

# **Систематика и классификация прокариот**

**Лекция № 1**

Базовая категория любой биологической классификации, отражающая определённую стадию эволюции отдельной популяции организмов — **ВИД** — совокупность особей с одинаковым фенотипом, дающих плодовитое потомство и обитающих в определённом ареале.

Базовый признак, используемый для классификации микроорганизмов — тип клеточной организации.

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

В отличие от высших растений и животных, **большая часть микроорганизмов** не способна размножаться половым путём. Иными словами, у них отсутствуют механизмы, способные приводить к «прерывистому» видообразованию. В результате заполнения различных экологических ниш могут развиваться дивергентные эволюционные формы, но разница между ними обусловлена лишь различиями между экологическими нишами. Таким образом, определение понятия вида, как его применяют для организмов с половым размножением, нельзя полностью применять в отношении микроорганизмов. В связи с этим понятие вид для них трактуется произвольно.

**Естественная (филогенетическая) систематика микроорганизмов** имеет конечной целью объединение родственных форм, связанных общностью происхождения, и установление иерархического соподчинения отдельных групп. До настоящего времени отсутствуют единые принципы и подходы к объединению (или разделению) их в различные **таксономические единицы**, хотя для них пытаются использовать сходство геномов как общепринятый критерий

**Базовый признак, используемый для классификации микроорганизмов — тип клеточной организации.**

Более скромные задачи у **искусственной систематики**, объединяющей организмы в группы на основе сходства их важнейших свойств. Эту последнюю характеристику применяют для определения и идентификации микроорганизмов. С позиций медицинской микробиологии микроорганизмы обычно подразделяют в соответствии с влиянием, которое они оказывают на организм человека на патогенные, условно-патогенные и непатогенные.

Разработаны разнообразные доступные и быстрые тесты, позволяющие, как минимум в общих чертах, идентифицировать выделенные от пациента **микроорганизмы**. В отношении бактерий наибольшее распространение нашли предложенные **американским бактериологом Дэвидом Бёрджи** подходы к систематизации, учитывающие один или несколько наиболее характерных признаков. "**Определитель бактерий Бёрджи**" — характерный пример искусственной систематики. Согласно его принципам, легко выявляемые свойства являются основой для объединения бактерий в большие группы.

**Для микроорганизмов приняты следующие категории (таксоны) таксономической иерархии (по восходящей): Вид (Species)-> Род (Genus) —> Триба, или колено (Tribus) —» Семейств (Familia) ~> Порядок (Ordo) —> Класс (Classis) -> Отдел(Divisio) —> Царство (Regnum).**

При необходимости вводят категории (по восходящей): Подтриба, или подколono (Subtribus) -> Подсемейство (Subfamilia) —> Подпорядок (Subordo) —> Подкласс (Subclassis) —> Подотдел (Subdivisio).



**Род и выше.** Названия таксонов, имеющих ранг рода и выше, униноминальны (унитарны), то есть обозначаются одним словом, например Herpesviridae (семейство герпесвирусов).

**Вид.** Названия видов биноминальны (бинарны), то есть обозначаются двумя словами - названием **рода** и **вида**. Например, *Escherichia coli* (кишечная палочка). Второе слово бинарного названия вида, взятое отдельно, не имеет статуса в номенклатуре и не может быть использован для научного обозначения микроорганизма. Исключением выступают вирусы, видовые названия которых не бинарны, то есть включают только видовое название (например, вирус бешенства).

Наибольшую известность получила фенотипическая классификация бактерий, основанная на строении их клеточной стенки, включённая, в частности, в IX издание Определителя бактерий Берджи (1984—1987). Крупнейшими таксономическими группами в ней стали 4 отдела: Gracilicutes (грамотрицательные), Firmicutes (грамположительные), Tenericutes (микоплазмы) и Mendosicutes (археи).

В настоящее время определение микроорганизмов (идентификация) базируется на следующих критериях:

- Морфология клеток и колоний
- Цитология клеток
- Культуральные свойства (характер роста на питательных средах)
- Физиологические свойства (тип дыхания, отношение к температуре, рН и т.д.)
- Биохимические свойства (тип метаболизма)
- Молекулярно-биологические свойства (содержание Г-Ц в НК, анализ нуклеотидной последовательности 16s рРНК)
- Хемотаксономия (состав жирных кислот, белковый профиль)
- Серодиагностика (реакция АГ-АТ, особенно для патогенных микроорганизмов)
- Фаготипирование.

Одним из первых методов оценки родства по сходству генома был предложенный ещё в 1960-х годах метод сравнения содержания гуанина и цитозина в ДНК. Хотя одинаковые значения их содержания и не могут дать никакой информации об эволюционной близости организмов, их различия на 10% означают, что бактерии не принадлежат к одному роду. Другим методом, произведшим в 1970-е настоящую революцию в микробиологии, стал анализ последовательности генов в 16s рРНК, который позволил выделить несколько филогенетических ветвей эубактерий и оценить связи между ними. Для классификации на уровне вида применяется метод ДНК-ДНК

В 2001 году в свет вышел первый том многотомной энциклопедии прокариот – **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology** (Руководство по систематике бактерий Берджи).

В этом руководстве все прокариоты разделены на 26 филогенетических «ветвей» (групп) на основании строения их 16S-рРНК; **23 «ветви»** представлены **эубактериями**, а **три – архебактериями**. Следует подчеркнуть, что большое количество этих филогенетических групп содержат виды прокариот, которые не выделены в виде чистых культур и поэтому еще детально не изучены. Для представителей данных видов известны в настоящее время только последовательности нуклеотидов в 16S-рРНК.

Из 23 групп эубактерий две  
филогенетические группы представлены  
грамположительными бактериями,  
остальные группы –  
грамотрицательными.

Грамотрицательные бактерии состоят из  
крупной группы Протеобактерий  
(Proteobacteria) и 20 групп остальных  
бактерий, имеющих данный тип  
клеточной стенки.

Из 23 групп эубактерий две филогенетические группы представлены грамположительными бактериями, остальные группы – грамотрицательными. Грамотрицательные бактерии состоят из крупной группы **Протеобактерий (Proteobacteria)** и 20 групп остальных бактерий, имеющих данный тип клеточной стенки. **Протеобактерии** – очень гетерогенная в морфологическом, физиологическом и биохимическом плане группа грамотрицательных бактерий. Для представителей этой группы характерны все типы энергетического метаболизма и питания.



В этой группе имеются как подвижные за счет жгутиков, так и неподвижные бактерии.

По отношению к молекулярному кислороду

Протеобактерии бывают облигатными аэробами, облигатными и факультативными

анаэробами. Группа Протеобактерий на основании различий в 16S-rРНК разделена

на пять подгрупп: **альфа, бета, гамма, дельта и эпсилон.**

К грамотрицательным бактериям также относятся следующие основные группы **эубактерий**:

- водородные термофилы,
- зеленые нитчатые бактерии,
- зеленые серные бактерии,
- цианобактерии,
- спирохеты,
- цитофаги,
- бактериоиды,
- хламидии,
- планктомицеты,
- дейнококки,
- хлорофлексусы,
- фузобактерии,
- фибробактерии,
- термодесульфобактерии и др.

Группа **Firmicutes** («кlostридиальная ветвь») – главным образом грамположительные бактерии с низким содержанием ГЦ-пар в ДНК) состоит из следующих родов:

- Clostridium,
- Lactococcus,
- Pediococcus,
- Streptococcus,
- Enterococcus,
- Leuconostoc,
- Listeria,
- Caryophanon,
- Staphylococcus,

- SarcinaSporosarcina,
- Bacillus,
- Desulfotomaculum,
- Heliobacterium,
- Mycoplasma,
- Ureaplasma и др.
-

В составе археобактерий выделяют три филогенетические группы:

**Crenarchaeota, Euryarchaeota и Korarchaeota.**

Группа **Crenarchaeota** состоит из экстремально термофильных бактерий, большинство представителей которых осуществляют метаболизм серы, некоторые восстанавливают ионы железа и молибдена.

В группу **Euryarchaeota** входят облигатно анаэробные метаногенные археобактерии, а также экстремальные термофилы и галофилы.

Группа **Korarchaeota** образована археобактериями, обитающими в горячих серных источниках.

**В отдел Gracilicutes** входят бактерии различной морфологии с грамотрицательной клеточной стенкой. Размножение происходит в основном бинарным делением, некоторые бактерии размножаются почкованием. Эндоспор не образуют. Большинство подвижны: встречаются все типы передвижения бактерий – с помощью жгутиков, скольжением, изгибанием. Отдел включает аэробные, анаэробные и факультативные анаэробные бактерии; фототрофные и хемотрофные бактерии. **Отдел подразделяют на три класса:**

**Scotobacteria** - грамотрицательные бактерии, не использующие световую энергию для целей метаболизма, а получающие ее только в результате окислительно-восстановительных реакций. Название класса происходит от греч. scotos – темнота. Это самый крупный класс бактерий.

**Oxyphotobacteria** - представлен цианобактериями и прохлорофитами, осуществляющими оксигенный фотосинтез (с выделением молекулярного кислорода). Этот тип фотосинтеза аналогичен фотосинтезу, протекающему в растениях.

**Anoxyphotobacteria** - пурпурные бактерии, зеленые бактерии и гелиобактерии, осуществляющие аноксигенный фотосинтез (без выделения молекулярного кислорода).

**В отдел Firmicutes** включены бактерии с грамположительной клеточной стенкой. Клетки могут иметь разную форму: палочки, кокки, нитевидные, ветвящиеся. Некоторые представители образуют эндоспоры. Большинство из них неподвижны; подвижные формы имеют перитрихальное жгутикование. В состав отдела входят аэробные, анаэробные и факультативно анаэробные бактерии.

**Отдел Firmicutes** состоит из двух классов:

**Firmibacteria** включает большое количество «неветвящихся» грамположительных бактерий.

**Thallobacteria** включает бактерии, клетки которых способны «ветвиться».



**Отдел Tenericutes** представлен бактериями, не имеющими клеточной стенки. В связи с отсутствием клеточной стенки форма клеток непостоянна: в чистой культуре одного вида одновременно присутствуют кокковидные, палочковидные, нитевидные, грушевидные, дисковидные и другие клетки. Размножение бактерий, входящих в этот отдел, происходит бинарным делением, почкованием.

Окрашивание по Граму отрицательное. Характерно образование мелких, врастающих в агар колоний. Могут быть сапрофитными, паразитами или патогенами.

Отдел состоит из одного класса **Mollicutes** (микоплазмы).

**Отдел Mendosicutes** образован бактериями с ригидной клеточной стенкой, но не содержащей пептидогликана муреина. Большинство представителей – строгие анаэробы, многие из которых имеют жгутики. Виды характеризуются экологическим и метаболическим разнообразием, способностью жить в экстремальных условиях. Отдел состоит из одного класса – **Archaeobacteria**.

## К Отделу *Gracilicutes* принадлежат:

- Группа 1. Спирохеты.
- Группа 2. Аэробные (или микроаэрофильные), подвижные, спиралевидные (или вibriоидные) грамотрицательные бактерии.
- Группа 3. Неподвижные, или редко подвижные грамотрицательные изогнутые бактерии.
- Группа 4. Грамотрицательные аэробные (или микроаэрофильные), палочки и кокки.
- Группа 5. Факультативно анаэробные грамотрицательные палочки.
- Группа 6. Грамотрицательные анаэробные прямые, изогнутые или спиралевидные палочки.
- Группа 7. Бактерии, осуществляющие диссимиляционное восстановление серы или сульфата.
- Группа 8. Анаэробные грамотрицательные кокки.
- Группа 9. Риккетсии и хламидии.
- Группа 10. Аноксигенные фототрофные бактерии.
- Группа 11. Оксигенные фототрофные бактерии.
- Группа 12. Аэробные хемолитотрофные бактерии и близкие организмы.
- Группы 13. Почкующиеся и/или образующие выросты бактерии.
- Группы 14. Бактерии, имеющие чехлы.
- Группа 15. Нефотосинтезирующие скользящие бактерии, не образующие плодовых тел.
- Группа 16. Скользящие бактерии, образующие плодовые тела.

## В Отдел II. Firmicutes входят:

- Группа 17. Грамположительные кокки.
- Группа 18. Грамположительные палочки и кокки, образующие эндоспоры.
- Группа 19. Грамположительные палочки правильной формы, не образующие спор.
- Группа 20. Грамположительные палочки неправильной формы, не образующие спор.
- Группа 21. Микобактерии.
- Группы 22-29. Актиномицеты.

## К Отделу III. Tenericutes принадлежат:

- Группа 30. Микоплазмы.

## Отдел IV. Mendosicutes

включает:

- Группа 31. Метаногены.
- Группа 32. Сульфатредуцирующие археобактерии.
- Группа 33. Экстремально галофильные археобактерии (галобактерии).
- Группа 34. Археобактерии, лишенные клеточной стенки.
- Группа 35. Экстремально термофильные и гипертермофильные археобактерии, метаболизирующие серу.

## КЛАССИФИКАЦИЯ И МОРФОЛОГИЯ ВИРУСОВ

### ВИРУСЫ С ОБОЛОЧКОЙ

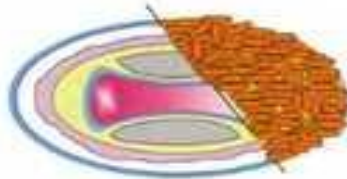
#### ДНК - ДВУНИТЕВЫЕ ВИРУСЫ



Herpesviridae



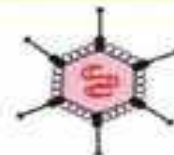
Hepadnaviridae



Poxviridae

### ВИРУСЫ БЕЗ ОБОЛОЧКИ

#### ДНК - ДВУНИТЕВЫЕ ВИРУСЫ



Adenoviridae



Polyomaviridae  
Papillomaviridae

#### ДНК - ОДНОНИТЕВЫЕ ВИРУСЫ



Parvoviridae



Circoviridae

#### РНК - ОДНОНИТЕВЫЕ ВИРУСЫ



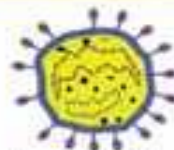
Coronaviridae



Paramyxoviridae



Bunyaviridae



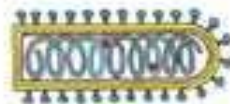
Arenaviridae



Orthomyxoviridae



Retroviridae



Rhabdoviridae



Togaviridae



Flaviviridae



Filoviridae

#### РНК - ДВУНИТЕВЫЕ ВИРУСЫ



Reoviridae

#### РНК - ОДНОНИТЕВЫЕ ВИРУСЫ



Picornaviridae



Caliciviridae