

МИКРОБИОЛОГИЯ И ЕЕ ЭФФЕКТ pt1

Краткое содержание главы

1.1 Что знали наши предки

1.2 Системный подход

1.3 Типы микроорганизмов

От кипящих термальных источников до глубин подо льдом Антарктиды микроорганизмы можно найти практически везде на Земле в больших количествах. Микроорганизмы (или микробы, как их еще называют) – это маленькие организмы. Большинство из них настолько малы, что их невозможно обнаружить без микроскопа.

Большинство микроорганизмов безвредны для человека, и, по сути, многие из них полезны. Они играют фундаментальную роль в экосистемах по всей Земле, составляя основу многих пищевых цепей. Люди используют их для производства биотоплива, лекарств и даже продуктов питания. Без микробов не было бы хлеба, сыра или пива. Наши тела заполнены микробами, и только наша кожа является домом для триллионов из них. Без некоторых из них мы не можем жить; другие вызывают болезни, которые могут сделать нас больными или даже убить нас.

Хотя сегодня о микробной жизни известно гораздо больше, чем когда-либо, подавляющее большинство этого невидимого мира остается неизученным. Микробиологи продолжают находить новые способы, которыми микробы приносят пользу и угрожают людям.

БИОЛОГИЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ, часть 1

Цель обучения

К концу этого раздела вы сможете:

- Описать, как наши предки улучшали еду с помощью невидимых микробов;
- Описать, как в древние времена, до изобретения микроскопа, объяснялись причины болезней и недугов;
- Описать ключевые исторические события, связанные с зарождением микробиологии.

КЛИНИЧЕСКИЙ ФОКУС

Часть 1

Кора, 41-летняя юрист и мать двоих детей, недавно испытывала сильные головные боли, высокую температуру и скованность шеи. Ее муж, который сопровождал Кору к врачу, сообщает, что Кора также иногда кажется спутанной и необычно сонливой. Основываясь на этих симптомах, врач подозревает, что у Кору может быть менингит, потенциально опасная для жизни инфекция ткани, которая окружает головной и спинной мозг.

Менингит может иметь несколько потенциальных причин. Он может быть вызван бактериями, грибами, вирусами или даже реакцией на лекарства или воздействие тяжелых металлов. Хотя люди с вирусным менингитом обычно излечиваются сами по себе, бактериальный и грибковый менингит довольно серьезны и требуют лечения.

Врач Кору назначает люмбальную пункцию (спинномозговую пункцию), чтобы взять три образца спинномозговой жидкости

(СМЖ) из области спинного мозга . Образцы будут отправлены в лаборатории трех разных отделений для тестирования: клинической химии, микробиологии и гематологии. Сначала образцы будут визуально исследованы, чтобы определить, имеет ли СМЖ аномальный цвет или мутность; затем СМЖ будет исследована под микроскопом, чтобы определить, содержит ли она нормальное количество эритроцитов и лейкоцитов, а также проверить на наличие аномальных типов клеток. В микробиологической лаборатории образец будет центрифугирован для концентрации всех клеток в осадке; этот осадок будет размазан на предметном стекле и окрашен по Граму. Окрашивание по Граму – это процедура, используемая для дифференциации двух различных типов бактерий (грамположительных и грамотрицательных).

Около 80% пациентов с бактериальным менингитом обнаруживают бактерии в СМЖ при окрашивании по Граму. Окрашивание по Граму Кори не выявило никаких бактерий, но ее врач решает прописать ей антибиотики на всякий случай. Часть образца СМЖ будет культивирована – помещена в специальные чашки, чтобы посмотреть, будут ли расти бактерии или грибки. Большинству микроорганизмов требуется некоторое время, чтобы размножиться в достаточных количествах для обнаружения и анализа.

- Какие типы микроорганизмов будут убиты лечением антибиотиками?

Лумбальная пункция используется для взятия образца спинномозговой жидкости (СМЖ) пациента для тестирования. Игла вводится между двумя позвонками в нижней части спины, называемой поясничной областью. СМЖ должна быть прозрачной, как в образце. Аномально мутная СМЖ может указывать на

инфекцию, но ее необходимо дополнительно проверить, чтобы подтвердить наличие микроорганизмов. (модификация работы центров по контролю и профилактике заболеваний; модификация работы Джеймса Хейлмана).

Большинство людей сегодня, даже те, кто очень мало знает о микробиологии, знакомы с концепцией микробов, и их роли в здоровье человека. Школьники узнают о бактериях, вирусах и других микроорганизмах, и многие даже рассматривают образцы под микроскопом. Но несколько сотен лет назад, до изобретения микроскопа, существование многих типов микробов было невозможно доказать. По определению, микроорганизмы, или микробы, являются очень маленькими организмами; многие типы микробов слишком малы, чтобы увидеть их без микроскопа, хотя некоторые паразиты и грибки видны невооруженным глазом.

Люди живут с микроорганизмами и используют их гораздо дольше, чем они могут их видеть. Исторические данные свидетельствуют о том, что люди имели некоторое представление о микробной жизни с доисторических времен и использовали эти знания для разработки продуктов питания, а также для профилактики и лечения заболеваний. В этом разделе мы рассмотрим некоторые исторические применения микробиологии, а также ранние зачатки микробиологии как науки.

Ферментированные продукты и напитки

Люди по всему миру наслаждались ферментированными продуктами и напитками, такими как пиво, вино, хлеб, йогурт, сыр и маринованные овощи, на протяжении всей зарегистрированной истории. Открытия из нескольких археологических памятников показывают, что даже

доисторические люди использовали ферментацию для сохранения и улучшения вкуса пищи. Археологи, изучающие керамические кувшины из неолитической деревни в Китае, обнаружили, что люди готовили ферментированный напиток из риса, меда и фруктов еще в 7000 году до нашей эры.

Производство этих продуктов и напитков требует микробной ферментации, процесса, в котором бактерии, плесень или дрожжи преобразуют сахара (углеводы) в спирт, газы и органические кислоты. Хотя вполне вероятно, что люди впервые узнали о брожении случайно – возможно, выпив старое свернувшееся молоко или старый виноградный сок, который забродил, – позже они научились использовать силу брожения для производства таких продуктов, как хлеб, сыр и вино.

Микроскопическое изображение *Saccharomyces cerevisiae*, дрожжей, которые отвечают за подъем хлеба. Дрожжи – это микроорганизм. Их клетки метаболизируют углеводы в муке (в середине) и производят углекислый газ, который заставляет хлеб подниматься. (модификация работы Janus Sandsgaard; модификация работы "MDreibelbis"/Flickr)

Ледяной человек и свидетельства ранних методов лечения

Доисторические люди имели очень ограниченное понимание причин болезней, и разные культуры развивали разные верования и объяснения. Хотя многие считали, что болезнь была наказанием за гнев богов или просто результатом судьбы, археологические свидетельства свидетельствуют о том, что доисторические люди пытались лечить болезни и инфекции. Одним из примеров этого является Эци-Ледяной человек, 5300-летняя мумия, найденная замороженной во льду Этцальских Альп на австрийско-итальянской границе в 1991 году.

Поскольку Эци так хорошо сохранился во льду, исследователи обнаружили, что он был заражен яйцами паразита *Trichuris trichiura*, что могло вызвать у него боли в животе и анемию. Исследователи также обнаружили доказательства наличия *Borrelia burgdorferi*, бактерии, вызывающей болезнь Лайма. Некоторые исследователи полагают, что Эци, возможно, пытался лечить свои инфекции с помощью древесных плодов гриба *Fomitopsis betulinus*, которые были обнаружены привязанными к его вещам. Этот гриб обладает как слабительными, так и антибиотическими свойствами. Эци также был покрыт татуировками, которые были сделаны путем прорезания надрезов на его коже, заполнения их травами, а затем сжигания трав. Есть предположение, что это могла быть еще одна попытка лечения его недугов.

Ранние представления о болезнях, заражении и сдерживании

Несколько древних цивилизаций, по-видимому, имели некоторое понимание того, что болезнь может передаваться через то, чего они не могли видеть. Это особенно очевидно в исторических попытках сдержать распространение болезней. Например, в Библии упоминается практика карантина людей с проказой и другими заболеваниями, что предполагает, что люди понимали, что болезни могут быть заразными. По иронии судьбы, хотя проказа заразна, это также болезнь, которая прогрессирует медленно. Это означает, что люди, вероятно, были помещены в карантин после того, как они уже распространили болезнь на других.

Чистая вода и санитария являются одними из важнейших элементов здоровых обществ. Самые ранние примеры городских систем санитарии были из древних городов цивилизации долины Инда Мохенджо-Даро и Хараппы, расположенных на территории

современного Пакистана. Построенные в 2500 г. до н. э. (около 4500 лет назад), города имели сложную сеть колодцев, ванн и дренажных систем, которые хранили пресную воду и отводили отходы. Примерно две тысячи лет спустя люди в древнегреческой цивилизации приписывали болезни плохому воздуху, малярии, которую они называли «миазматическими запахами». Они разработали гигиенические практики, основанные на этой идее. В Риме они построили акведуки, которые доставляли в город пресную воду, и гигантскую канализацию, Cloaca Maxima, которая уносила отходы в реку Тибр. Некоторые исследователи полагают, что эта инфраструктура помогала защищать римлян от эпидемий заболеваний, передающихся через воду. Cloaca Maxima, или «Величайшая канализация», проходила через древний Рим. Это было инженерное чудо, которое выводило отходы из города в реку Тибр. Эти древние туалеты впадали в Cloaca Maxima.

Еще до изобретения микроскопа некоторые врачи, философы и ученые достигли больших успехов в понимании невидимых сил – то, что мы теперь знаем как микробы – которые могут вызывать инфекцию, болезнь и смерть.

Греческий врач Гиппократ (460–370 до н. э.) считается «отцом западной медицины». В отличие от многих своих предков и современников, он отверг идею о том, что болезнь вызывается сверхъестественными силами. Вместо этого он утверждал, что болезни имеют естественные причины внутри пациентов или их окружения. Считается, что Гиппократ и его наследники написали Корпус Гиппократа, собрание текстов, которые составляют некоторые из старейших сохранившихся медицинских книг. Гиппократа также часто считают автором клятвы Гиппократа, которую дают начинающие врачи, чтобы пообещать свою преданность диагностике и лечению пациентов

без причинения вреда.

В то время как Гиппократ считается отцом западной медицины, греческий философ и историк Фукидид (460–395 до н. э.) считается отцом научной истории, поскольку он выступал за основанный на доказательствах анализ причинно-следственных связей. Среди его наиболее важных вкладов – его наблюдения относительно афинской чумы, которая убила треть населения Афин между 430 и 410 годами до н. э. Сам пережив эпидемию, Фукидид сделал важное наблюдение, что выжившие не заражались повторно этой болезнью, даже когда ухаживали за активно больными людьми. Это наблюдение показывает раннее понимание концепции иммунитета.

Марк Теренций Варрон (116–27 до н. э.) был плодовитым римским писателем, одним из первых выдвинувшим концепцию о том, что вещи, которые мы не видим (то, что мы сейчас называем микроорганизмами), могут вызывать болезни. В *Res Rusticae* (О земледелии), опубликованном в 36 г. до н. э., он сказал, что «меры предосторожности необходимо принимать также в болотах по соседству, потому что там растут определенные мельчайшие существа [*animalia minuta*], которые не видны глазу, которые плавают в воздухе и проникают в организм через рот и нос, вызывая там серьезные заболевания».

Спустя столетия исламские ученые, в основном в Персии, опирались на знания Гиппократа, а также китайской и индийской медицины. Самым выдающимся среди них был Абу Бакр ар-Рази, обычно называемый ар-Рази или его латинизированным именем Разес. Он разработал ряд экспериментальных методов для проверки различных аспектов медицины. Например, чтобы выбрать место для больницы, ар-Рази развешивал сырое мясо

по всему городу и размещал учреждение в том месте, где мясо дольше всего гнило. Он также был первым, кто отличил корь от мелкой сыпи и провел эксперименты, чтобы определить, какие из доступных методов лечения наиболее эффективны для каждого из них. Хотя у ар-Рази не было технологий, чтобы понять роль микробов, его усилия по выявлению причин болезней, а не только сосредоточение внимания на симптомах, были весьма влиятельными.

Исламские врачи создали один из важнейших медицинских текстов в истории, Канон врачебной науки (араб. al-Qānūn fi al-Tibb). Составленная в 1025 году врачом и философом Ибн Синой (часто называемым Авиценной), энциклопедия включала подробные описания частей тела, подробный отчет о более чем 800 лекарственных веществах и патологии нескольких болезней, организованных по частям тела или медицинским событиям. В своей работе Ибн Сина описал механизмы заражения, указал, что организмы могут быть инфицированы чужеродными веществами, и что болезнь может передаваться через дыхание. Ему также приписывают продвижение практики изоляции больных людей, заложив основу для исторических и современных методов карантина. Канон был переведен на многие языки и был основным источником для обучения медицине во всем мире, в эпоху Возрождения и позже.

Гиппократ, «отец западной медицины», считал, что болезни имеют естественные, а не сверхъестественные причины. Историк Фукидид заметил, что выжившие после афинской чумы впоследствии стали невосприимчивы к инфекции. Марк Теренций Варрон предположил, что болезнь может быть вызвана «некоторыми крошечными существами, которых нельзя увидеть глазом».

Рождение микробиологии

Хотя древние люди, возможно, подозревали о существовании невидимых «мельчайших существ», их существование было окончательно подтверждено только с изобретением микроскопа. Хотя неясно, кто именно изобрел микроскоп, голландский торговец тканями по имени Антони ван Левенгук (1632–1723) был первым, кто разработал линзу, достаточно мощную, чтобы видеть микробов. В 1675 году, используя простой, но мощный микроскоп, Левенгук смог наблюдать одноклеточные организмы, которых он описал как «маленькие зверьки», плавающие в капле дождевой воды. Из его рисунков этих маленьких организмов мы теперь знаем, что он изучал бактерии и протисты. (Мы рассмотрим вклад Левенгука в микроскопию подробнее в статье «Как мы видим невидимый мир».)

Почти 200 лет спустя после того, как ван Левенгук впервые увидел микробов, «Золотой век микробиологии» породил множество новых открытий между 1857 и 1914 годами. Два известных микробиолога, Луи Пастер и Роберт Кох, были особенно активны в продвижении нашего понимания невидимого мира микробов. Пастер, французский химик, показал, что отдельные штаммы микробов обладают уникальными свойствами, и продемонстрировал, что ферментация вызывается микроорганизмами. Он также изобрел пастеризацию, процесс, используемый для уничтожения микроорганизмов, ответственных за порчу, и разработал вакцины для лечения болезней, включая бешенство, у животных и людей. Кох, немецкий врач, был первым, кто продемонстрировал связь между одним изолированным микробом и известным заболеванием человека. Например, он открыл бактерии, вызывающие сибирскую язву (*Bacillus anthracis*), холеру (*Vibrio cholera*) и туберкулез (*Mycobacterium tuberculosis*). Мы обсудим этих знаменитых

микробиологов и других в последующих главах.

МИКРОСВЯЗИ

Инструментарий микробиологии

Поскольку отдельные микробы, как правило, слишком малы, чтобы их можно было увидеть невооруженным глазом, наука микробиологии зависит от технологий, которые могут искусственно усиливать возможности наших естественных чувств восприятия. Ранние микробиологи, такие как Пастер и Кох, имели в своем распоряжении меньше инструментов, чем те, что есть в современных лабораториях, что делало их открытия и инновации гораздо более впечатляющими. В последующих главах этого текста будут подробно рассмотрены многие приложения технологий, но сейчас мы приводим краткий обзор некоторых основных инструментов микробиологической лаборатории.

- Микроскопы создают увеличенные изображения микроорганизмов, человеческих клеток и тканей, а также многих других типов образцов, слишком маленьких для наблюдения невооруженным глазом.
- Красители используются для придания цвета микробам, чтобы их можно было лучше наблюдать под микроскопом. Некоторые красители можно использовать на живых микробах, тогда как для других требуется, чтобы образцы были зафиксированы химикатами или нагреты перед окрашиванием. Некоторые красители работают только с определенными типами микробов из-за различий в их клеточном химическом составе.

Питательные среды используются для выращивания

микроорганизмов в лабораторных условиях. Некоторые среды являются жидкими, другие более твердыми или гелеобразными. Питательная среда обеспечивает питательные вещества, включая воду, различные соли, источник углерода (например, глюкозу) и источник азота и аминокислот (например, дрожжевой экстракт), чтобы микроорганизмы могли расти и размножаться. Ингредиенты в питательной среде можно изменять для выращивания уникальных типов микроорганизмов.

- Чашка Петри – это чашка с плоской крышкой, обычно диаметром 10–11 сантиметров (см) и высотой 1–1,5 см. Чашки Петри, изготовленные из пластика или стекла, используются для хранения питательной среды.
- Пробирки – это цилиндрические пластиковые или стеклянные трубки с закругленным дном и открытым верхом. Их можно использовать для выращивания микробов в бульоне, полутвердой или твердой питательной среде.
- Горелка Бунзена – это металлический аппарат, создающий пламя, которое можно использовать для стерилизации частей оборудования. Резиновая трубка подает газ (топливо) в горелку. Во многих лабораториях горелки Бунзена постепенно заменяют инфракрасными микроинсинераторами, которые выполняют ту же задачу, но без рисков для безопасности, связанных с открытым пламенем.
- Петля для инокуляции – это ручной инструмент, который заканчивается небольшой проволоочной петлей. Петлю можно использовать для посева микроорганизмов на агар в чашке Петри или для переноса их из одной пробирки в другую. Перед каждым использованием необходимо стерилизовать инокуляционную петлю, чтобы культуры не загрязнялись.

Источники :

- Ребекка Бакстон. «Исследование окрасок по Граму спинномозговой жидкости – бактериальный менингит». Американское общество микробиологии.

2007. [http://www.microbelibrary.org/library/gram-stain/3065-examination-of-gram-stains-of-spinal-](http://www.microbelibrary.org/library/gram-stain/3065-examination-of-gram-stains-of-spinal-fluid-bacterial-meningitis)

[fluid-bacterial-meningitis](http://www.microbelibrary.org/library/gram-stain/3065-examination-of-gram-stains-of-spinal-fluid-bacterial-meningitis)

- П. Э. Макговерн и др. «Ферментированные напитки доисторического и протоисторического Китая». Труды Национальной академии наук Соединенных Штатов Америки 1 № 51 (2004):17593–17598. doi:10.1073/pnas.0407921102.
- А. Келлер и др. «Новые сведения о происхождении и фенотипе тирольского ледяного человека, полученные с помощью секвенирования всего генома». Nature Communications, 3 (2012): 698. doi:10.1038/ncomms1701.
- Л. Капассо. «5300 лет назад ледяной человек использовал натуральные слабительные и антибиотики». The Lancet, 352 (1998) 9143: 1864. doi: 10.1016/S0140- 6736(05)79939-6.
- Л. Капассо, Л. «5300 лет назад ледяной человек использовал натуральные слабительные и антибиотики». The Lancet, 352 №. 9143 (1998): 1864. doi: 10.1016/S0140- 6736(05)79939-6.
- G. Pappas et al. «Insights Into Infectious Disease in the Era of Hippocrates». International Journal of Infectious Diseases 12 (2008) 4:347–350.

doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijid.2007.11.003>.

- Фукидид. История Пелопоннесской войны. Вторая книга. 431 г. до н. э. Перевод Ричарда Кроули.

<http://classics.mit.edu/Thucydides/pelopwar.2.second.r>

- Плиний Приорески. История медицины: Римская медицина. Льюистон, Нью-Йорк: Edwin Mellen Press, 1998: стр. 215.

- С. М. Блевинс и М. С. Бронз. «Роберт Кох и

«Золотой век» бактериологии». Международный журнал

Наука таксономии

Таксономия – это классификация, описание, идентификация и наименование живых организмов.

Классификация – это практика организации организмов в различные группы на основе их общих характеристик. Самым известным ранним систематиком был шведский ботаник, зоолог и врач по имени Карол Линней (1701–1778). В 1735 году Линней опубликовал *Systema Naturae*, 11-страничную брошюру, в которой он предложил таксономию Линнея, систему категоризаций и наименований организмов с использованием стандартного формата, чтобы ученые могли обсуждать организмы, используя единую терминологию. Он продолжал пересматривать и дополнять книгу, которая выросла в несколько томов.

В своей таксономии Линней разделил естественный мир на три царства: животное, растительное и минеральное (минеральное царство было позже оставлено). Внутри животного и растительного царств он сгруппировал организмы, используя

иерархию все более специфических уровней и подуровней на основе их сходства. Названия уровней в первоначальной таксономии Линнея были царство, класс, отряд, семейство, род (множественное число: роды) и вид. Вид был и продолжает оставаться наиболее специфичной и базовой таксономической единицей.

Эволюционирующие древа жизни (филогении)

С развитием технологий другие ученые постепенно вносили уточнения в систему Линнея и в конечном итоге создали новые системы классификации организмов. В 1800-х годах возрос интерес к разработке таксономий, учитывающих эволюционные связи, или филогении, всех различных видов организмов на Земле. Один из способов изобразить эти связи – диаграмма, называемая филогенетическим деревом (или деревом жизни). На этих диаграммах группы организмов упорядочены по тому, насколько тесно они, как считается, связаны. В ранних филогенетических деревьях родство организмов определялось по их видимым сходствам, таким как наличие или отсутствие волос или количество конечностей. Теперь анализ стал более сложным. Сегодня филогенетический анализ включает генетические, биохимические и эмбриологические сравнения, о чем будет сказано далее в этой главе.

Древо жизни Линнея содержало всего две основные ветви для всех живых существ: царства животных и растений. В 1866 году Эрнст Геккель, немецкий биолог, философ и врач, предложил еще одно царство, *Protista*, для одноклеточных организмов. Позднее он предложил четвертое царство, *Monera*, для одноклеточных организмов, клетки которых лишены ядер, как бактерии.

Почти 100 лет спустя, в 1969 году, американский эколог Роберт Уиттекер (1920–1980) предложил добавить еще одно царство – Грибы – в свое древо жизни. Древо Уиттекера также содержало уровень категоризации выше уровня царства – уровень империи или надцарства – для различения организмов, имеющих мембраносвязанные ядра в своих клетках (эукариоты), и тех, у кого их нет (прокариоты). Царство Прокариоты включало только Царство Монеры. Царство Эукариоты включало четыре других царства: Грибы, Протисты, Растения и Животные. Пятицарственное древо Уиттекера считалось стандартной филогенией в течение многих лет.

КЛИНИЧЕСКИЙ ФОКУС

Часть 2

Антибиотики специально разработаны для уничтожения или подавления роста бактерий. Но после пары дней приема антибиотиков у Кору не наблюдается никаких признаков улучшения. Кроме того, ее посевы спинномозговой жидкости вернулись из лаборатории отрицательными. Поскольку бактерии или грибки не были выделены из образца спинномозговой жидкости Кору, ее врач исключает бактериальный и грибковый менингит. Вирусный менингит все еще возможен.

Однако теперь у Кору появились некоторые тревожные новые симптомы. Ей стало трудно ходить. Ее мышечная скованность распространилась с шеи на все тело, и ее конечности иногда непроизвольно подергиваются. Кроме того, когнитивные симптомы Кору ухудшаются. В этот момент врач Кору становится очень обеспокоенным и назначает дополнительные анализы образцов спинномозговой жидкости.

Роль генетики в современной таксономии

Деревья Геккеля и Уиттекера представили гипотезы о филогении различных организмов, основанные на легко наблюдаемых характеристиках. Но появление молекулярной генетики в конце 20 века открыло другие способы организации филогенетических деревьев. Генетические методы позволяют стандартизированным способом сравнивать все живые организмы, не полагаясь на наблюдаемые характеристики, которые часто могут быть субъективными. Современная таксономия в значительной степени опирается на сравнение нуклеиновых кислот (дезоксирибонуклеиновой кислоты [ДНК] или рибонуклеиновой кислоты [РНК]) или белков из разных организмов. Чем больше похожи нуклеиновые кислоты и белки двух организмов, тем более тесно они считаются связанными.

В 1970-х годах американский микробиолог Карл Вёзе обнаружил то, что, по-видимому, было «живой записью» эволюции организмов. Он и его коллега Джордж Фокс создали генетическое древо жизни, основанное на сходствах и различиях, которые они наблюдали в последовательностях генов, кодирующих малую субъединицу рибосомальной РНК (рРНК) разных организмов. В процессе они обнаружили, что определенный тип бактерий, называемых архебактериями (теперь известных просто как археи), значительно отличался от других бактерий и эукариот с точки зрения последовательностей генов малой субъединицы рРНК. Чтобы учесть это различие, они создали древо с тремя доменами выше уровня царства: археи, бактерии и эукариоты. Анализ последовательностей генов малых субъединиц рРНК предполагает, что археи, бактерии и эукариоты произошли от общего предкового типа клеток. Древо наклонено, чтобы показать более тесную эволюционную связь между археями и

эукариотами, чем с бактериями.

Ученые продолжают использовать анализ РНК, ДНК и белков для определения того, как связаны организмы. Одним из интересных и сложных открытий является горизонтальный перенос генов – когда ген одного вида поглощается геномом другого организма.

Горизонтальный перенос генов особенно распространен у микроорганизмов и может затруднить определение того, как эволюционно связаны организмы. Следовательно, некоторые ученые теперь мыслят в терминах «сетей жизни», а не «деревьев жизни».

Название микробов

При разработке своей таксономии Линней использовал систему биномиальной номенклатуры, состоящую из двух слов для обозначения организмов по роду и видовому эпитету. Например, современные люди относятся к роду *Номо* и имеют видовое эпитетное название *sapiens*, поэтому их научное название в биномиальной номенклатуре – *Номо sapiens*. В биномиальной номенклатуре родовая часть названия всегда пишется с заглавной буквы; за ней следует видовое эпитетное название, которое не пишется с заглавной буквы. Оба названия выделяются курсивом. При упоминании вида людей биномиальная номенклатура будет *Номо sapiens*.

Таксономические названия в 18–20 веках обычно происходили от латыни, поскольку это был общий язык, используемый учеными, когда впервые создавались таксономические системы. Сегодня вновь обнаруженным организмам могут даваться названия, полученные из латыни, греческого или английского языка. Иногда эти названия отражают какую-то отличительную черту организма; в других случаях микроорганизмы называются

в честь ученых, которые их открыли. Археон *Haloquadratum walsbyi* является примером обеих этих схем наименования. Род *Haloquadratum* описывает среду обитания микроорганизма в соленой воде (*halo* происходит от греческого слова «соль»), а также расположение его квадратных клеток, которые расположены в квадратных кластерах по четыре клетки (*quadratum* на латыни означает «четырёхугольник»). Вид *walsbyi* назван в честь Энтони Эдварда Уолсби, микробиолога, который открыл *Haloquadratum walsbyi* в 1980 году. Хотя может показаться, что дать организму общее описательное название – например, дятел красноголовый – мы можем представить, как это может стать проблемой. Что произойдет, если будет обнаружен другой вид дятла с рыжей окраской головы? Систематическая номенклатура, которую используют ученые, устраняет эту потенциальную проблему, присваивая каждому организму одно уникальное название из двух слов, которое признают ученые во всем мире.

МИКРОСВЯЗИ

Одно и то же название, разные штаммы

В пределах одного вида микроорганизмов может быть несколько подтипов, называемых штаммами. Хотя разные штаммы могут быть почти идентичны генетически, они могут иметь совершенно разные свойства. Бактерия *Escherichia coli* печально известна тем, что вызывает пищевые отравления и диарею путешественников. Однако на самом деле существует много разных штаммов *E. coli*, и они различаются по своей способности вызывать заболевания.

Один патогенный (болезнетворный) штамм *E. coli*, о котором вы, возможно, слышали, – это *E. coli* 0157:H7. У людей

заражение *E. coli* 0157:H7 может вызвать спазмы в животе и диарею. Инфекция обычно возникает из-за загрязненной воды или пищи, особенно сырых овощей и недоваренного мяса. В 1990-х годах было несколько крупных вспышек *E. coli* 0157:H7, предположительно, из-за недоваренных гамбургеров.

Хотя *E. coli* 0157:H7 и некоторые другие штаммы создали *E. coli* плохую репутацию, большинство штаммов *E. coli* не вызывают заболеваний. На самом деле, некоторые из них могут быть полезны. Различные штаммы *E. coli*, которые естественным образом присутствуют в нашем кишечнике, помогают нам переваривать пищу, снабжают нас некоторыми необходимыми химическими веществами и борются с патогенными микробами.

Микроорганизмы отличаются друг от друга не только размером, но и структурой, средой обитания, метаболизмом и многими другими характеристиками. Хотя мы обычно считаем микроорганизмы одноклеточными, существует также множество многоклеточных организмов, которые слишком малы, чтобы их можно было увидеть без микроскопа. Некоторые микробы, такие как вирусы, даже бесклеточные (не состоят из клеток).

Микроорганизмы встречаются в каждом из трех доменов жизни: археи, бактерии и эукариоты. Микробы в доменах бактерий и архей все являются прокариотами (их клетки не имеют ядра), тогда как микробы в домене эукариоты являются эукариотами (их клетки имеют ядро). Некоторые микроорганизмы, такие как вирусы, не попадают ни в один из трех доменов жизни. В этом разделе мы кратко представим каждую из широких групп микробов. В последующих главах мы более подробно рассмотрим разнообразные виды внутри каждой группы.

Единицы длины, обычно используемые в микробиологии

Метрическая единица	Значение префикса	Метрический эквивалент
метр (м)		$1 \text{ м} = 10^0 \text{ м}$
дециметр (дм)	$1/10$	$1 \text{ дм} = 0,1 \text{ м} = 10^{-1} \text{ м}$
сантиметр (см)	$1/100$	$1 \text{ см} = 0,01 \text{ м} = 10^{-2} \text{ м}$
миллиметр (мм)	$1/1000$	$1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м} = 10^{-3} \text{ м}$
микрометр (мкм)	$1/1.000.000$	$1 \text{ мкм} = 0,000001 \text{ м} = 10^{-6} \text{ м}$
нанометр (нм)	$1/1.000.000.000$	$1 \text{ нм} = 0,000000001 \text{ м} = 10^{-9} \text{ м}$

Прокариотические микроорганизмы

Бактерии встречаются практически в каждой среде обитания на Земле, в том числе внутри и на людях. Большинство бактерий безвредны или полезны, но некоторые являются патогенами, вызывающими заболевания у людей и других животных. Бактерии являются прокариотическими, потому что их генетический материал (ДНК) не находится внутри настоящего ядра. У большинства бактерий есть клеточные стенки, содержащие пептидогликан.