

# МИКРОБИОЛОГИЯ

---

## УЧЕБНИК

**Под редакцией  
академика РАМН В.В. Зверева,  
профессора М.Н. Бойченко**

Министерство образования и науки РФ

Рекомендовано ГОУ ВПО «Первый Московский  
государственный медицинский университет  
имени И.М. Сеченова» в качестве учебника для студентов  
учреждений высшего профессионального образования,  
обучающихся по специальности  
060301.65 «Фармация» по дисциплине «Микробиология»

Регистрационный номер рецензии 120 от 18 мая 2011 года  
ФГУ «Федеральный институт развития образования»



**Москва**  
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА  
**«ГЭОТАР-Медиа»**  
**2014**

# МОРФОЛОГИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ МИКРОБОВ

## 2.1. СИСТЕМАТИКА И ТАКСОНОМИЯ МИКРОБОВ

Мир микробов представлен клеточными и неклеточными формами. Клеточные формы микробов включают бактерии, грибы и простейшие. Их можно называть микроорганизмами, в отличие от неклеточных форм — вирусов, вирионов (инфекционных РНК) и прионов (инфекционных белковых частиц).

В основу классификации микроорганизмов положены их генетическое родство, а также морфологические, физиологические, антигенные и молекулярно-биологические свойства.

По высшему уровню классификации клеточных форм жизни выделяют 3 домена, имеющих ранг надцарства (империи):

- домен *Bacteria* — прокариоты (истинные бактерии, или эубактерии);
- домен *Archaea* — прокариоты (архебактерии, или археи);
- домен *Eukarya* — эукариоты; включает царство грибов (*Fungi*, *Eumycota*), царство простейших (*Protozoa*) и царство *Chromista* (хромовики).

Домены последовательно включают царства, типы (отделы), классы, порядки, семейства, роды, виды и подвиды (табл. 2.1).

## 2.2. КЛАССИФИКАЦИЯ И МОРФОЛОГИЯ БАКТЕРИЙ

**Классификация бактерий.** Бактерии относятся к прокариотам. Их разделяют на 2 домена: *Bacteria* (эубактерии) и *Archaeobacteria* (архебактерии, или археи). Архебактерии представляют собой одну из древнейших форм жизни. Они не содержат пептидогликан в клеточной стенке и имеют особые рибосомы. Среди них отсутствуют возбудители инфекций. Внутри домена бактерии подразделяются на следующие таксономические категории: царство, тип, класс, порядок, семейство, род, вид и подвиды. Одной из основных таксономических категорий является вид

**Таблица 2.1.** Таксономические категории, применяемые при классификации микробов

| Таксономические категории     | Пример для бактерий                    | Пример для грибов                    | Пример для простейших   | Пример для вирусов                    |
|-------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| <b>Домен</b><br>(Domain)      | <i>Bacteria</i>                        | <i>Eukarya</i>                       | <i>Eukarya</i>          |                                       |
| <b>Царство</b><br>(Kingdom)   |                                        | <i>Fungi</i><br>( <i>Eumycota</i> *) | <i>Protozoa</i> *       | <i>Vira</i>                           |
| <b>Тип*</b><br>(Phylum)       | <i>Proteobacteria</i>                  | <i>Ascomycota</i>                    | <i>Sporozoa</i>         |                                       |
| <b>Класс</b><br>(Class)       | <i>Gammaproteobacteria</i>             | <i>Archiascomycetes</i>              | <i>Coccidea</i>         |                                       |
| <b>Порядок</b><br>(Order)     | <i>Thiotrichales</i>                   | <i>Pneumocystidales</i>              | <i>Haemosporida</i>     | <i>Mononegavirales</i>                |
| <b>Семейство</b><br>(Family)  | <i>Francisellaceae</i>                 |                                      |                         | <i>Rhabdoviridae</i>                  |
| <b>Род</b><br>(Genus)         | <i>Francisella</i>                     | <i>Pneumocystis</i>                  | <i>Plasmodium</i>       | <i>Lyssavirus</i>                     |
| <b>Вид</b><br>(Species)       | <i>Francisella tularensis</i>          | <i>Pneumocystis jiroveci</i>         | <i>Plasmodium vivax</i> | <i>Rabies virus</i> (вирус бешенства) |
| <b>Подвид</b><br>(Subspecies) | <i>F. tularensis subsp. tularensis</i> |                                      |                         |                                       |

\*Для таксонов высшего ранга предпочтительно название «Тип» (Phylum), а не «Отдел» (Division).

(*species*). **Вид** — это совокупность особей, имеющих единое происхождение и генотип, объединенных по близким свойствам, отличающим их от других представителей рода. Название вида соответствует бинарной номенклатуре, т.е. состоит из 2 слов. Например, в латинском названии кишечной палочки *Escherichia coli* первое слово означает название рода и пишется с прописной буквы, а второе — видовой эпитет и пишется со строчной буквы. При повторном написании вида родовое название сокращают до первой буквы (*E. coli*). Совокупность однородных микроорганизмов, выделенных на питательной среде, характеризующихся сходными морфологическими, тинкториальными (отношение к красителям), культуральными, биохимическими и антигенными свойствами, называется **чистой культурой**.

Чистая культура микроорганизмов, выделенных из определенного источника и отличающихся от других представителей вида, называется

**штаммом.** Близкое к этому понятие **клон** — совокупность потомков, выращенных из единственной микробной клетки.

Различают также варианты (типы), т.е. инфраподвидовые подразделения, которые отличаются какими-либо небольшими наследственными свойствами: антигенными — **серовар** (синоним: серотип), морфологическими — **морфовар**, биохимическими — **хемовар**, биологическими — **биовар**, по чувствительности к фагам — **фаговар**.

Раньше основу классификации бактерий составляла особенность строения клеточной стенки, что связано с вариабельностью их окраски в тот или иной цвет по методу Грама. Согласно этому методу, предложенному в 1884 г. датским ученым Х. Грамом, в зависимости от результатов окраски бактерии делятся на грамположительные, окрашиваемые в сине-фиолетовый цвет, и грамотрицательные, красящиеся в красный цвет.

В настоящее время основу классификации составляет степень генетического родства. Учитываются также фенотипические показатели — такие, как отношение к окраске по Граму, морфологические, культуральные и биохимические свойства, антигенная структура.

Домен *Bacteria* включает 24 типа, из которых медицинское значение имеют следующие.

**Тип *Proteobacteria*** (по имени греческого бога Proteus, способного принимать различные облики) объединяет большинство грамотрицательных бактерий. Он подразделен на классы: *Alphaproteobacteria* (роды: *Rickettsia*, *Orientia*, *Erlichia*, *Bartonella*, *Brucella*), *Betaproteobacteria* (роды *Bordetella*, *Burholderia*, *Neisseria*, *Kingella*, *Spirillum*), *Gamma**proteobacteria* (семейство *Enterobacteriaceae*, роды *Francisella*, *Legionella*, *Coxiella*, *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Haemophilus*); *Deltaproteobacteria* (род *Bilophila*), *Epsilon**proteobacteria* (роды *Campylobacter*, *Helicobacter*).

Грамотрицательные бактерии входят также в другие типы, кроме типа протеобактерий: **тип *Chlamydiae*** (роды *Chlamydia*, *Chlamydophila*), **тип *Spirochaetes*** (роды *Borrelia*, *Treponema*, *Leptospira*), **тип *Bacteroidetes*** (роды *Bacteroides*, *Porphyromonas*, *Prevotella*, *Flavobacterium*), **тип *Fusobacteria*** (*Fusobacterium*, *Leptotrichia*).

Грамположительные бактерии входят в следующие типы: **тип *Firmicutes*** [главным образом грамположительные бактерии с низким содержанием гуанина с цитозином (Г+Ц) в ДНК] включает классы *Clostridiaum* (роды *Clostridium*, *Peptococcus*, *Peptostreptococcus*, *Eubacterium*), *Bacilli* (роды *Bacillus*, *Listeria*, *Staphylococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*), *Mollicutes* (роды *Mycoplasma*, *Ureaplasma*), объединяющий

бактерии, не имеющие клеточной стенки; **тип *Actinobacteria*** (роды *Actinomyces*, *Mobiluncus*, *Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Mycobacterium*, *Nocardia*, *Propionibacterium*, *Bifidobacterium*, *Gardnerella*).

### 2.2.1. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ФОРМЫ БАКТЕРИЙ

Различают несколько основных форм бактерий — кокковидные, палочковидные, извитые и ветвящиеся, или нитевидные формы бактерий (рис. 2.1).

| Грамотрицательные бактерии<br>красные<br>с тонкой клеточной стенкой | Грамположительные бактерии<br>сине-фиолетовые<br>с толстой клеточной стенкой |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Гонококки                                                           | Стафилококки                                                                 |
| Менингококки                                                        | Стрептококки                                                                 |
| Вейлонеллы                                                          | Пневмококки                                                                  |
| Палочки<br>( <i>Escherichia coli</i> и др.)                         | Палочки                                                                      |
| Вибрионы                                                            | Бациллы                                                                      |
| Кампилобактерии<br>Хеликобактерии                                   | Клостридии                                                                   |
| Спириллы                                                            | Коринебактерии                                                               |
| Спирохеты                                                           | Микобактерии                                                                 |
| Риккетсии                                                           | Бифидобактерии                                                               |
| Хламидии                                                            | Актиномицеты                                                                 |

**Рис. 2.1.** Морфологические и тинкториальные свойства бактерий. Некоторые бактерии образуют споры, располагающиеся центрально (1), субтерминально (2) или терминально (3)

**Кокки** — шаровидные бактерии размером 0,5–1,0 мкм; по взаимному расположению клеток различают микрококки, диплококки, стрептококки, тетракокки, сарцины и стафилококки. **Микрококки** (от греч. *micros* — малый) — отдельно расположенные клетки или в виде пакетов кокков.

**Диплококки** (от греч. *diploos* — двойной) располагаются парами (пневмококк, гонококк, менингококк), так как клетки после деления не расходятся. **Пневмококк** имеет с противоположных сторон ланцетовидную форму, а **гонококк** и **менингококк** имеют форму кофейных зерен, обращенных вогнутой поверхностью друг к другу.

**Стрептококки** (от греч. *streptos* — цепочка) — клетки округлой или вытянутой формы, составляющие цепочку вследствие деления клеток в одной плоскости и сохранения связи между ними в месте деления.

**Сарцины** (от лат. *sarcina* — связка, тюк), имеющие вид пакетов из 8 кокков и более, так как они делятся в 3 взаимно перпендикулярных плоскостях.

**Стафилококки** (от греч. *staphyle* — виноградная гроздь) — кокки, расположенные в виде грозди винограда в результате деления в разных плоскостях.

**Палочковидные бактерии** различаются по размерам, форме концов и взаимному расположению клеток. Длина клеток варьирует от 1,0 до 8,0 мкм, толщина — от 0,5 до 2,0 мкм. По форме палочковидные бактерии бывают короткими (*туляремийная палочка*), длинными (*сибиреязвенная палочка*), с закругленными (*большинство палочек*) и заостренными (*фузобактерии*) или утолщенными (*коринебактерии*) концами. Слегка изогнутые палочки называются вибрионами (*холерный вибрион*). Большинство палочковидных бактерий располагаются беспорядочно, так как после деления клетки расходятся. Если после деления клетки остаются связанными общими фрагментами клеточной стенки, то они располагаются под углом друг к другу (*коринебактерии дифтерии*) или образуют цепочку (*сибиреязвенная палочка*).

**Ветвящиеся, нитевидные формы и палочки неправильной формы** представлены актиномицетами и родственными с ними бактериями. **Актиномицеты** — ветвящиеся, нитевидные или палочковидные грамположительные бактерии. Свое название (от греч. *actis* — луч, *mykes* — гриб) они получили в связи с образованием в пораженных тканях друз — гранул из плотно переплетенных нитей в виде лучей,ходящих от центра и заканчивающихся колбовидными утолщениями. Актиномицеты делятся фрагментацией нитей (мицелия) с образованием