

# МИКРОБИОЛОГИЯ

## КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

 EKSMO  
EDUCATION



ХИТ  
сезона

# ЭКЗ **У** МЕН

В КАРМАНЕ

Ксения Ткаченко

**Микробиология: конспект лекций**

«Научная книга»

**Ткаченко К. В.**

Микробиология: конспект лекций / К. В. Ткаченко — «Научная книга»,

Данная книга предназначена студентам медицинских образовательных учреждений. Это краткое пособие поможет при подготовке и сдаче экзамена по микробиологии. Материал изложен в очень удобной и запоминающейся форме и поможет студентам за сжатый срок детально освоить основные концепции и понятия курса, а также конкретизировать и систематизировать знания.

© Ткаченко К. В.

© Научная книга

## Содержание

ЛЕКЦИЯ № 1. Введение в микробиологию	5
1. Предмет и задачи микробиологии	5
2. Систематика и номенклатура микроорганизмов	7
3. Питательные среды и методы выделения чистых культур	9
ЛЕКЦИЯ № 2. Морфология и ультраструктура бактерий	11
1. Особенности строения бактериальной клетки. Основные органеллы и их функции	11
2. Строение клеточной стенки и цитоплазматической мембраны	13
3. Дополнительные органеллы бактерий	15
ЛЕКЦИЯ № 3. Физиология бактерий	16
1. Рост и размножение бактерий	16
2. Питание бактерий	17
3. Метаболизм бактериальной клетки	18
Конец ознакомительного фрагмента.	19

# **Ксения Викторовна Ткаченко**

## **Микробиология: конспект лекций**

### **ЛЕКЦИЯ № 1. Введение в микробиологию**

#### **1. Предмет и задачи микробиологии**

Микробиология – наука, предметом изучения которой являются микроскопические существа, называемые микроорганизмами, их биологические признаки, систематика, экология, взаимоотношения с другими организмами.

Микроорганизмы – наиболее древняя форма организации жизни на Земле. По количеству они представляют собой самую значительную и самую разнообразную часть организмов, населяющих биосферу.

К микроорганизмам относят:

- 1) бактерии;
- 2) вирусы;
- 3) грибы;
- 4) простейшие;
- 5) микроводоросли.

Общий признак микроорганизмов – микроскопические размеры; отличаются они строением, происхождением, физиологией.

Бактерии – одноклеточные микроорганизмы растительного происхождения, лишённые хлорофилла и не имеющие ядра.

Грибы – одноклеточные и многоклеточные микроорганизмы растительного происхождения, лишённые хлорофилла, но имеющие черты животной клетки, эукариоты.

Вирусы – это уникальные микроорганизмы, не имеющие клеточной структурной организации.

Основные разделы микробиологии: общая, техническая, сельскохозяйственная, ветеринарная, медицинская, санитарная.

Общая микробиология изучает наиболее общие закономерности, свойственные каждой группе перечисленных микроорганизмов: структуру, метаболизм, генетику, экологию и т. д.

Основной задачей технической микробиологии является разработка биотехнологии синтеза микроорганизмами биологически активных веществ: белков, ферментов, витаминов, спиртов, органических веществ, антибиотиков и др.

Сельскохозяйственная микробиология занимается изучением микроорганизмов, которые участвуют в круговороте веществ, используются для приготовления удобрений, вызывают заболевания растений и др.

Ветеринарная микробиология изучает возбудителей заболеваний животных, разрабатывает методы их биологической диагностики, специфической профилактики и этиотропного лечения, направленного на уничтожение микробов-возбудителей в организме больного животного.

Предметом изучения медицинской микробиологии являются болезнетворные (патогенные) и условно-патогенные для человека микроорганизмы, а также разработка методов микробиологической диагностики, специфической профилактики и этиотропного лечения вызываемых ими инфекционных заболеваний.

Разделом медицинской микробиологии является иммунология, которая занимается изучением специфических механизмов защиты организмов людей и животных от болезнетворных микроорганизмов.

Предметом изучения санитарной микробиологии являются санитарно-микробиологическое состояние объектов окружающей среды и пищевых продуктов, разработка санитарных нормативов.

## 2. Систематика и номенклатура микроорганизмов

Основной таксономической единицей систематики бактерий является вид.

Вид – это эволюционно сложившаяся совокупность особей, имеющая единый генотип, который в стандартных условиях проявляется сходными морфологическими, физиологическими, биохимическими и другими признаками.

Вид не является конечной единицей систематики. Внутри вида выделяют варианты микроорганизмов, отличающиеся отдельными признаками. Так, различают:

- 1) серовары (по антигенной структуре);
- 2) хемовары (по чувствительности к химическим веществам);
- 3) фаговары (по чувствительности к фагам);
- 4) ферментовары;
- 5) бактериоциновары;
- 6) бактериоциногеновары.

Бактериоцины – вещества, продуцируемые бактериями и губительно действующие на другие бактерии. По типу продуцируемого бактериоцина различают бактериоциновары, а по чувствительности – бактериоциногеновары.

Для видовой идентификации бактерий необходимо знать следующие их свойства:

- 1) морфологические (форму и структуру бактериальной клетки);
- 2) тинкториальные (способность окрашиваться различными красителями);
- 3) культуральные (характер роста на питательной среде);
- 4) биохимические (способность утилизировать различные субстраты);
- 5) антигенные.

Виды, связанные генетическим родством, объединяют в роды, роды – в семейства, семейства – в порядки. Более высокими таксономическими категориями являются классы, отделы, подцарства и царства.

Согласно современной систематике патогенные микроорганизмы относятся к царству прокариот, патогенные простейшие и грибы – к царству эукариот, вирусы объединяются в отдельное царство – *Vira*.

Все прокариоты, имеющие единый тип организации клеток, объединены в один отдел – *Bacteria*. Однако отдельные их группы отличаются структурными и физиологическими особенностями. На этом основании выделяют:

- 1) собственно бактерии;
- 2) актиномицеты;
- 3) спирохеты;
- 4) риккетсии;
- 5) хламидии;
- 6) микоплазмы.

В настоящее время для систематики микроорганизмов используется ряд таксономических систем.

1. Нумерическая таксономия. Признает равноценность всех признаков. Для ее применения необходимо иметь информацию о многих десятках признаков. Видовая принадлежность устанавливается по числу совпадающих признаков.

2. Серотаксономия. Изучает антигены бактерий с помощью реакций с иммунными сыворотками. Наиболее часто применяется в медицинской бактериологии. Недостаток – бактерии не всегда содержат видоспецифический антиген.

3. Хемотаксономия. Применяются физико-химические методы, с помощью которых исследуется липидный, аминокислотный состав микробной клетки и определенных ее компонентов.

4. Генная систематика. Основана на способности бактерий с гомологичными ДНК к трансформации, трансдукции и конъюгации, на анализе внехромосомных факторов наследственности – плазмид, транспозонов, фагов.

Совокупность основных биологических свойств бактерий можно определить только у чистой культуры – это бактерии одного вида, выращенные на питательной среде.

### 3. Питательные среды и методы выделения чистых культур

Для культивирования бактерий используют питательные среды, к которым предъявляется ряд требований.

1. Питательность. Бактерии должны содержать все необходимые питательные вещества.
2. Изотоничность. Бактерии должны содержать набор солей для поддержания осмотического давления, определенную концентрацию хлорида натрия.
3. Оптимальный рН (кислотность) среды. Кислотность среды обеспечивает функционирование ферментов бактерий; для большинства бактерий составляет 7,2–7,6.
4. Оптимальный электронный потенциал, свидетельствующий о содержании в среде растворенного кислорода. Он должен быть высоким для аэробов и низким для анаэробов.
5. Прозрачность (чтобы был виден рост бактерий, особенно для жидких сред).
6. Стерильность (чтобы не было других бактерий).

Классификация питательных сред

1. По происхождению:
  - 1) естественные (молоко, желатин, картофель и др.);
  - 2) искусственные – среды, приготовленные из специально подготовленных природных компонентов (пептона, аминокептида, дрожжевого экстракта и т. п.);
  - 3) синтетические – среды известного состава, приготовленные из химически чистых неорганических и органических соединений (солей, аминокислот, углеводов и т. д.).
2. По составу:
  - 1) простые – мясопептонный агар, мясопептонный бульон, агар Хоттингера и др.;
  - 2) сложные – это простые с добавлением дополнительного питательного компонента (кровяного, шоколадного агара): сахарный бульон, желчный бульон, сывороточный агар, желточно-солевой агар, среда Китта—Тароцци, среда Вильсона—Блера и др.
3. По консистенции:
  - 1) твердые (содержат 3–5 % агар-агара);
  - 2) полужидкие (0,15–0,7 % агар-агара);
  - 3) жидкие (не содержат агар-агара).
4. По назначению:
  - 1) общего назначения – для культивирования большинства бактерий (мясопептонный агар, мясопептонный бульон, кровяной агар);
  - 2) специального назначения:
    - а) элективные – среды, на которых растут бактерии только одного вида (рода), а род других подавляется (щелочной бульон, 1 %-ная пептонная вода, желточно-солевой агар, казеиново-угольный агар и др.);
    - б) дифференциально-диагностические – среды, на которых рост одних видов бактерий отличается от роста других видов по тем или иным свойствам, чаще биохимическим (среда Эндо, Левина, Гиса, Плоскирева и др.);
    - в) среды обогащения – среды, в которых происходит размножение и накопление бактерий-возбудителей какого-либо рода или вида, т. е. обогащение ими исследуемого материала (селенитовый бульон).

Для получения чистой культуры необходимо владеть методами выделения чистых культур.

Методы выделения чистых культур.

1. Механическое разобщение на поверхности плотной питательной среды (метод штриха обжигом петли, метод разведений в агаре, распределение по поверхности твердой питательной среды шпателем, метод Дригальского).

2. Использование элективных питательных сред.

3. Создание условий, благоприятных для развития одного вида (рода) бактерий (среды обогащения).

Чистую культуру получают в виде колоний – это видимое невооруженным глазом, изолированное скопление бактерий на твердой питательной среде, представляющее собой, как правило, потомство одной клетки.

## **ЛЕКЦИЯ № 2. 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 липопротейды, 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 липопротейды, 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.

### 3. 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 дигидрата 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.

## ЛЕКЦИЯ № 3. Физиология бактерий

### 1. Рост и размножение бактерий

Рост бактерий – увеличение бактериальной клетки в размерах без увеличения числа особей в популяции.

Размножение бактерий – процесс, обеспечивающий увеличение числа особей в популяции. Бактерии характеризуются высокой скоростью размножения.

Рост всегда предшествует размножению. Бактерии размножаются поперечным бинарным делением, при котором из одной материнской клетки образуются две одинаковые дочерние.

Процесс деления бактериальной клетки начинается с репликации хромосомной ДНК. В точке прикрепления хромосомы к цитоплазматической мембране (точке-репликаторе) действует белок-инициатор, который вызывает разрыв кольца хромосомы, и далее идет деспирализация ее нитей. Нити раскручиваются, и вторая нить прикрепляется к цитоплазматической мембране в точке-прорепликаторе, которая диаметрально противоположна точке-репликатору. За счет ДНК-полимераз по матрице каждой нити достраивается точная ее копия. Удвоение генетического материала – сигнал для удвоения числа органелл. В септальных мезосомах идет построение перегородки, делящей клетку пополам.

Двухнитевая ДНК спирализуется, скручивается в кольцо в точке прикрепления к цитоплазматической мембране. Это является сигналом для расхождения клеток по септе. Образуются две дочерние особи.

На плотных питательных средах бактерии образуют скопления клеток – колонии, различные по размерам, форме, поверхности, окраске и т. д. На жидких средах рост бактерий характеризуется образованием пленки на поверхности питательной среды, равномерного помутнения или осадка.

Размножение бактерий определяется временем генерации. Это период, в течение которого осуществляется деление клетки. Продолжительность генерации зависит от вида бактерий, возраста, состава питательной среды, температуры и др.

Фазы размножения бактериальной клетки на жидкой питательной среде:

1) начальная стационарная фаза; то количество бактерий, которое попало в питательную среду и в ней находится;

2) лаг-фаза (фаза покоя); продолжительность – 3–4 ч, происходит адаптация бактерий к питательной среде, начинается активный рост клеток, но активного размножения еще нет; в это время увеличивается количество белка, РНК;

3) фаза логарифмического размножения; активно идут процессы размножения клеток в популяции, размножение преобладает над гибелью;

4) максимальная стационарная фаза; бактерии достигают максимальной концентрации, т. е. максимального количества жизнеспособных особей в популяции; количество погибших бактерий равно количеству образующихся; дальнейшего увеличения числа особей не происходит;

5) фаза ускоренной гибели; процессы гибели преобладают над процессом размножения, так как истощаются питательные субстраты в среде. Накапливаются токсические продукты, продукты метаболизма. Этой фазы можно избежать, если использовать метод проточного культивирования: из питательной среды постоянно удаляются продукты метаболизма и восполняются питательные вещества.

## 2. Питание бактерий

Под питанием понимают процессы поступления и выведения питательных веществ в клетку и из клетки. Питание в первую очередь обеспечивает размножение и метаболизм клетки.

Среди необходимых питательных веществ выделяют органоены – это восемь химических элементов, концентрация которых в бактериальной клетке превосходит  $10^{-4}$  моль. К ним относят углерод, кислород, водород, азот, фосфор, калий, магний, кальций.

Кроме органоенов, необходимы микроэлементы. Они обеспечивают активность ферментов. Это цинк, марганец, молибден, кобальт, медь, никель, вольфрам, натрий, хлор.

Для бактерий характерно многообразие источников получения питательных веществ.

В зависимости от источника получения углерода бактерии делят на:

- 1) аутоотрофы (используют неорганические вещества –  $\text{CO}_2$ );
- 2) гетеротрофы;
- 3) метатрофы (используют органические вещества неживой природы);
- 4) паратрофы (используют органические вещества живой природы).

Процессы питания должны обеспечивать энергетические потребности бактериальной клетки.

По источникам энергии микроорганизмы делят на:

- 1) фототрофы (способны использовать солнечную энергию);
- 2) хемотрофы (получают энергию за счет окислительно-восстановительных реакций);
- 3) хемолитотрофы (используют неорганические соединения);
- 4) хемоорганотрофы (используют органические вещества).

Факторами роста бактерий являются витамины, аминокислоты, пуриновые и пиримидиновые основания, присутствие которых ускоряет рост.

Среди бактерий выделяют:

- 1) прототрофы (способны сами синтезировать необходимые вещества из низкоорганизованных);
- 2) ауксотрофы (являются мутантами прототрофов, потерявшими гены; ответственны за синтез некоторых веществ – витаминов, аминокислот, поэтому нуждаются в этих веществах в готовом виде).

Микроорганизмы ассимилируют питательные вещества в виде небольших молекул, поэтому белки, полисахариды и другие биополимеры могут служить источниками питания только после расщепления их экзоферментами до более простых соединений.

Метаболиты и ионы поступают в микробную клетку различными путями.

Пути поступления метаболитов и ионов в микробную клетку.

1. Пассивный транспорт (без энергетических затрат):

- 1) простая диффузия;
- 2) облегченная диффузия (по градиенту концентрации, с помощью белков-переносчиков).

2. Активный транспорт (с затратой энергии, против градиента концентрации; при этом происходит взаимодействие субстрата с белком-переносчиком на поверхности цитоплазматической мембраны).

Встречаются модифицированные варианты активного транспорта – перенос химических групп. В роли белков-переносчиков выступают фосфорилированные ферменты, поэтому субстрат переносится в фосфорилированной форме. Такой перенос химической группы называется транслокацией.

### 3. Метаболизм бактериальной клетки

Особенности метаболизма у бактерий:

- 1) многообразие используемых субстратов;
- 2) интенсивность процессов метаболизма;
- 3) направленность всех процессов метаболизма на обеспечение процессов размножения;
- 4) преобладание процессов распада над процессами синтеза;
- 5) наличие экзо- и эндоферментов метаболизма.

В процессе метаболизма выделяют два вида обмена:

- 1) пластический (конструктивный):
  - а) анаболизм (с затратами энергии);
  - б) катаболизм (с выделением энергии);
- 2) энергетический обмен (протекает в дыхательных мезосомах):
  - а) дыхание;
  - б) брожение.

В зависимости от акцептора протонов и электронов среди бактерий различают аэробы, факультативные анаэробы и облигатные анаэробы. Для аэробов акцептором является кислород. Факультативные анаэробы в кислородных условиях используют процесс дыхания, в бескислородных – брожение. Для облигатных анаэробов характерно только брожение, в кислородных условиях наступает гибель микроорганизма из-за образования перекисей, идет отравление клетки.

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.