КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. АЛЬ-ФАРАБИ
ФАКУЛЬТЕТ БИОЛОГИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ
КАФЕДРА БИОТЕХНОЛОГИИ

Лекция 8. Краткий конспект
Тема: Обмен веществ и питание микроорганизмов.

Цель: дать определение особенностям обмена веществ у микроорганизмов

Основные вопросы:

-Понятие и значение физиологии бактерий.
-Химический состав бактериальной клетки.
-Макро- и микроэлементы, их роль в жизнедеятельности.
-Источники углерода, энергии и электронов у бактерий.
-Типы питания бактерий (аутотрофы, гетеротрофы и их подразделения).
-Классификация бактерий по способу получения энергии: фототрофы и хемотрофы.
-Группы бактерий по образу жизни: сапрофиты, паразиты, облигатные и факультативные формы.

Краткие тезисы:

Физиология бактерий изучает процессы жизнедеятельности - питание, рост, размножение и обмен веществ.

Бактериальная клетка содержит 80-90 % воды, которая обеспечивает тургор и участвует в реакциях.

Сухое вещество включает белки, углеводы, липиды, нуклеиновые кислоты и минеральные вещества.

Белки выполняют ферментативную и структурную функции.

Углеводы входят в состав стенки и капсулы, служат источником энергии.

Липиды формируют мембраны и эндотоксины.

ДНК хранит наследственную информацию; РНК участвует в синтезе белка.

Минеральные элементы активируют ферменты и участвуют в построении клеточных структур.

Бактерии делятся по источнику углерода на аутотрофов и гетеротрофов, по источнику энергии - на фототрофов и хемотрофов.

Сапрофиты питаются мёртвым материалом, паразиты - живыми тканями; среди них есть облигатные и факультативные формы.

Физиология бактерий изучает жизнедеятельность, метаболизм бактерий, вопросы питания, получения энергии роста и размножения бактерий, а также их взаимодействие с окружающей средой.

Метаболизм бактерий лежит в основе изучения и разработки методов их культивирования, получения чистых культур и их идентификации. Выяснение физиологии патогенных и условно-патогенных бактерий важно для изучения патогенеза вызываемых ими инфекционных болезней, для постановки микробиологической диагностики, проведения лечения и профилактики инфекционных заболеваний, регуляции взаимоотношения человека с окружающей средой, а также для использования бактерий в биотехнологических процессах с целью получения биологически активных веществ.

Питание бактерий.

Химический состав бактериальной клетки. Бактериальная клетка на 80-90 % состоит из воды, и только 10% приходится на долю сухого вещества. Вода в клетке находится в свободном или связанном состоянии. Она выполняет механическую роль в обеспечении тургора, участвует в гидролитических реакциях. Удаление воды из клетки путем высушивания приводит к приостановке процессов метаболизма, прекращению размножения. Высушивание микроорганизмов в вакууме из замороженного состояния (лиофилизация) прекращает размножение микробов и способствует длительному их сохранению.

Состав сухого вещества распределен следующим образом:52% составляют белки, 17 % - углеводы, 9 % - липиды, 16 % - РНК, 3 % - ДНК и 3 % – минеральные вещества.

Белки являются ферментами, а также составной частью клетки, входят в состав цитоплазматической мембраны (ЦПМ) и ее производных, клеточной стенки, жгутиков, спор и некоторых капсул. Некоторые бактериальные белки являются антигенами и токсинами бактерий. В состав белков бактерий входят отсутствующие у человека Д-аминокислоты, а также диаминопимелиновая кислота. Углеводы представлены в бактериальной клетке в виде моно-, ди-, олигосахаров и полисахаридов, а также входят в состав комплексных соединений с белками, липидами и другими соединениями. Полисахариды находятся в составе некоторых капсул, клеточной стенки: крахмал и гликоген являются запасными питательными веществами. Некоторые полисахариды принимают участие в формировании антигенов.

Липиды или жиры входят в состав ЦПМ и ее производных, клеточной стенки грамотрицательных бактерий, а также служат запасными веществами, входят в состав эндотоксина грамотрицательных бактерий, в составе ЛПС формируют антигены. В бактериальных жирах преобладают длинноцепочечные (С14-С18) насыщенные жирные кислоты и ненасыщенные жирные кислоты, содержащие одну двойную связь. Сложные липиды представлены фосфатидилинозитом, фосфатидил глицерином и

фосфатидилэтаноламином. У некоторых бактерий в клетке находятся воски, эфиры миколовой кислоты.

Микоплазмы - единственные представители царства Procaryotae, имеющие в составе ЦПМ стеролы. Остальные бактерии в составе ЦПМ и ее производных не имеют стеролов. Нуклеиновые кислоты. В бактериальной клетке присутствуют все типы РНК: иРНК, тРНК, рРНК. Пуриновые и пиримидиновые нуклеотиды необходимы для синтеза нуклеиновых кислот, они входят в состав многих коферментов и служат для активации и переноса аминокислот, моносахаров, органических кислот. ДНК выполняет в бактериальной клетке наследственную функцию.

Молекула ДНК построена из двух полинуклеотидных цепочек. Каждый нуклеотид состоит из азотистого основания, сахара дезоксирибозы и фосфатной группы. Азотистые основания представлены пуринами (аланин, гуанин) и пиримидинами (тимин, цитозин). Каждый нуклеотид имеет дезоксирибозный 3'-конец и фосфатный 5'-конец. Нуклеотиды соединяются в полинуклеотидную цепочку посредством фосфодиэфирных связей между 5'-концом одного нуклеотида и 3'-концом другого. Сцепление между двумя цепями обеспечивается водородными связями между комплементарными азотистыми основаниями: аденина с тимином, гуанина с цитозином.

Нуклеотидные цепи антипараллельны: на каждом из концов линейной молекулы ДНК расположен 5'-конец одной цепи и 3'-конец другой цепи. Процентное содержание количества гуанинцитозин (ГЦ)-пар в ДНК определяет степень родства между бактериями и используется при определении таксономического положения бактерий.

Минеральные вещества обнаруживаются в золе, полученной после сжигания клеток. В большом количестве представлены минеральные вещества: N, S, P, Ca, K, Mg, Fe, Mn, а также микроэлементы: Zn, Cu, Co, Ba.

Азот входит в состав белков, нуклеотидов, коферментов. Сера входит в виде сульфгидрильных групп в структуру белков. Фосфор в виде фосфатов представлен в нуклеиновых кислотах, АТФ, коферментах. В качестве активаторов ферментов используются ионы Mg, Fe, Mn. Ионы K и Mg необходимы для активации рибосом. Ca^{2+} является составной частью клеточной стенки грамположительных бактерий. У многих бактерий имеются сидерохромы, которые обеспечивают транспортировку ионов Fe внутрь клетки в виде растворимых комплексных соединений.

Классификация бактерий по типам питания и способам получения энергии. Основной целью метаболизма бактерий является рост, т. е. координированное увеличение всех компонентов клетки. Для роста

требуется постоянный приток атомов углерода, поскольку основными компонентами бактериальной клетки являются органические соединения, белки, углеводы, нуклеиновые кислоты и липиды, остов которых построен из атомов углерода.

В зависимости от **источника усвояемого углерода** бактерии подразделяют по типам на:

- аутотрофы (от греч. autos – сам, trophe – питание), которые используют для построения своих клеток неорганический углерод, в виде CO_2
- гетеротрофы (от греч. fieteros – другой) используют органический углерод, легко усвояемыми источниками которого являются гексозы, многоатомные спирты, аминокислоты.

Белки, жиры, углеводы и нуклеиновые кислоты являются крупными полимерными молекулами, которые синтезируются из мономеров в реакциях поликонденсации, протекающих с поглощением энергии. Для восполнения своей биомассы бактериям также требуется источник энергии, которая запасается бактериальной клеткой в форме молекул АТФ.

Организмы, для которых источником **энергии** является **свет**, называются **фототрофами**. Те организмы, которые получают энергию за счет окислительно-восстановительных реакций называются хемотрофами

Среди хемотрофов выделяют **литотрофы** (от греч. lithos – камень), способные использовать **неорганические доноры электронов** (H_2, NH_3, H_2S, Fe_2 и др.) и *органотрофы*, которые используют в качестве **доноров электронов органические** соединения.

Бактерии, изучаемые медицинской микробиологией, являются **гетерохемоорганотрофами**. Отличительной особенностью этой группы является то, что источник углерода у них является источником энергии. Степень гетеротрофности у различных бактерий неодинакова. Среди бактерий выделяют сапрофиты (от греч. sapros - гнилой, phyton - растение), которые питаются мертвым органическим материалом и независимы от других организмов, и паразиты (от греч. parasitos - нахлебник) – гетеротрофные микрорганизмы, зависимые в получении питательных веществ от макроорганизма.Среди паразитов различают облигатных и факультативных.

Облигатные паразиты полностью лишены возможности жить вне клеток. К ним относятся представители родов *Rickettsia, Coxiella, Ehrlichia, Chlamydia*, размножающиеся только внутри клеток макроорганизма.

Факультативные паразиты могут жить и без хозяина и размножаться, так же как и сапрофиты, на питательных средах in vitro, т. е. вне организма.

Вопросы для контроля изучаемого материала:

1. Что изучает физиология бактерий?
2. Какова роль воды в жизнедеятельности бактериальной клетки?
3. Какие основные группы веществ входят в состав сухого остатка клетки?
4. Какова функция белков и углеводов в бактериальной клетке?
5. Чем отличаются аутотрофы от гетеротрофов?
6. Какие типы бактерий различают по источнику энергии?
7. Что такое сапрофиты и паразиты, в чём их различие?
8. Какие функции выполняют минеральные вещества в клетке?

Рекомендуемый список литературных источников:

1. Чеснокова, М. Г. Биотехнологическая продукция микробного происхождения. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2020.
2. Артюхова, С. И. Биотехнология микроорганизмов: пробиотики, пребиотики, метабиотики. – Кемерово, 2019. – 224 с.
3. Марченко Б.И. Основы микробиологии и биотехнологии: учебное пособие. Ростов-на -Дону. – 2024. – 143 с.

СОСТАВИТЕЛЬ: к.б.н., профессор Игнатова Л.В. Алматы, 2025