



Бактерии – первые жители планеты

Кобелев Михаил

МАОУ «Гимназия №4 имени
братьев Каменских» г. Перми

Цель работы

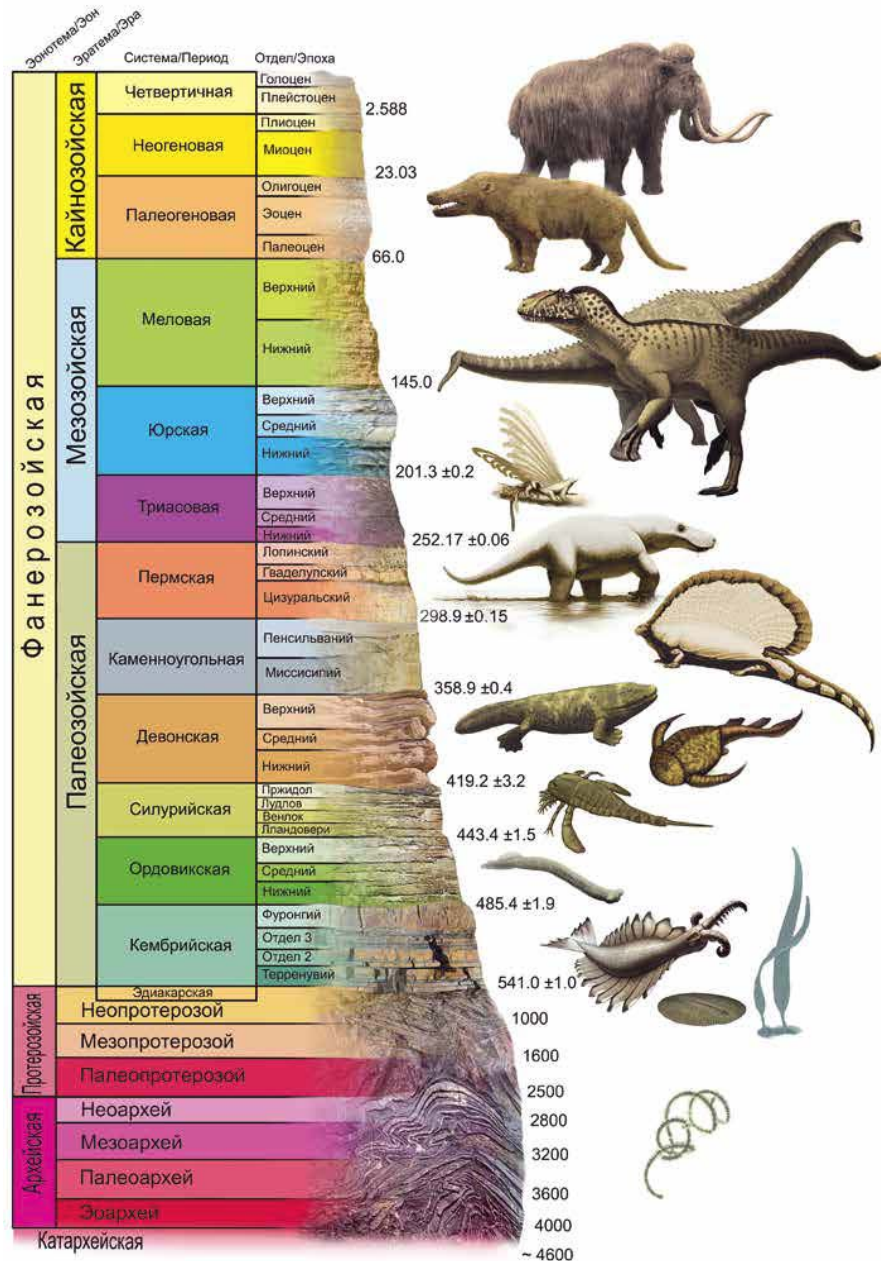
- Изучить происхождение, места обитания, строение, классификацию первых жителей нашей планеты – бактерий, а также их значение в эволюции органического мира.

Гипотеза

- Я предполагаю, что изучение как современных, так и ископаемых бактерий проливает нам свет на появление и развитие жизни на Земле.

- 
- Земля- единственное место во Вселенной, где жизнь определено существует. Она образовалась около 4,6 млрд лет назад. Тогда она ни внутри, ни внешне совсем не походила на нынешнюю Землю.
 - Первобытная атмосфера Земли состояла из вонючего аммиака, ядовитого угарного газа и метана, и смертельного циана. Океан же был раствором кислот, насыщенных тяжелыми металлами. Трудно представить, что в подобных условиях могла существовать жизнь.
 - Выживали в этих условиях бактерии.
 - Они появились на Земле более 3,5 млрд лет назад. В течение почти миллиарда лет они были единственными обитателями на планете.
 - Наука изучающая ископаемых микробов называется бактериальная палеонтология.

Геохронологическая шкала



- Кайнозойская эра - время зверей,
- Мезозойская эра – время динозавров,
- Палеозойская эра – время морских беспозвоночных и рыб.
- Эти эры составляют Фанерозой – эпоху видимой жизни.
- Все, что лежит ниже этой границы (Архей и Протерозой), называют Криптозой - эпохой скрытой жизни, эпохой бактерий

Места обитания бактерий

- Бактерии (от греч. слова *bacterion* - палочка) – мельчайшие древнейшие микроорганизмы, невидимые невооруженным глазом. Ученые насчитали более миллиона видов бактерий – это самые распространенные микроорганизмы.
- Бактерии встречаются почти везде. Они населяют почву, пресные и морские водоёмы, кислые горячие источники, радиоактивные отходы и глубинные слои земной коры.
- Их преимущество – количество, они живут колониями, взаимодействуют друг с другом и очень хорошо приспосабливаются к меняющейся окружающей среде.
- Современные бактерии изучает наука микробиология.

Строение и размножение бактерий

- Бактерии относятся к прокариотам – одноклеточным организмам, не имеющим ядра.
- Прокариотная клетка состоит из:
 - 1) генома (подобие ядра) – это скрученная кольцевидная хромосома, которая содержит генетическую информацию для деления клетки.
 - 2) рибосомы – это аппарат синтеза белка;
 - 3) цитоплазмы - это "котел", в котором проходит взаимодействие между всеми системами клетки;
 - 4) мембраны, которая осуществляет взаимодействие клетки с внешней средой, в т.ч. перенос нужных веществ внутрь клетки и не нужных продуктов наружу.
- Размножаются они путем бинарного деления.

Схема строения прокариотной клетки

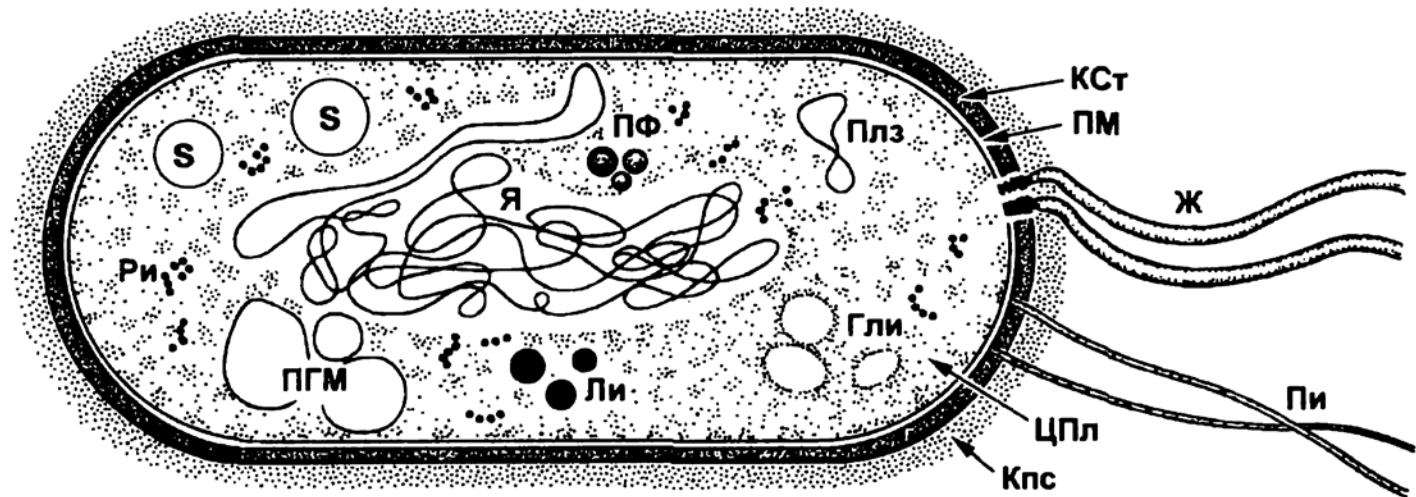


Рис. 1. Схема строения прокариотической клетки (бактериальная клетка в продольном разрезе). Гли - гранулы гликогена; Ж - жгутик; Кпс - капсула; КСт - клеточная стенка; Ли - липидные капельки; ПГМ - поли-β-гидроксимасляная кислота; Пи - пили; ПЛз - плазматическая мембрана; ПФ - гранулы полифосфата; Ри - рибосомы и полисомы; Я - ядро (нуклеоид); S - включения серы; ЦПл - цитоплазма.

Классификация бактерий

Самой
распространенной
считается
классификация по
Берджи.

Определитель бактерий Берджи
(1994):

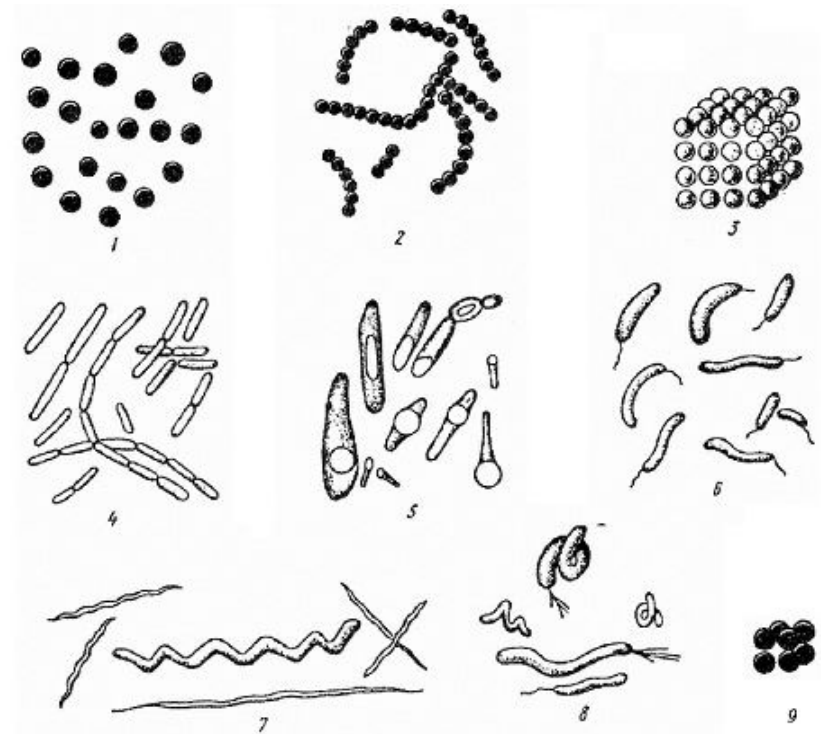
1. **Gracilicutes** – токостенные, грамотрицательные (1 – 16 группы);
2. **Firmicutes** – толстостенные, грамположительные (17 – 29);
3. **Tenericutes** – лишены клеточной стенки (30-ая группа);
4. **Mendosicutes** – архебактерии (стенки лишены пептидогликана, имеются особенности строения рибосом, мембраны и РНК – 31 – 35 группы).

ТОНКОСТЕННЫЕ, ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ БАКТЕРИИ		ТОЛСТОСТЕННЫЕ, ГРАМПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ БАКТЕРИИ	
Менингококки		Пневмококки	
Гонококки		Стрептококки	
Вейлонеллы		Стафилококки	
Палочки		Палочки	
Вибрионы		Бациллы*	
Кампилобактерии, Хеликобактерии		Клостридии*	
Спириллы		Коринебактерии	
Спирохеты		Микобактерии	
Риккетсии		Бифидобактерии	
Хламидии		Актиномицеты	

*Расположение спор: 1 – центральное, 2 – субтерминальное, 3 – терминальное.

Классификация бактерий

- Выделяют группы:
- По форме:
- Шарообразная (стрептококки, стафилококки).
- Палочкообразная (бациллы, стрептобациллы).
- Витиеватая (вибрионы, спириллы).
- Спиралеобразная (спирохеты).
- Нитчатая.



Классификация бактерий

- По количеству жгутиков
- Монотрихи (единственный жгутик на полюсе их клетки).
- Лофотрихи (связка жгутиков на полюсе их клетки).
- Амфитрихи (два пучка жгутиков на их полюсах).
- Перитрихи (большое количество жгутиков по всей бактерии).



Классификация бактерий

- По виду дыхания:
- аэробные (для жизнедеятельности необходим кислород);
- анаэробные организмы (кислород не нужен).
- По способу питания:
- автотрофы – используют, например, солнечную энергию (цианобактерии);
- гетеротрофы – питаются за счет живых или умерших организмов.

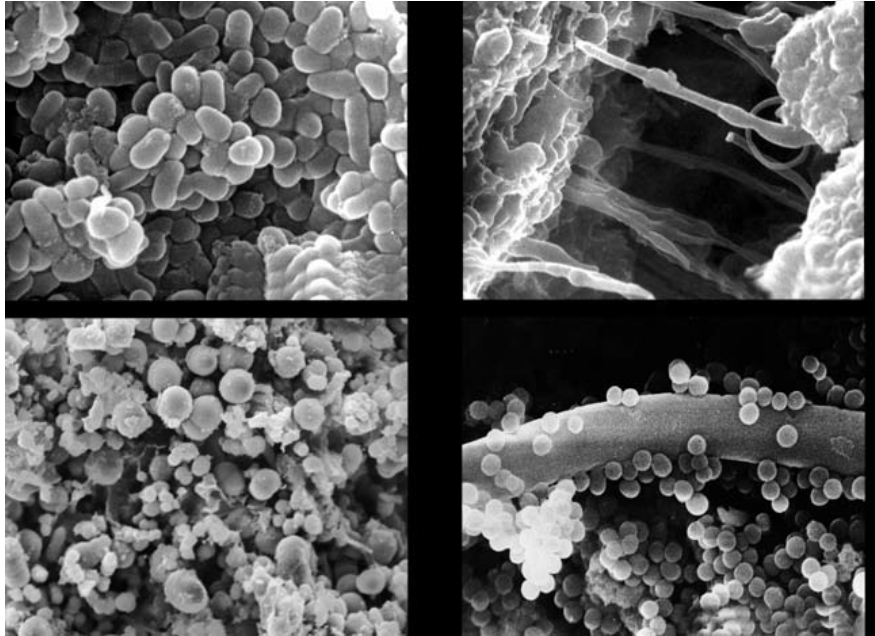
Эволюция бактерий

- Архей
- В палеоархее Земля была совершенно непохожа на современную планету: более половины ее составлял углекислый газ, а остальное – сероводород, азот, аммиак, сернистый газ, пары воды и различных кислот. Температура воздуха была более 50 градусов за счет парникового эффекта.
- В этих условиях бактерии были единственными хозяевами планеты. Сами они почти не сохранились, но встречаются окаменевшие следы их жизнедеятельности – строматолиты.
- Жизнь тогда еще только зарождалась, и главной ее задачей было приспособиться к любым, самым невероятным условиям среды.

Цианобактерии

- Революционным шагом стало появление в мезоархее цианобактерий.
- Они процветают и сейчас.
- Цианобактерии- единственная группа бактерий, способных к фотосинтезу, т.е в процессе своей жизнедеятельности выделяющих кислород.
- Бурное развитие цианобактерий в неоархейское время привело к «кислородной революции».

Строматолиты в заливе Шарк-Бэй в Западной Австралии



Эволюция бактерий

- В протерозое в составе атмосферы Земли в обилии появился свободный кислород, снизилась вулканическая активность и парниковый эффект.
- В связи с этим, поворотные события произошли и в органическом мире, около 1,7 млрд. лет назад появились первые эукариотные организмы.
- Они имели оформленное клеточное ядро, благодаря чему их потомство было более разнообразным.
- Внутри эукариотических клеток появились органеллы, выполнявшие определенные функции: одни отвечали за переваривание пищи, другие – за ликвидацию неусвоенных остатков, третьи служили энергетическими станциями. На поверхности клетки появились жгутики, благодаря чему появилась возможность двигаться.

Протерозойские строматолиты. Северная Сибирь



Эволюция органического мира

- Существует гипотеза, что на первых этапах эволюции органического мира широко проявлялся процесс возникновения более сложных организмов за счет слияния нескольких простых- теория симбиогенеза.

Эволюция органического мира

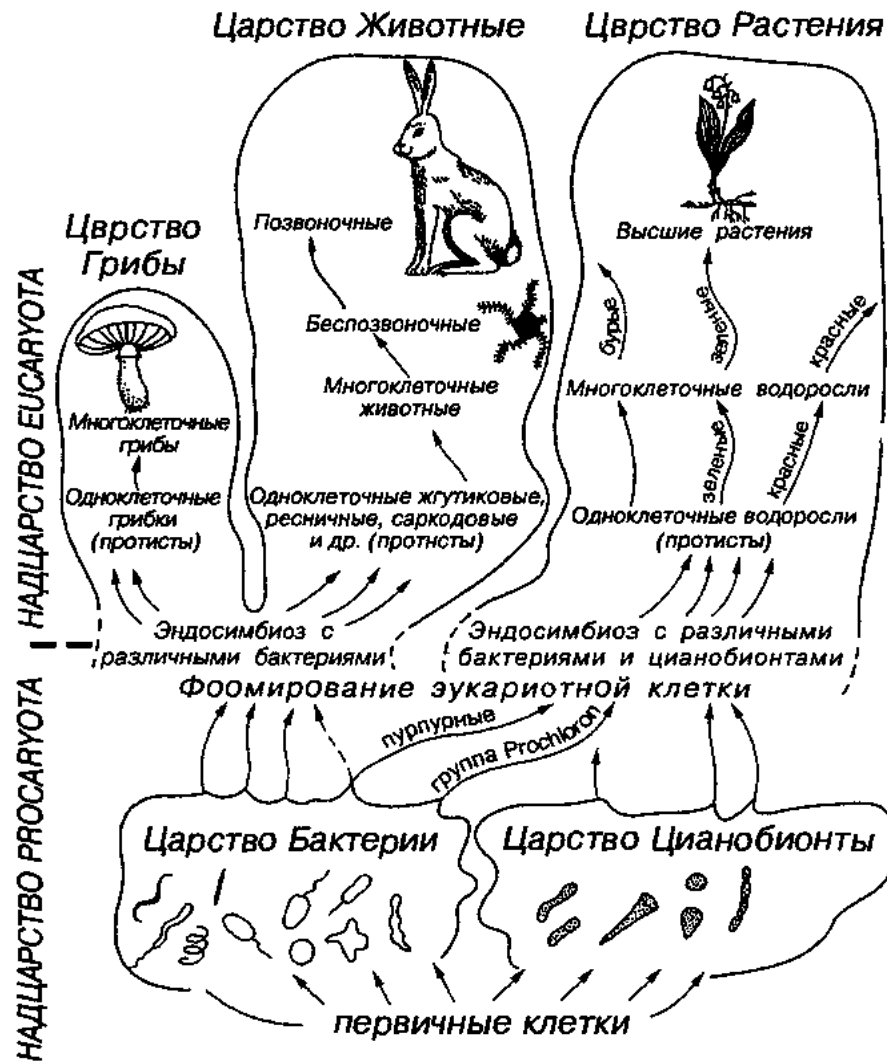
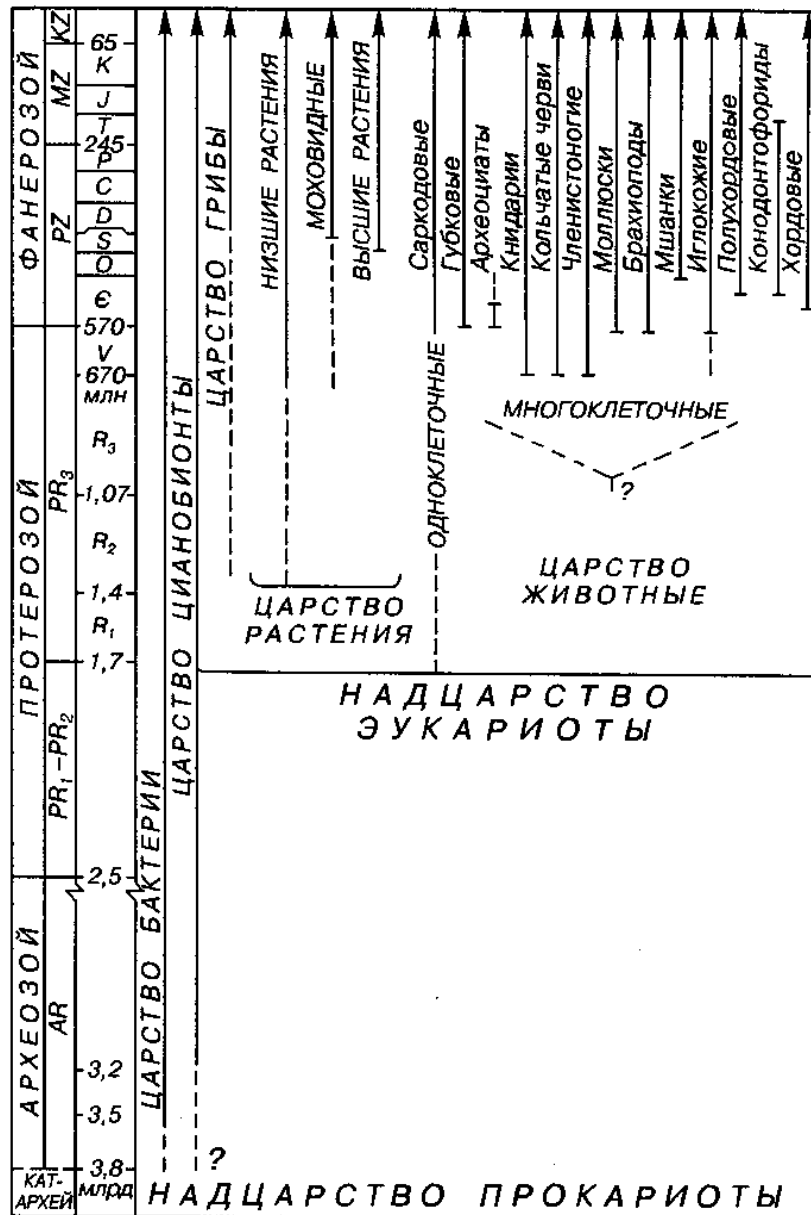


Рис. 24. Схема эволюции органического мира согласно теории симбиогенеза

- На схеме мы видим, что после формирования эукариотных клеток начался новый виток эволюции:
- Царство бактерий в результате эндосимбиоза друг с другом дало развитие царствам грибов и животных
- Царство цианобионтов в результате эндосимбиоза с бактериями дало развитие царству растений.

Эволюция органического мира



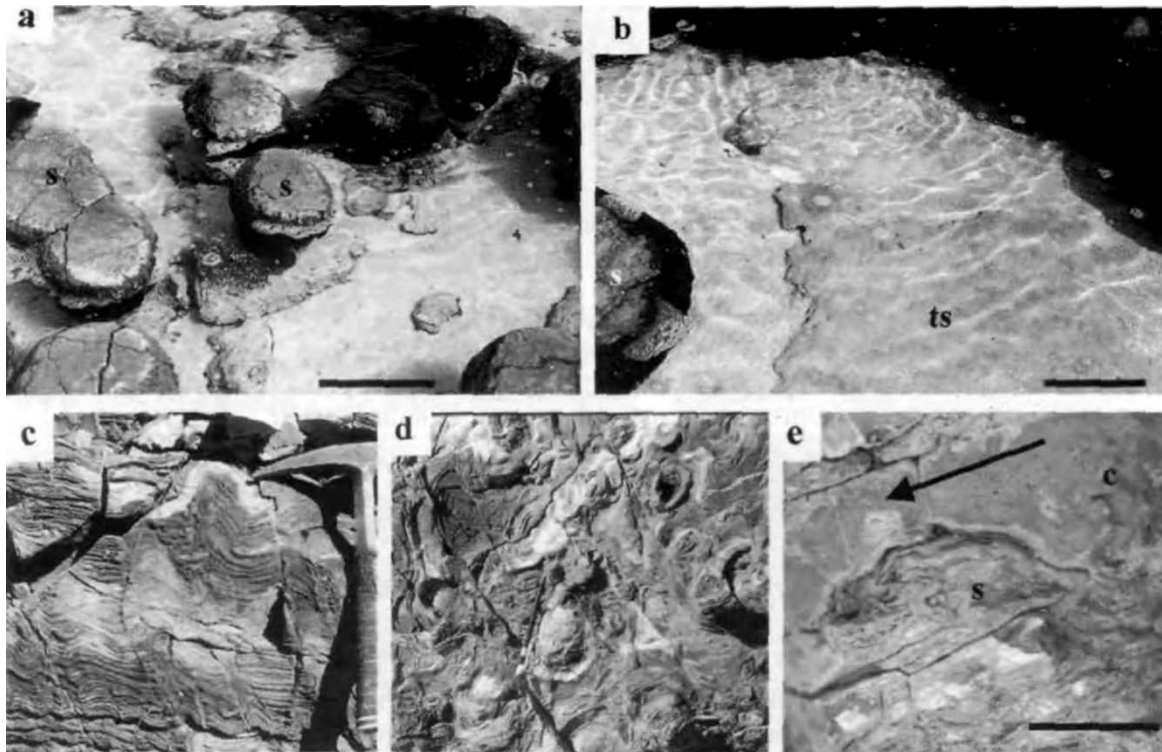
Из этой схемы видно, что особый заключительный этап развития жизни в протерозое начался примерно 670 млн лет назад, когда на планете наряду с бактериями и цианобионтами, появились первые многоклеточные мягкотелые животные (медузы, полипы, черви) и растения (мхи, водоросли).

Фоссилизация бактерий

- Первые сведения о присутствии фоссилизированных (окаменевших) бактерий в древних отложениях появились в начале XX века. Но к этим работам палеонтологическое сообщество отнеслось скептически, так как господствовало мнение, что сохранение в ископаемом состоянии столь древних остатков бесскелетных организмов невозможно.
- Активно изучать эту область палеонтологии стали с 60-х годов 20 века.

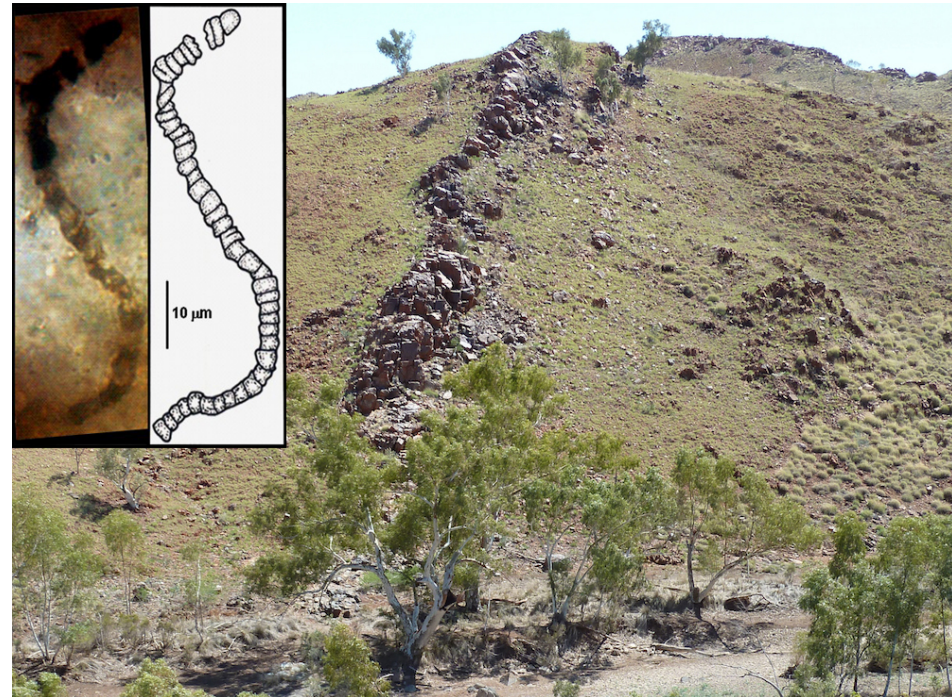
Формы сохранения ископаемых бактерий

- Сохранение бактерий в ископаемом состоянии связано с их очень быстрой минерализацией.
- Например, цианобактерии, попадая на какой-то минерал, окаменевают всего за несколько часов требуется. Это объясняет хорошую сохранность бактерий в породах.
- Также найдена интересная разница между фоссилизацией грам+ и грам- бактерий: вокруг грам+ бактерий образуется толстая крепкая корка, т.к. они имеют толстую оболочку клетки, а грам- бактерии замещаются тонкой слабой коркой, т.к. имеют тонкую клеточную оболочку.
- Колонии бактерий и вещества, которые они выделяют для своей защиты (биопленки), образуют микробные маты. Они формируют крепкие крупные фоссилии, такие как строматолиты.



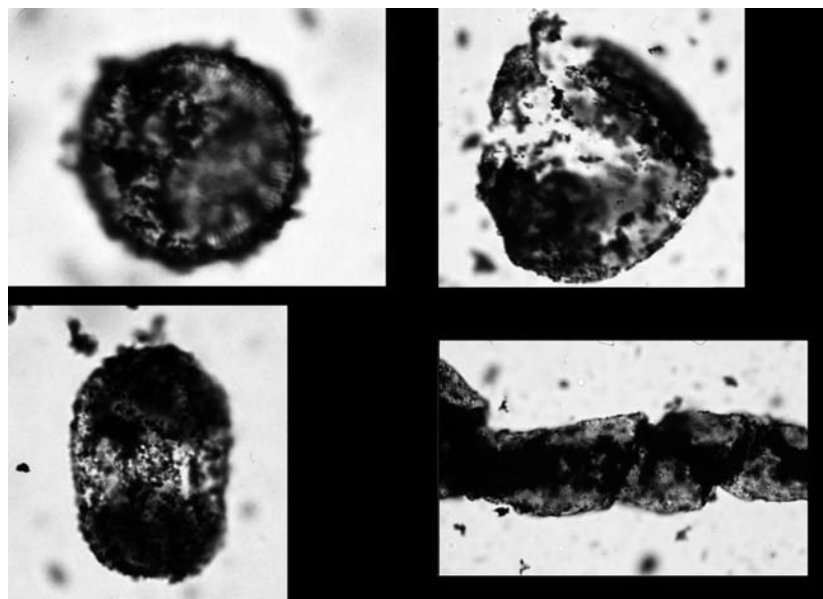
Интересные находки

- Самые древние окаменелости бактерий, возрастом 3,5 млрд лет, в 1993 году обнаружил американский палеобиолог Уильям Шопф в Западной Австралии.
- По размерам, по внешнему виду, по связи друг с другом, по биопленкам ученый определил, что это бактерии.



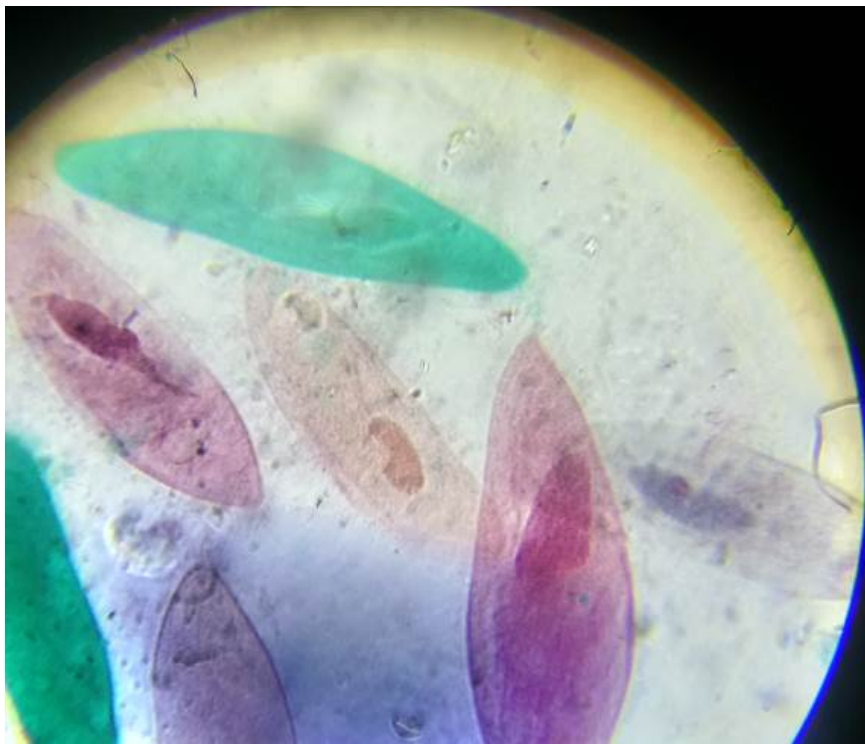
Интересные находки

- Большой вклад в изучение остатков протерозойских микроорганизмов внес ученый Б.В. Тимофеев. Он работал в Карелии.
- Здесь были найдены самые ранние находки фоссилизированных остатков эукариот.



Экспериментальная часть

- Ввиду того, что ископаемые бактерии морфологические сходны с современными бактериями, для их изучения необходимо знание современного мира микробов.
- Чтобы своими глазами увидеть строение бактериальной клетки, я решил провести два исследования:
 1. Изучить готовый микроскопический препарат инфузории-туфельки (Paramecium).
- Инфузория-туфелька относится к одноклеточным эукариотам, обитает в пресных водоемах.



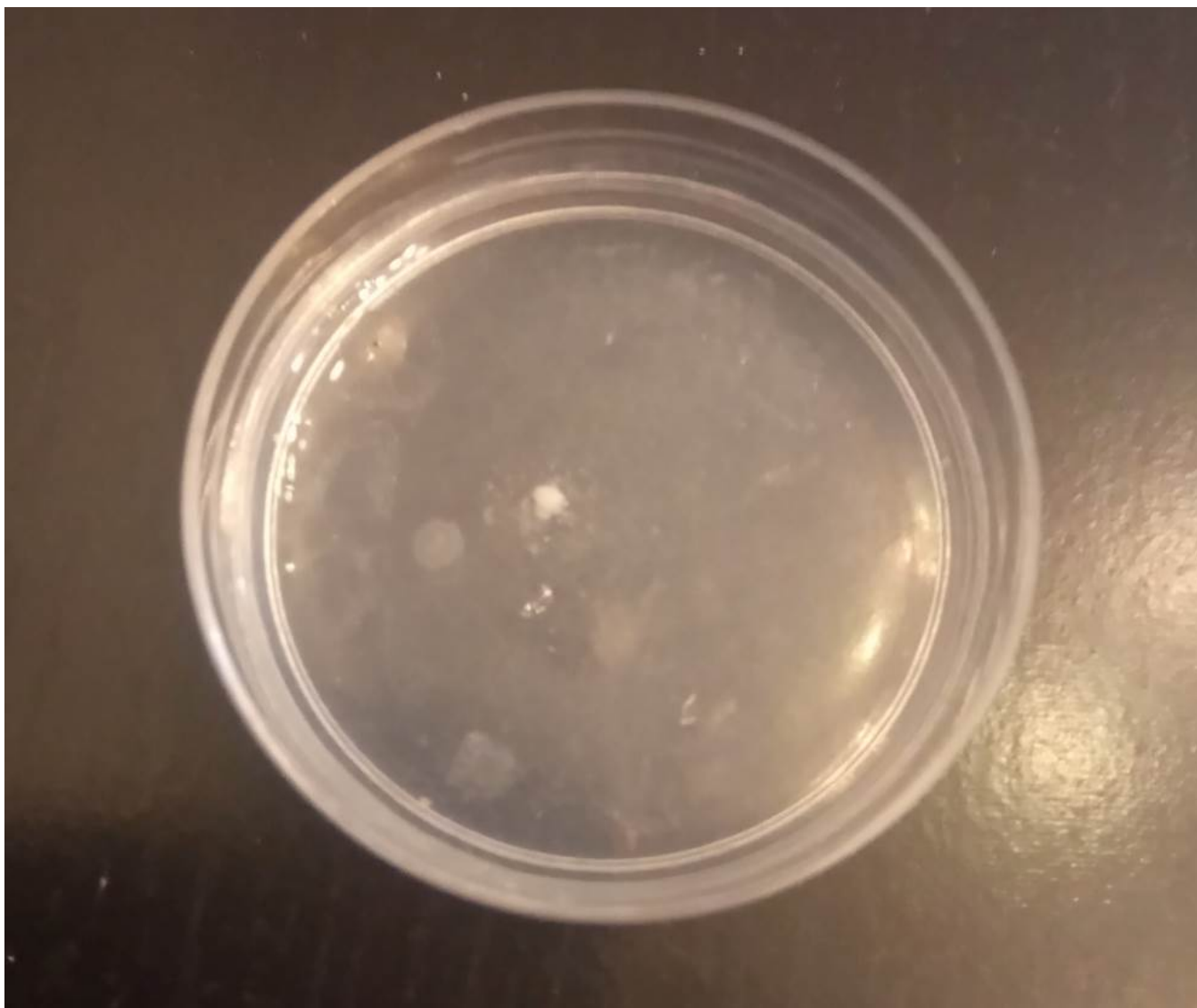
- Описание
препарата: форма организма овальная вытянутая, напоминает подошву туфли.
- На поверхности организма видна клеточная стенка, которую покрывают многочисленные реснички - органы движения инфузории-туфельки.
- Внутри клетки отчетливо видно 2 ядра, большое и малое, и органеллы.

2. Изучить окрашенный по Граму микропрепарат с бактериями полости рта.

- Окрашивание по Граму — это экспресс-метод исследования, позволяющий увидеть наличие бактерий в мазке.
- В качестве культуры бактерий я приготовил препарат из зубного налета полости рта.
- В ротовой полости в норме живет более 100 видов бактерий: бифидобактерии, лактобактерии, стрептококки, стафилококки и др.

Ход эксперимента

1. При помощи зубочистки и ватной палочки я получил образец зубного налета.
2. Образец я нанес на питательную среду агар-агар в чашку Петри. Чашку Петри поместил в батарею, которая служила мне инкубатором.
3. Через 5 дней я заметил рост бактерий. На поверхности были видны множественные белесоватые колонии бактерий.



4. Далее я приступил к приготовлению мазка:



1) приготовление мазка: на обезжиренное стекло в каплю воды нанес культуру бактерий.

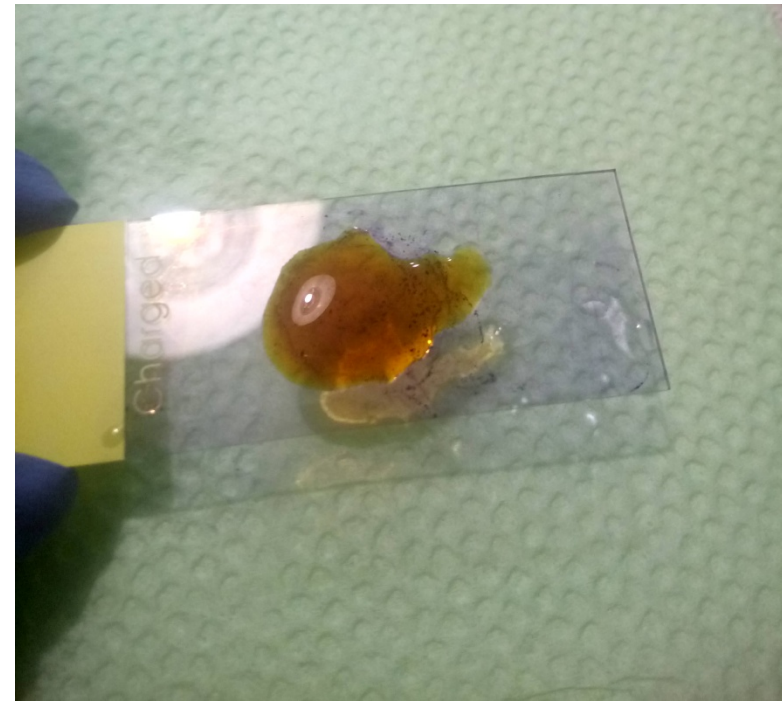




2) Высушивание: мазок я высушил, благодаря чему, бактерии пристали к стеклу.

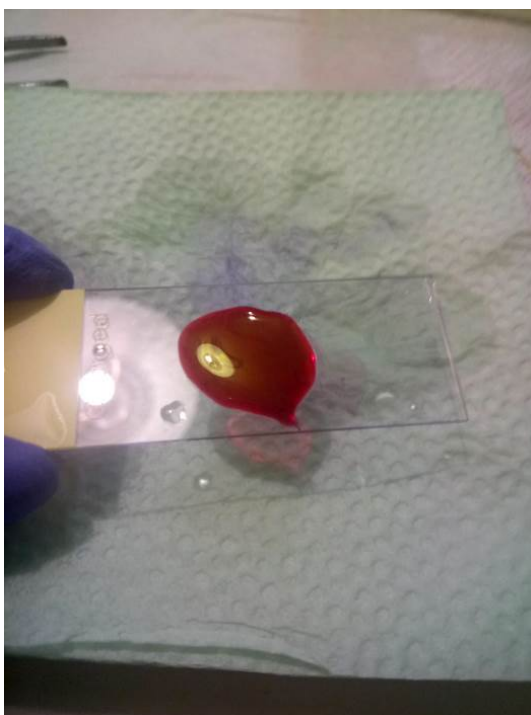
3) Окраска: нанес первый краситель по Граму - генцианфиолетовый. Ионы красителя проникают через клеточную оболочку как толстостенных грамположительных, так и грамотрицательных клеток и окрашивают их в фиолетовый цвет.

4) Нанес раствор Люголя. Он фиксирует попавший в клетки краситель.



5) Обработка спиртом: он вымывает краситель из тонкостенных грамотрицательных бактерий.





6) докрасил препарат
фуксином: он окрашивает
тонкостенные
грамотрицательные
бактерии в розовый цвет.



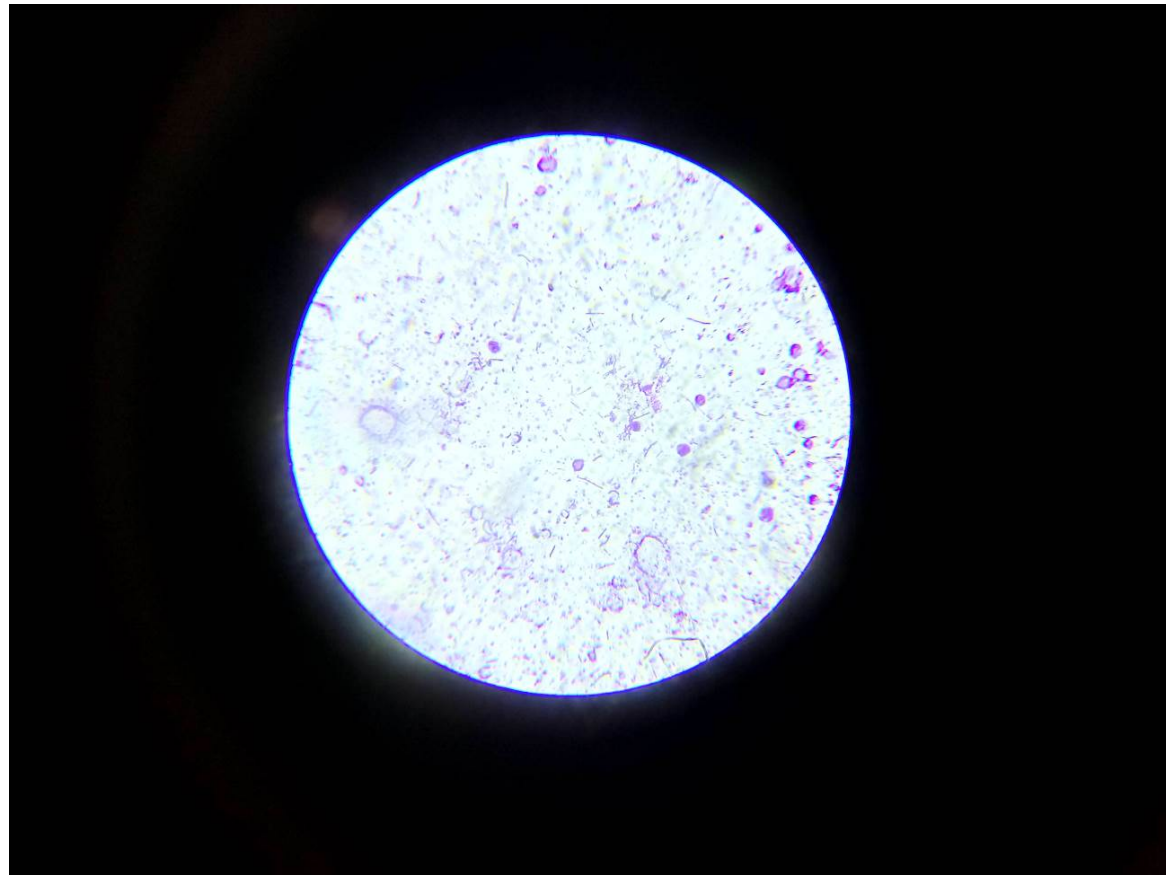
7) Мазок промыл и высушил.

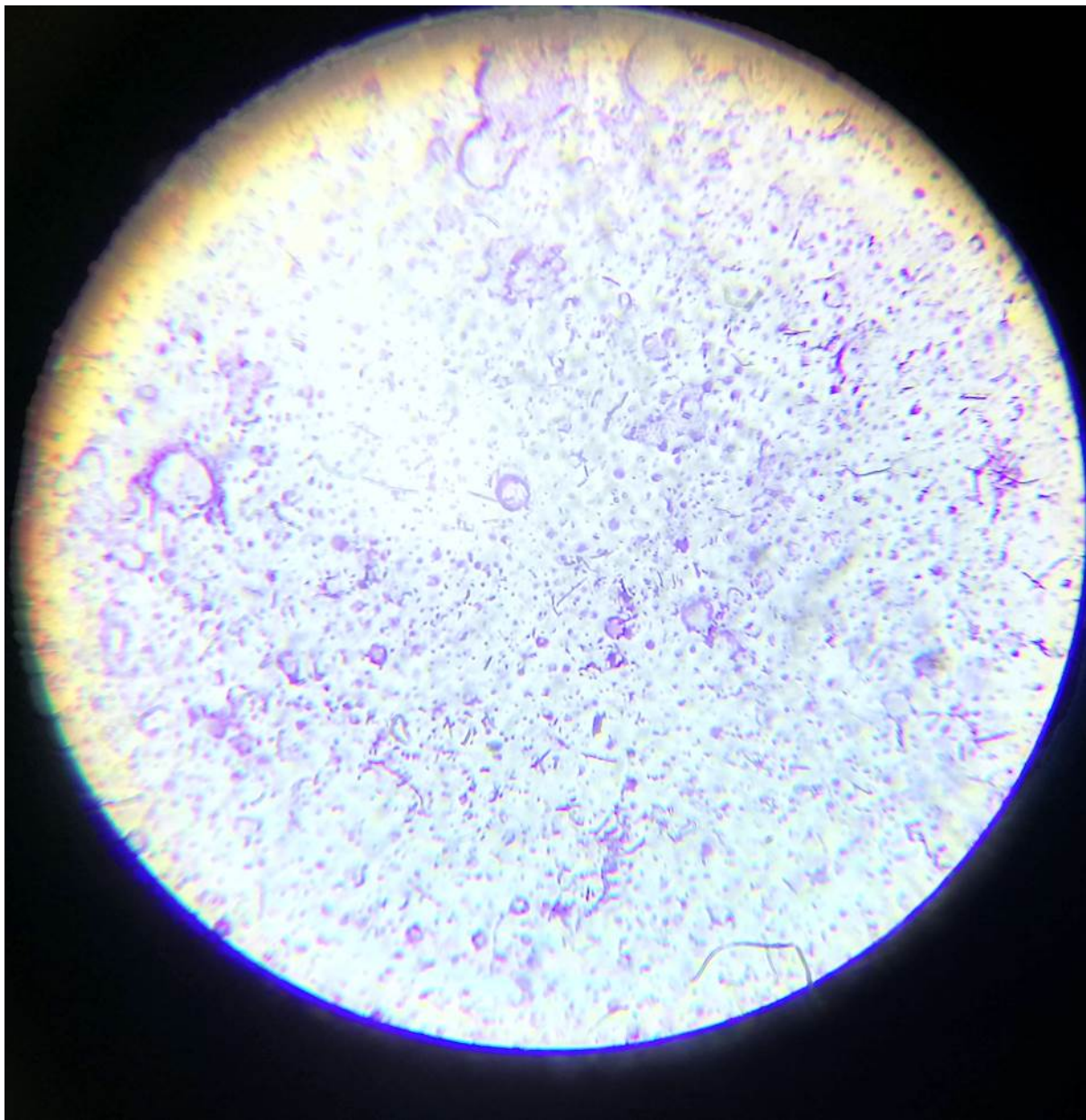
В результате метода Грама,
грамположительные
бактерии окрашиваются в
темно-фиолетовый цвет, а
грамотрицательные - в
розовый, красный.

5. Далее я рассмотрел мазок в микроскоп



6. В полученном мазке видны множественные кокки и палочки как грамположительные, так и грамотрицательные. Все полученные клетки разного размера и формы, интенсивность окраски бактерий также разная. Рассмотреть внутреннее строение клеток не позволяют возможности моего микроскопа.





Вывод

- Таким образом моя гипотеза оказалась верна, изучение бактерий представляет важную задачу.
- Они были первыми жителями нашей планеты и в течение миллиарда лет были ее единственными обитателями.
- Бактерии сыграли важную роль в эволюции органического мира: бактерии в результате эндосимбиоза друг с другом дали развитие царствам грибов и животных, а цианобионты в результате эндосимбиоза с бактериями дали развитие царству растений.
- Знание современного мира микробов для палеонтологов важно, ввиду того, что ископаемые бактерии морфологические сходны с современными бактериями. Поэтому бактериальная палеонтология должна развиваться в тесной связи с микробиологией.
- Изучение ископаемых бактерий дает нам представление о процессах фоссилизации древних организмов.
- Рассмотрев современные бактериальные клетки, я теперь имею представление и о том, как выглядели бактериальные клетки много лет назад. Я рад, что чуть-чуть прикоснулся к прошлому Земли.



Благодарю за внимание!

Список литературы и источников

- Розанов А. Ю., коллектив авторов Бактериальная палеонтология - М.: ПИН РАН, Кафедра палеонтологии МГУ, 2002г.
- Геология. Энциклопедия для детей/Глав.ред. М.Д. Аксенова - М.: Аванта+, 2002г.
- Ирина Яковлева След динозавра - М.: Росмен, 1993г.
- Д.Берни. Иллюстрированная энциклопедия динозавров - М.: АСТ, Астрель, 2002г.
- М.С. Архангельский, А.В. Иванов Картины прошлого Земли. Палеоэкологические этюды - М.: Изд-во «Университетская книга», 2015.
- Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. Ч.1. Учебник. – М.: Издательство МГУ, 1997г.
- М.М. Астафьева, Л.М. Герасименко, А.Р. Гептнер и др. / Научные редакторы Розанов А.Ю., Ушатинская Г.Т. Ископаемые бактерии и другие микроорганизмы в земных породах и астроматериалах. Научное издание. М.: ПИН РАН, 2011г.