяют такие дисциплины, как биотехнология — совокупность промышленных методов, позволяющих с высокой эффективностью использовать живые организмы и отдельные их части для производства пенных продуктов (антибиотиков, витаминов, гормонов и др.), для защиты растений от вредителей и болезней, для борьбы с загрязнением окружающей среды, в очистных сооружениях; агробиология— комплекс знаний о возделывании сельскохозяйственных культур; селекция — наука о методах создания сортов растений, пород животных, штаммов микроорганизмов с нужными человеку признаками. Выделяют также животноводство, ветеринарию, медицинскую биологию, фитопатологию, биологию охраны природы.

Естественно, такая классификация биологических наук в значительной степени условна и не дает представления обо всем многообразии биологических дисциплин.

Биологические науки теснейшим образом связаны с физикой, химией, математикой, геологией, географией и принадлежат к единому комплексу естественных наук, т. е. наук о природе. Всех их объединяет не только предмет изучения — природа, но и методы, которыми пользуются исследователи для выяснения тех или иных закономерностей. Наиболее общими методами исследована биологии являются наблюдение (позволяет описать биологические явления), сравнение (дает возможность найти общие закономерности в строении и жизнедеятельности разных организмов), эксперимент или опытмоделирование (помогает изучать свойства биологических объектов в контролируемых условиях), (имитируются многие процессы, недоступные для непосредственного наблюдения или экспериментального воспроизведения), исторический метод (позволяет на основе данных о современном органическом мире и его прошлом познать процессы развития живой природы Значение биологии как науки исключительно велико, так как познание исторического развития органического мира, закономерностей в строении и функционировании живых систем разных рангов, их взаимосвязей, устойчивости и динамичности играет важнейшую роль в формировании материалистического мировоззрения, составлении научной картины мира.

Кроме того, биология способствует решению жизненно важных практических задач.

Биология является базовой наукой медицины. Многие дисциплины биологии, такие как физиология, микробиология, иммунология, паразитология, напрямую связаны с медицинской наукой и здраво­охранением.

Теоретические достижения биологии широко применяются в медицине. Именно успехи и открытия в биологии определяют современный уровень медицинской науки. Так данные генетики позволили разрабатывать методы ранней диагностики, лечения и профилактики наследственных болезней человека.

Селекция микроорганизмов позволяет получать ферменты, витамины, гормоны, необходимые для лечения ряда заболеваний. Развитие генной инженерии открывает широкие перспективы для производства биологически активных соединений и лекарственных веществ. Так, например, с помощью методов генной инженерии был получен ген гормона инсулина и затем встроен в геном кишечной палочки. Такой штамм кишечной палочки способен синтезировать человеческий инсулин, используемый для лечения сахарного диабета. Подобным образом в настоящее время получают соматотропин (гормон роста) и другие гормоны человека, интерферон, иммуногенные препараты и вакцины.

Знание закономерностей размножения и распространения вирусов, болезнетворных бактерий, простейших, червей необходимо для борьбы с инфекционными и паразитарными заболеваниями человека и животных.

Эксперименты на животных моделируют многие патологические процессы, позволяющие понять сущность того или иного заболевания, установить принципы восстановления поврежденных клеток, тканей и органов, определить оптимальную тактику лечения и профилактики. Успехи иммунологии уже в настоящее время позволяют осуществлять трансплантацию жизненно важных органов, производить диагностику многих заболеваний, снижать уровень инфекционной заболеваемости

Общебиологические закономерности используются при решении самых разных вопросов во многих отраслях народного хозяйства. Быстрые темпы роста населения планеты, постоянное уменьшение территорий, занятых сельскохозяйственным производством, привели к глобальной проблеме современности — производству продуктов питания.

Эту задачу способны решать такие науки, как растениеводство и животноводство, базирующиеся на достижениях генетики и селекции.

Благодаря знанию законов наследственности и изменчивости можно создавать высокопродуктивные сорта культурных растений и пород домашних животных, что позволит интенсивно вести сельскохозяйственное производство и удовлетворить потребности населения планеты в пищевых ресурсах.

Биологические знания помогают в борьбе с вредителями и болезнями культурных растений, паразитами животных. Они играют важную роль в совершенствовании лесного и рыбного хозяйства, звероводства.

Использование в промышленности, машиностроении, кораблестроении принципов организации живых существ (бионика) приносит в настоящее время и даст в будущем значительный экономический эффект.

Прогресс науки и техники, создание и использование новых технологий могут наносить ущерб биосфере (порой непоправимый). Загрязнение окружающей среды отходами промышленного производства ставит вопрос о выживании, а нередко и о вымирании многих видов животных и растений. Учащение экологических катастроф наносит в группу риска все живое на планете. Задачи сохранения живых организмов, восстановления их популяций в естественной среде обитания решают биологи всего мира.

Решению таких важных проблем современности, как охрана окружающей среды, рациональное использование природных ресурсов, помогает экология. Она предусматривает выявление и устранение отрицательных последствий воздействия человека на природу (загрязнение среды многочисленными вредными веществами), определение режимов рационального использования резервов биосферы.

Актуальной задачей экологии является обеспечение сохранности биосферы и способности природы к самовоспроизведению

Значение биологии для человека невозможно переоценить: биология является теоретической основой ведения промыслового, сельского и лесного хозяйства, на её достижения опирается медицина, пищевая и даже военная промышленность; знание её законов помогает сохранять биоразнообразие на планете и моделировать будущее развитие человечества в XXI в.

**Характеристика неклеточных форм жизни.**

Во всем многообразии организмов можно выделить две резко различные группы форм жизни:

* неклеточные;
* клеточные.

К неклеточным формам жизни относятся вирусы. Вирусы проявляют жизнедеятельность только в стадии внутриклеточного паразитизма. Благодаря своей незначительной величине, вирусы могут проходить через любые фильтры, в том числе каолиновые, имеющие наиболее мелкие поры, поэтому первоначально они назывались фильтрующимися вирусами.

Существование вирусов было доказано русским ботаником Д.И. Ивановским в 1892 г., но увидеть их удалось лишь намного позже. Большинство вирусов имеют субмикроскопические размеры, поэтому для изучения их строения пользуются электронным микроскопом.

Наиболее мелкие вирусы, например возбудитель ящура, немногим превышают молекулу яичного белка, но встречаются и крупные вирусы, такие как возбудитель оспы, которые видны в световой микроскоп.

**Вирусы** (лат. «яд») – облигатные внутриклеточные паразиты. Они поражают все группы живых организмов, живут в клетках растений, животных, человека и даже бактерий (**бактериофаги**). Открыты в 1892 году русским ботаникомДмитрием Ивановским, однако долгое время оставались неисследованными из-за того, что имели мельчайшие размеры (от 20 до 300 нм).

Только появление электронного микроскопа позволило изучить эти существа.

**Классификация вирусов их практическое значение**

Строение **вирусов.** Наряду с одно- и многоклеточными организмами в природе существуют и другие формы жизни. Таковыми являются вирусы, не имеющие клеточного строения. Они представляют собой переходную форму между неживой и живой материей.

**Вирусы** (лат. virus — яд) были открыты в 1892 г. русским ученым Д. И. Ивановским при исследовании мозаичной болезни листьев табака.

Каждая вирусная частица состоит из РНК или ДНК, заключенной в белковую оболочку, которую называюткапсидом. Полностью сформированная инфекционная частица называется вирионом. У некоторых вирусов (например, герпеса или гриппа) есть еще и дополнительная липопротеидная оболочка, возникающая из плазматической мембраны клетки хозяина.

Поскольку в составе вирусов присутствует всегда один тип нуклеиновой кислоты — ДНК или РНК, вирусы делят также на ДНК-содержащие и РНК-содержащие. При этом наряду с двухцепочечными ДНК и одноцепочечными РНК встречаются одноцепочечные ДНК и двухцепочечные РНК. ДНК могут иметь линейную и кольцевую структуры, а РНК, как правило, линейную. Подавляющее большинство вирусов относится к РНК-типу.

Вирусы способны размножаться только в клетках других организмов. Вне клеток организмов они не проявляют никаких признаков жизни. Многие из них во внешней среде имеют форму кристаллов. Размеры вирусов колеблются в пределах от 20 до 300 нм в диаметре.

Хорошо изучен вирус табачной мозаики, имеющий палочковидную форму и представляющий собой полый цилиндр. Стенка цилиндра образована молекулами белка, а в его полости расположена спираль РНК (рис. 1). Белковая оболочка защищает нуклеиновую кислоту от неблагоприятных условий внешней среды, а также препятствует проникновению ферментов клеток к РНК и ее расщеплению.

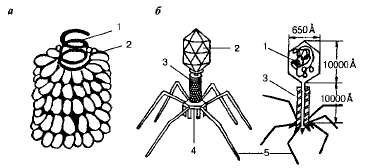


Рис.1. Схема строения вируса (а) и бактериофага (б); 1— нуклеиновая кислота; 2 — белковая оболочка; 3 —полый стержень; 4 — базальная пластинка; 5 — отростки (нити).

Молекулы вирусной РНК могут самовоспроизводиться. Это означает, что вирусная РНК является источником генетической информации и одновременно иРНК.

Поэтому в пораженной клетке в соответствии с программой нуклеиновой кислоты вируса на рибосомах клетки хозяина синтезируются специфические вирусные белки и осуществляется процесс самосборки этих белков с нуклеиновой кислотой в новые вирусные частицы.

Клетка при этом истощается и погибает. При поражении некоторыми вирусами клетки не разрушаются, а начинают усиленно делиться, часто образуя у животных, в том числе и человека, злокачественные опухоли.

#### Классификация

а) Вирусы классифицируются по сердцевине: ДНК-содержащие и РНК-содержащие (ретро) вирусы.

б) По структуре капсомеров.

Изометрические (кубические), спиральные, смешанные.

в) По наличию или отсутствию дополнительной липопротеидной оболочки

г) По клеткам-хозяинам

Кроме этих классификаций есть еще много других. На пример, по типу переноса инфекции от одного организма к другому.

Особую группу представляют вирусы бактерий — бактериофаги, или фаги, которые способны проникать в бактериальную клетку и разрушать ее.

Тело фага кишечной палочки состоит из головки, от которой отходит полый стержень, окруженный чехлом из сократительного белка. Стержень заканчивается базальной пластинкой, на которой закреплены шесть нитей (см. рис. 5.2). Внутри головки находится ДНК. Бактериофаг при помощи отростков прикрепляется к поверхности кишечной палочки и в месте соприкосновения с ней растворяет **с** помощью фермента клеточную стенку. После этого за счет сокращения головки молекула ДНК фага впрыскивается через канал стержня в клетку. Примерно через 10—15 мин под действием этой ДНК перестраивается весь метаболизм бактериальной клетки, и она начинает синтезировать ДНК бактериофага, а не собственную. При этом синтезируется и фаговый белок. Завершается процесс появлением 200— 1 000 новых фаговых частиц, в результате чего клетка бактерии погибает.

Бактериофаги, образующие в зараженных клетках новое поколение фаговых частиц, что приводит к лизису (распаду) бактериальной клетки, называются вирулентными фагами.

Некоторые бактериофаги внутри клетки хозяина не реплицируются. Вместо этого их нуклеиновая кислота включается в ДНК хозяина, образуя с ней единую молекулу, способную к репликации. Такие фаги получили название умеренных фагов или профагов.

**Значение вирусов**

Науке известны вирусы бактерий, растений, насекомых, животных и человека. Всего их более 1000. Размножение вирусов, сопряженное с разрушением клеток, ведет к возникновению болезненных состояний в организме. Вирусы вызывают многие заболевания человека: корь, свинку, грипп, полиомиелит, бешенство, оспу, желтую лихорадку, трахому, энцефалит, некоторые онкологические (опухолевые) болезни, СПИД. Ученые установили, что в организме человека живет много вирусов, но проявляют они себя не всегда. Воздействиям болезнетворного вируса подвержен лишь ослабленный организм.  
Представление о вирусах как о полезных, для человека, организмах сформировалось при изучении особой группы вирусов, которые поражают бактерии - о бактериофагах.

Способность фагов уничтожать бактерии может быть использована при лечении некоторых заболеваний, вызываемых этими бактериями. Фаги действительно стали первой группой вирусов, “прирученных” человеком. Быстро и безжалостно расправлялись они со своими ближайшими соседями по микромиру.

Палочки чумы, брюшного тифа, дизентерии, вибрионы холеры буквально “таяли” на глазах после встречи с этими вирусами. Их стали применять для предупреждения и лечения многих инфекционных заболеваний, но, к сожалению, за первыми успехами последовали неудачи. Это было связано с тем, что в организме человека фаги нападали на бактерии не так активно, как в пробирке. Кроме того, бактерии оказались “хитрее” своих врагов: они очень быстро приспосабливались к фагам и становились нечувствительными к их действию.

После открытия антибиотиков фаги как лекарство отступили на задний план, но до сих пор их с успехом используют для распознавания бактерий. Дело в том, что фаги умеют очень точно находить “свои бактерии” и быстро растворять их. Подобные свойства фагов и легли в основу лечебной диагностики.

Обычно это делается так: выделенные из организма больного бактерии выращивают на твердой питательной среде, после чего на полученный “газон” наносят различные фаги, например, дизентерийные, брюшнотифозные, холерные и другие.

Через сутки чашки просматривают на свет и определяют, какой фаг вызвал растворение бактерий. Если такое действие оказал дизентерийный фаг, значит из организма больного выделены бактерии дизентерии, если брюшнотифозный - бактерии брюшного тифа.

Иногда на помощь человеку приходят вирусы, поражающие животных и насекомых. Двадцать с лишним лет назад в Австралии остро встала проблема борьбы с дикими кроликами. Количество этих грызунов достигло угрожающих размеров. Они быстрее саранчи уничтожали посевы сельскохозяйственных культур и стали настоящим национальным бедствием. Обычные методы борьбы с ними оказались малоэффективными. И тогда ученые выпустили на борьбу с кроликами специальный вирус, способный уничтожить практически всех зараженных животных. Но как распространить это заболевание среди пугливых и осторожных кроликов? Помогли комары. Они сыграли роль “летающих игл”, разнося вирус от кролика к кролику. При этом комары оставались совершенно здоровыми.

Можно привести и другие примеры успешного использования вирусов для уничтожения вредителей. Все знают, какой ущерб наносят гусеницы и жуки-пилильщики. Первые поедают листья полезных растений, вторые поражают деревья в садах и лесах.

С ними сражаются так называемые вирусы полиэдроза и гранулоза, которые на небольших участках распыляют пульверизаторами, а для обработки больших площадей используют самолеты. Так поступали в США (в Калифорнии) при борьбе с гусеницами, которые поражают поля люцерны, и в Канаде при уничтожении соснового пилильщика.

Перспективно также применение вирусов для борьбы с гусеницами, поражающими капусту и свеклу, а также для уничтожения домашней моли.

Что произойдет с клеткой, если ее заразить не одним, а двумя вирусами? Если вы решили, что в этом случае болезнь клетки обострится, и гибель ее ускорится, то ошиблись. Оказывается, присутствие в клетке одного вируса часто надежно защищает ее от губительного действия другого. Это явление было названо учеными интерференцией вирусов.

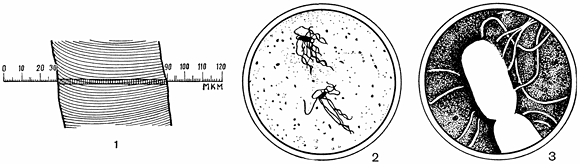
Связано оно с выработкой особого белка - интерферона, который в клетках приводит в действие защитный механизм, способный отличать вирусное от невирусного и вирусное избирательно подавлять. Интерферон подавляет размножение в клетках большинства вирусов (если не всех). Вырабатываемый в качестве лечебного препарата интерферон применяется сейчас для лечения и профилактики уже многих вирусных заболеваний.

Каких еще полезных дел можно ожидать в будущем от вирусов? Учеными открыт вирион, который способен избирательно разрушать некоторые опухоли мышей. Получены также вирусы, убивающие опухолевые клетки человека. Если удастся лишить эти вирусы болезнетворных свойств и сохранить при этом их свойство избирательно разрушать злокачественные опухоли, то в будущем, возможно, будет получено мощное средство для борьбы с этими тяжелыми заболеваниями. Поиски таких вирусов ведутся, и сейчас эта работа уже не кажется фантастической и безнадежной.

Изучением болезней вызываемые вирусными частицами вы займетесь самостоятельно, а на одном из семинарских занятий я проверю насколько вы хорошо познакомились с материалом, кроме этого мы обсудим причины генетического разнообразия вирусов и связанные с этим различия в механизме инфицирования прокариотических и эукариотических клеток.

**2. Характеристика и классификация бактерий. Особенности организации прокариотических организмов. Практическое значение бактерий.**

Бактерии (от слова bacterion — палочка) — это наиболее широко распространенная в природе группа микроорганизмов, представляющих собой большой и чрезвычайно разнообразный мир микроскопических существ. Клетки наиболее мелких шаровидных бактерий имеют в поперечнике менее 0,1 мкм (т. е. 0,0001 мм). Подавляющее большинство бактерий — это палочки, толщина которых в среднем составляет 0,5 — 1 мкм, а длина 2-3 мкм. Очень редко встречаются бактерии-«гиганты», клетки которых имеют в диаметре 5-10 мкм, а в длину достигают 30-100 мкм.



**Рис. 2.** Сравнительная величина волоса и бактерий: 1 — увеличенное изображение волоса (X 500);2 — бактерии в поле зрения светового микроскопа (X 2000); 3 — бактерии под электронным микроскопом (X 20 000).

Крайне малые размеры клеток являются характерной, но не главной особенностью бактерий. Все бактерии представлены особым типом клеток, лишенных истинного ядра, окруженного ядерной мембраной. Аналогом ядра у бактерий является нуклеоид — ДНК-содержащая плазма, не отграниченная от цитоплазмы мембраной. Кроме того, для бактериальных клеток характерны отсутствие митохондрий, хлоропластов, а также особое строение и состав мембранных структур и клеточных стенок. Организмы, в клетках которых отсутствует истинное ядро, называются прокариотами (доядерными) илипротоцитами (т. е. организмами с примитивной организацией клеток).

Бактерии, в широком смысле слова, — это прокариотные организмы. К прокариотам относятся такие группы микроорганизмов, как эубактерии, спирохеты, микоплазмы, миксобактерии, лучистые грибки (актиномицеты) и сине-зеленые водоросли (цианобактерии). Форма клеток у бактерий может быть не только палочковидной (цилиндрической), но и шаровидной (кокки), спиральной (вибрионы, спириллы, спирохеты). Актиномицеты же и родственные им организмы образуют длинные ветвящиеся клетки — гифы, формирующие мицелий (сплетение гиф). Клетки микоплазм, лишенные плотной оболочки, способны принимать самые причудливые, постоянно изменяющиеся формы.

Первооткрывателем мира бактерий был Антоний Левенгук — голландский естествоиспытатель XVII в., впервые создавший совершенную лупу-микроскоп, увеличивавший предметы в 160-270 раз. Со времен Левенгука техника исследования микробиологических объектов шагнула далеко вперед. Созданы световые микроскопы, увеличивающие объекты в 2000 и более раз. С помощью современного электронного микроскопа, увеличивающего предметы в 200 000 — 500 000 раз, можно различать и изучать самые мелкие микроорганизмы.

Для сравнения на рисунке 2 показаны размеры волоса в микрометрах, изображение бактерии, полученное в световом микроскопе, и часть той же бактерии в поле зрения электронного микроскопа.

Вооруженная усовершенствованными приборами, микробиология все глубже и полнее познает свойства и особенности мира невидимых. Ученые-микробиологи разрабатывают новые методы наилучшего использования полезных микробов и пресечения деятельности вредных.

Разработанный русским микробиологом С. Н. Виноградским метод выращивания микробов в лабораториях на элективных (избирательных) питательных средах дал возможность более подробно изучить различные микроорганизмы и их распространение в природе. Используя этот метод, ученые установили, что бактерии обнаруживаются всюду: в каждой капле даже самой чистой воды, в крупинках почвы, в воздухе, на скалах Земли Франца-Иосифа и в снегах полярных областей, в океане на Северном полюсе. Разнообразные виды бактерий найдены также в почвах пустыни Сахара, в грунте, взятом со дна океана на глубине 4 км, и в нефти, добытой из глубоко залегающих нефтяных пластов. Бактерии способны жить даже в воде горячих источников с температурой около 80° С.

Благодаря ничтожным размерам бактерии легко проникают в трещины, щели, поры. Они очень выносливы и приспособлены к неблагоприятным условиям существования: переносят высушивание, сильные холода, нагревание до 80-90° С, не теряя при этом жизнеспособности. А споры бактерий выдерживают даже кипячение.

Бактерии играют важную роль в народном хозяйстве и в быту человека. Велика их роль в почвообразовательных процессах. Бактерии нашли широкое применение в растениеводстве и животноводстве, в различных отраслях пищевой промышленности. Микробиология все шире внедряется в текстильную и кожевенную отрасли промышленности. Такие производства, как мочка льна, обработка кожи, не могут обойтись без использования продуктов жизнедеятельности бактерий.

Необычайно велико значение бактерий в патогенезе заболеваний человека, животных и растений.

Почвенные бактерии оказывают большое влияние на рост и развитие растений. Вокруг корней и на корнях растений развивается большое количество различных видов бактерий, причем не всех видов, а только определенных, специфичных для каждого вида растений. Эта микрофлора может быть полезной или вредной для растения в зависимости от окружающей среды и состояния самого растения.

В процессе жизнедеятельности бактерии образуют ряд соединений, которые широко используются человеком: антибиотики, аминокислоты, витамины, ферменты и другие соединения. Много ценнейших биологически активных веществ, продуцируемых микроорганизмами, нам пока неизвестно. С каждым годом список этих соединений пополняется; мир микробов — неисчерпаемый источник различных важных веществ.

Громадное значение имеет геологическая деятельность бактерий. Бактерии принимают самое активное участие в круговороте веществ в природе.

Все органические соединения и значительная часть неорганических подвергаются при этом существенным изменениям. И этот круговорот веществ является основой существования жизни на Земле.

Настоящий том посвящен прокариотным организмам (за исключением сине-зеленых водорослей, которые будут описаны в 3-м томе). Хотя раньше бактерии относили к растительным организмам, в настоящее время показано, что бактерии как прокариоты составляют особое царство живых существ, отличное от царств растений и животных. Следуя традиции, редакция начинает издание «Жизнь растений» с описания бактерий как низших организмов — протоцитов. В первой части раздела по бактериям (введении) кратко излагаются основные принципы классификации, строение клеток и обмен веществ у бактерий. Во второй части приводятся сведения об основных систематических группах бактерий. Заключают раздел главы, описывающие экологию, физиологические группы и биохимические особенности бактерий.

# Классификация бактерий

У большинства организмов видом принято считать репродуктивно изолированную группу особей. В широком смысле это означает, что представители данного вида могут давать плодовитое потомство, спариваясь только с себе подобными, но не с особями других видов. Таким образом, гены конкретного вида, как правило, не выходят за его пределы. Однако у бактерий может происходить обмен генами между особями не только разных видов, но и разных родов, поэтому правомерно ли применять здесь привычные концепции эволюционного происхождения и родства, не вполне ясно. В связи с этой и другими трудностями общепринятой классификации бактерий пока не существует. Ниже приведен один из широко используемых ее вариантов.

ЦАРСТВО MONERA

**Тип I**. Gracilicutes (тонкостенные грамотрицательные бактерии)

Класс 1. Scotobacteria (нефотосинтезирующие формы, например миксобактерии)

Класс 2. Anoxyphotobacteria (не выделяющие кислорода фотосинтезирующие формы, например пурпурные серные бактерии)

Класс 3. Oxyphotobacteria (выделяющие кислород фотосинтезирующие формы, например цианобактерии)

**Тип II**. Firmicutes (толстостенные грамположительные бактерии)

Класс 1. Firmibacteria (формы с жесткой клеткой, например клостридии)

Класс 2. Thallobacteria (разветвленные формы, например актиномицеты)

**Тип III**. Tenericutes (грамотрицательные бактерии без клеточной стенки)

Класс 1. Mollicutes (формы с мягкой клеткой, например микоплазмы)

**Тип IV**. Mendosicutes (бактерии с неполноценной клеточной стенкой)

Класс 1. Archaebacteria (древние формы, например метанобразующие)

**Домены.** Недавние биохимические исследования показали, что все прокариоты четко разделяются на две категории: маленькую группу архебактерий (Archaebacteria – «древние бактерии») и всех остальных, называемых эубактериями (Eubacteria – «истинные бактерии»). Считается, что архебактерии по сравнению с эубактериями примитивнее и ближе к общему предку прокариот и эукариот.

От прочих бактерий они отличаются несколькими существенными признаками, включая состав молекул рибосомной РНК (pРНК), участвующей в синтезе белка, химическую структуру липидов (жироподобных веществ) и присутствие в клеточной стенке вместо белково-углеводного полимера муреина некоторых других веществ.

В приведенной выше системе классификации архебактерии считаются лишь одним из типов того же царства, которое объединяет и всех эубактерий. Однако, по мнению некоторых биологов, различия между архебактериями и эубактериями настолько глубоки, что правильнее рассматривать архебактерии в составе Monera как особое подцарство. В последнее время появилось еще более радикальное предложение. Молекулярный анализ выявил между двумя этими группами прокариот столь существенные различия в структуре генов, что присутствие их в рамках одного царства организмов некоторые считают нелогичным. В связи с этим предложено создать таксономическую категорию (таксон) еще более высокого ранга, назвав ее доменом, и разделить все живое на три домена – Eucarya(эукариоты), Archaea (архебактерии) и Bacteria (нынешние эубактерии).

# Прокариотическая клетка.

Помимо организмов с типичной клеточной организацией {эукариотические клетки) существуют относительно простые, доядерные, или прокариотические, клетки — бактерии и синезеленые, у которых отсутствуют оформленное ядро, окруженное ядерной мембраной, и высокоспециализированные внутриклеточные органоиды. Особую форму организации живого представляют вирусы и бактериофаги (фаги). Их строение крайне упрощено: они состоят из ДНК (либо РНК) и белкового футляра. Свои функции обмена веществ и размножения вирусы и фаги осуществляют только внутри клеток другого организма: вирусы — внутри клеток растений и животных, фаги - в бактериальных клетках как паразиты на, генетическом уровне.

К прокариотам относят бактерии и сине-зелёные водоросли (цианеи). Наследственный аппарат прокариот представлен одной кольцевой молекулой ДНК, не образующей связей с белками и содержащей по одной копии каждого гена — гаплоидные организмы. В цитоплазме имеется большое количество мелких рибосом; отсутствуют или слабо выражены внутренние мембраны.

Ферменты пластического обмена расположены диффузно. Аппарат Гольджи представлен отдельными пузырьками. Ферментные системы энергетического обмена упорядоченно расположены на внутренней поверхности наружной цитоплазматической мембраны. Снаружи клетка окружена толстой клеточной стенкой. Многие прокариоты способны к спорообразованию в неблагоприятных условиях существования; при этом выделяется небольшой участок цитоплазмы содержащий ДНК, и окружается толстой многослойной капсулой.

Процессы метаболизма внутри споры практически прекращаются. Попадая в благоприятные условия, спора преобразуется в активную клеточную форму. Размножение прокариот происходит простым делением надвое.

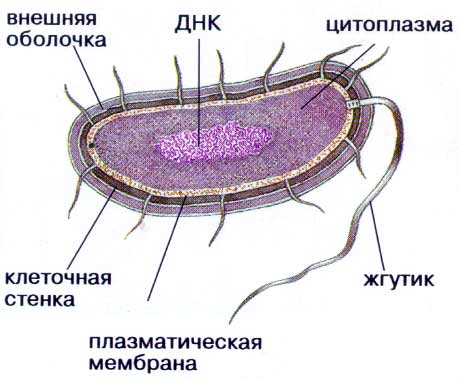
Средняя величина прокариотических клеток 5 мкм. У них нет никаких внутренних мембран, кроме впячиваний плазматической мембраны. Пласты отсутствуют. Вместо клеточного ядра имеется его эквивалент (нуклеоид), лишенный оболочки и состоящий из одной-единственной молекулы ДНК.

Кроме того бактерии могут содержать ДНК в форме крошечных плазмид, сходных с внеядерными ДНК эукариот.

В прокариотических клетках, способных к фотосинтезу (сине-зеленые водоросли, зеленые и пурпурные бактерии) имеются различно структурированные крупные впячивания мембраны – тилакоиды, по своей функции соответствующие пластидам эукариот. Эти же тилакоиды или – в бесцветных клетках – более мелкие впячивания мембраны (а иногда даже сама плазматическая мембрана) в функциональном отношении заменяют митохондрии.

Другие, сложно дифференцированные впячивания мембраны называют мезасомами; их функция не ясна.

Только некоторые органеллы прокариотической клетки гомологичны соответствующим органеллам эукариот. Для прокариот характерно наличие муреинового мешка – механически прочного элемента клеточной стенки.



## Значение бактерий

Бактерии являются самыми древними организмами, появившимися около 3,5 млрд. лет назад в архее. Около 2,5 млрд. лет они доминировали на Земле, формируя биосферу, участвовали в образовании кислородной атмосферы.

После появления многоклеточных организмов между ними и бактериями образовались многочисленные связи, включая преобразование органических веществ органотрофами, и разного рода симбиотические отношения, паразитизм, иногда внутриклеточный (риккетсии), и патогенез. Наличие бактерий и др. микроорганизмов в естественных местах обитания является важнейшим фактором, определяющим целостность экологии, систем. В экстремальных условиях, непригодных для существования других организмов, бактерии могут представлять единственную форму жизни.

Бактерии активно участвуют в биогеохимических циклах на нашей планете (в т. ч. в круговороте большинства химических элементов). Деятельность бактерий имеет также глобальный характер.

Например, из 4,3-1010 т (гигатонн) органического углерода, фиксированного в процессе фотосинтеза в мировом океане, около 4,0-1010 т минерализуется в водной толще, причём 70-75% из них - бактериями и некоторыми другими микроорганизмами, а суммарная продукция восстановленной серы в осадках океана достигает 4,92-108 т в год, что почти в три раза превышает суммарную годовую добычу всех видов серосодержащего сырья, используемого человечеством.

Основная часть парникового газа - метана, поступающего в атмосферу, образуется бактерииями (метаногепами).

Бактерии являются ключевым фактором почвообразования, зон окисления сульфидных и серных месторождений, образования железных и марганцевых осадочных пород и т.д.

Некоторые бактерии вызывают тяжёлые заболевания у человека, животных и растений. Нередко они становятся причиной порчи селхоз. продукции, разрушения подземных частей зданий, трубопроводов, металлических конструкций шахт, подводных сооружений и т.д. Изучение особенностей жизнедеятельности этих бактерии позволяет разработать эффективные способы защиты от вызываемых ими повреждений. В то же время положительную роль бактерий для человека невозможно переоценить.

С помощью бактерий получают вино, молочные продукты, закваски и др. продукты, ацетон и бутанол, уксусную и лимонную кислоты, некоторые витамины, ряд ферментов, антибиотики и каротиноиды. Бактерии участвуют в трансформации стероидных гормонов и др. соединений. Их используют для получения белка (в т. ч. ферментов) и ряда аминокислот. Применение бактерий для переработки с.-х. отходов в биогаз или этанол даёт возможность создания принципиально новых возобновляемых энергетических ресурсов. Бактерии используют для извлечения металлов (в т.ч. золота), увеличения нефтеотдачи пластов.

Благодаря бактериям и плазмидам стало возможным развитие генетической инженерии. Изучение бактерий сыграло огромную роль в становлении многих направлений биологии, в медицине, агрономии и др. Велико их значение в развитии генетики, т.к. они стали классическом объектом для изучения природы генов и механизмов их действия.

С бактериями связано установление путей метаболизма различных соединений и др.

Потенциал бактерий в практическом отношении неисчерпаем. Углубление знаний об их жизнедеятельности открывает новые направления эффективного использования бактерий в биотехнологии и других отраслях промышленности.

**3. Особенности организации эукариот на примере простейших**

Появление эукариотической клетки можно по праву назвать вторым по значению (после зарождения самой жизни) событием биологической эволюции (Martin, Russel, 2003). Прямые сведения о том, где, когда, каким образом, в силу каких причин и в каких условиях произошел этот ароморфоз, практически отсутствуют, а имеющиеся косвенные свидетельства оставляют широкий простор для различных догадок, порой весьма противоречивых.

К прямым свидетельствам можно отнести лишь обнаруженные в отложениях возрастом 2,7 млрд лет специфические для эукариот биомаркеры – остатки стероидных соединений, встречающихся только в мембранах эукариотических клеток

Сто лет назад российский биолог К.С. Мережковский высказал предположение, что эукариотная клетка возникла в результате симбиоза нескольких самостоятельных организмов. Эта идея стала одной из главных парадигм современной биологии.

Все живые организмы, населяющие нашу планету, делятся на две большие группы: прокариоты (безъядерные)и эукариоты (ядерные). Прокариоты — это бактерии, у которых наследственный материал представлен простой кольцевой молекулой ДНК. Ядерными называются различные одноклеточные и многоклеточные организмы(простейшие, растения, животные и грибы), в клетках которых имеется оформленное ядро с хромосомами, в которых линейные молекулы ДНК связаны с особыми ядерными белками — гистонами. Помимо ядра в клетках эукариотных организмов есть и другие органеллы: митохондрии, жгутики, хлоропласты. Когда и как возникли эукариотные организмы, господствующие в современной биосфере?

Биосферные предпосылки возникновения эукариотных организмов

Согласно современным представлениям, наша планета сформировалась около 4,5 млрд. лет назад. Первоначально Земля была сухой, вода появилась в результате дегазации недр — выхода в атмосферу водяного пара и газов, составлявших древнюю атмосферу. По мере конденсации водяного пара появлялись сначала мелкие лужицы, которые понемногу становились всё больше и больше.

Однако понадобилось 500–700 млн. лет для того, чтобы на Земле возникли более или менее крупные водоёмы, которые постепенно сформировали гидросферу — жидкую оболочку нашей планеты, занимающую в настоящее время около 70% её поверхности. Затем в результате оседания на дно водоёмов различных частичек образовались и осадочные породы.

Древнейшими осадочными породами считаются графитизированные сланцы из формации Исуа в Гренландии — их возраст составляет около 3,8 млрд. лет. Удивительно, что в этих породах обнаружены несомненные признаки некогда существовавшей жизни — следы деятельности организмов, осуществлявших процесс фотосинтеза. Дело в том, что в органическом веществе, созданном в процессе фотосинтеза, соотношение изотопов углерода 12С и 13С меняется в пользу более легкого изотопа 12С.

И что бы с данным веществом ни происходило в дальнейшем, такое соотношение в нём будет сохраняться. Углерод в сланцах формации Исуа — явно органического происхождения.

Это означает, что уже 3,8 млрд. лет назад в первичных водоёмах планеты (скорее всего Мирового океана в то время ещё не существовало) жили организмы, способные к фотосинтезу. Окаменевшие клетки, сходные с современными цианобактериями, обнаружены в породах возрастом 3,5 млрд. лет (формация Варравуна в Австралии). В чуть более молодых отложениях (более3,1 млрд. лет) найдены остатки хлорофилла — фитан и пристан, а также специфические пигменты цианобактерий — фикобилины.

Разумеется, среди организмов той поры были не только фотосинтетики, использующие энергию солнечного света, но и хемосинтетики, получающие энергию за счёт различных химических реакций. В первые миллиарды лет существования биосферы вследствие деятельности хемосинтетических бактерий сформировались многие (еслине большинство) из рудных залежей, которыми до сих пор пользуется человечество, поэтому в рудных телах нередко находят окаменевшие остатки бактерий. Например, такое крупное месторождение железных руд, как Курская магнитная аномалия, по современным данным, образовалось в результате деятельности бактерий.

Нет сомнения в том, что на протяжении значительной части своей истории (не менее 2 млрд. лет) биосфера была прокариотной, то есть в её состав входили только организмы, сходные с современными бактериями. Эукариотные организмы — разнообразные одноклеточные простейшие, а позднее (600–800 млн. лет назад) и многоклеточные организмы — заняли своё место в биосфере лишь около 1 млрд. лет назад.

Прокариоты и эукариоты — две главные разновидности живых существ на нашей планете. Биологи и медики, правда, активно изучают ещё одну группу биологических объектов — вирусы, но они проявляют свойства живого организма только внутри клеток своих „хозяев“.

Размеры прокариотных клеток в большинстве случаев колеблются от 0,5 до 3 мкм, а самые мелкие(микоплазмы) не превышают 0,10–0,15 мкм.

Гигантские клетки некоторых серобактерий достигают 100 мкм в длину, а клетки спирохет иногда вырастают до 250 мкм. Главная черта прокариот — отсутствие ядра. Их генетический материал (генофор) представлен единственной кольцевой молекулой двухцепочечной ДНК, закреплённой на цитоплазматической мембране, одевающей клетку.

Прокариоты не имеют ядерной оболочки, эндоплазматического ретикулюма (иногда имеются впячивания поверхностной мембраны — так называемые мезосомы), митохондрий, пластид и других цитоплазматических органелл, свойственных эукариотам.

У них отсутствуют и микротрубочки, поэтому они не имеют ни центриолей, ни веретена деления. Рибосомы прокариот лишены одного из типов рибосомальной РНК(так называемой 5,8S РНК) и имеют меньшую массу, чем у эукариот.

Обычно масса рибосом оценивается так называемой константой седиментации(показателем скорости оседания при центрифугировании).

Для рибосом прокариот она равна 70S, а для эукариот — 80S.

Прокариоты обладают громадным (по сравнению с эукариотами) разнообразием обменных процессов.

Они способны к фиксации углекислоты, азота, различным вариантам брожения, окислению всевозможных неорганических субстратов (соединений серы, железа, марганца, нитритов, аммиака, водорода и др.). Среди прокариот немало фотосинтезирующих форм, прежде всего это часто встречающиеся в современной биосфере цианобактерии, которые ещё называют сине-зелёными водорослями. Они(или родственные им организмы) были широко распространены и в далёком прошлом. Геологические постройки, созданные древними цианобактериями (вероятно, вместе с другими фотосинтезирующими прокариотами) — строматолиты, — нередко обнаруживаются в древнейших слоях земной коры, соответствующих архею и раннему протерозою. Начавшаяся около 4 млрд. лет назад деятельность фотосинтезирующих и других автотрофных прокариот имела несколько важнейших последствий.

Первое связано с изменением атмосферы Земли. Дело в том, что в древности она была практически бескислородной. В результате фотосинтеза молекулярный кислород стал выделяться в атмосферу, но быстро связывался с неокисленными компонентами литосферы — железом и другими металлами. Поэтому, несмотря на наличие постоянного источника свободного кислорода, биосфера оставалась по преимуществу анаэробной. Живые организмы в этот период тоже были представлены в основном анаэробами. В литосфере между тем откладывались полосчатые железные руды (так называемые джеспилиты), в которых окисленное железо чередовалось с недоокисленным.

В бескислородных условиях откладывались пириты (руды типа FeS2), которые не могли формироваться при наличии свободного кислорода. Находки подобных ископаемых позволяют установить, что, несмотря на обилие фотосинтетиков, анаэробный период в развитии биосферы длился почти 2 млрд. лет.

Однако около 2 млрд. лет назад содержание кислорода в атмосфере достигло 1% и продолжало повышаться, поскольку к тому времени большая часть находившегося на поверхности железа и других металлов оказалась окисленной. В то же время количество железа и других металлов, поднимающихся из глубин Земли, постепенно уменьшалось. При формировании планеты тяжёлые и лёгкие компоненты оказались перемешаны случайным образом. В дальнейшем в процессе гравитационной дифференцировки металлы постепенно погружались к центру планеты, формируя её железное ядро, а лёгкие компоненты — силикаты — поднимались вверх, образуя мантию.

Для анаэробных организмов повышение концентрации кислорода было катастрофой, поскольку кислород — очень агрессивный элемент, он быстро окисляет и разрушает органические соединения. Если в анаэробной биосфере, в толще строматолитов оставались аэробные карманы, откуда накапливающийся в результате фотосинтеза кислород диффундировал в атмосферу, то теперь биосфера, по меткому выражению академика Г.А. Заварзина, „вывернулась наизнанку“ — она превратилась в кислородную с немногочисленными бескислородными карманами, где нашли убежище анаэробные микроорганизмы.

В новой аэробной атмосфере могли выжить только те немногие прокариоты (оксибактерии), которые ещё раньше в кислородных карманах в толще строматолитов приспособились к высокой концентрации кислорода.

Второе важное следствие деятельности автотрофных прокариот — накопление залежей органического вещества. Биотический круговорот веществ в биосфере, состоящей исключительно из прокариот, был очень несовершенен. Биомасса, созданная автотрофными бактериями, подвергалась разложению преимущественно под воздействием абиотических физических и химических процессов во внешней среде. Без сомнения, существенную роль в разложении биомассы, созданной прокариотными автотрофами, играли и гетеротрофные бактерии, однако их возможности были ограничены в силу особенностей организации клеток прокариот.

Как известно, прокариоты принципиально не способны к заглатыванию своих жертв. Хищничество у бактерий встречается очень редко и выглядит весьма необычно. Хищная бактерия Bdellovibrio по размерам значительно меньше своих жертв, она проникает через клеточную стенку бактерии и размножается внутри организма несчастной.

Почему же прокариоты неспособны к заглатыванию пищи? Дело в том, что у них отсутствуют актин и миозин — белки, обеспечивающие подвижность цитоплазмы у эукариот. Благодаря им при захвате пищевых частиц(фагоцитозе) и формировании пищеварительных вакуолей формируются псевдоподии (временныецитоплазмические выросты, служащие для передвижения и захвата пищи). Прокариоты этого делать не могут. Гетеротрофные бактерии выделяют ферменты во внешнюю среду, происходит своего рода „наружное переваривание“ (экзоферментация), а низкомолекулярные продукты всасываются через цитоплазматическую мембрану. Всё это обусловило низкую скорость разложения биомассы, созданной автотрофными прокариотами. Поэтому на ранних этапах эволюции биосферы огромные массы органического углерода выводились из биологического круговорота, сохранялись в осадке, подвергались химической трансформации, превращаясь в горючие сланцы, нефть и газ, которыми человечество активно пользуется до сих пор.

Усовершенствовать биологический круговорот, ускорить возврат в него углерода и других биогенных элементов могло только появление микроскопических аэробных хищников, которые заглатывали бы бактерий, переваривали их и возвращали в биосферу углерод (желательно в виде СO2), азот (в виде соединений аммония), фосфор и другие биогенные элементы. Такими хищниками стали первые эукариотные организмы.

Хищники

Эукариоты обладают двумя универсальными белками — актином и миозином, обеспечивающими разнообразные типы клеточной подвижности: амёбоидную активность, движение органелл внутри клетки, а у высших организмов — мышечные сокращения. Актиново-миозиновая система позволяет образовывать псевдоподии, захватывать ими жертву и формировать пищеварительные вакуоли (даже вирусы проникают в клетку эукариот путём провокации так называемого „эндоцитоза“ — клетка принимает их за нечто полезное, „проглатывает“, и вирус, оказавшись в цитоплазме, начинает свою разрушительную работу).

Приобретение актиново-миозиновойсистемы позволило эукариотам питаться путём фагоцитоза, активно захватывая крупные пищевые частицы.

Появление таких организмов необычайно ускорило биотический круговорот, поскольку они стали потребителями бактериальной биомассы. Переваривая клетки бактерий, фаготрофные эукариоты быстро возвращали в круговорот веществ элементы, которые до этого могли снова попасть в него только путём медленного разложения. Можно предположить, что появление эукариот повлекло за собой резкое уменьшение „бактериальных ископаемых“, то есть отложений органических и неорганических веществ, возникших в результате деятельности бактерий.

Способность эукариот захватывать пищевые частицы подразумевала, что хищник должен быть крупнее жертвы. Действительно, линейные размеры мелких почвенных амёб или жгутиконосцов приблизительно в 10 раз превышают размеры бактерий, которыми они питаются. Таким образом, объём цитоплазмы эукариот примерно в 1000 раз больше, чем у прокариот, что требует и большого числа копий генов, чтобы снабжать цитоплазму продуктами транскрипции. Один из способов решения этой задачи — увеличение числа генофоров, то есть кольцевых молекул ДНК. По этому пути пошли крупные (так называемые„полиплоидные“) бактерии и предки эукариот с большим объёмом цитоплазмы. Множественные генофоры (первоначально одинаковые) стали зачатками хромосом, в которых постепенно накапливались различия.

При амёбоидном движении и питании путём фагоцитоза цитоплазма клетки (особенно периферическая) становится очень подвижной. Генофоры, прикреплённые к поверхностной мембране клетки, оказывались в зоне сильных токов цитоплазмы, поэтому в центральной цитоплазме появился защищённый мембранами участок, где хранились генофоры. Процесс мог происходить по-разному, но один из возможных путей — глубокие впячивания участков цитоплазматической мембраны с прикреплёнными к ним генофорами (ведь ядерная оболочка — это часть эндоплазматического ретикулюма эукариотной клетки, который может быть связан с внешней средой).

Первичные эукариоты, таким образом, имели ядро, ограниченное двойной ядерной оболочкой — производным эндоплазматического ретикулюма, но имели ещё кольцевое строение генофоров и были лишены специфических ядерных белков — гистонов. Как ни удивительно, подобное строение ядра сохранилось и у некоторых современных эукариот, например у динофлагеллят. У этих простейших ядро окружено двойной ядерной мембраной, но хромосомы содержат кольцевые молекулы ДНК, лишённые гистонов. По-видимому, ядро динофлагеллят — реликтовая структура, сохранившая строение, характерное для первичных эукариотных организмов.

Симбиотическое происхождение митохондрий и жгутиков

Способность к фаготрофному питанию предопределила возможность появления у эукариот внутриклеточных симбионтов.

Прокариоты этого делать не могли — лишённые способности заглатывать кого бы то ни было, они не приобрели внутриклеточных эндосимбионтов. Для эукариот, наоборот, включение в качестве внутриклеточных симбионтов различных прокариотных и эукариотных организмов весьма характерно. Эукариотная клетка возникла в результате симбиоза первичного амёбоидного организма с различными прокариотными и эукариотными существами.

Данное положение легло в основу так называемой концепции симбиогенеза, которая стала одной из парадигм современной биологии.

Концепция симбиогенеза была сформулирована ещё в начале ХХ в. двумя выдающимися российскими биологами — К.С. Мережковским (роднымбратом известного писателя Д.С. Мережковского) и Ф.С. Фаминицыным. Однако их идеи в то время не были оценены по достоинству и не получили широкого распространения. К идее симбиогенеза биологи вернулись только в последние десятилетия ХХ в., когда накопилось множество данных по структуре клеток эукариотных организмов. Современные положения симбиогенетической концепции разработаны в трудах американского биолога Лины Маргелис и отечественных исследователей А.Л. Тахтаджана и И.М. Мирабдуллаева.

Согласно нынешним представлениям, симбиотическое происхождение имеют такие важные органеллы эукариотной клетки, как митохондрии. Они обеспечивают синтез главного энергетического ресурса любой клетки — АТФ за счёт окислительного фосфорилирования, которое возможно только в присутствии кислорода. Не имеют митохондрий лишь некоторые простейшие, обитающие в анаэробных условиях (например, в кишечнике животных или в лишённых кислорода болотных водах). Несомненно, отсутствие у них митохондрий — вторичный признак, связанный с существованием в бескислородных условиях, это подтверждается тем, что в геноме таких простейших найдены некоторые митохондриальные гены.

|  |
| --- |
| Благодаряактиново-миозиновой системе эукариотные организмы могут образовывать псевдоподии и фагоцитировать бактерии и другие частицы (вверху). Вирус использует это свойство эукариотных организмов и провоцирует эндоцитоз — поглощение вирусной частицы самой клеткой (внизу). |

Как известно, митохондрии окружены двумя мембранами, причём внутренняя(та, что образует кристы митохондрий)принадлежит самой митохондрии, а наружная — вакуоли, в которой находится симбионт. Митохондрия обладает собственным наследственным материалом, организованным так же, как у прокариотных организмов. Это — лишённая гистонов кольцевая молекула ДНК, несущая информацию о белках, которые синтезируются в самой митохондрии на её собственных рибосомах прокариотного типа с константой седиментации 70S. Правда, у митохондрий кольцевая молекула ДНК приблизительно в сто раз короче, чем у бактерий, существующих самостоятельно. Дело в том, что многие митохондриальные белки кодируются в ядерной ДНК эукариотной клетки. По-видимому, в процессе длительной совместной эволюции клетки хозяина и симбионта значительная часть генов из генома митохондрий перешла в ядро эукариотной клетки. В геноме митохондрий остались гены только тех белков, которые не могут преодолеть барьер из двух мембран (например, гидрофильные белки). Тем не менее митохондрии не рождаются в клетке заново — они делятся так же, как свободноживущие бактерии.

Происхождение эукариотных растений

Первичные эукариоты были одноклеточными животными. Они питались, захватывая и переваривая другие микроскопические организмы.

Одним из магистральных направлений их эволюции стало приобретение фотосинтезирующих симбионтов, которые превратились в органеллы, обеспечивавшие синтез органических веществ из углекислого газа и воды за счёт энергии солнечного света. Этот путь привёл к появлению различных групп эукариотных растений, то есть автотрофных фотосинтезирующих организмов. Они не родственны друг другу и возникли в результате симбиоза хищных протистов (простейших или их колоний) с различными фотосинтезирующими организмами.

В нескольких случаях симбионтами хищных эукариот стали цианобактерии — сине-зелёные водоросли, самая распространённая (по крайней мере в современной биосфере) и, возможно, самая древняя группа фотосинтезирующих прокариот. Их несомненными потомками являются фотосинтезирующие органеллы(хлоропласты) красных водорослей. Они окружены только двумя мембранами, имеют собственную кольцевую ДНК и рибосомы прокариотного типа и содержат типичные для цианобактерий хлорофилл „а“ и специфические пигменты цианобактерий — фикобилины. Красные водоросли в настоящее время широко распространены в морях нашей планеты. Они способны существовать на глубинах в несколько сот метров, но живут и в приливно-отливной полосе, а некоторые виды обитают и в пресных водах. Возможно, красные водоросли — самая древняя группа эукариотных растений. Об этом говорит полное отсутствие в их жизненном цикле жгутиковых стадий (даже их сперматозоиды — безжгутиковые), что позволяет предположить, что предки этих водорослей отделились от остальных эукариот ещё до приобретения жгутиков.

Впрочем, красные водоросли — не единственная группа, использующая потомков цианобактерий в качестве симбионтов. У одноклеточных жгутиконосцев — глаукофитов (совсем не родственных красным водорослям)фотосинтезирующие органеллы так и называются — цианеллы. Они даже сохраняют характерную для цианобактерий муреиновую оболочку (т.е. механически прочный элемент клеточной стенки). Тем не менее цианеллы — настоящие симбионты, которые не могут жить отдельно от хозяина. Даже их геном — кольцевая ДНК — приблизительно в 10 раз короче, чем у свободноживущих цианобактерий. Это означает, что и в данном случае значительная часть белков цианелл кодируется в ядерном геноме хозяина.

Мир эукариотных растений отнюдь не ограничивается красными и зелёными водорослями. В современной биосфере процветают различные группы организмов с золотисто-бурыми хлоропластами. Одноклеточные и колониальные диатомовые водоросли, клетки которых защищены кремнезёмным панцирем, господствуют в Мировом океане, населяют пресные воды и влажную почву. Прибрежная зона моря заселена бурыми водорослями — фукусами, ламинариями и саргассами (последние могут выживать и в открытом океане — вспомните Саргассово море). Среди бурых водорослей встречаются настоящие гиганты. Например, у тихоокеанского побережья Южной Америки обитает самый крупный растительный организм планеты — макроцистис, достигающий 150 м в длину. В планктоне морских и пресных вод распространены фотосинтезирующие жгутиконосцы — золотистые водоросли и криптомонады.

Хлоропласты золотистых, диатомовых и бурых водорослей содержат хлорофиллы „а“ и „с“ и почему-то окружены 4 мембранами.

Их происхождение помогло понять строение криптомонад — небольшой группы жгутиконосцев, хлоропласты которых тоже имеют хлорофиллы „а“ и „с“, окружены 4 мембранами, причём между второй и третьей имеется маленькое эукариотное ядро — нуклеоморф, а внутри пространства, ограниченного последней, четвёртой мембраной находится кольцевая ДНК. Такое строение позволяет предполагать, что хлоропласты криптомонад возникли в результате двойного симбиоза. Сначала некий хищный протист приобрёл в качестве симбионта золотистую бактерию с хлорофиллами „а“ и „с“, а потом сам стал симбионтом криптомонады. В хлоропластах бурых, диатомовых и золотистых водорослей нуклеоморфа уже нет, хотя они по-прежнему окружены 4 мебранами, что говорит о более глубокой интеграции симбионта и хозяина.

Хлоропласты приобретены различными группами эукариотных растений независимо друг от друга, и предками хлоропластов были разные свободноживущие организмы: в одних случаях ими были бактерии (зелёныеили сине-зелёные), а в других — эукариотные простейшие.

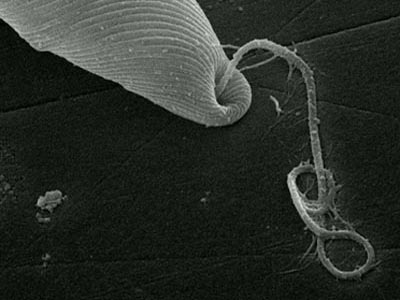
Эукариотные организмы — простейшие, различные группы растений, грибы и многоклеточные животные — доминируют в современной биосфере. Однако все они несут в своих клетках симбионтов — потомков древних свободноживущих бактерий. Только благодаря им эукариотные организмы способны жить в кислородной атмосфере и использовать энергию солнечного света для синтеза органических веществ. Так может быть, на самом деле эукариоты вовсе не доминируют в биосфере, а им это только кажется? Сторонник теории симбиогенеза американский биолог Л. Томас как-то сказал: „Обычно на митохондрии смотрят как на порабощённые существа, взятые в плен, чтобы снабжать АТФ клетки, и не способные дышать самостоятельно. С этой рабовладельческой точки зрения смотрят на дело и солидные биологи, которые сами — все эукариоты. Но с точки зрения самих митохондрий они — существа, которые давным-давно нашли для себя лучшее из возможных пристанищ, где можно жить, затрачивая минимум усилий и подвергаясь наименьшему риску“.

Мы не должны забывать, что в каждой клеточке нашего тела живут крошечные потомки древних оксифильных бактерий, которые прокрались в организм наших далёких предков 2 млрд. лет назад и продолжают существовать в нас, сохраняя собственные гены и свою особую биохимию. Другая цитата Л. Томаса: „Вот они движутся в моей цитоплазме, дышат для нужд моего тела, но они — чужие. Мне жаль, что я не могу познакомиться с моими митохондриями поближе. Когда я сосредоточусь, я могу представить, что ощущаю их; не то чтобы я чувствовал, как они извиваются, но время от времени я воспринимаю какой-то трепет. Я не могу отделаться от мысли, что если бы я знал больше о том, как они достигают такой гармонии, я бы по-другому понимал музыку“.

**4. Многофункциональность простейших, особенности организации, понятие жизненного цикла**

Простейшие – организмы на клеточном уровне организации, они имеют микроскопические размеры. Исследования показали, что простейшие – сборная группа, в которой можно выделять несколько типов, объединенных в подцарство. По строению клетка простейших гомологична клетке многоклеточных, но представляет собой самостоятельный организм и выполняет более разнообразные функции, что проявляется в формировании специализированных органелл, многоядерности и сложных жизненных циклах.

Рис.3. Пелликула и жгутик эвглены (сканирующая электронная микроскопия)



**Организация клетки простейших**

Как у всех эукариот, клетка простейших ограничена снаружи плазматической мембраной (ее подвижность можно видеть на примере амебы). У простейших с более постоянной формой тела под мембраной расположена система уплощенных мембранных мешочков – пелликула, ее наружная поверхность может иметь определенную скульптуру. Под пелликулой расположены микротрубочки, выполняющие опорную функцию, и микрофиламенты, обеспечивающие сокращение тела. Кроме того, у простейших могут быть наружные или внутренние скелетные структуры, органические (целлюлоза или хитин) и минеральные (углекислый кальций, кремнезем или сернокислый стронций).

Жгутики и реснички используются для захвата пищи и передвижения. Они имеют одинаковое строение, но различаются характером движения: жгутики вращаются и тянут клетку за собой, реснички совершают волнообразные движения в одной плоскости. Для каждого вида простейших их расположение и число специфично.

Сократительная вакуоль собирает жидкость по системе приводящих каналов и, периодически сокращаясь, выбрасывает ее через пору наружу. Основные функции – осморегуляция, выделение продуктов обмена и дыхание.

Специфичными для простейших органеллами являются экструсомы – окруженные мембраной органеллы, которые выбрасывают свое содержимое в ответ на различные раздражения (например, трихоцисты инфузории-туфельки служат для защиты, токсицисты хищных инфузорий – для нападения).

Простейшие могут иметь одно или несколько ядер. Часто в жизненном цикле по мере роста клетки увеличивается и количество ядер: формируются многоядерные стадии. Ядра могут быть диплоидными, гаплоидными или полиплоидными.

**Список литературы**

1. Прокариотические и эукариотические клетки (Т.А. Козлова, В.С. Кучменко. Биология в таблицах. М.,2000).
2. Б.Албертс, Д.Брей, Дж.Льюис, М.Рэфф, К.Робертс, Дж.Уотсон. "Молекулярная биология клетки", 2-е издание, "Мир", 2004.
3. С.Бейкер. Камень преткновения.Верна ли теория эволюции? – М., «Протестант», 1992.
4. Гилберт С. Биология развития 3 томам., "Мир", 1993г.
5. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д., Биология 3 тома, М, "Мир", 1990г.
6. Дубинин Н.П. Новое в современной генетики М, "Наука", 2004г.
7. Биологический энциклопедический словарь..- М., Советская энциклопедия, 1989 г.
8. Аристотель. История животных. – М., - РГГУ. - Российская Академия Наук. – 1996г.
9. А.Азимов. Краткая история биологии. – М., - Мир. – 1967г.
10. Рожанский И.Д. Античная наука. – М., - Наука. – 1980 г.
11. Чеховская Т., Щербаков Р. – Ошеломляющее разнообразие жизни. – М. - Знание. – 2000 г.