

Морфология и ультраструктура бактерий

1. Особенности строения бактериальной клетки. Основные органеллы и их функции

Отличия бактерий от других клеток

- 1. Бактерии относятся к прокариотам, т. е. не имеют обособленного ядра.**
- 2. В клеточной стенке бактерий содержится особый пептидогликан – муреин.**
- 3. В бактериальной клетке отсутствуют аппарат Гольджи, эндоплазматическая сеть, митохондрии.**
- 4. Роль митохондрий выполняют мезосомы – инвагинации цитоплазматической мембраны.**
- 5. В бактериальной клетке много рибосом.**
- 6. У бактерий могут быть специальные органеллы движения – жгутики.**
- 7. Размеры бактерий колеблются от 0,3–0,5 до 5—10 мкм.**

По **форме клеток** бактерии подразделяются на кокки, палочки и извитые.

В бактериальной клетке различают:

1) основные органеллы:

а) нуклеоид;

б) цитоплазму;

в) рибосомы;

г) цитоплазматическую мембрану;

д) клеточную стенку;

2) дополнительные органеллы:

а) споры;

б) капсулы;

в) ворсинки;

г) жгутики.

Цитоплазма представляет собой сложную коллоидную систему, состоящую из воды (75 %), минеральных соединений, белков, РНК и ДНК, которые входят в состав органелл нуклеоида, рибосом, мезосом, включений.

Нуклеоид – ядерное вещество, распыленное в цитоплазме клетки. Не имеет ядерной мембраны, ядрышек. В нем локализуется ДНК, представленная двухцепочечной спиралью. Обычно замкнута в кольцо и прикреплена к цитоплазматической мембране. Содержит около 60 млн пар оснований. Это чистая ДНК, она не содержит белков гистонов. Их защитную функцию выполняют метилированные азотистые основания. В нуклеоиде закодирована основная генетическая информация, т. е. геном клетки.

Наряду с нуклеоидом в цитоплазме могут находиться автономные кольцевые молекулы ДНК с меньшей молекулярной массой – плазмиды. В них также закодирована наследственная информация, но она не является жизненно необходимой для бактериальной клетки.

Рибосомы представляют собой рибонуклеопротеиновые частицы размером 20 нм, состоящие из двух субъединиц – 30 S и 50 S. Рибосомы отвечают за синтез белка. Перед началом синтеза белка происходит объединение этих субъединиц в одну – 70 S. В отличие от клеток эукариотов рибосомы бактерий не объединены в эндоплазматическую сеть.

Мезосомы являются производными цитоплазматической мембраны. Мезосомы могут быть в виде концентрических мембран, пузырьков, трубочек, в форме петли. Мезосомы связаны с нуклеоидом. Они участвуют в делении клетки и спорообразовании.

Включения являются продуктами метаболизма микроорганизмов, которые располагаются в их цитоплазме и используются в качестве запасных питательных веществ. К ним относятся включения гликогена, крахмала, серы, полифосфата (волютина) и др.

2. Строение клеточной стенки и цитоплазматической мембраны

Клеточная стенка – упругое ригидное образование толщиной 150–200 ангстрем. **Выполняет следующие функции:**

- 1) защитную, осуществление фагоцитоза;
- 2) регуляцию осмотического давления;
- 3) рецепторную;
- 4) принимает участие в процессах питания деления клетки;
- 5) антигенную (определяется продукцией эндотоксина – основного соматического антигена бактерий);
- 6) стабилизирует форму и размер бактерий;
- 7) обеспечивает систему коммуникаций с внешней средой;
- 8) косвенно участвует в регуляции роста и деления клетки.

Клеточная стенка при обычных способах окраски не видна, но если клетку поместить в гипертонический раствор (при опыте плазмолиза), то она становится видимой. Клеточная стенка вплотную примыкает к цитоплазматической мембране у грамположительных бактерий, у грамотрицательных бактерий клеточная стенка отделена от цитоплазматической мембраны периплазматическим пространством.

Клеточная стенка имеет два слоя:

1) наружный – пластичный;

2) внутренний – ригидный, состоящий из муреина.

В зависимости от содержания муреина в клеточной стенке различают

грамположительные и грамотрицательные

бактерии (по отношению к окраске по Грамму).

У грамположительных бактерий муреиновый слой составляет 80 % от массы клеточной стенки. По Грамму, они окрашиваются в синий цвет. У грамположительных бактерий муреиновый слой составляет 20 % от массы клеточной стенки, по Грамму, они окрашиваются в красный цвет.

У грамположительных бактерий наружный слой клеточной стенки содержит липопротеиды, гликопротеиды, тейхоевые кислоты, у них отсутствует липополисахаридный слой. Клеточная стенка выглядит аморфной, она не структурирована. Поэтому при разрушении муреинового каркаса бактерии полностью теряют клеточную стенку (становятся протопластами), не способны к размножению.

У грамотрицательных бактерий наружный пластический слой четко выражен, содержит липопротеиды, липополисахаридный слой, состоящий из липида А (эндотоксина) и полисахарида (О-антигена). При разрушении грамотрицательных бактерий образуются сферопласты – бактерии с частично сохраненной клеточной стенкой, не способные к размножению.

К клеточной стенке прилегает цитоплазматическая мембрана. Она обладает избирательной проницаемостью, принимает участие в транспорте питательных веществ, выведении экзотоксинов, энергетическом обмене клетки, является осмотическим барьером, участвует в регуляции роста и деления, репликации ДНК, является стабилизатором рибосом.

Имеет обычное строение: два слоя фосфолипидов (25–40 %) и белки.

По функции мембранные белки разделяют на:

1) структурные;

2) пермиазы – белки транспортных систем;

3) энзимы – ферменты.

Липидный состав мембран непостоянен. Он может меняться в зависимости от условий культивирования и возраста культуры.

Разные виды бактерий отличаются друг от друга по липидному составу своих мембран.

Дополнительные органеллы бактерий

Ворсинки (пили, фимбрии) – это тонкие белковые выросты на поверхности клеточной стенки.

Функционально они различны. Различают комон-пили и секс-пили. Комон-пили отвечают за адгезию бактерий на поверхности клеток макроорганизма. Они характерны для грамположительных бактерий. Секс-пили обеспечивают контакт между мужскими и женскими бактериальными клетками в процессе конъюгации. Через них идет обмен генетической информацией от донора к реципиенту. Донор – мужская клетка – обладает секс-пили. Женская клетка – реципиент – не имеет секс-пили. Белок секс-пили кодируется генами F-плазмиды.

Жгутики – органеллы движения. Есть у подвижных бактерий. Это особые белковые выросты на поверхности бактериальной клетки, содержащие белок – флагелин. Количество и расположение жгутиков может быть различным.

Различают:

- 1) монотрихи (имеют один жгутик);**
- 2) лофотрихи (имеют пучок жгутиков на одном конце клетки);**
- 3) амфитрихи (имеют по одному жгутику на каждом конце);**
- 4) перитрихи (имеют несколько жгутиков, расположенных по периметру).**

О **подвижности бактерий** судят, рассматривая живые микроорганизмы, либо косвенно – по характеру роста в среде Пешкова (полужидком агаре). Неподвижные бактерии растут строго по уколу, а подвижные дают диффузный рост.

Капсулы представляют собой дополнительную поверхностную оболочку. Они образуются при попадании микроорганизма в макроорганизм. Функция капсулы – защита от фагоцитоза и антител.

Различают **макро– и микрокапсулы**. Макрокапсулу можно выявить, используя специальные методы окраски, сочетая позитивные и негативные методы окраски. Микрокапсула – утолщение верхних слоев клеточной стенки. Обнаружить ее можно только при электронной микроскопии. Микрокапсулы характерны для вирулентных бактерий.

Среди бактерий различают:

- 1) **истиннокапсульные бактерии** (род *Klebsiella*) – сохраняют капсулообразование и при росте на питательных средах, а не только в макроорганизме;
- 2) **ложнокапсульные** – образуют капсулу только при попадании в макроорганизм.

Капсулы могут быть полисахаридными и белковыми. Они играют роль антигена, могут быть фактором вирулентности.

Споры – это особые формы существования некоторых бактерий при неблагоприятных условиях внешней среды. Спорообразование присуще грамположительным бактериям. В отличие от вегетативных форм споры более устойчивы к действию химических, термических факторов.

Чаще всего споры образуют бактерии рода *Bacillus* и *Clostridium*.

Процесс спорообразования заключается в утолщении всех оболочек клетки. Они пропитываются солями дипикалината кальция, становятся плотными, клетка теряет воду, замедляются все ее пластические процессы. При попадании споры в благоприятные условия она прорастает в вегетативную форму.

У грамотрицательных бактерий также обнаружена способность сохраняться в неблагоприятных условиях в виде некультивируемых форм. При этом нет типичного спорообразования, но в таких клетках замедлены метаболические процессы, невозможно сразу получить рост на питательной среде. Но при попадании в макроорганизм они превращаются в исходные формы.