

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова»

МИКРОБИОЛОГИЯ

Краткий курс лекций
для студентов 2 курса

Направления подготовки
35.03.07 Технология производства и переработки
сельскохозяйственной продукции

Профиль подготовки
Технологии пищевых производств в АПК

Саратов 2018

УДК 579
ББК 28
Щ61

Рецензенты:

Щ61	Микробиология: краткий курс лекций для бакалавров направления подготовки 19.02.03 Продукты питания из растительного сырья / Сост.: Е.А. Горельникова // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2018. – 55с. Краткий курс лекций по дисциплине «Микробиология» составлен в соответствие с рабочей программой дисциплины и предназначен для магистров направления подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Краткий курс лекций содержит теоретический материал по основным вопросам биологии и микробиологии, рассмотрены вопросы старения и метаболизма клетки, генетики, эволюции, экологии. Направлен на формирование у студентов знаний об основных закономерностях строения клетки и процессах, происходящих в ней, на применение этих знаний в практике.
-----	--

УДК 579
ББК 28

© Горельникова Е.А., 2018
© ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2018

Введение

Краткий курс лекций по дисциплине «Микробиология» предназначен для студентов обучающихся по направлению подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции . Краткий курс лекций содержит теоретический материал по основным вопросам микробиологии, раскрывает основные закономерности строения и организации микробной клетки, знакомит с процессами, протекающими в ней. Курс нацелен на формирование у студентов профессиональной компетенции: «Способен использовать в практической деятельности специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, биохимии, математики для освоения физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессов». Направлен на формирование у студентов знаний об основных закономерностях строения микробной клетки и процессах, происходящих в ней, на применение этих знаний в практике.

ВВЕДЕНИЕ. ПРЕДМЕТ, ЗАДАЧИ КРАТКАЯ ИСТОРИЯ МИКРОБИОЛОГИИ. ОСНОВЫ СИСТЕМАТИКИ И КЛАССИФИКАЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ.

1.1 Предмет «Микробиологи» и её задачи.

Микробиология (от греч. микрос – малый, биос – жизнь, логос – наука) – наука о малых существах, называемых микроорганизмами. Микробиология изучает морфологию, физиологию, биохимию, систематику, генетику и экологию микроорганизмов, их роль и значение в круговороте веществ, в экономике, в патологии человека, животных и растений.

К микроорганизмам относятся преимущественно одноклеточные организмы – бактерии, микроскопические грибы и водоросли, простейшие, а также организмы с неклеточной организацией – вирусы.

Как показывает само название, объекты, относимые к микроорганизмам, были выделены по признаку их малых размеров. Если принять за критерий границу видимости невооружённым глазом, равную 70-80 мкм (1 мм=1000 мкм), то все объекты, которые лежат за пределами этой границы, можно отнести к микроорганизмам. Величина самых крупных представителей микромира, лежащих на границе видимости невооружённым глазом, приблизительно 100 мкм (некоторые диатомовые водоросли, высшие протисты). На порядок ниже размеры одноклеточных зелёных водорослей и клеток дрожжей, ещё ниже размеры, характерные для бактерий: 0,5-3 мкм. Но есть среди бактерий свои «гиганты» и «карлики». Например, клетки нитчатой серобактерии *Beggiatoa* имеют диаметр до 50 мкм, длина клетки спирохеты может быть до 250 мкм. Самые мелкие из бактерий – бактерии, принадлежащие к группе микоплазм. Описаны микоплазмы с диаметром клеток 0,1-0,15 мкм.

Таким образом, микроорганизмы - это организмы, невидимые невооружённым глазом из-за их незначительных размеров. Этот критерий - единственный, который их объединяет. В остальном мир микроорганизмов еще более разнообразен, чем мир макроорганизмов.

1.2. Исторический очерк развития науки.

Еще в 6 веке до н. э. Гипократ высказывал предположение, что причиной заразных болезней являются невидимые живые существа. В 1609-1610 гг. Г.Галилеем (1643-1642) был изготовлен первый микроскоп. Результаты своих наблюдений он начал посылать в Лондонское Королевское общество и 1676 год считают годом открытия микробиологии как науки.

Следующий период в развитии микробиологии называется физиологический и человеком, который своими работами положил начало этому периоду, был выдающийся французский ученый Луи Пастер (1822—1895). Чтобы оценить гигантский научный труд Л. Пастера, достаточно привести надпись на доске, прибитой к дому, где помещалась его лаборатория. Надпись эта гласит: "Здесь была лаборатория Л. Пастера:

1857 г. — Брожения.

1860 г.—Самопроизвольное зарождение.

1865 г. — Болезни вина и пива.

1868 г. — Болезни шелковичных червей.

1881 г. — Зараза и вакцина.

1885 г. — Предохранение от бешенства".

Одним из основоположником медицинской микробиологии наряду с Пастером явился немецкий микробиолог Р. Кох (1843—1910), занимавшийся изучением возбудителей инфекционных заболеваний. Кох и его ученики обогатили микробиологию новыми методами исследований:

- разработали методы окраски микробиологии анилиновыми красителями;

- внесли усовершенствования в технику микроскопирования – иммерсионные объективы, что дал возможность выявлять плохо различимые формы;
- внесли в микробиологическую практику плотные питательные среды, на которых микроорганизмы способны формировать колонии;
- разработали методику выделения чистых культур бактерий из изолированных колоний на плотных питательных средах;
- разработали стеклянные ёмкости для культивирования микроорганизмов на плотных питательных средах (стажёр Коха – Петри), которые называются чашками Петри;
- внесли в микробиологическую практику дезинфекцию, как способ удаления микроорганизмов с поверхности.

Родоначальником русской микробиологии является Л. С. Ценковский (1822—1887). Объектом его исследований были микроскопические простейшие, водоросли, грибы. Л. С. Ценковский была предложена вакцина против сибирской язвы.

Основоположником медицинской микробиологии в России справедливо считают также И. И. Мечникова (1845—1916). В 1883 г. И. И. Мечников создал фагоцитарную теорию иммунитета, в основе которой лежит способность белых кровяных телец (фагоцитов) захватывать и разрушать посторонние тела, попавшие в организм.

Создание учения об экологии почвенных микроорганизмов связано с именем выдающегося русского исследователя С.Н. Виноградского (1856-1953), голландского микробиолога М. Бейеринком (1851-1931).

С начала XX в. происходит дифференциация микробиологии. От нее отпочковываются новые научные дисциплины (вирусология, микология) со своими объектами исследования, выделяются направления, различающиеся задачами исследования (общая микробиология, техническая, сельскохозяйственная, медицинская, генетика микроорганизмов).

1.3. Классификация и систематика микроорганизмов.

Начиная с Аристотеля (384—322 до н. э.), биологи делили живой мир на два царства — растений и животных. Во второй половине XIX в. немецкий биолог Геккель (1834—1919) приходит к заключению, что микроорганизмы настолько существенно отличаются как от царства животных, так и от царства растений, что не укладываются ни в одно из этих подразделений. Геккель предложил выделить все микроорганизмы (простейшие, водоросли, грибы, бактерии), в отдельное царство Protista (протисты, первосущества).

С конца XIX века протисты подразделяются на высшие протисты и низшие протисты. К высшим протистам стали относить микроскопических животных (простейших), микроскопические водоросли (кроме сине-зеленых) и микроскопические грибы (плесени, дрожжи), к низшим — все бактерии и сине-зеленые водоросли (последние чаще называют теперь цианобактериями). Деление на высшие и низшие протисты происходило в соответствии с двумя выявленными типами клеточной организации — эукариотной и прокариотной. Высшие протисты имеют эукариотное строение клеток, т. е. являются эукариотами, низшие — прокариотное.

С открытием вирусов в 1892 г. Д. И. Ивановским мир узнал о неклеточных формах жизни. В систематике живых существ появились империи клеточных и неклеточных организмов.

В современном виде систематическое положение микроорганизмов выглядит следующим образом (Берги, 1984):

Империи: Неклеточные	Клеточные		
□	□	□	
Царства: Вирусы		Прокариоты	Эукариоты
.....1.Отдел Gracilicutes	Отдел Fungi (Грибы)		
(грамположительные эубактерии)	Царство растений Planta		
2.Отдел Firmicutes	(водоросли (Algae))		

- (грамотрицательные эубактерии)
3. Отдел Tenericutes
(эубактерии лишённые клеточной стенки)
4. Отдел Mendosicutes
(археобактерии)

Вопросы для самоконтроля

1. Что является предметом микробиологии, её целью и задачами.
2. Расскажите о физиологическом периоде в истории микробиологии.
3. Опишите современную классификацию прокариот.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Госманов, Р. Г.** Микробиология. / Р. Г. Госманов, А. К. Галиуллин, А. Х. Волков, А. И. Ибрагимова – М.: Лань, 2011. – 496 с. ISBN 978-5-8114-1180-1 (доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС издательства «Лань»; ссылка доступа – https://e.lanbook.com/book/91076#book_name)
2. **Госманов, Р. Г.** Микробиология и иммунология. / Р. Г. Госманов, А. И. Ибрагимова, А. К. Галиуллин – М.: Лань, 2013. – 240 с. ISBN 978-5-8114-1440-6 (доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС издательства «Лань»; ссылка доступа – <https://e.lanbook.com/reader/book/12976/#authors>)
3. **Колычев, Н. М.** Ветеринарная микробиология и микология. / Н. М. Колычев, Р. Г. Госманов – М.: Лань, 2014. – 624 с. ISBN 978-5-8114-1540-3 (доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС издательства «Лань»; ссылка доступа – <https://e.lanbook.com/book/39147#authors>)
4. **Ассонов, Н. Р.** Микробиология / Н. Р. Ассонов. – М.: Колос, 2011. – 352 с.
5. **Гусев, М. В.** Микробиология / М. В. Гусев, Л. А. Минаева. – М.: Академия, 2008. – 464 с.
6. **Емцев В. Т., Мишустин Е. Н.** Микробиология / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. – М.: Дрофа, 2005. – 446 с.

Дополнительная

1. **Громов, Б. В.** Строение бактерий / Б. В. Громов. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1985. – 189 с.
2. **Шлегель, Г.** Общая микробиология / Г. Шлегель. – М.: Мир, 1987. – 568 с.
3. Краткий определитель Берги. – М.: Мир, 1980. – 496 с.
4. Основы микробиологии, вирусологии и иммунологии / А. А. Воробьёв, [и др.]. – М.: Мастерство; Высшая школа, 2001. – 224 с.

КЛЕТКА И ЕЁ СТРУКТУРЫ. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, ФЕРМЕНТЫ, РОСТ И РАЗМНОЖЕНИЕ БАКТЕРИЙ.

2.1. Клетка и её структуры.

Элементарной физической единицей живого является клетка; это наименьшая жизнеспособная единица. Изучение тонкого строения различных типов клеток позволило выявить заметные различия между бактериями и цианобактериями с одной стороны и животными и растения с другой стороны. Различия между ними настолько глубоки, что эти две группы противопоставляются друг другу как прокариоты и эукариоты.

2.1.1 Строение эукариотической клетки.

Структура ядра и способ его деления – наиважнейшие и самые характерные признаки, отличающие эукариотическую клетку от прокариотической. Ядро окружено ядерной оболочкой – двойной перфорированной мембраной. ДНК, несущая генетическую информацию, распределена между отдельными субъединицами – хромосомами, которые становятся видимыми только во время деления ядра. Ядро делится путём митоза; митоз обеспечивает а) идентичную редупликацию генетического материала; 2) передачу полного набора хромосом каждому из дочерних ядер.

Клетка снаружи окружена цитоплазматической мембраной. Для эукариотической клетки характерно выраженное подразделение цитоплазмы на множество обособленных пространств. Они имеют вид цистерн и пузырьков и создаются в результате впячивания цитоплазматической мембраны; однако помимо этого в цитоплазме эукариотов содержатся митохондрии и хлоропласты, которые со всех сторон окружены мембранами. Из впячиваний цитоплазматической мембраны образуется эндоплазматический ретикулум (ЭР). Часть ЭР образует наружную ядерную мембрану, и таким образом, окружает ядро; в ядерной оболочке имеются поры, которые обеспечивают беспрепятственный транспорт нуклеиновых кислот, белков и метаболитов между ядерным пространством и цитоплазмой. Часть мембраны усеяна мельчайшими гранулами – рибосомами; это так называемый «шероховатый», или гранулярный, ЭР. На рибосомах осуществляется синтез белков. Свободно плавающие в цитоплазме или прилегающие к ЭР рибосомы относятся к типу 80S.

В эукариотических клетках есть ещё два вида органелл, окружённых мембранами, – митохондрии и хлоропласты. Митохондрии осуществляют дыхание; эти образования изменчивой формы, богатые липидами, имеют две мембраны – наружную и сильно складчатую внутреннюю. (с кристами и трубочками). Внутренняя мембрана содержит компоненты электрон-транспортной цепи и АТФ-синтазу. В клетках водорослей и высших растений наряду с митохондриями имеются также и хлоропласты. Внутренние мембраны хлоропластов (тилакоиды) содержат фотосинтетические пигменты и компоненты фотосинтетического транспорта электронов.

Основные отличия прокариот от эукариот состоят в том, что прокариоты не имеют: 1) в клетке прокариот отсутствуют оформленное ядро и органоиды заключённые в оболочки (митохондрии, эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи и др.);

2) Прокариоты не способны к пиноцитозу и фагоцитозу;

3) Отсутствует митотический аппарат;

4) Геном, представлен молекулой ДНК замкнутой в кольцо;

5) Содержат только один тип рибосом с константой седиментации—70S.

6) Некоторые бактерии имеют структуры, которые отсутствуют у эукариот: жгутики, эндоспоры, включения, окружённые белковой мембраной.

2.1.2 Строение прокариотической клетки.

Основы морфологии бактерий.

Клетка им. < размер, чем эукариотическая, длина ~ 1мкм, d=0,4-0,7мкм.

На заре развития микробиологии все многообразие микроорганизмов делили на 3 группы: шаровидные, палочковидные и извитые.

Шаровидные микроорганизмы называются кокками (от лат. *coccus*--зерно). В свою очередь кокки, расположенные одиночно называют микрококками, попарно—диплококками, по четыре—тетракокками, цепочкой—стрептококками (греч. *streptos*--цепь), в виде грозди винограда—стафилококками (от греч. *staphyle*--гроздь). Кокки, образующие скопления в виде пакетов, кубиков или пластин называются сарцинами (лат. *sarcio*--связываю).

Палочковидные микроорганизмы имеют осевую симметрию и цилиндрическую форму клетки. Различают 2 типа палочек: спорообразующие или бациллы (лат. *bacillum*--палочка), и неспорообразующие—бактерии (греч. *bacterion*--палочка).

В зависимости от расположения палочковидные микробы подразделяют на одиночные; расположенные попарно—диплобациллы, диплобактерии; в виде цепочек различной длины—стрептобациллы и стрептобактерии.

Извитые микроорганизмы имеют спиральную симметрию. В эту группу входят вибрионы, спириллы и спирохеты. Вибрионы (лат. *vibrio*--извиваюсь) имеют форму запятой. К вибрионам относится возбудитель такой страшной болезни, как холера—*Vibrio cholerae*.

Спириллы (лат. *spira*--изгиб)—микроорганизмы, имеющие форму спирально извитых палочек с 4—6 завитками.

Спирохеты (греч. *spēia*--изгиб, *chaite*--длинный волос)—клетки имеющие более 8 спиральных завитков.

В структуре бактериальной клетки выделяют основные и временные компоненты.

К основным компонентам относят клеточную стенку, цитоплазматическую мембрану, цитоплазму, рибосомы, нуклеоид.

Временные структуры образуются лишь на определенных этапах жизненного цикла бактерий. К ним относятся капсула, жгутики, пили, споры.

Клеточная стенка это внешняя оболочка клетки толщиной 10—100 нм

В составе клеточной стенки выделяют 1) наружную мембрану; 2) пептидогликан; 3) цитоплазматическая мембрана

Основным компонентом клеточной стенки всех бактерий является муреин (лат. *murus*--стенка) или *пептидогликан*.

Клеточная стенка грамположительных бактерий имеет большую толщину (до 100 нм) и на 80—90 % состоит из пептидогликана. У грамотрицательных бактерий клеточная стенка намного тоньше—5—15 нм. Пептидогликановый слой очень тонкий—2 нм, он как бы «плавает» в периплазматическом пространстве, окруженном снаружи внешней мембраной, а внутри цитоплазматической мембраной или плазмолемой. *Наружная (внешняя) мембрана* расположена снаружи от пептидогликана и состоит из фосфолипидов, белков, липопротеина и липополисахарида. Специфическим компонентом наружной мембраны является липополисахарид сложного молекулярного строения, занимающий около 30—40% ее поверхности и локализованный во внешнем слое.

Функции клеточной стенки:

- 1) определяет и сохраняет постоянную форму;
- 2) защищает внутреннюю часть от действия механических и осмотических сил внешней среды;
- 3) участвует в регуляции роста и делении клетки;
- 4) обеспечивает коммуникации с внешней средой через каналы и поры, осуществляя транспорт веществ и ионов;
- 5) препятствует проникновению в клетку токсических веществ;
- 6) несёт на себе специальные рецепторы для бактериальных фагов;
- 7) в клеточной стенке находятся антигены (липополисахарид у грамотрицательных бактерий и тейхоевые кислоты и грамположительных бактерий);

8) нарушение синтеза клеточной стенки является главной причиной эутрансформации бактерий;

9) на клеточной стенке находятся рецепторы, ответственные за взаимодействие клеток донора и реципиента при конъюгации бактерий.

Цитоплазматическая мембрана (плазмолема).

Цитоплазматическая мембрана (ЦПМ) неотъемлемая часть любой бактериальной клетки, она составляет 8-15 % сухого вещества клетки. Химический состав цитоплазматической мембраны представлен на 75 % белками и на 15 % липидами (Громов Б. В., 1985). Структурно цитоплазматическая мембрана состоит из 3-х слоев: 2-х белковых (2—3 нм каждый) и между ними один липидный (4—5 нм) (Асонов Н. Р., 1997). В процессе роста клетки цитоплазматическая мембрана способна образовывать выпячивания или инвагинации, которые называются мезосомами. Назначение мезосом окончательно не выяснено.

Цитоплазматическая мембрана выполняет ряд существенных для клетки функций:

- 1) поддержание внутреннего постоянства клетки;
- 2) выполняет роль осмотического барьера клетки
- 3) транспорт веществ в клетку и вывод их наружу;
- 4) участвует в синтезе клеточной стенки и капсулы;
- 5) является местом протекания различных биохимических реакций.
- 6) в цитоплазматической мембране закреплены жгутики.

Цитоплазма. Содержимое клетки, окруженное ЦПМ, называется цитоплазмой. Цитоплазма имеет гомогенную консистенцию и содержит набор растворимых РНК, ферментных белков, продуктов и субстратов метаболических реакций.

Рибосомы — место синтеза белка — рибонуклеопротеиновые частицы размером 15—20 нм. Их количество в клетке зависит от интенсивности процессов белкового синтеза и колеблется от 5000 до 90 000. Рибосомы прокариот имеют константу седиментации—70S (скорость осаждения частицы при центрифугировании). Структурно рибосомы делятся на 2 субъединицы: 30S и 50S. Каждая субъединица состоит из РНК и белка.

Нуклеоид. Ядро у прокариот называется нуклеоидом. Он представляет собой двойную нить ДНК замкнутую в кольцо, которая в развернутом и деспирализованном виде имеет длину около 1,4 мм, т.е. в 1000 раз превосходит длину самой клетки.

Кроме хромосом у бактерий обнаружены и внехромосомные генетические элементы—плазмиды. Плазмиды представляют собой ДНК замкнутую в кольцо размером до 5 % от величины хромосомы, и несут гены, придающие бактериям дополнительные свойства.

Включения. Включения необязательный компонент бактериальной клетки, разнообразные по форме, химическому составу и назначению. Они могут быть твердыми, жидкими и газообразными. Наиболее богата газовыми вакуолями цитоплазма водных бактерий. Основная масса включений это запасные питательные вещества. К таким образованиям относят полисахаридные, волутиновые, поли-β-оксималяные включения.

Капсула. Слизистый слой, покрывающий всю поверхность бактериальной клетки называют капсулой. Капсулу образуют не все микроорганизмы. Капсула может быть легко отделена от клетки, но это не приводит к ее гибели. Роль: защита от неблагоприятных факторов внешней среды, поглощение влаги, средства прикрепления бактерий к субстрату.

Жгутик обеспечивает подвижность бактерий. Длина жгутика может превышать длину клетки, и обычно составляет 10—90 мкм.

Различают монотрихи—одножгутиковые, амфитрихи — с 2-мя полярно расположенными жгутиками или пучками, лафатрихи — пучок жгутиков на одном конце, перитрихи — по всей поверхности клетки. Обычно бактерии передвигаются хаотично, но возможно и направленное движение—таксис.

Споры и спорообразование.

Споры образуют только грамположительные палочки (исключение — округлый микроб *Sporosarcina ureae*). Споры рассматриваются как особый тип покоящихся клеток. Это всего лишь сохранение жизнеспособности в неблагоприятных условиях.

Таблица 1

Различия в строении клеток прокариот и эукариот

Признак	Прокариоты	Эукариоты
Оформленное ядро	+	–
Пептидогликан в кл. стенке (если она есть)	+	–
Эндоплазматический ретикулум	–	+
Аппарат Гольджи и его производные	–	+
Митохондрии	–	+
Мезосомы	+	–
Рибосомы	70S	80S

* Некоторые прокариоты лишены клеточной стенки, например микоплазмы

** Клеточная стенка отсутствует у простейших

Признак	Прокариотическая клетка	Эукариотическая клетка
Организация генетического материала	Нуклеоид, состоящий из 1 замкнутой в кольцо молекулы ДНК	Ядро содержащее более 1 хромосомы
Локализация ДНК	В нуклеоиде и плаزمиде	В ядре, митохон, хлоропл.
Цитоплазматические органеллы	Отсутствуют, кроме рибосом	Имеются
Рибосомы	70S-типа	80S-типа
Движение цитоплазмы	Отсутствует	Имеется
Жгутики	Состоят из 1 фибриллы, построенной из субъединиц белка – флагеллина.	Состоят из микротрубочек, собранных в группы
Компартментализация клеток	Слабо выражена	Клетка разделена на отдельные отсеки
Клеточная стенка (там, где она имеется)	Содержит пептидогликан	Пептидогликан отсутствует

2.2. Химический состав клетки

Бактериальная клетка состоит из органогенов – азота, углерода, кислорода и водорода. На долю азота приходится 8 -15 % сухого остатка, углерода – 45-55 %, кислорода – 30 %, водорода 6 – 8

Сухая биомасса составляет 15-30 %. Сухое вещество: 50% белки, 10-20% компоненты клеточной стенки, РНК – 10-20%, ДНК-3-4 %, липиды 10%, углеводы -12- 18 %. Химические элементы в клетке делятся на 3 группы: макро-, микро-, ультрамикроэлементы. Макроэлементы: Н (> 60 %), О (~ 25%), N (~ 3%). Микроэлементы в сумме составляют 2-3%, это Mg, Na, Ca, Fe, K, S, P, Cl. Ультрамикроэлементы: суммарное содержание 0,1%, это Zn, Co, Cu, I, F, Mn и др. Микро- и ультрамикроэлементы входят в состав различных ферментов, витаминов, гормонов и обуславливают тем самым нормальное развитие и функционирование структур клетки.

Ферменты – биологические катализаторы высокомолекулярной структуры, вырабатываемые живой клеткой, т.е. ускоряют скорость биохимических реакций в десятки и сотни миллионов раз. Ферменты имеют белковую природу с молекулярной массой от 10000 до нескольких миллионов, они высокоспецифичны: каждый фермент катализирует определённый тип реакций. Специфичность их связана с активными центрами, образуемыми группой аминокислот.

Согласно классификации, разработанной Международным биохимическим союзом, все ферменты делят на 6 классов.

1. Оксидоредуктазы - ускоряют реакции окисления - восстановления. (НАД, НАДФ)
2. Трансферазы - ускоряют реакции переноса функциональных групп, отдельных радикалов, частей молекул и молекулярных остатков. (ацетилтрансфераза)
3. Гидролазы - ускоряют реакции гидролитического распада (протеолитические ферменты)
4. Лиазы - ускоряют не гидролитическое отщепление от субстратов определенных групп атомов с образованием двойной связи (или присоединяют группы атомов по двойной связи). (пируватдекарбоксилаза катализирует отщепление CO_2 от пировиноградной кислоты с образованием уксусного альдегида.
5. Изомеразы - ускоряют пространственные или структурные перестройки в пределах одной молекулы. Осуществляют превращение органических соединений в их изомеры. (глюкозофосфатизомераза)
6. Лигазы - ускоряют реакции синтеза, сопряженные с распадом богатых энергией связей. Катализируют синтез сложных органических соединений из простых (аспарагинсинтетаза осуществляет синтез амида аспарагина из аспарагиновой кислоты и аммиака с участием АТФ).

Эти классы и положены в основу новой научной классификации ферментов.

В соответствии со строением ферменты делятся на 2 класса: 1) представляющие собой простые белки (гидролитические ферменты); 2) являющиеся сложными белками (ферменты, осуществляющие функцию окисления). Они кроме белковой части (апофермента), имеют небелковую группу (кофактор). В отдельности и белковая и небелковая группа лишены ферментативной активности, они приобретают её лишь соединившись и образовав холофермент. Кофакторами могут быть Fe, Cu, Co, Zn, Mo или сложные органические соединения (накотинамиддинуклеотид (НАД) и никотинамиддинуклеотидфосфат (НАДФ)), называемые коферментами. Коферменты играют роль промежуточных переносчиков электронов с одного соединения на другое.

2.3. Рост и размножение микроорганизмов.

Термин рост обозначает увеличение цитоплазматической массы отдельных клеток или группы бактерий в результате синтеза клеточного материала (белков, ДНК, РНК). Достигнув определённого размера, клетки начинают делиться. Размножение – это способность микробов к самовоспроизведению, это увеличение числа клеток микроорганизмов на единицу объёма. Бактерии размножаются простым поперечным делением в различных плоскостях с формированием многообразных сочетаний клеток (гроздь, цепочки, парные соединения). Первый этап начинается с образования в средней части клетки поперечной перегородки, состоящей из цитоплазматической мембраны. Параллельно с этим синтезируется клеточная стенка, образуя полноценную перегородку. В процессе деления важным условием является репликация ДНК, которая осуществляется ферментами ДНК-полимеразами. При удвоении ДНК происходит разрыв водородных связей и образование двух спиралей ДНК, каждая из которых находится в дочерних клетках. Дочерние одноцепочечные ДНК восстанавливают водородные связи и вновь образуют двух спиральные ДНК. Репликация ДНК и деление клетки происходит с определённой скоростью. *E.coli* – 16-20 минут, микобактерии – 18-20 часов.

Различают 3 типа деления: 1) клеточное деление опережает разделение – образуются «многоклеточные» палочки и кокки; 2) синхронное – образуются одноклеточные организмы; 3) деление нуклеоида опережает клеточное деление – образуются многоклеточные бактерии.

Разделение бактерий происходит 3 способами: 1) разламывающее разделение, когда две индивидуальные клетки, неоднократно переламываясь в месте сочленения, разрывают цитоплазматический мостик и отталкиваются друг от друга, при этом

образуются цепочки (сибиреязвенные бациллы); 2) скользящее разделение (*E.coli*), при котором после деления клетки обособляются и одна из них скользит по поверхности и другой; 3) секущее разделение – одна из разделившихся клеток свободным концом описывает дугу круга, центром которой является точка её контакта с другой клеткой, образуя римскую пятёрку (коринебактерии дифтерии).

При условии наличия питательной среды рост и размножение бактерий принято изображать графически. В кривой роста различают фазы: 1) исходная (стационарная, латентная, фаза покоя (1-2 часа)) – время от момента посева бактерий до начала их роста; 2) фаза задержки размножения. Клетки интенсивно растут, но слабо размножаются (2 часа) (фаза 2 и 3 обычно объединены в лаг-фазу); 3) фаза экспоненциальная или логарифмическая: логарифм числа клеток увеличивается линейно, скорость размножения максимальна, в этой фазе бактерии обладают максимальной биохимической и биологической активностью; период генерации постоянен для данного вида 5-6 часов; 4) фаза отрицательно ускорения: скорость размножения перестаёт быть максимальной. Число делящихся особей уменьшается, число погибших увеличивается (2 часа); 5) стационарная: число новых бактерий = числу отмерших (2 часа); 6) фаза ускоренной гибели (3 часа); 7) фаза логарифмической гибели 5 часов – отмирание происходит с постоянной скоростью; 8) фаза уменьшения скорости отмирания. Остающиеся в живых клетки переходят в состояние покоя.

Вопросы для самоконтроля

1. Строение прокариотической клетки. Отличия прокариот от эукариот.
2. Оболочка бактериальной клетки, её состав (клеточная стенка, плазмолема, плазматическая мембрана).
3. Роль цитоплазматической мембраны, нуклеоида, рибосом в бактериальной клетке.
4. Строение эукариотической клетки. Отличия прокариот от эукариот.
5. Химический состав микроорганизмов.
6. Перечислите основные классы ферментов.
7. Понятие роста и размножения микроорганизмов. Кривая роста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Госманов, Р. Г.** Микробиология. / Р. Г. Госманов, А. К. Галиуллин, А. Х. Волков, А. И. Ибрагимова – М.: Лань, 2011. – 496 с. ISBN 978-5-8114-1180-1 (доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС издательства «Лань»; ссылка доступа – https://e.lanbook.com/book/91076#book_name)
2. **Госманов, Р. Г.** Микробиология и иммунология. / Р. Г. Госманов, А. И. Ибрагимова, А. К. Галиуллин – М.: Лань, 2013. – 240 с. ISBN 978-5-8114-1440-6 (доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС издательства «Лань»; ссылка доступа – <https://e.lanbook.com/reader/book/12976/#authors>)
3. **Колычев, Н. М.** Ветеринарная микробиология и микология. / Н. М. Колычев, Р. Г. Госманов – М.: Лань, 2014. – 624 с. ISBN 978-5-8114-1540-3 (доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС издательства «Лань»; ссылка доступа – <https://e.lanbook.com/book/39147#authors>)
4. **Ассонов, Н. Р.** Микробиология / Н. Р. Ассонов. – М.: Колос, 2011. – 352 с.
5. **Гусев, М. В.** Микробиология / М. В. Гусев, Л. А. Минаева. – М.: Академия, 2008. – 464 с.
6. **Емцев В. Т., Мишустин Е. Н.** Микробиология / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. – М.: Дрофа, 2005. – 446 с.

Дополнительная

1. **Громов, Б. В.** Строение бактерий / Б. В. Громов. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1985. – 189 с.
2. **Шлегель, Г.** Общая микробиология / Г. Шлегель. – М.: Мир, 1987, – 568 с.

Лекция №3
ТИПЫ ПИТАНИЯ И ДЫХАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ.

3.1 Питание микроорганизмов.

Микроорганизмы как и все другие живые существа нуждаются в пище. Она поступает в их клетки из внешней среды.

Поступление воды и растворённых в ней питательных веществ из окружающей среды внутрь микробной клетки, а также выход продуктов обмена происходит через клеточную стенку. Активная роль в этом процессе принадлежит цитоплазматической мембране.

1). Механизмы транспорта через цитоплазматическую мембрану

Выделяют 4 механизма, с помощью которых вещества проходят через цитоплазматическую мембрану.

1) Пассивная диффузия – транспорт вещества происходит под действием разности концентраций в среде и клетке. 2) Облегчённая диффузия – транспорт веществ через мембрану осуществляется с помощью специфических переносчиков – белков пермеаз. Процесс осуществляется за счёт разницы концентраций в среде и клетке. 3) Активный транспорт также связан с работой специфических белков-переносчиков, плюс в нём задействована система, обеспечивающая транспорт энергией. Такой транспорт может идти против градиента концентрации, т.е. из области с меньшей концентраций в сторону большей. 4) Перенос групп – так транспортируются сахара, происходит перевод сахаров в химически изменённую форму, не способную проникать через мембрану. Внутри цитоплазматической мембраны сахар связывается с фосфорилированным ферментом и образующийся сахарофосфат поступает в цитоплазму.

2). Типы питания микроорганизмов.

К числу важных химических элементов, необходимых для синтеза органических соединений относятся С, О, Н, N. Свою потребность в О и Н бактерии удовлетворяют через воду. Сложнее обстоит дело с С и N.

По способу углеродного питания микроорганизмы делятся на автотрофы и гетеротрофы. Автотрофы – организмы, которые в качестве единственного источника углерода используют CO_2 воздуха. Чтобы восстановить CO_2 в органическое соединение требуется энергия. Существует два источника энергии: фотосинтез и хемосинтез, а автотрофы делятся на фотоавтотрофов и хемоавтотрофов.

Фотоавтотрофы используют в качестве энергии – энергию солнечного света. К ним относятся цианобактерии, пурпурные и зелёные бактерии.

Хемоавтотрофы используют в качестве энергии – энергию окисления неорганических соединений. К ним относятся нитрифицирующие бактерии, серные бактерии, водородокисляющие бактерии, железобактерии.

Гетеротрофы – организмы, которые получают углерод в виде готовых органических соединений. Гетеротрофы- возбудители разного рода брожений, гнилостные микробы, а также болезнетворные микроорганизмы. Гетеротрофы делятся на сапрофитов - это гетеротрофы, которые используют мёртвые органические субстраты (гнилостные микробы) и паразитов – это гетеротрофы, использующие живые ткани животных и растений.

В качестве источника углерода гетеротрофы чаще всего используют углеводы, спирты, различные органические кислоты. Наиболее полноценными источниками углерода для питания этих микробов являются сахара (глицерин, манит, сорбит), а также карбоновые и оксикислоты. Все эти источники обычно и включают в состав искусственных питательных сред для выращивания микроорганизмов.

По способу азотного питания микроорганизмы делятся на аминокетотрофы, аминокетогетеротрофы.

Аминоавтотрофы способны полностью удовлетворить свои потребности в N, необходимом для синтеза нуклеиновых и аминокислот, с помощью атмосферного и минерального азота. К ним относятся свободноживущие азотофиксирующие бактерии (например, *Azotobacter*), и симбиотические клубеньковые азотофиксирующие бактерии (например, *Rizobium*).

Аминогетеротрофы нуждаются для своего питания в готовых органических веществах.

В качестве универсального источника азота и углерода в питательных средах для патогенных микробов применяют пептоны. Потребность микроорганизмов в зольных элементах незначительна. Необходимые для их жизни минеральные соли (сера, фосфор и др.) почти всегда имеются в естественной питательной среде. Сера воспринимается бактериями в основном из сульфатов или органических соединений аминокислот (цистин, цистеин). Фосфор входит в состав нуклеопротеидов и фосфолипидов бактериальной клетки. Источником фосфора являются различные фосфорнокислые соли, например Na_2PO_4 . Калий, магний, железо микроорганизмы получают из различных солей. Микроэлементы бор, цинк, марганец, кобальт и др. встречаются в микробах в ничтожных количествах и служат стимуляторами роста микробов.

3.2. Обмен веществ у бактерий.

Всем организмам присущ постоянный обмен веществ с окружающей их внешней средой. Для осуществления процессов питания и размножения необходимо наличие питательных материалов, из которых микробы синтезируют составные части своего тела и получают путём окисления и восстановления различных веществ необходимую энергию. Источником энергии для бактерий служат свет, неорганические и органические вещества. Попав внутрь клетки микроорганизма, питательное вещество участвует во множестве разнообразных химических реакциях. Эти реакции, а также все остальные химические проявления жизнедеятельности микроорганизмов носят общее название метаболизма или обмена веществ. Атмосферный воздух содержит приблизительно 78 % азота, 21 % кислорода и 0,03 – 0,09 % CO_2 . Газообразный азот может использоваться только азотфиксирующими бактериями, CO_2 – единственный источник углерода для автотрофных бактерий. У остальных видов бактерий важную роль в метаболизме играет кислород. Обмен веществ включает в себя две группы жизненно важных процессов – энергетический и конструктивный обмен.

Конструктивный обмен (анаболизм) – совокупность биохимических реакций, осуществляющих синтез компонентов клетки. Процесс биосинтеза связан с потреблением энергии.

Энергетический обмен (катаболизм) – совокупность биохимических реакций, осуществляющих расщепления пищевых веществ – углеводов, жиров, белков, в результате чего выделяется энергия, которая необходима для конструктивного обмена. У микроорганизмов выделяют две основные формы катаболизма – аэробное дыхание и брожение.

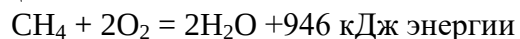
3.3. Дыхание микроорганизмов, типы дыхания и типы биологического окисления.

Дыхание микробов – это биологические процессы, сопровождающиеся окислением или восстановлением преимущественно органических соединений с последующим выделением энергии в виде АТФ, необходимой микробам для физиологических нужд.

Процесс, при котором атом или молекула теряют электрон, называется окислением, а обратный процесс – восстановлением. Перенос электрона всегда сопровождается выделением энергии, которая накапливается в виде АТФ и расходуется микробной клеткой по мере надобности.

С биохимической точки зрения окисление биологического субстрата микроорганизмами может быть по типу прямого и непрямого окислений (дегидрирования). Прямое окисление осуществляется с помощью оксидаз путём окисления вещества кислородом воздуха. Прямое окисление регистрируется у

большинства сапрофитных микроорганизмов. Например, *V. metanicum*, окисляя метан получают энергию по следующей схеме:



У некоторых микробов, поглощающих кислород, реакции окисления не доходят до конечного продукта, т.е. образования CO_2 . Например, дыхание уксуснокислых бактерий, у них конечным продуктом окисления этил.спирта является не CO_2 , а уксусная кислота: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 = \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$

Непрямое окисление путём дегидригенирования сопровождается переносом двух протонов (H^+). Например, образование ацетальдегида из этил спирта: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} - 2\text{H} (\text{C}_2\text{H}_4) + 2\text{H} (\text{акцептор}) + 2\text{e}^-$

Дегидрогеназы бактерий переносят водород на один из двух коферментов (НАД^+ или НАДФ^+). $\text{НАД} \cdot \text{H} (+\text{H}^+)$ переносит H на предшественники брожения или в дыхательную цепь.

По типу дыхания микроорганизмы делятся на аэробов и анаэробов.

Аэробные микроорганизмы – для роста и размножения используют атмосферный кислород, а анаэробные микроорганизмы растут без доступа кислорода. Выделяют 4 группы микроорганизмов:

1. Облигатные (обязательные) аэробы – микроорганизмы, для роста которых необходим кислород. Они развиваются при наличии в атмосфере 21 % кислорода, растут на поверхности жидких или плотных питательных сред, содержат ферменты, с помощью которых осуществляется перенос H^+ от окисляемого субстрата к O_2 воздуха. К ним относят большинство бактерий. Например, уксуснокислые бактерии, возбудители туберкулёза, сибирск. язвы.
2. Микроаэрофильные – это микроорганизмы, способные к росту при низкой (~ 2%) концентрации кислорода в окружающей атмосфере (например, объёмная доля кислорода в атмосфере обычно составляет 21 %). Высокая концентрация кислорода, хотя не убивает их, но задерживает их рост. К микроаэрофилам относятся актиномицеты, лептоспиры.
3. Факультативные анаэробы – это микроорганизмы, способные расти как при доступе кислорода, так и при его отсутствии. Они имеют 2 набора ферментов. К ним относятся энтеробактерии, большинство патогенных и сапрофитных микробов.
4. Облигатные анаэробы – это микроорганизмы, которые развиваются при полном отсутствии кислорода. Для них кислород является ядом. К ним относятся маслянокислые бактерии, возбудители столбняка, газовой гангрены, ботулизма.

Аэробное дыхание. Аэробные бактерии в процессе дыхания окисляют различные органические вещества (углеводы, белки, жиры, спирты, органические кислоты и др.). Аэробное дыхание состоит из 2 фаз. Первая фаза включает в себя серию реакций, благодаря которым органический субстрат окисляется до CO_2 , а освобождающиеся атомы водорода перемещаются к акцепторам. В этой фазе совершается цикл реакций, известный под названием цикла Кребса, или цикла трикарбоновых кислот (ЦТК). При участии трёх дегидрогеназ водород переносится на кофермент НАДФ, а затем в дыхательную цепь. Отнимая кислород от окисляемого субстрата, они переходят в восстановленную форму ($\text{НАД} \cdot \text{H}_2$ и $\text{НАДФ} \cdot \text{H}_2$) и переносят водород на другой акцептор (в дыхательную цепь или на промежуточные продукты брожения).

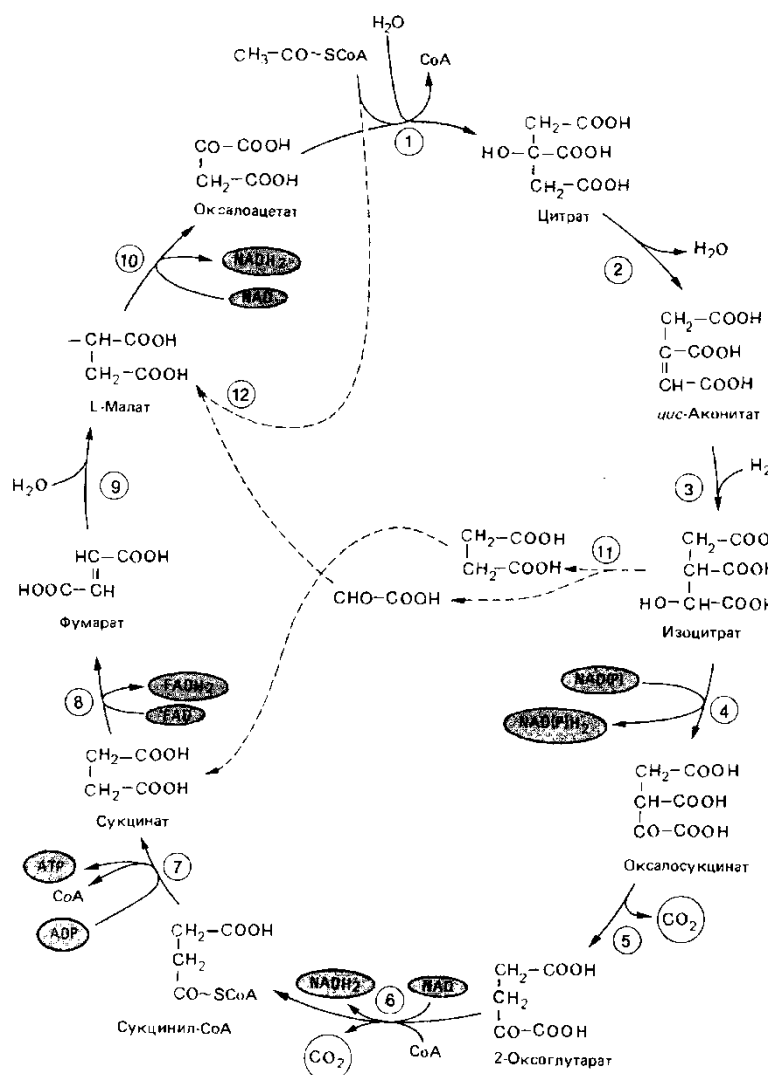


Рисунок 1. Цикл трикарбоновых кислот

Рис. 7.7. Цикл трикарбоновых кислот. Чтобы подчеркнуть асимметричное расщепление цитрата, углеродные атомы, происходящие из ацетата, вплоть до 8-й реакции выделены красным цветом. Сукцинат – первое соединение с симметричным строением. Глиоксилатный цикл показан прерывистыми линиями. Участвующие ферменты: 1 – цитратсинтаза; 2 и 3 – аконитатгидратаза; 4 и 5 – изоцитратдегидрогеназа; 6 – α-кетоглутаратдегидрогеназа; 7 – сукцинаттиокиназа; 8 – сукцинатдегидрогеназа; 9 – фумараза; 10 – малатдегидрогеназа; 11 – изоцитратлиаза; 12 – малатсинтаза.

Вторая фаза представляет собой окисление освобождающихся атомов водорода кислородом с образованием АТФ. Для этого у аэробных бактерий имеются цитохромоксидаза система геминных ферментов – цитохромов. Цитохромоксидаза катализирует конечное связывание водорода с атмосферным кислородом вне клетки. Обе фазы совместно ведут к окислению субстрата до CO_2 и H_2O и образованию биологически полезной энергии (в виде АТФ и других соединений).

Таким образом, дыхание – это процесс, при котором электроны переносятся от органических веществ на молекулярный кислород, то есть при дыхании роль акцептора электронов играет кислород.

Анаэробное дыхание. Осуществляется в отсутствии молекулярного кислорода. В этом случае микроорганизмы способны использовать для окисления веществ не молекулярный, а связанный кислород окисленных соединений, например солей азотной, серной кислот, углекислоты, которые превращаются в более восстановленные соединения.

Нитратное дыхание: $2\text{HNO}_2 + 12\text{H}^+ \rightarrow \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 3\text{H}^+$

Сульфатное дыхание: $\text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$

Следовательно, анаэробные микроорганизмы в качестве конечного акцептора электронов используют не кислород, а неорганические соединения, такие как нитраты, сульфаты, карбонаты. Различия между аэробным и анаэробным дыханием заключается в природе конечного акцептора электронов. При анаэробном дыхании выход энергии только на 10 % ниже, чем при аэробном. Свойство анаэробов переносить электроны на нитраты, сульфаты и карбонаты обеспечивает в достаточной степени полное окисление органического или неорганического вещества без использования молекулярного кислорода и обуславливает получение большего количества энергии, чем при брожении. Микроорганизмы, для которых характерно анаэробное дыхание, имеют набор ферментов цепи переноса электронов, но цитохромоксидаза заменяется нитратредуктазой (в случае использования нитратов) или аденилсульфатредуктазой (в случае использования сульфатов).

Микроорганизмы, способные осуществлять нитратное дыхание: факультативные анаэробы из р. *Pseudomonas* и р. *Bacillus*, сульфатное дыхание: р. *Desulfovibrio*, *Desulfomonas* и *Desulfotomaculum*.

Брожение. В отличие от дыхания брожение – процесс, при котором отщепляемые от органического вещества электроны передаются на органические же соединения, то есть при брожении роль акцептора электронов играет обычно какое-нибудь органическое соединение, образующееся в ходе этого же процесса. Чаще всего в процессах брожения микроорганизмы используют углеводы, а также некоторые другие вещества (органические кислоты, аминокислоты, пурины и пиримидины).

Процесс брожения осуществляется облигатными анаэробами и может осуществляться только в строго анаэробных условиях. Как установил в 1860 г. Л. Пастер, брожение – это жизнь без кислорода.

В настоящее время известно много типов брожения: спиртовое, молочнокислое, уксуснокислое, пропионовокислое, ацетобутиловое и др.

Вопросы для самоконтроля

1. Механизмы транспорта через цитоплазматическую мембрану.
2. Типы питания микроорганизмов.
3. Обмен веществ у бактерий. Конструктивный и энергетический метаболизм.
4. Типы дыхания микроорганизмов. Классификация по способу дыхания.
5. Биологическая сущность процессов дыхания.
6. Аэробное дыхание
7. Анаэробное дыхание.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Асонов, Н.Р. Микробиология / Н.Р. Асонов. – М.: Колос, 2011. – 352 с.
3. Гусев, М.В. Микробиология / М.В. Гусев, Л.А. Минаева. – М.: Академия, 2008. – 464 с.
3. Емцев, В.Т., Мишустин, Е.Н. Микробиология / В.Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. – М.: Дрофа, 2005. – 446 с.
4. Котова, И.Б. Общая микробиология. / И.Б. Котова, А.И. Нетрусов. – М.: Академия, 2007. – 288 с.

Дополнительная

1. Громов, Б.В. Строение бактерий / Б.В. Громов. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1985. – 189 с.
2. Готшлак, Г. Метаболизм бактерий / Г. Готшлак. – М.: Мир, 1982. – 310 с.
3. Шлегель, Г. Общая микробиология / Г. Шлегель. – М.: Мир, 1987. – 568 с.
4. Основы микробиологии, вирусологии и иммунологии / А.А. Воробьев, [и др.]. – М.: Мастерство; Высшая школа, 2001. – 224 с.

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ, ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ

Факторы внешней среды, влияющие на микроорганизм подразделяются на физические, химические, биологические.

4.1. Влияние физических факторов на микроорганизмы.

К числу основных **физических факторов** как в естественной среде, так и в условиях лаборатории относятся температура, свет, электричество, высушивание, осмотическое давление, лучистая энергия. Все физико-химические процессы, обеспечивающие функциональную активность клетки, а также состояние её макромолекул, в большей или меньшей степени зависят от температуры. При высокой температуре белки, нуклеиновые кислоты и другие компоненты клетки могут необратимо инактивироваться, что приводит к её гибели. При слишком низкой температуре тоже нарушаются процессы биосинтеза, что ограничивает развитие микроорганизмов.

По отношению к **температуре** бактерии делят на три основные группы:

1) Большинство известных видов прокариот относятся к **мезофилам**, для них оптимальные температуры роста лежат в пределах от 20 до 42 °С. Типичным представителем является *Escherichia coli*, оптимальная температура роста которой 37 °С.

2) Микроорганизмы, способны нормально расти при низких (0 – 20 °С) температурах, называют **психрофилами**. Психрофильные микроорганизмы делятся на облигатные и факультативные. Основное различие между ними заключается в том, что облигатные психрофилы не способны к росту при температуре выше 20 °С, а верхняя граница роста факультативных психрофилов намного выше.

Облигатные психрофилы – узкоспециализированные микроорганизмы, обитающие в постоянно холодной среде, их температурный оптимум ниже 15 °С, максимум – около 20 °С; при 30 °С они отмирают. Облигатные психрофилы обитают в холодных почвах, холодных морях Арктики и Антарктики, на вечных снегах высокогорных районов, их находят в пробах из горных ледников, в воде колодцев и родников. В качестве представителей облигатных психрофилов можно привести бактерии *Bacillus psychrophilus*, морские светящиеся бактерии, железобактерии.

Факультативные психрофилы распространены значительно шире и встречаются в почвах и водах не только холодной, но и умеренной. Многие из них вызывают порчу пищевых продуктов при низких температурах. Оптимум для роста факультативных психрофилов соответствует 20 – 30 °С, т.е. они способны расти в условиях, благоприятных для мезофильных организмов. К этой группе относят некоторые виды бактерий родов *Pseudomonas*, *Arthrobacter* и др.

Способность психрофилов развиваться при низкой температуре связывают с особенностью строения их клеток: а) температурный оптимум активности ферментов у них ниже, чем у аналогичных ферментов мезофильных микроорганизмов; б) проницаемость их мембран остаётся высокой при охлаждении благодаря содержанию в липидах ненасыщенных жирных кислот, вследствие чего мембраны не застывают и остаются полужидкими; в) белкосинтезирующий аппарат психрофилов способен функционировать при низких температурах.

3) К **термофильным** относят микроорганизмы, которые растут при температуре выше 45-50 °С. Группу термофилов делят на 4 подгруппы:

а) **термотолерантные** – растут в пределах от 10 до 55-60 °С, оптимальная область лежит при 35-40 °С (как у мезофилов). Основные их отличия от мезофилов – способность расти при повышенных температурах. Примером термотолерантных бактерий являются бактерии вида *Methylococcus capsulatus*.

б) **факультативные термофилы** имеют температурный максимум 50-60 °С и минимум менее 20 °С, оптимум приходится на область температур близких к верхней границе роста.

Примером факультативных термофилов являются к гомоферментативные молочнокислые бактерии рода *Lactobacillus*

в) **облигатные термофилы** способны расти при температурах до 70 °С и не растут при температурах ниже 40 °С. Оптимальная температурная область облигатных термофилов примыкает к их верхней границе роста (65-70 °С). Представители облигатных термофилов – бактерии вида *Bacillus stearothermophilus* и др.

г) **экстремальные** термофилы имеют следующие температурные параметры: оптимум в области 70-75 °С, минимальная граница роста – 40 °С и выше, максимальная – около 90 °С. Эти микроорганизмы распространены в горячих источниках, особенно в районах активной вулканической деятельности. Представители родов *Thermus*, *Thermomicrobium*, *Thermoplasma* и др.

Природу термоустойчивости у бактерий объясняют рядом структурных и биохимических особенностей этих бактерий: а) липиды, входящие в состав клеточных мембран, содержат насыщенные жирные кислоты. В связи с этим они имеют более низкую точку плавления по сравнению с липидами, содержащими ненасыщенные жирные кислоты; б) у экстремально термофильных бактерий обнаружено повышенное содержание гуанина и цитозина в ДНК, что придаёт стабильность и повышенную точку плавления этих молекул; в) ферменты термофилов гораздо устойчивее к нагреванию в сравнении с соответствующими белками мезофильных бактерий. Часто такая высокая термостабильность достигается в результате изменения первичной структуры белковой молекулы.

Микроорганизмы подвержены воздействию разных видов **электромагнитных излучений**. Эффект воздействия зависит от дозы облучения и длины волны. Наиболее длинноволновая радиация (радиоволны – длина волны более 1100 нм) не вызывает биологического эффекта. Инфракрасные лучи (700-1100 нм) проявляют тепловое действие на микроорганизм и используется зелёными и пурпурными бактериями в процессе фотосинтеза. Видимая часть спектра (300-700 нм) используется цианобактериями и другими фототрофными бактериями в процессе фотосинтеза. УФ-лучи (10-300 нм) могут оказывать на микроорганизмы как микробицидное, так и мутагенное действие, что определяется видом микроорганизмов и дозой облучения. Наибольший летальный эффект УФ-лучей наблюдается при длине волны 260 нм, при котором отмечается максимум поглощения УФ-лучей молекулами ДНК. Ионизирующая радиация, под которой обычно подразумевают рентгеновское и гамма-излучение (с длиной волны менее 10 нм), вызывает летальный для клетки эффект.

Высокие значения гидростатического давления приводят к разрушению клеточных структур, происходит денатурация белков, прекращается деление и клетки приобретают нитевидную форму. Однако существуют бактерии, которые живут на глубине 7000 м и более, где давление достигает более 1000 атмосфер. Из осадков на дне океанов выделяют бактерии двух групп: баротолерантные и пьезофильные (барофильные). Баротолерантные бактерии размножаются как при обычном, так и при давлении в несколько сот атмосфер. Барофильные (менее многочисленная группа) при давлении в несколько сот атмосфер дают больший урожай биомассы, чем при атмосферном давлении. Пьезофильные бактерии (например, бактерии вида *Bacillus submarinus*) – это обитатели глубоководных впадин морей и океанов.

Концентрация веществ, растворённых в окружающей среде, т.е. осмотическое давление, также оказывает большое влияние на жизнеспособность микроорганизмов: чем концентрированнее раствор, тем труднее клетке поглощать из него воду. В гипертонических растворах, т.е. таких, в которых осмотическое давление больше, чем в клетке, происходит обезвоживание клеток (плазмолиз) и полное прекращение роста. Это явление называется физиологической сухостью. Однако некоторые микроорганизмы способны нормально развиваться в достаточно концентрированных растворах. Такие микроорганизмы называют осмофильными. Осмовильные микроорганизмы, для которых

требуется высокое содержание NaCl, получили название галофильных. К экстремальным галофилам относятся бактерии из родов *Halobacterium* и *Halococcus*. Галофильные бактерии обнаружены в солёных озёрах, в солончаковых почвах. Они вызывают порчу солёной рыбы и мяса.

Высокочастотные (> 16 кГц) механические колебания упругой среды или ультразвук не воспринимаются нашими органами слуха. При воздействии на микроорганизм ультразвук создаёт большую разницу в давлении на отдельные части клеток и повреждает их: разжижается и вспенивается цитоплазма, разрушаются поверхностные структуры, содержимое клетки смешивается с окружающей средой. Чем крупнее клетки, тем они более чувствительны к воздействию ультразвука; палочки и извитые формы более чувствительны, чем кокки. При длительном воздействии наблюдается полная гибель микроорганизмов, что используется в целях стерилизации. Ультразвук применяют и для разрушения клеток с целью извлечения из них некоторых биологически активных веществ.

Кроме охарактеризованных физических факторов на развитие микроорганизмов оказывает воздействие изменение напряжения магнитных полей. Безразличны микроорганизмы также к действию земного притяжения, сотрясений, а также электрического тока.

4.2. Влияние химических факторов на микроорганизмы.

Действие химических факторов на микроорганизм.

Если химическое вещество подавляет рост, но не убивает микроорганизм, то данное действие вещества называется бактериостатическим, при бактерицидном действии химический реагент убивает бактерии.

Химически соединения по механизму действия на клетки микроорганизмов могут быть разделены на 2 группы: 1) повреждающие клеточную стенку или цитоплазматическую мембрану; 2) повреждающие ферменты, участвующие в обмене веществ, а также нарушающие синтез основных биополимеров клетки.

К первой группе веществ относятся химические вещества, повреждающие структуру клеточной стенки (лизозим), нарушающие полупроницаемость цитоплазматической мембраны (фенолы, хлороформ, нейтральные мыла, поверхностно-активные вещества, эфиры, ионы водорода, спирты, толуолы). Действие фенола, хлороформа эфира, толуола, спирта связано с растворением липидов цитоплазматической мембраны, что приводит к нарушению её проницаемости и разрушению. Этанол в высокой концентрации (70 %) вызывает коагуляцию белков и оказывает микробицидное действие. Поверхностно активные вещества способны накапливаться в липопротеиновых мембранах (за счёт того, что они имеют полярную структуру) и вызывают нарушение их функций. Поскольку эти вещества имеют широкий спектр антимикробного действия их применяют для дезинфекции. *Антисептика* – уничтожение микробов с помощью химических веществ.

Концентрация ионов водорода действует на микроорганизмы двояко: 1) оказывает непосредственное действие на полупроницаемость цитоплазматической мембраны; 2) оказывает опосредованное действие через а) влияние на ионное состояние и доступность многих ионов и метаболитов; б) стабильность молекулы; в) равновесие зарядов на поверхности клетки.

В зависимости от отношения к кислотности среды бактерии делятся на: 1) нейтрофилы – оптимальное значение pH для роста составляет 6-8, а рост возможен в диапазоне от 4 до 9. Типичными нейтрофилами являются штаммы бактерий *Escherichia coli*, *Bacillus megaterium*, *Streptococcus faecalis*.

2) ацидофилы – оптимальная кислотность для роста 4 и ниже. Среди них различают факультативные ацидофилы (интервал pH 1-9, оптимум 2-4) и облигатные ацидофилы (интервал 1-5, оптимум 2-4). В природе такие экстремально кислые условия встречаются

в некоторых озёрах, болотах, горячих источниках. Типичными представителями облигатных ацидофилов являются бактерии родов *Thiobacillus*, *Sulfolobus*, *Acetobacter*.

3) алкалофилы – оптимальные условия для развития находятся в пределах pH 9,0-10,5, которые встречаются в щелочных почвах, в местах скопления экскрементов животных. Среди алкалофилов различают факультативные алкалофилы (интервал pH для роста 5-11, оптимум 9,0-10,5), к которым относятся нитратвосстанавливающие и сульфатвосстанавливающие бактерии. Облигатные алкалофилы растут при высоких значениях pH – 8,5-11,0 при оптимуме 9,0-10,5. К таким бактериям относят *Bacillus pasteurii* и некоторые цианобактерии.

К группе химических веществ, оказывающих микробицидное действие на микроорганизмы, повреждающих ферменты и вызывающих нарушение обмена веществ, относятся ионы тяжёлых металлов, окись углерода, цианиды, марганцевокислый калий, перекись водорода, хлорная известь, иод.

Ионы тяжёлых металлов (Hg, Ag, Co, Pb, Ni, Zn, Cd) вызывают изменения свойств белков и коферментов. Цианиды действуют как дыхательные яды – связывая железо, они блокируют функцию терминального дыхательного фермента цитохромоксидазы. Окись углерода подавляет дыхание, конкурируя со свободным кислородом за цитохромоксидазу. Окислители – KMnO_4 , иод, H_2O_2 вызывают резкое усиление окислительных процессов, приводящих к гибели клетки.

Консерванты – это химические вещества, которые ограничивают рост нежелательной микрофлоры в продуктах питания, косметических средствах и др. К ним относят соль, сахар, лимонную, молочную, уксусную кислоту.

4.3. Влияние биологических факторов на микроорганизмы.

4.3.1. Антибиотики.

Распространённой формой антагонизма является образование антибиотиков. Антибиотики – низкомолекулярные (молекулярная масса - от 150 до 5000 дальтон) продукты метаболизма микроорганизмов, растений и животных, задерживающие рост или полностью подавляющие развитие других микроорганизмов. Большинство известных в настоящее время антибиотиков образуется именно клетками микроорганизмов. Первый антибиотик был открыт шотландским бактериологом А.Флемингом в 1929 г. Флеминг выделил плесневый гриб, который был определён как *Penicillium notatum*, и установил, что культуральная жидкость этой плесени способна оказывать антибактериальное действие по отношению к патогенным коккам. Культуральная жидкость гриба названа Флемингом – пенициллином, но активное начало А.Флемингу выделить не удалось, и только в 1940 Х.Флори и Э.Чейн получили в кристаллическом виде пенициллин и установили, что это вещество пептидной природы. Изучение пенициллина в бывшем Советском Союзе было начато З.В. Ермоловой в 1942 году в лаборатории биохимии микробов Всесоюзного института экспериментальной медицины в Москве, был получен первый отечественный антибиотик, сходный с пенициллином – крутозин, сыгравший огромную роль в спасении жизней воинов в годы Великой Отечественной войны. Способность к синтезу антибиотиков не является строго специфичным признаком. Один и тот же антибиотик может образовываться микроорганизмами, относящимися к разным видам, родам и порядкам. Пенициллин могут синтезировать и другие плесневые грибы: *P.chrysogenum*, *P.nigricans*, *Aspergillus flavus*, *A.nidulans*.

5.3.2. Принципы переработки и хранения сельскохозяйственной продукции.

Хранение пищевых продуктов, основанное на биологических, физических и химических принципах.

Биоз (bios – жизнь). На этом явлении основано хранение свежих фруктов и овощей. В помещениях, где размещаются такие продукты, создают условия, препятствующие развитию микробов, путём понижения температуры до +5 °С и поддержания определённой влажности. Микробы, расположенные на поверхности, замедляют своё развитие и тем самым предотвращают разложение ими органического вещества.

Абиоз (abiosis – отрицание, уничтожение жизни) достигается физическими и химическими способами. Этот принцип положен в основу хранения мясных и овощных консервов после обработки их в паровом стерилизаторе при 120 °С и выше. При высокой температуре погибают вегетативные и споровые формы микробов, прекращаются жизнь и сопутствующие ей процессы, благодаря чему содержимое консервных банок может храниться неопределённо долгое время. Уничтожить микробов можно и химическими веществами, безвредным для организма человека. Термический способ стерилизации консервов более надёжен, а содержащиеся в банке продукты не представляют опасности для здоровья человека.

Анабиоз (anabiosis – задержка жизни) происходит во время сушки или замораживания. Так хранят рыбные и мясные продукты, фрукты и овощи. При недостатке свободной воды жизнедеятельность микробов приостанавливается, процессы, вызываемые ими, задерживаются. Увеличение влаги и тепла к восстановлению жизнедеятельности микробов, разложению органического вещества, увеличению порчи продуктов. Поэтому при отсутствии анабиотических условий такие продукты следует немедленно реализовывать.

Ценоанабиоз – способ хранения главным образом растительной пищи, при котором консервирующее вещество (молочная кислота) вырабатывают сами микроорганизмы в процессе силосования, квашения и других способов приготовления кормов и овощей.

Вопросы самоконтроля

1. Влияние температуры на рост микроорганизмов.
2. Влияние осмотического давления на рост микроорганизмов.
3. Влияние гидростатического давления на рост микроорганизмов.
4. Влияние химических факторов окружающей среды на рост микроорганизмов.
5. Учение об антибиотиках. Классификация.
6. Принципы хранения сельскохозяйственной продукции на основе биоабиоза, анабиоза и ценоанабиоза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Госманов, Р. Г.** Микробиология. / Р. Г. Госманов, А. К. Галиуллин, А. Х. Волков, А. И. Ибрагимова – М.: Лань, 2011. – 496 с. ISBN 978-5-8114-1180-1 (доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС издательства «Лань»; ссылка доступа – https://e.lanbook.com/book/91076#book_name)
2. **Госманов, Р. Г.** Микробиология и иммунология. / Р. Г. Госманов, А. И. Ибрагимова, А.К. Галиуллин – М.: Лань, 2013. – 240 с. ISBN 978-5-8114-1440-6 (доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС издательства «Лань»; ссылка доступа – <https://e.lanbook.com/reader/book/12976/#authors>)
3. **Колычев, Н.М.** Ветеринарная микробиология и микология. / Н.М. Колычев, Р.Г. Госманов – М.: Лань, 2014. – 624 с. ISBN 978-5-8114-1540-3 (доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС издательства «Лань»; ссылка доступа – <https://e.lanbook.com/book/39147#authors>)
4. **Асонов, Н.Р.** Микробиология / Н.Р. Асонов. – М.: Колос, 2011. – 352 с.
5. **Гусев, М.В.** Микробиология / М.В. Гусев, Л.А. Минаева. – М.: Академия, 2008. – 464 с.
6. **Емцев, В.Т., Мишустин, Е.Н.** Микробиология / В.Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. – М.: Дрофа, 2005. – 446 с.

Дополнительная

1. **Глик, Б.** Молекулярная биотехнология. Принципы применения. / Б. Глик, Д. Пастернак. – М.: Мир, 2002. – 589 с.
2. **Громов, Б.В.** Строение бактерий / Б.В. Громов. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1985. – 189 с.
3. **Шлегель, Г.** Общая микробиология / Г. Шлегель. – М.: Мир, 1987. – 568 с.

Лекция № 5
МИКРОФЛОРА ВОДЫ, ВОЗДУХА, ПОЧВЫ И ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

5.1 Микрофлора воздуха

Микрофлора воздуха зависит от микрофлоры почвы или воды, над которыми расположены слои воздуха. Предел распространения очень высок – до 12 км. Воздух – это неблагоприятная среда, т.к. постоянно происходит воздействие абиотических факторов. В воздухе нет питательной среды, которая поддерживала бы существование. В воздухе трудно поддерживать высокую концентрацию. В почве и воде микробы могут размножаться, в воздухе же они не размножаются, а только некоторое время сохраняются. Поднятые в воздух пылью они или оседают с каплями обратно на поверхность земли, или погибают в воздухе от недостатка питания и от действия ультрафиолетовых лучей. Однако некоторые из них более устойчивые, например, туберкулезная палочка, споры клостридий, грибов и др., могут длительно сохраняться в воздухе.

Микрофлора воздуха отличается тем, что содержит много пигментированных, а также спороносных бактерий, как более устойчивых к ультрафиолетовым лучам (сарцины, стафилококки, розовые дрожжи, чудесная палочка, сенная палочка и другие). Наибольшее количество микробов содержится в воздухе промышленных городов. Наиболее чист воздух над лесами, горами, снежными просторами. Верхние слои воздуха содержат меньше микробов. Над Москвой на высоте 500 м в одном метре воздуха содержатся 2—3 бактерии, на высоте 1000 м — в 2 раза меньше.

Весьма богат микробами воздух в закрытых помещениях, особенно в кинотеатрах, вокзалах, школах, в животноводческих помещениях и других. Вместе с безвредными сапрофитами в воздухе, особенно закрытых помещений, могут находиться и болезнетворные микробы: туберкулезная палочка, стрептококки, стафилококки, возбудители гриппа, коклюша и так далее. Гриппом, корью, коклюшем заражаются исключительно воздушно-капельным путем. При кашле, чихании выбрасываются в воздух мельчайшие капельки-аэрозоли, содержащие возбудителей заболеваний, которые вдыхают другие люди и, заразившись, заболевают.

Скопление и циркуляция возбудителей заболеваний в воздухе лечебно-профилактических учреждений является одной из причин возникновения госпитальных гнойно-септических инфекций. Вследствие этого в последнее время уделяют большое внимание санитарно-бактериологическому исследованию воздуха в больницах, операционных, родильных домах, детских учреждениях и др. Исследования проводят как в плановом порядке, так и по эпидемиологическим показаниям.

Микробиологический анализ воздуха на патогенную флору производят только по эпидемическим показаниям. В плановом порядке пробы воздуха для бактериологического исследования берутся в операционных блоках, послеоперационных палатах, отделениях реанимации, интенсивной терапии и других помещениях, требующих асептических условий. По эпидемическим показаниям бактериологическому исследованию подвергают воздух ясель, детских садов, школ, заводов, кинотеатров и так далее. Обнаружение в воздухе закрытых помещений гемолитического стрептококка группы А и стафилококка, обладающего признаками патогенности, являются показателем эпидемического неблагополучия данного объекта.

5.2. Микрофлора воды

Вода является естественной средой обитания многих микробов. Основная масса микробов поступает из почвы, воздуха, с отбросами, стоками. Количество микробов в 1 мл воды зависит от наличия в ней питательных веществ. Чем вода сильнее загрязнена органическими остатками, тем больше в ней микробов. Наиболее частыми являются воды глубоких артезианских скважин, а также родниковые воды. Обычно они не содержат микробов. Особенно богаты микробами открытые водоемы и реки. Микроорганизмы

находятся как на поверхности, так и на глубине 10-12 км. Наибольшее количество микробов в них находится в поверхностных слоях (в слое 10 см от поверхности воды) прибрежных зон. С удалением от берега и увеличением глубины количество микробов уменьшается. В чистой воде находится 100— 200 микробных клеток в 1 мл, а в загрязненной — 100— 300 тыс. и больше. Качественный состав зависит от самой воды, от поступления сточных вод с промышленных предприятий, с инфекционных больниц.

Реки в районах городов часто являются естественными приемниками стоков хозяйственных и фекальных нечистот, поэтому в черте населенных пунктов резко увеличивается количество микробов. К постоянноживущим в воде микроорганизмам относятся *Azotobacter*, *Nitrobacter*, *Vibrio cholerae*.

Но по мере удаления реки от города число микробов постепенно уменьшается, и через 3—4 десятка километров снова приближается к исходной величине. Это самоочищение воды зависит от ряда факторов: механическое осаждение микробных тел, уменьшение в воде питательных веществ, усвояемых микробами, действие прямых лучей солнца, пожирание бактерий простейшими и др.

Патогенные микробы попадают в реки и водоемы со сточными водами. Возбудители таких кишечных инфекций, как брюшной тиф, паратифы, дизентерия, холера и др., могут сохраняться в воде длительное время. В этом случае вода становится источником инфекционных заболеваний.

Особенно опасно попадание болезнетворных микробов в водопроводную сеть. Поэтому за состоянием водоемов и подаваемой из них водопроводной воды установлен санитарно-бактериологический контроль.

5.3. Микрофлора почвы

Почва обильно заселена микроорганизмами, так как в ней есть все необходимое для жизни: органические вещества, влага, защита от солнечных лучей. В почве встречаются все формы микроорганизмов: по количеству первое место занимают бактерии, затем актиномицеты, плесневые грибки и простейшие (амебы, жгутиковые, инфузории). В значительно меньших количествах встречаются одноклеточные водоросли (зеленые, сине—зеленые, диатомовые), вирусы, микоплазмы.

Общее микробное число в 1 г почвы может достигать 1— 5 млрд. В 1 га почвы содержится 1 тонна живого веса бактерий, однако в разных слоях количество микроорганизмов неодинаково. В самом верхнем слое почвы микроорганизмов очень мало (слой « 0,5 см), т.к. на него воздействуют физические факторы. На глубине 1—2—5 см до 30— 40 см число микроорганизмов больше всего. В этом слое содержится в среднем 10—50 млн микробных клеток в 1 г. В относительно чистых почвах этот показатель равен 1,5—2 млн клеток в 1 г. Глубже 30— 40 см число микроорганизмов снижается и в более глубоких слоях их опять мало.

Факторы, влияющие на качественный и количественный состав микроорганизмов почвы

На численность и вещевой состав микроорганизмов влияют следующие факторы:

1. *Тип почвы* (тундровая, подзолистая, черноземная, сероземная).

Наиболее богаты микроорганизмами черноземные почвы, в которых до 10% органических веществ от сухого веса почвы. В 1 г черноземной почвы более 3,5 млн микробных клеток. На микробный пейзаж в таких почвах влияет обильная растительность с богатой корневой системой. Корни выделяют в почву белковые и азотистые вещества, минеральные соли, органические кислоты, витамины. В результате этого вокруг корней создаются ризосферы, т. е. скопления микроорганизмов. Микроорганизмы, в свою очередь, влияют на биохимические процессы в почве, на плодородие. Истощенные, гористые и песчаные почвы бедны микроорганизмами. В таких почвах органических веществ 1% от сухого веса почвы.

2. *Влажность почвы.*

Во влажных почвах микроорганизмы размножаются лучше, чем в сухих, но в почвах торфяных болот, несмотря на большое количество влаги и органических веществ (до 50%), микроорганизмов мало, так как эти почвы имеют кислую реакцию и в них проявляется антагонистическое влияние мхов.

3. Аэрация.

Почвы, богатые влагой, плохо аэрируются. В этих условиях преобладают анаэробы, а песчаные почвы аэрируются лучше, поэтому в них больше аэробов.

4. Температура почвы.

В теплые периоды года микроорганизмов во много раз больше, чем зимой. Зимой развитие микроорганизмов прекращается, и они погибают. Наблюдаются суточные колебания количества микроорганизмов в почве. Наиболее благоприятная температура 20—30°C, а при температуре 10°C и ниже развитие замедляется.

5. Адсорбционная способность почв.

Наибольшая адсорбирующая способность почв наблюдается у гумусовых, она зависит от содержания в почве илистых частиц, количества средней и мелкой пыли, pH почвы. Эти почвы богаты кальцием. Характер почв влияет и на глубину проникновения микроорганизмов.

В более влажных северных почвах жизнь микроорганизмов как бы «прижата» к поверхности, а в легких, щелочных южных почвах — жизнь микроорганизмов «углубляется». Они могут быть обнаружены на глубине 10 м и более. Наиболее разнообразен видовой состав микробов около прикорневой зоны растений. Микробы обитают в почве, как правило, в водных и коллоидных пленках, обволакивающих почвенные частицы.

Почва как фактор распространения инфекционного заболевания

Микрофлору почв делят на 2 группы:

- 1) аутоτροφная, которая питается минеральными веществами.
- 2) гетеротрофная — питается органическими веществами.

Обе группы участвуют в процессах самоочищения почв, минерализации почв, хотя некоторые представители гетеротрофов загрязняют почву — это и патогенная микрофлора.

Основная масса патогенной микрофлоры в почве постепенно отмирает, однако имеют различную длительность.

Дизентерийная палочка при 18°C выживает в различных типах почв от 3 до 65 дней, *S. typhi* и *paratyphi* — 19—101 день.

Споровая микрофлора сохраняется дольше, даже годами и, напротив, холерные вибрионы, палочки чумы, бруцеллеза, вирусы полиомиелита — от нескольких часов до нескольких месяцев.

Процессы самоочищения в почве

При попадании в почву органических веществ сразу же повышается общее микробное число (ОМЧ), а также общее число сапрофитов (ОЧС). Сначала размножаются гетеротрофы, обладающие очень высокой ферментативной активностью и представленные семейством кишечных, псевдомонад, аэромонад, и др. В этот период в почве много фекальных бактерий (бактерий группы кишечной палочки — БГКП, энтерококки, *Cl. perfringens*), много протеолитов, разлагающих белки, пептоны, желатина, много аммонификаторов, т. е. микробов, расщепляющих белки до NH_3 .

В процессе самоочищения почвы все время меняется состав микрофлоры. По мере повышения кислотности в почве появляются ацидофильные микроорганизмы: молочнокислые бактерии, дрожжи, грибы, плесени, актиномицеты.

По мере накопления аммиака в почве начинают размножаться нитрификаторы, т. е. микроорганизмы, окисляющие NH_3 до нитритов и нитратов. Эти микроорганизмы завершают цикл превращений органических веществ в неорганические. Одновременно с процессами нитрификации идут процессы денитрификации, т. е. восстановление нитратов

в нитриты, а далее в газообразный азот. На этом этапе ОМЧ почвы становится низким. Видовой состав и численность микрофлоры стабилизируется. Активные вегетативные формы спорообразующих бактерий и грибов уступают покоящимся спорам бацилл, актиномицетам, грибам.

В чистых почвах всегда доминируют покоящиеся споры. Спорообразование всегда говорит о законченных процессах минерализации почвы. Сочетание ОМЧ и нитрификаторов используют для распознавания и отличия чистых почв от почв, бывших загрязненными, но находящихся на стадии минерализации. Для них характерно низкое ОМЧ, но высокое число нитрификаторов.

Всю микрофлору почвы принято делить на постоянную (резидентную) и временную, т.е. поступающую извне (зимогенную). В группу постоянной микрофлоры входят бактерии из рода *Bacillus* (*B. subtilis*, *B. mycoielis*, *B. mesentericus*, *B. nugaterium*) и *Clostridium* (*Cl. tetani*, *Cl. chauvori*, *Cl. perfringens*, *Cl. oedomaticus*, *Cl. botulinum*), а также актиномицеты, которые придают цвет и запах почве. Группа временной микрофлоры делится на 2 подгр.: а) микробы, длительно сохраняющиеся в почве (спорообразующие) например, *Bac. anthracis* (50 лет); б) микробы сохраняющиеся недолго - *Brucella*, *M. tuberculosis*, *Salmonella*, *Pseudomonas*, *Leptospira* и т.д.

Санитарная характеристика почв

Почва — одна из главных составляющих природной среды, которая благодаря своим свойствам (плодородие, самоочищающая способность и др.) обеспечивает человеку питание, работу, здоровую среду обитания. Нарушение этих процессов, вызванное загрязнением, может оказать неблагоприятное влияние на здоровье людей и животных. Наблюдается распространение инфекционных и инвазионных заболеваний, ухудшение качества продуктов питания, воды, водоисточников, атмосферного воздуха. Это понимание почвы, как одного из главных компонентов окружающей среды, от которого зависят условия жизни и здоровья населения, требует большого внимания к ее санитарной охране.

Опасность загрязнения почв определяется уровнем ее возможного отрицательного влияния на контактирующие среды (вода, воздух), пищевые продукты и прямо или опосредованно на человека, а также на биологическую активность почвы и процессы самоочищения.

Для общей оценки санитарного состояния почвы определяют следующие показатели: общее микробное число, наличие *E. coli*, *Cl. perfringens*, *Bact. termophilus* и *Str. fecalis*.

Важно знать, что почва может являться резервуаром накопления возбудителей инфекционных болезней (столбняка, сибирской язвы и др.).

5.4 Микрофлора организма человека.

Микрофлора человека и животных является результатом взаимного приспособления микро- и макроорганизма в процессе эволюции. Большая часть бактерий постоянной микрофлоры человеческого тела приспособилась к жизни в определённых его частях.

После рождения организм человека и животных вступает в контакт с различными микроорганизмами, которые проникают через дыхательные и пищеварительные пути и заселяют желудочно-кишечный тракт, половые и другие органы.

Кожные покровы, слизистые оболочки дыхательных путей, желудочно-кишечного и мочеполового трактов являются местом обитания различных микроорганизмов.

Большинство микробов обитающих на теле и в организме животных являются представителями нормальной микрофлоры, незначительную часть составляют так называемая временная микрофлора, бактерии и грибы, попавшие в организм с почвой, водой, кормами.

Нормальная микрофлора живого организма играет значительную роль в жизненных функциях организма человека, участвуя в поддержании постоянства

внутренней среды — гомеостаза. Среди видового состава нормальной микрофлоры выделяются условно-патогенные микроорганизмы.

Условно-патогенными называют те микроорганизмы, которые способны вызывать различные патологические явления у животных и человека при снижении резистентности организма. Такие инфекции принято называть оппортунистическими.

Микрофлора кожи. Постоянные обитатели кожи - кокки родов *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Sarcina*. Наибольшее их количество находится вблизи сальных и потовых желез. Кроме них на коже обитают эшерихии, *Pseudomonas aeruginosa*, бациллы, актиномицеты, плесневые грибы. На поверхности кожи одного человека находили от 85 млн. до 1 млрд. особей микроорганизмов. Наиболее часто инфицируются открытые части человеческого тела, главным образом руки. Нарушение санитарно-гигиенического режима, условий труда и быта людей является причиной возникновения гнойничковых, грибковых поражений кожи.

У животных количество микробов на коже зависит от условий содержания: при плохом уходе на 1 см² поверхности кожи может находиться до 1 -2 млрд. микробных тел. Микрофлору вымени составляют преимущественно микрококки, стафилококки, стрептококки, коринебактерии. Внешняя кожа вымени из-за наличия грубых и мелких складок — место скопления практически всех микробов, которые обитают в животноводческих помещениях, на пастбищах, в подстилке, кормах, на руках доярки и др. объектах внешней среды. При недостаточно тщательной уборке и дезинфекции помещения можно обнаружить более 10⁵ микробов на 1 см² кожи вымени, в результате чего вымя может стать одним из главных источников заражения выдоенного молока. Из патогенных микробов на коже вымени часто встречаются возбудители маститов (*Str. agalactiae*, *Str. uberis*, *Staph. aureus*) и колимаститов (*E. coli*, *Klebsiella aerogenes*, *Corynebacterium pyogenes*, *B. subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*).

Микрофлора дыхательных путей. Микробы попадают в дыхательные пути с первым вдохом новорожденного. Человек вместе с воздухом вдыхает огромное количество частиц пыли и адсорбированных на них микроорганизмов. В опытах установлено, что количество микробов во вдыхаемом воздухе в 200 – 500 раз больше, чем в выдыхаемом. Большинство их задерживается в полости носа и лишь небольш. часть проникает в бронхи. Слизистая оболочка носа продуцирует муцин и лизоцим, которые оказывают бактерицидное действие.

При ослаблении защитных сил организма в результате охлаждения, истощения, недостаточности витаминов, травм постоянные обитатели дыхательных путей становятся способными вызывать острые катары дыхательных путей, ангины, пневмонии, бронхиты.

В норме альвеолы легких и бронхи свободны от бактерий. Микробы присутствуют в носовых ходах, гортани и начальных отделах трахеи. Наиболее многочисленны в дыхательных путях кокковые формы: стрепто-, диплококки, стафилококки, микрококки; встречаются пастереллы, клебсисиллы, дифтероиды, актиномицеты, микроскопические грибки. Кроме бактериальной микрофлоры в дыхательных путях в течение длительного периода могут сохраняться, не вызывая патологических процессов, многие вирусы, например, аденовирусы.

Микрофлора желудочно-кишечного тракта.

1) *Ротовая полость.* В полости рта благоприятные условия для микроорганизмов. Слюна является важным питательным субстратом для микробов. Она содержит аминокислоты, белки, липиды, углеводы, неорганические вещества. Через несколько часов после рождения ребёнка микробы могут размножаться в ротовой полости, а спустя несколько дней обнаруживаются отдельные виды стрептококков, стафилококков, микрококков, сарцин, *Spirochaeta dentum*, дифтероиды, молочнокислая флора, дрожжеподобные грибки, аспергиллы, актиномицеты и др. Количественный и видовой состав микробов ротовой полости находится в зависимости от диеты и возраста ребёнка. В ротовой полости обитают более 100 видов микроорганизмов. Наиболее постоянным

обитателем полости рта является *Str.salivarius*, особенно его много на поверхности языка. Большинство видов микроорганизмов полости рта - это аэробы и анаэробы. Вовремя прорезывания зубов появляются грамотрицательные анаэробы. В сохранении микробов в полости рта важную роль играют глюкопротеиды слюны, которые обуславливают накопление определённых бактерий на поверхности прорезывающихся зубов.

У животных разнообразие микроорганизмов зависит от вида животных, типа кормов и способов их применения. Например, при кормлении молоком превалируют молочнокислые микробы и микрофлора молока. При кормлении грубыми кормами травоядных животных количество микробов в ротовой полости невелико, при даче им сочных кормов оно возрастает в 10 раз.

2) *Пищевод.* В проксимальной части пищевода встречается микрофлора, характерная для полости рта. В дистальных отделах пищевода обнаруживают актиномицеты, грибки рода *Candida*, кишечные бактерии.

3) *Желудок.* При нормальном функционировании желудка микрофлора в нём почти отсутствует, т.к. бактерицидные свойства в нём резко выражены. Бактерицидными факторами, ограничивающими численность микробов в этом отделе желудочно-кишечного тракта, является кислая pH, действие соляной кислоты и протеолитических ферментов. Из рта в желудок поступают вместе с пищей и могут выдерживать кислую pH среды споровые бактерии типа *B.subtilis*, кислотоустойчивые *Micobacterium bovis*, *M.avium*, молочно-кислые бактерии, некоторые сарцины (*Sarcina ventriculus*), актиномицеты, энтерококки. Степень кислотности желудочного сока не всегда бывает постоянной; она меняется в зависимости от характера пищи и количества употребляемой человеком воды. При понижении кислотности или заболевании желудка в его содержимом находят гнилостных микробов, дрожжей, грибов, плесеней. В некоторых случаях возможно проникновение в желудок, а затем и в кишечник дизентерийных, брюшнотифозных, паратифозных бактерий, холерных вибрионов и др. патогенных микробов.

У свиньи в желудке обитают главным образом молочно-кислые бактерии и кокки, сбраживающие углеводы, актиномицеты дрожжи, спорообразующие аэробы, *Cl.perfringens*. Микрофлора желудка лошади более многочисленней, на дне желудка молочнокислые бактерии и нет гнилостных.

Микрофлора рубца жвачных более богата. Здесь много гнилостными бактериями и возбудителями различных брожений, почвенная и эпифитная микрофлора, целлюлозоразрушающие микробы: *Ruminococcus flavefaciens*, *R.albus*, *Cl.cellobioparum*, *Cl.cellobiolyticum* и др. Эти микроорганизмы переваривают клетчатку с помощью фермента целлюлазы до глюкозы, которая легко усваивается. Пектиновые вещества расщепляют *B.marcescens*, *Amilobacter*, *Granulobacter pectinovorum*. Пропионовокислые бактерии (*Propionipectinovorum*, *Veillonella*, *Butyribacterium*) сбраживают лактаты с образованием пропионовой кислоты, частично масляной и уксусной кислоты, продуцируют витамины группы В. Микробы, заселяющие рубец, расщепляют белки, нитраты, мочевины, синтезируют все витамины, кроме А, Е, D. Число бактерий в 1 мл содержимого рубца от 1 тыс. до 10 млн. м.кл.

4) *Кишечник. Тонкий кишечник.* Количество бактерий в тонком кишечнике значительно меньше, чем в толстом. Причинами этого являются перистальтические движения, наличие иммуноглобулинов класса А (JgA), желчных кислот. В тонком кишечнике обитают *E. coli*, *Bacillus*, *Str.faecalis* устойчивые к желчи энтерококки, клостридии и актиномицеты. У животных ослабляется деятельность целлюлозоразрушающих бактерий.

Толстый кишечник. Этот орган занимает первое место по видовому и количественному составу микроорганизмов. Кишечный тракт новорождённых стерилен в первые часы жизни. В течение первых суток он населяется микрофлорой грудного молока, в дальнейшем устанавливается бактериальная флора, состоящая из молочнокислых

бактерий (бифидобактерии, *Lactobacillus acidophilus*), на 3-5 сутки в кишечнике у грудных детей можно встретить энтерококки и *E.coli*. В составе кишечника взрослых людей 260 видов микроорганизмов. В 1 мл кишечного содержимого насчитывается до 30^{13} микробных тел. Обилие микроорганизмов объясняется наличием в больших объемах переваренной пищи. Треть сухого вещества фекальных масс – микробы. Обитающие в толстом кишечнике микробы на 96-99 % относятся к анаэробным бактериям (бифидобактерии, бактероиды), факультативно анаэробная микрофлора представлена эшерихиям, молочнокислым бактериям (*Lactobacillus*), энтерококкам (1-4%), 0,01 – 0,001 % составляет остаточная микрофлора (*Staphylococcus*, *Clostridium*, *Proteus*, дрожжи (*Candida*)). Также встречаются бактерии рода *Bacillus*, *Actinomyces*, плесневые грибки. В кишечнике обитают энтеровирусы, которые длительное время находятся у здоровых людей в латентном состоянии. При неблагоприятных условиях они в ассоциации с некоторыми видами бактерий обуславливают различные заболевания. В кишечнике человека кроме непатогенных, выявлены патогенные серовары *E.coli*, которые вызывают эшерихиозы. Стойкое нарушение качественного и количественного состава микрофлоры кишечника называется дисбактериозом. Последствия дисбактериоза — хроническая дисфункция желудочно-кишечного тракта, истощение, нарушение обмена веществ и др. Явление дисбактериоза характерно не только для кишечника, но и для других анатомических образований, заселенных микроорганизмами, например, дисбактериоз влагалища. Причиной дисбактериоза могут быть неадекватная антибиотикотерапия, нарушения, приводящие к изменению слизистых оболочек, инвазии, и т.п. Основным принципом коррекции дисбактериозов—применение эу- или пробиотиков (лактобактерии, бифидобактерии и др.).

У здоровых животных наряду с нормальной микрофлорой в ряде случаев обнаруживаются патогенные микроорганизмы – возбудители столбняка, инфекционного аборта кобыл, сибирской язвы, пастерелллёза, сальмонеллёза.

Микрофлора мочеполовой системы.

Верхние отделы мочеполовой системы (почки, мочеточники, мочевого пузыря, матка, яичники, семенники, придаточные половые железы) в норме стерильны. Микроорганизмы обнаруживаются в основном в преддверии и первой трети влагалища, конечных участках уретры. В состав микрофлоры мочеполовой системы входят *E. coli*, *Bacterium vaginale vulgare*, дифтероиды, *Staphylococcus epidermitis*, негемолитические стрептококки, микрококки, молочнокислые бактерии, *Mycobacterium smegmatis*, микроскопические грибки.

Вопросы самоконтроля

1. Микрофлора кожи.
2. Микрофлора дыхательных путей
3. Микрофлора желудочно-кишечного тракта.
4. Микрофлора мочеполовой системы.
5. Микрофлора воды.
6. Микрофлора воздуха
7. Микрофлора почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асонов, Н.Р. Микробиология / Н.Р. Асонов. – М.: Колос, 2011. – 352 с.
2. Гусев, М.В. Микробиология / М.В. Гусев, Л.А. Минаева. – М.: Академия, 2008. – 464 с.
3. Емцев, В.Т., Мишустин, Е.Н. Микробиология / В.Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. – М.: Дрофа, 2005. – 446 с.

Дополнительная

1. Громов, Б.В. Строение бактерий / Б.В. Громов. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1985. – 189 с.
2. Шлегель, Г. Общая микробиология / Г. Шлегель. – М.: Мир, 1987, – 568 с.
3. Котова, И.Б., Нетрусов, А.И. Общая микробиология / И.Б.
4. Основы микробиологии, вирусологии и иммунологии / А.А. Воробьев, [и др.]. – М.: Мастерство; Высшая школа, 2001. – 224 с.

Лекция 6

ЗАБОЛЕВАНИЯ, ПЕРЕДАЮЩИЕСЯ ЧЕРЕЗ ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ. ПИЩЕВЫЕ ИНФЕКЦИИ И ПИЩЕВЫЕ ОТРАВЛЕНИЯ. ТОКСИКОИНФЕКЦИИ И ТОКСИКОЗЫ, МИКОТОКСИКОЗЫ.

6.1 Характеристика заболеваний, передающихся через пищевые продукты.

Заболевания, причиной которых служит пища, инфицированная патогенными или условно патогенными микроорганизмами, называют алиментарными (пищевыми). Пищевые заболевания в зависимости от их специфических особенностей подразделяют на 2 группы: пищевые инфекции и пищевые отравления. Сравнительная характеристика пищевых заболеваний приведена в таблице:

Пищевые инфекции	Пищевые отравления
1. Заразные заболевания 2. Распространяются не только через пищу, но также через воду, воздух, контактно-бытовым путём 3. Большинство возбудителей в пищевых продуктах не размножаются, но длительное время сохраняет жизнеспособность и вирулентность 4. Заражающая доза микробов может быть невелика 5. Инкубационный период довольно продолжительный, характерный для каждого заболевания: от нескольких дней до нескольких недель и более	1. Незаразные заболевания 2. Возникают только при употреблении инфицированной пищи 3. Возбудители интенсивно размножаются в пищевых продуктах и образуют токсины. 4. Заболевание возникает при значительной концентрации микробов в продукте. 5. Инкубационный период короткий: обычно несколько часов.

6.2 Пищевые инфекции.

Как уже было сказано в пищевых продуктах патогенные микробы не размножаются, но сохраняют свою жизнеспособность и вирулентность. Источником заражения продуктов питания являются люди и животные. Пищевые инфекции заразны и могут принимать характер эпидемии. К ним относят

1.1. Кишечные инфекции. Источник – человек; способ заражения – через рот, пути распространения – инфицированные вожжа, пища и посуда.

Холера – особо опасная инфекция. Возбудитель – холерный вибрион (*Vibrio cholerae*), Г-, спор и капсул нет, факультативные анаэробы. На пищевых продуктах возбудитель жизнеспособен до 10-15 сут., в почве – до 2 мес, в воде несколько мес. Инкубационный период от нескольких часов до 2-3 дней. Встречаются тяжёлые формы инфекции с высокой летальностью.

Брюшной тиф и паратифы. Возбудители относятся к роду *Salmonella*. На пищевых продуктах сохраняются длительное время, например на сливочном масле, сыре, сале, на овощах, фруктах – до двух недель. Инкубационный период длится 10-14 дней.

Заболевание характеризуется воспалением и изъязвлением тонкого кишечника, попаданием патогена в кровь и интоксикацией всего организма.

Бактериальная дизентерия. Возбудители относятся к роду *Shigella*, виды Зонне и Флекснер. Особенность шигелл – неподвижность, способность проникать в клетки толстого кишечника и размножаться в них, вызывая язвенное воспаления. Инкубационный период – от 2 до 7 дней. Шигеллы Зонне способны размножаться при повышенной температуре в пищевых продуктах, особенно в молочных (сметана, творог).

1.2. Вирусный гепатит – возбудитель – мелкий, РНК-содержащий вирус. Источник заражения – человек, заражаются через пищевые продукты и воду. Переносчиками могут быть мухи. Инкубационный период – 3-6 недель. Вирус поражает печень, циркулирует в крови. Выделяется с испражнениями.

1.3. Пищевые инфекции, передающиеся человека от животных (зоонозы).

Бруцеллёз – поражает крупный и мелкий рогатый скот, свиней. Бруцеллы – мелкие кокковидные бактерии, неподвижные, Г-, спор нет, аэробы. Бруцеллы характеризуются большой устойчивостью: в масле, брынзе, замороженном мясе, сыре сохраняются несколько месяцев. Люди заражаются употребляя молоко и молочные продукты, а также при контакте с животными и при разделке туш. Инкубационный период – 1 -3 недели и более. Заболевание протекает тяжело, с поражением опорно-двигательного аппарата, печени, селезёнки, нервной и половой систем.

Туберкулёз – возбудитель – микобактерии – это прямые, изогнутые, ветвистые палочки, неподвижны, спор нет, аэробы, устойчивы к кислотам, щелочам и спирту. В воде, замороженном мясе сохраняются до года, в сыре - до 2 мес., в масле – до 3 мес. Наиболее опасны для человека человеческий, бычий и птичий туберкулёз. Инкубационный период от нескольких недель до нескольких лет, заболевание продолжительное.

Сибирская язва – особо опасная инфекция. Возбудитель – *Bacillus anthracis* – крупная неподвижная споровая палочка, клетки располагаются цепочкой, аэроб. Люди заражаются при контакте с больным животным, через инфицированное кожевенное и меховое сырьё. Сибирская форма протекает в 3 формах: кишечной, лёгочной и кожной.

Ящура – острозаразная болезнь крупно рогатого скота, овец, коз, свиней. Возбудитель – мелкий, РНК-содержащий виру. Сохраняется в масле до 25 дней, в мороженном мясе – до 145 дней. Инкубационный период – от 2 до 18 дней. Вирус проникает в кровь, заболевание сопровождается появлением на слизистой оболочке ротовой полости пузырьков, которые затем лопаются и превращаются в болезненные язвы.

6.3. Пищевые отравления.

По природе пищевые отравления могут быть микробной и немикробной природы. Микробные пищевые отравления возникают при размножении микроорганизмов и накоплении токсинов в пищевых продуктах.

Как уже было показано в таблице, пищевые отравления незаразны, характеризуются острым течением и появляются вскоре после употребления зараженной пищи, внешне вполне доброкачественной.

Пищевые отравления микробного происхождения подразделяют на токсикозы (интоксикации) и токсикоинфекции.

6.3.1. Пищевые токсикоинфекции

Пищевые токсикоинфекции – возникают в результате употребления пищевых продуктов, содержащих большое количество живых микробов. Болезнь возникает внезапно, сопровождается рвотой и острой диареей. Позднее появляются признаки поражения центральной нервной системы – головные боли, головокружение, быстрая утомляемость, и т.д. Инкубационный период продолжается несколько часов, редко более суток.

Пищевые токсикоинфекции вызывают бактерии родов *Salmonella*, *Escherichia*, *Proteus*, *Clostridium*, *Bacillus*.

Сальмонеллёзы. Они занимают ведущее место среди пищевых токсикоинфекций. Первое место среди сальмонелл занимает *S.typhimurium* (палочка мышинного тифа). Бактерии рода *Salmonella* – это мелкие грамотрицательные палочки. Клетки имеют длину в среднем от 2 до 3 мкм. Большинство видов подвижны, имеют перитрихальные жгутики, капсул и спор не образуют. Сальмонеллы хорошо растут на обычных питательных средах, они аэробы или факультативные анаэробы. Оптимальные рост наблюдается при температуре 37 °С.

В молочных продуктах эти микробы не только длительно сохраняются (до 3-4 мес), но и размножаются, не изменяя внешнего вида и вкусовых свойств продуктов. В масле сальмонеллы обнаруживают в течении 4 мес при хранении в комнатных условиях и до 10 мес – в условиях холодильника. В толще мясных продуктов, могут сохраняться даже при 3-часовом проваривании. В солёных и копчёных продуктах выдерживают несколько месяцев. В воде, особенно с низким значением рН, сальмонеллы выживают до 2 мес.

Режим пастеризации молока достаточен для инактивации, если первоначальная концентрация их не превышала $3 \cdot 10^{12}$ в 1 см³ молока.

Основными источниками сальмонеллёзной инфекции являются сельскохозяйственные животные, водоплавающая домашняя птица, голуби, грызуны. Заражение пищевых продуктов сальмонеллами может быть различным. Если молоко инфицируется непосредственно от больных животных, то такое заражении называют первичным. Вторичное инфицирование продуктов наступает при неправильной обработке, хранении, транспортировании. Заражение мяса сальмонеллами может происходить при жизни животного (первичное) и после его убоя при разделки туш, транспортировки и хранении (втор.).

Сальмонеллёзная токсикоинфекция у человека проявляется через несколько часов после употребления заражённой пищи. Острота, длител. разная

Эшерихии. Кишечная палочка – нормальный обитатель толстого отдела кишечника человека и животных. В этой естественной для них среде обитания кишечные палочки играют положительную роль (синтезируют необходимые человеку витамины). В то же время среди кишечных палочек встречаются энтеротоксические формы, способные вызывать острые кишечные заболевания у людей и молодняка с/х животных.

Бактерии рода *Escherichia* – палочки с закруглёнными концами, мелкие длиной 1-3 мкм располагаются одиночно, реже попарно. По Грамму красятся отрицательно. Спор и капсул нет. Подвижные. Факультативный анаэроб, оптимальная температура роста 37 °С, рН = 7,0-7,4. Хорошо растёт на обычных питательных средах. В МПБ – интенсивное помутнение среды, незначительный хлопьевидный осадок. На МПА – круглые, с ровными краями гладкой поверхностью колонии, серо-белого цвета.

На дифференциальных средах: Эндо – тёмно-вишнёвого цвета с металл. блеском, на среде Левина колонии тёмно-фиолетовые/чёрные.

Биохимические свойства: кишечная палочка ферментирует с образованием кислоты и газа глюкозу, лактозу, манит, сахарозу и дульцит. Не ферментирует адонит и инозит, образует индол.

Патогенность обусловлена наличием термостабильного эндотоксина, а некоторые штаммы образуют и экзотоксины (энтеротоксигенные формы).

Эндотоксин термостабилен и относится к энтеротропным ядам – вызывает воспалительные процессы в кишечнике, некроз слизистой, диарею.

Эшерихии устойчивы к факторам внешней среды. В почве сохраняют жизнеспособность 8-11 мес, в навозе 11 мес, в воде – 300 дней. Неустойчивы к воздействию высокой температуры: при 60 °С погибают в течении 10 мин., при 100 °С моментально. На них губительно действуют дезинфицирующие вещества.

Пищевые токсикоинфекции, вызываемые эшерихия коли, связаны с употреблением мясных и молочных продуктов и блюд из сырых овощей и фруктов при нарушении санитарно-гигиенических режимов на предприятиях общественного питания и торговли, несоблюдением правил личной гигиены, когда готовая продукция загрязняется через руки обслуживающего персонала, инструменты, тару. В колбасных изделиях, копченостях и другой продукции, употребляемой без дополнительной тепловой обработки, эшерихия коли могут содержаться когда нарушаются режимы термической обработки или происходит микробное загрязнение в процессе хранения.

Протей. Обнаружение протей, как и кишечной палочки, в значительных количествах в пищевых продуктах сигнализирует о санитарном неблагополучии на изготовляющем их предприятии.

Протей – мелкие, грамотрицательные палочки, не образующие спор и капсул. В зависимости от условий жизни эти бактерии способны менять свои формы и размеры. Характерной особенностью протей является его энергичная подвижность. Это свойство лежит в основе метода выявления протей на пищевых продуктах и отделения его от сопутствующих бактерий. Колонии протей распространяются по поверхности агара тонким прозрачным налётом.

Протей факультативный анаэроб, он хорошо развивается как при температуре 25 °С, так и при 37 °С, прекращая размножаться лишь при температуре около 5 °С. Он может сохраниться и в замороженных продуктах.

Пищевые токсикоинфекции, причиной которых являются бактерии из рода протей, возникают при нарушении санитарно-гигиенических режимов обработки и хранения продуктов питания. Чаще всего протей развивается в мясных, рыбных продуктах, особенно измельчённых, овощных гарнирах, салатах. Инкубационный период 4-20 ч.

Бацилла цереус. Bacillus cereus – крупные, спорообразующие палочки, располагающиеся цепочками, капсул не образуют, аэробы. Оптимальная температура их развития 30-32 °С, минимальная – 5-10 °С. Эти бактерии могут расти при 10-15 % концентрации NaCl и концентрации сахара 60%. В продуктах с рН ниже 4,0 они не развиваются. Споры обладают высокой термоустойчивостью и могут сохраняться в продукте не только при обычной тепловой кулинарной обработке, но и при стерилизации консервов. Причиной отравления могут служить продукты животного и растительного происхождения, в которых не наблюдаются органолептические изменения даже при накоплении 10^5 - 10^6 в 1 гр. Инкубационный период от 4 до 16 ч, длительность заболевания 1-2 сут.

Энтерококки (фекальный стрептококк) Входят в состав нормальной микрофлоры кишечника человека и теплокровных животных, обладают антагонистическими свойствами по отношению к возбудителям кишечных инфекций. Находятся они также в почве, в воде, на растениях. *Streptococcus fecalis* - кокки располагаются попарно, реже короткими цепочками. Спор и капсул не образуют, грамположительные. Энтерококки не требовательны к пит. средам, но лучше растут в присутствии углеводов и факторов роста. *St.fecalis* – факультативный анаэроб, растёт при содержании в среде 6,5% NaCl. Температур. границы его роста от 10 до 45°C. Нагревание до 60-65 °С он выдерживает в теч. 30 мин, при 80-85 °С погибает. Отравления могут быть вызваны различными продуктами. Обнаружение энтерококков служит одним из критериев фекального загрязнения воды и пищевых продуктов.

Клостридий перфрингенс. Clostridium perfringens. Известно шесть типов *Cl.perfringens*: A, B, C, D, E, F, каждый из которых вызывает заболевание у человека и животных. Различают типы по составу образуемых ими токсинов. Основная роль в возникновении пищевых токсикоинфекций у человека принадлежит типу A. Характеризуются они поносом и болью в животе, иногда тошнотой и лишь у немногих

пострадавших — рвотой и повышением температуры тела. Инкубационный период колеблется от 5—6 ч до одних суток. Заболевание длится обычно около суток. *Cl.perfringens* довольно толстые палочки длиной 4-8 мкм, образуют споры, неподвижны, грамположительные. В организме животных и людей образует капсулу. *Cl.perfringens* относится к анаэробным микроорганизмам. Споры выдерживают кипячение в течении 30 - 60 минут, а споры термоустойчивых штаммов до 2-6 часов. Из продуктов животного происхождения наибольшую обсеменённость имеют мясо и мясопродукты, а из растительных — мука и крупа.

6.3.2.Пищевые токсикозы

Пищевыми токсикозами называют пищевые отравления, связанные с употреблением в пищу продуктов, в которых накопился экзотоксин в результате жизнедеятельности токсинообразующих микроорганизмов. Присутствие живых микробов не обязательно.

После употребления человеком продуктов, содержащих экзотоксин, последний всасывается в через желудочно-кишечный тракт в кровь и разносится по всему организму. При этом поражаются в первую очередь сердечно-сосудистая и нервная системы. Появляются головные боли, головокружение, нарушаются зрение, функции сердечно-сосудистой системы и др. Позже появляются признаки нарушения функций желудочно-кишечного тракта — рвота, диарея, боль в области желудка.

Инкубационный период при токсикозах короче, чем при пищевых токсикоинфекциях и составляет несколько часов.

Стафилококки. Различают несколько видов стафилококков: *Staphylococcus aureus* — золотистый, *S.epidermidis* — кожный, *S.saprophyticus* — сапрофитный. Пищевые отравления вызываются в основном золотистым стафилококком. Они представляют собой круглые клетки, располагаются в виде скоплений, напоминающих гроздь винограда. Неподвижны, спор и капсул нет, грамположительны. Стафилококки — грамположительные анаэробы. Оптимум при температуре 30-37 °С. Могут развиваться в пищевых продуктах при концентрации NaCl 10-15 % и высоком содержании сахара — до 50 %.

Наиболее частой причиной пищевых интоксикаций считается энтеротоксин А, устойчивый к нагреванию (2-часовое кипячение). Основным источником заражения пищевых продуктов — люди, страдающие гнойничковыми заболеваниями кожи, иногда стафилококк попадает в пищу от больных животных, например, в молоко от коров с маститом. Причина отравления — различные продукты (мясные, молочные), внешне не имеют признаков порчи. Инкубационный период от 30 мин. до 6 ч. Типичные симптомы — рвота, боли в области живота, сердечная слабость. Профилактика: отстранение от работы с пищевыми продуктами людей с гнойничковыми поражениями кожи, заболеваниями носоглотки и верхних дыхательных путей, создание условий, исключающих размножение стафилококков и накопление образуемых ими токсинов.

Возбудитель ботулизма. Ботулизм — это пищевое отравление, относящееся к числу самых тяжёлых заболеваний, связанных с употреблением пищи, инфицированной бактериями и содержащими нейротоксин. Ботулизм при запоздалом распознавании и лечении часто заканчивается смертельным исходом.

Возбудитель ботулизма — *Clostridium botulinum* относится к роду клостридий. В настоящее время известно 7 сероваров возбудителя: А, В, С, D, Е различающихся по антигенной структуре, образуемым токсинам и др.

Клостридии представляют собой крупные палочки длиной 3,4-8,6 мкм. Возбудитель подвижен, перитрих, грамположительны, капсул не образует. Споры располагаются в клетке субтермально. Палочка со спорой по виду напоминает теннисную ракетку. Строгий анаэроб, оптимальная температура 30-37 °С. Условия, благоприятные для размножения возбудителя ботулизма и накопления токсина, создаются в герметичных закрытых банках, в глубинных участках твёрдых пищевых продуктов. Возбудитель ботулизма образует два основных типа токсинов: гемолизин и нейротоксин. Споры

возбудителя устойчивы к воздействию внешней среды. Они сохраняют свою жизнеспособность при таких условиях, когда погибают все другие живые организмы. Споры выдерживают кипячение до 6 ч, сохраняют жизнеспособность в спирте в течении 2 мес, противостоят действию кислот и формалина. Высокоустойчивы к замораживанию.

Возбудитель ботулизма широко распространён в природе и часто обнаруживается в почве, силосе, на корнеплодах, где длительно сохраняются в виде спор. Отсюда возможно попадание микробов в сырьё для приготовления различных консервов. Споры возбудителя, попадающие в консервы с частицами почвы, при недостаточной термической обработке в условиях герметизации прорастают и выделяют токсин.

Человек заражается при употреблении пищи, содержащей токсин и живых микробов, с размножением которых количество токсина увеличивается. Инкубационный период 12-24 ч. Основные признаки: расстройство зрения, речи, параличи, дыхательная недостаточность. Смертность высокая.

6.3.3. Микотоксикозы – это пищевые отравления, вызываемые микроскопическими грибами, поражающими зерновые культуры на корню или при неблагоприятных условиях их хранения. В настоящее время микотоксикозы регистрируются крайне редко. К микотоксикозам относится – *эрготизм* – отравление спорыньей. Поражаются главным образом колосья ржи, пшеницы, ячменя. Спорынья имеет вид изогнутых рожков темно-фиолетового цвета длиной 1-3 см, толщиной около 4 мм. Токсические свойства спорыньи зависят от наличия в ней ряда ядовитых веществ, в том числе алкалоидов (эрготин, корнугин). Продолжительное употребление хлеба, выпеченного из муки, содержащей спорынью, вызывает хроническое отравление: бессонницу, боли в животе, головокружение, иногда рвоту и потерю аппетита. *Фузариотоксикозы* возникают в результате употребления в пищу продуктов из перезимовавших в поле злаков (рожь, пшеница, просо) и зараженных грибами рода *Fusarium*. Внешними признаками отравления являются поражение миндалин, мягкого неба и задней стенки глотки с развитием некротических процессов, кровоизлияние на коже, мелкие серозно-кровоянистые пузырьки на участках кожи и на слизистой оболочке рта. *Афлотоксикозы* - отравления, вызываемые афлотоксинами, представляющими собой токсические вещества, которые образуются микроскопическими грибами рода *Penicillium* и *Aspergillus*. Они обладают канцерогенными свойствами и впервые были выделены из арахиса, а затем обнаружены в пшенице, кукурузе, рисе, гречихе и в других злаках, особенно находящихся в состоянии увлажнения, самосогревания и плесневения. Иногда афлотоксины находили в овощах, копченой и сушеной рыбе. В концентрациях, опасных для здоровья, они вызывают тяжелые поражения печени, вплоть до некроза. Основной мерой профилактики является создание правильных условий хранения продуктов.

Вопросы для самоконтроля

1. Характеристика заболеваний, передающихся через пищевые продукты
2. Характеристика возбудителей пищевых инфекций.
3. Характеристика пищевых отравлений.
4. Характеристика возбудителей токсикоинфекций.
5. Характеристика возбудителей токсикозов.
6. Характеристика возбудителей микотоксикозов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Госманов, Р. Г.** Микробиология. / Р. Г. Госманов, А. К. Галиуллин, А. Х. Волков, А. И. Ибрагимова – М.: Лань, 2011. – 496 с. ISBN 978-5-8114-1180-1 (доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС издательства «Лань»; ссылка доступа – https://e.lanbook.com/book/91076#book_name)

2. **Госманов, Р. Г.** Микробиология и иммунология. / Р. Г. Госманов, А. И. Ибрагимова, А.К. Галиуллин – М.: Лань, 2013. – 240 с. ISBN 978-5-8114-1440-6 (доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС издательства «Лань»; ссылка доступа – <https://e.lanbook.com/reader/book/12976/#authors>)

3. **Колычев, Н.М.** Ветеринарная микробиология и микология./ Н.М. Колычев, Р.Г. Госманов – М.: Лань, 2014. – 624 с. ISBN 978-5-8114-1540-3 (доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС издательства «Лань»; ссылка доступа – <https://e.lanbook.com/book/39147#authors>)
3. **Асонов, Н.Р.** Микробиология / Н.Р. Асонов. – М.: Колос, 2011. – 352 с.
4. **Гусев, М.В.** Микробиология / М.В. Гусев, Л.А. Минаева. – М.: Академия, 2008. – 464 с.
5. **Емцев, В.Т.** Микробиология / В.Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. – М.: Дрофа, 2005. – 446 с.

Дополнительная

1. **Котова, И.Б., Нетрусов, А.И.** Общая микробиология / И.Б. Котова
2. **Найдёнова, Э.Г.** Пищевая микробиология. Методические указания к выполнению СРС для направления 260100 «Технология продуктов питания» магистерской программы./ Э.Г. Найдёнова. – Улан-Удэ: изд-во ВСГТУ, 2006. – 34 с.
3. **Шлегель, Г.** Общая микробиология / Г. Шлегель. – М.: Мир, 1987, – 568 с.

Лекция № 7
**МИКРОБИОЛОГИЯ МЯСА И СУБПРОДУКТОВ. МИКРОБИОЛОГИЯ МЯСНЫХ
КОНСЕРВОВ, ЯИЦ И ЯЙЦЕПРОДУКТОВ**

7.1. Микрофлора мяса.

Мясо – является хорошей питательным субстратом для многих микроорганизмов.

Мясо здоровых животных стерильно. Содержит микроорганизмы мясо больных животных, животных претерпевших перед убоем голодание, переутомление или по другим причинам, вызвавшим ослабление сопротивляемости организма, из-за чего бактерии проникают из кишечника в мускулы. Всё это относится к прижизненному эндогенному инфицированию (обсеменению, пути загрязнения). К экзогенному обсеменению относится инфицирование мяса извне после убоя: при первичной обработки и разделки туш (особенно, если повреждается кишечник), с инструментов, рук и одежды рабочих.

На 1 см² поверхности насчитывают от 10³ до 10⁶ и более клеток. Состав микрофлоры разнообразен. Преимущественно это аэробные и факультативно-анаэробные бесспоровые грамотрицательные палочковидные бактерии родов *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Aeromonas*, бактерии группы кишечных палочек и протей, коринеформные бактерии, молочно-кислые, дрожжи, споры плесеней. Мясо может быть инфицировано токсигенными бактериями, например *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, энтерококками, сальмонеллами. (Сальмонеллы нередко вызывают кишечные заболевания и рогатого скота, после чего животные длительное время являются бациллоносителями. Проникновение сальмонелл в мышцы возможно при жизни животного и мясо может стать причиной отравлений).

Размножаясь на поверхности мяса микроорганизмы постепенно проникают в его толщу. Это свидетельствует о снижении его качества. Признаки порчи продукта проявляются при накоплении в нём бактерий в количестве 10⁷ до 10⁸ в 1 г или 1 см².

Мясные полуфабрикаты (мелкокусковые и фарш) портятся быстрее. Они содержат больше микроорганизмов, т.к. инфицируются в процессе изготовления извне (с оборудования, инвентаря, из воздуха). В связи с увеличением поверхности и влажности фарш – среда более благоприятная.

Микрофлора мяса птицы зависит от условий выработки и метода охлаждения. Полупотрошённые туши птицы более обсеменены микробами, чем потрошённые. Повреждение кожи вовремя снятия оперения способствует инфицированию мышц микробами. Микрофлора тушки птицы, сохраняемой при t 1-2 °С, ко времени появления признаков порчи (посторонний запах) состоит преимущественно из аэробных бактерий родов *Pseudomonas* (до 70– 75%), *Acinetobacter*, *Moraxella*. Встречаются факульт.-анаэробные бактерии: *Aeromonas*, *Enterobacter*, *E.coli*, протей, часто обнаруживают сальмонелл.

Бактериоскопическое исследование мяса позволяет быстро установить степень его свежести. Метод будет рассматриваться на практическом занятии

7.2. Виды порчи мяса:

1. Гниение. Мясо становится серым, теряет упругость, ослизняется, размягчается, появляется сначала кислый, а затем гнилостный запах.
2. Ослизнение. Наблюдается при хранении мяса в условиях относительной влажности свыше 90 %. Вызывается бактериями рода *Pseudomonas* и микрококки. На поверхности мяса образуется липкий слой слизи мутно-серого цвета.
3. Закисание. Появляется неприятный кислый запах, серая и зеленовато-серая окраска, размягчение. Вызывают *Clostridium putrefaciens*, молочно-кислые бактерии, дрожжи. Возникает вследствие плохого обескровливания животных при убое, когда мясо долго не охлаждают.

4. Пигментация. Появляются красные пятна. Связано с развитием «чудесной палочки» (*Serratia marcescens*) и дрожжей *Rhodotorula*.
5. Плесневение. Обусловлено ростом на поверхности мяса плесеней: *Mucor*, *Rhizopus* (белый или серый пушистый налёт), *Penicillium* (зелёный), *Aspergillus* (жёлтый), *Cladosporium* (чёрный). *Cladosporium* может врастать в толщу мяса. Плесневение происходит при повышенной влажности воздуха в камере хранения.
6. Свечение.

7.3 Микрофлора охлаждённого и мороженого мяса

Для предотвращения размножения микроорганизмов мясо быстро охлаждают. Порча охлаждённого мяса проявляется по-разному в зависимости от условий хранения.

При температуре 5 °С и выше развиваются гнилостные процессы, вызываемые аэробными и анаэробными мезофильными микроорганизмами. В начальных стадиях процесса участвуют преимущественно кокки, затем их вытесняют палочковидные бактерии. Из аэробов наиболее активны бактерии рода *Pseudomonas*, *Bacillus subtilis*, *Alcaligenes faecalis*; из факультативно-анаэробных – протей; из анаэробных – *Clostridium sporogenes*, *Cl. putrificum*.

Порча мяса наступает в течении нескольких суток. Могут развиваться условно-патогенные и патогенные микроорганизмы.

При хранении мяса при температуре ниже 5 °С мезофильные микроорганизмы перестают размножаться и развиваются психрофильные микроорганизмы. Первое место (до 80 %) всей микрофлоры занимают бактерии рода *Pseudomonas*. Псевдомонады способны подавлять развитие многих бактерий. Значительно в меньшей степени принимают участие в порчи холодоустойчивые виды родов *Flavobacterium*, *Micricoccus*, *Acinetobacter*.

В микрофлоре мороженого мяса преобладают микрококки. Обнаруживаются бактерии группы кишечных палочек, протей; могут выжить и патогенные бактерии, например сальмонеллы. При температуре -12 °С мороженное мясо может храниться месяцами без микробной порчи. На мороженом мясе, которое хранится при температуре не выше -12, -10 °С, способны расти некоторые плесени (*Cladosporium*), а также дрожжи *Candida*.

7.4 Хранение мяса

Оптимальные условия хранения: $t = 0 - -1$ °С и относительная влажность 85 – 90 % - не более 10-15 суток. При более низкой температуре срок хранения удлиняется (до 155 суток при $t = -4 - -5$ °С). Для удлинения срока хранения 1) Повышают содержание в атмосфере углекислого газа (до 10 – 15 %). 2) Применяют периодическое озонирование камер хранения. 3) Увеличивается срок хранения охлаждённого мяса в атмосфере азота. 4) Применяют ультрафиолетовое облучение. 5) Радуризация охлаждённого мяса – обработка его умеренными дозами γ -излучения. При этом погибают радиочувствительные бактерии родов *Flavobacterium*, псевдомонады, протей. В остаточной микрофлоре охлаждённого мяса преобладают микрококки и дрожжи. 6) Используют для обработки поверхности охлаждённого мяса смесей органических кислот (лимонной, сорбиновой, пропионовой, уксусной) и бактерицидных составов из эфирных масел пряностей. 7) Замораживание (см. выше). 8) Сушка – но на сушёном мясе всегда есть какое-то количество микроорганизмов: это микрококки, споры бактерий и плесеней, которые с повышением влажности начинают развиваться. 9) Разрабатываются приёмы хранения мяса в анаэробных условиях: в вакуумной упаковке, в газонепроницаемой плёнке. Но, хотя срок хранения увеличивается, мясо подвергается порчи факультативно-анаэробными психрофильными бактериями, в частности палочковидными молочнокислыми бактериями рода *Lactobacillus* и бактериями рода *Aeromonas*. Угнетение развития аэробных микроорганизмов объясняется не только ограничением доступа кислорода, но и накоплением CO_2 .

7.5 Нормативы по микробиологическим показателям мяса и мясных полуфабрикатов.

Допустимые уровни в мясе и продуктах из мяса микробиологических показателей - КМАФАнМ, КОЕ/г и масса продукта (г), в которой не допускается БГКП и патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы, даны в издании Госсистемы санитарно-эпидемиологического нормирования РФ и федеральных санитарных правилах, нормах и гигиенических нормативах «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов», М. 1997. СанПин 2.3.2.560-96.

Вид продукта	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта, г, в кот не допускаются БГКП
Мясо свежее парное в отрубях	$1 \cdot 10$	1
Мясо свежее охлаждённое в отрубях	$1 \cdot 10^3$	0,1
Мясо замороженное в отрубях	$1 \cdot 10^4$	0,01
Полуфабрикаты натуральные	$5 \cdot 10^5$	0,001
Полуфабрикаты рублёные (фарш)	$5 \cdot 10^6$	0,0001

7.6 Микрофлора колбас (источники инфицирования, микрофлора колбасного фарша, остаточная микрофлора, микрофлора при созревании копчёных колбас).

При изготовлении колбас содержание микробов в них мясе по сравнению с из первоначальным количеством увеличивается. Уже при первичной обработки мяса (во время обвалки и жиловки) возрастает численность микрофлоры мяса в результате обсеменения его микробами с рук рабочих, инструментов, оборудования и из воздуха. Увеличивается количество микроорганизмов при измельчении мяса (в среднем в 10 раз); а также за счёт микрофлоры используемых вспомогательных материалов и специй.

В микрофлоре колбасного фарша обычно содержится 10^5 - 10^7 бактерий в 1 г; большинство их – грамотрицательные бесспоровые палочки, в меньших количествах обнаруживаются микрококки, спорообразующие бактерии, БГКП, протей. После набивки фарша в оболочке варёные и полукопчёные колбасы обжаривают и затем варят.

При обжарке температура внутри батона не превышает 40-45 °С, поэтому число микроорганизмов снижается только на поверхности батона. Во время варки колбас (до достижения в толще батона температуры 70-72 °С) содержание микроорганизмов в них уменьшается на 90-99 %. Сохраняются обычно спороносные палочки и наиболее устойчивые микрококки; могут сохраниться и токсинообраз. бактерии.

Остаточной микрофлоры тем больше, чем больше содержалось в колбасном фарше до тепловой обработки. В колбасах с высоким содержанием жира выживают больше бактерий, т.к. жир создаёт защитную зону вокруг клеток. После варки колбасы быстро охлаждают во избежание размножения в них остаточной микрофлоры. Полукопчёные колбасы подвергаются после варки копчению. В процессе копчения колбас число бактерий в них снижается. При хранении колбас происходит вторичное инфицирование поверхности и постепенно увеличивается число бактерий. Численность микрофлоры возрастает с повышением температуры хранения и влажности.

При изготовлении копчёных колбас подготовленный фарш набивают в оболочки, после чего он созревает. Для этого батоны в течении нескольких суток выдерживают при низких положительных температурах, после чего длительно коптят и сушат.

В процессе созревания фарша участвуют устойчивые к соли и низкой влажности среды микроорганизмы. Это микрококки и молочно-кислые бактерии. Количество их к

концу созревания достигает миллионов в 1 г. Молочно-кислые бактерии снижают pH среды и выделяют антимикробные вещества, тем самым предотвращая развитие гнилостных бактерий и бактерий исходной флоры фарша (псевдомонад, БГКП). (Разработана технология получения копчёных колбас с использованием чистых культур молочно-кислых бактерий *Lactobacillus plantarum*)

7.7 Виды порчи колбас.

Виды порчи колбас изделий сходны с порчей мяса. Это прокисание, ослизнение, гниение, плесневение, прогорклость, пигментация, гниение.

1. Прокисание варёных и ливерных колбас вызывается микроорганизмами, разлагающими углеводы (микро- и стрептококки, лактобациллы, БКГП), а также *Clostridium perfringens*. К прокисанию приводят хранение колбас при повышенных температурах и недостаточное охлаждение готовой продукции.

2. Ослизнение оболочек проявляется в виде серовато-белого налёта и затхлого запаха. Обусловлено ростом микрококков, стрептококков, дрожжей, неспороносных палочковидных Г- пихрофильных бактерий.

3. Плесневение вызывается развитием различных видов микроскопических грибов родов *Mucor*), *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*. Плесени развиваются на оболочке колбас, но при неплотной набивке могут находиться внутри батона. Плесневеют преимущественно полукопчёные и копчёные колбасы. Плесневение появляется во время хранения при повышенной влажности воздуха.

4. Пигментация – появление на оболочках варёных и полукопчёных колбас налётов различной окраски вследствие развития пигментных бактерий. Так, налёт серого цвета образуют кокковые формы бактерий, дрожжи и плесени, чёрные пятна в сырокопчёной колбасе – плесени *Aspergillus niger*, *Cladosporium*. (белый налёт образует выкристаллизация соли)

5. Прогорклость колбас обусловлена разложением жира бактериями. Колбасы приобретают прогорклый вкус, неприятный запах, жир желтеет.

6. Гниение – сложный процесс, в котором участвуют многие виды микроорганизмов: кокковые формы, протеолитические бактерии – сенная палочка, псевдомонады. Оно сопровождается появлением неприятного запаха.

Ливерные колбасы, зельцы-продукты особо скоропортящиеся, т.к. в них больше микроорганизмов, они имеют высокую влажность и их готовят из сырья, обычно сильно обсеменённое микроорганизмами.

7.8 Микрофлора консервов.

Производство консервов основано на принципе герметизации и термической обработке продукта. Подготовленные продукты закладывают в жестяные или стеклянные банки, которые герметически укупоривают (с удалением воздуха) и стерилизуют или пастеризуют.

Основное сырьё (мясо, рыба, овощи) и вспомогательное (соль, сахар, пряности) всегда обсеменены различными микроорганизмами. Среди них немало бактерий – возбудителей порчи, обладающих термоустойчивыми спорами. Возможно наличие и токсинообразующих микроорганизмов. При подготовке продуктов к стерилизации некоторые технологические операции (очистка, мойка, бланширование, обжаривание) – ↓ обсеменённость продукта м/о, другие же (расфасовка, панировка, укладка в тару) – увеличивают её.

Для каждого вида консервов устанавливают определённый режим стерилизации. В кислой среде стерилизация достигается быстрее. Консервы с невысокой кислотностью, имеющие pH более 4,2-4,4 (мясные, рыбные, многие овощн.), которые могут подвергаться порче под воздействием спорообразующих термоустойчивых бактерий и в которых способны развиваться в период хранения возбудители пищевых отравлений,

стерилизуют при температуре от 112 до 120 °С (иногда 125-130 °С) от 25 до 50 мин (в зав. от вида продукта)

Консервы с высокой кислотностью, имеющие рН ниже 4,0-4,2 (некоторые овощные, плодово-ягодные), пастеризуют при температуре 75-100 °С, что обеспечивает гибель основных возбудителей порчи этих продуктов – бесспорных бактерий, дрожжей, плесеней.

После тепловой обработки консервы быстро охлаждают.

В стерильных консервах не допускается посторонний запах. При микроскопировании мазков из продуктов допустимо присутствие лишь единичных клеток микроорганизмов.

При стерилизации в консервах могут сохраняться единичные жизнеспособные микроорганизмы, преимущественно споровые бактерии.

В остаточной микрофлоре многих видов консервов обнаруживаются кислото- и газообразующие мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные бактерии рода *Bacillus* (*B.subtilis*, *B.pumilis*, *B.megaterium*, *B.cereus*), кислотообразующие термофильные спороносные аэробы – *Bacillus stearothermophilus*, *B.aerothermophilus*, мезофильные гнилостные анаэробные бактерии *Clostridium sporogenes*, *Cl.putrificum*, а также масляно-кислые бакт.

Bacillus cereus, обнаруженная в остаточной микрофлоре, переставляет потенциальную опасность. В случае обильного размножения этих бактерий продукт может послужить причиной отравления. В 1 г консервируемого продукта (до стерилизации) допускается не более 100 клеток *B.cereus*.

В остат. микрофлоре консервов с высокой кислотностью, подвергающ. тепловой обработке при невысоких темпер-ах, могут сохраняться некоторые бесспорные бактерии (моочно-кислые, кокковые формы), споры плесеней.

Особенно большую опасность представляет *Clostridium botulinum* – возбудитель тяжёлого отравления, которые может попадать в продукт и сохраняться при стерилизации. При его развитии может не быть внешних признаков порчи консервов, но токсин содержится в продукте.

Порча консервов чаще всего связана с недостаточной степенью их стерилизации или нарушением герметичности. Наиболее распространёнными видами порчи являются бомбаж и плоско-кислая порча.

Бомбаж или хлопуши возникают вследствие развития оставшихся после стерилизации бактерий, образующих в процессе метаболизма газы (CO₂, H₂, H₂S, NH₃). В банках постепенно повышается давление, и их доньшки вспучиваются. Возбудителей бомбажа консервов с низкой и средней кислотностью (рН более 4,2-4,4) чаще всего являются облигатно-анаэробная сахаролитическая, термофильная спорообразующая бактерия *Clostridium thermosaccharolyticum*. Вызывают бомбаж мезофильные анаэробные спороносные гнилостные бактерии – *Clostridium sporogenes*, *Cl.perfringens*, а также (реже) масляно-кислые бактерии. Помимо газов, многие из этих бактерий образуют кислоты, летучие органические соединен. Содержимое пенится, появляется гнилостный или кисло-сырный запах. Бомбаж некоторых овощных и фруктовых консервов, помимо указанных бактерий, вызывают кислотоустойчивые мезофильные бактерии, вызывают кислотоустойчивые мезофильные бактерии *Bacillus polymyxa* и *B.macerans*. Продукт приобретает кислый запах, нередко ослизняется. Возбудителями бомбажа и скисания томатопродуктов и плодово-ягодных консервов нередко являются гетероферментативные молочно-кислые бактерии, а иногда и дрожжи. Продукт пенится, ослизняется.

Плоско-кислая порча – это закисание продукта без внешних изменений тары; порчу можно обнаружить лишь после вскрытия консервов. Консервы всех видов могут быть поражены такой порчей, но чаще воощные и мясо-растительные. Прокисший продукт нередко разжижается. Возбудителями этой порчи являются кислотообразующие (преимущественно молочную и уксусную кислоты), термофильные, аэробные бактерии

Bacillus aerothermophilus и *B.stearothermophilus*. Плоско-кислую порчу консервов вызывают также факультативно-анаэробная, кислото- и термоустойчивая бактерия *Bacillus coagulans*.

Пастеризованные консервы, особенно укупоренные без удаления воздуха (повидло, джем, варенье, компоты, соки), могут поражаться плесенью, осмофильными дрожжами, молочно-кислыми бактериями. Продукт приобретает затхлый привкус, в нём накапливаясь спирт, к-ты, CO₂.

При нарушении герметичности банок микробиальная консервов может иметь различный характер в результате вторичного инфицирования извне пастеризованного продукта.

7.9 Микрофлора яиц (способы проникновения микроорганизмов, происхождение, бактериальная флора поверхности яиц, возбудители порчи).

Яйца являются хорошим питательным субстратом для микроорганизмов. Однако содержимое яйца защищено от их проникновения скорлупой и подскорлуповыми оболочками. Свежеснесённое здоровой птицы не содержит микробов. Стерильность яйца может некоторое время сохраняться, т.к. оно обладает иммунитетом.

При хранении яйцо стареет и тем быстрее, чем выше температура хранения. При снижении иммунитета создаются условия для проникновения и размножения в нём микроорганизмов. Одни микробы механически проникают через поры скорлупы, другие, особенно плесени, прорастают через скорлупу. Увлажнение её благоприятствует прорастанию спор плесени. Гифы гриба, пронизывая скорлупу и подскорлупную оболочку, способствует проникновению бактерий.

Микрофлора яиц бывает эндогенного (прижизненного) происхождения (у больных туберкулёзом, сальмонеллёзом), и экзогенного (после кладки) происхождения – загрязнения скорлупы извне.

На 1 кв.см. поверхности незагрязнённых яиц находится десятки и сотни бактерий, на загрязнённой скорлупе – сотни тысяч и даже миллионы клеток.

Бактериальная флора поверхности яиц разнообразна, в ней имеются бактерии кишечника птиц, из воздуха и почвы. Это преимущественно БГКП, протей, споровые бактерии (*Bacillus subtilis*), различные виды *Pseudomonas*, микрококки, споры плесеней. Могут встречаться и патогенные микроорганизмы (сальмонеллы, стафилококки).

Попавшие в яйцо микроорганизмы развиваются около места проникновения; образующиеся скопления их заметны при визуальном просвечивании (овоскопии) в виде пятен.

Скорость порчи яиц зависит от температуры хранения, относительной влажности воздуха, состояния скорлупы, состава микрофлоры.

Среди бактерий наиболее частыми возбудителями порчи являются *Pseudomonas fluorescens*, *Proteus vulgaris*, *Micrococcus roseus*, *Bacillus subtilis*, *Clostridium putrificum*, *Cl.sporogenes*. В условиях холодильного хранения развиваются преимущественно бактерии рода *Pseudomonas*. Из грибов порчу яиц чаще других вызывают *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, а также дрожжи *Torulosis vicola*.

В яйцах водоплавающей птицы (утиные, гусиные) часто обнаруживаются сальмонеллы, реализация этих яйца на предприятиях общественного питания и в торговле запрещена. Яйца кур, больных туберкулёзом, используют для производства кондитерских изделий, которые подвергаются тепловой обработки при высокой температуре.

7.10 Хранение яиц.

На длительное хранение закладывают охлаждённые, свежие, чистые яйца. Хранят при температуре от -1 до -2 °С и относительной влажности 85 – 88 %. При резких колебаниях температуры скорлупа увлажняется («отпотевает»), что способствует развитию микроорганизмов.

Для предохранения от проникновения микробов и предотвращения потерь влаги и углекислого газа, а следовательно, для удлинения срока хранения яйца 1) взамен

применяемого ранее известкования (для закупорки пор) покрывают тонкими плёнками; 2) обрабатывают минеральным маслом путём кратковременного погружения в него; 3) обрабатывают водорастворимыми плёнкообразующими веществами (поливиниловый спирт, метилцеллюлоза), после чего подсушивают на воздухе; 4) разработан способ создания на скорлупе влаго- и газозащитной плёнки из парафина и петролятума с последующей обработкой озоном; 5) рекомендуется дополнительно к холоду хранение яиц в модифицированной газовой среде – с повышенным содержанием углекислого газа и азота; 6) обработка высокочастотным электромагнитным полем; 7) озонирование яиц с последующей упаковкой их в герметичную тару.

7.11 Яичные продукты.

7.12 Меланж – это смесь белка и желтка. Содержит значительное количество разнообразных микроорганизмов. При изготовлении в неё могут попасть патогенные и условно-патогенные микроорганизмы. В процессе замораживания и последующего хранения микроорганизмы в меланже частично отмирают, но всё же может сохраниться достаточное их количество. Для снижения микробной обсеменённости яичную смесь перед замораживанием кратковременно (1-3 мин) пастеризуют при невысоких температурах (около 60 °С), которые не изменяют физическое состояние меланжа. В результате пастеризации обсеменённость яичной смеси снижается на 95 – 99 %. Для повышения эффекта пастеризации рекомендуется добавление в яичную смесь до нагревания перекиси водорода (до 1 %) или веществ, повышающих pH смеси до 10 – 11,

7.13. Яичный порошок - гранулированная яичная сухая масса, изготавливается высушиванием, при этом погибают не все микроорганизмы. В нём обнаруживают до нескольких десятков и даже сотен тысяч микробов в 1 г; преимущественно это спорообразующие и кокковые формы бактерий. При надлежащих условиях хранения (температура, относительная влажность воздуха, вид тары) микроорганизмы в порошке развиваться не могут, т. к. он имеет низкую влажность (3 – 8 %), но многие длительно сохраняются жизнеспособными. Среди них бывают и сальмонеллы они сохраняются в яичном порошке до 4 – 9 месяцев.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные стадии развития микроорганизмов в молоке.
2. Назовите пороки молока.
3. Какие способы хранения молока вы знаете?.
4. Микрофлора мяса и факторы, увеличивающие сроки хранения свежего мяса.
5. Отличие микрофлоры мяса птицы от микрофлоры мяса сельскохозяйственных животных.
6. Оценку микробной обсеменённости мяса по мазку-отпечатку?
7. Характеристика микрофлоры охлажденного мяса.
8. Влияние замораживания и размораживания на различные группы микро-организмов в мясе.
9. Факторы, оказывающие угнетающее влияние на развитие микрофлоры при консервировании мяса посолом. Как проявляется действие соли на различные группы микроорганизмов? Охарактеризуйте количественный и качественный состав микрофлоры тузлука и солонины.
10. Микрофлора консервов.
11. Микрофлора яиц
12. Микрофлора яичных продуктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. **Ассонов, Н.Р.** Микробиология / Н.Р. Ассонов. – М.: Колос, 2011. – 352 с.
3. **Мудрецова-Висс, К.А.** Микробиология, санитария и гигиена / К.А. Мудрецова-Висс, В. П. Дедюхина. – М.: Высшее образование, 2008. – 400 с.

Дополнительная литература

1. **Шлегель, Г.** Общая микробиология / Г. Шлегель. – М.: Мир, 1987, – 568 с.
2. Основы микробиологии, вирусологии и иммунологии / А.А. Воробьёв, [и др.]. – М.: Мастерство; Высшая школа, 2001. – 224 с.

МИКРОБИОЛОГИЯ МОЛОКА. МИКРОБИОЛОГИЯ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ. МИКРОБИОЛОГИЯ КРУПЫ, МУКИ, МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ И ХЛЕБА**8.1 Источники микробного обсеменения молока и микрофлора сырого молока**

Молоко – хорошая питательная среда для микроорганизмов, попадающего в него из различных источников. В сыром молоке обнаруживается некоторое количество бактерий. Молоко может быть инфицировано микробами, находящимися на поверхности вымени, попадающими из соскового канала, с рук доильщиков, доильной аппаратуры и посуды, из воздуха. (Вымя ковы – основной источник микробного обсеменения молока. Серьёзным источником обсеменения молока является кожа и волосяной покров животного. Эта микрофлора в основном представлена маслянокислыми бактериями и БГКП. Подстилка может способствовать дополнительному обсеменению молока маслянокислыми и гнилостными бактериями). Общее количество бактерий колеблется от $4,6 \cdot 10^4$ до $1,2 \cdot 10^4$ в 1 см³. Микрофлора свежего сырого молока представлена многочисленными группами: стрептококки, молочнокислые бактерии (*Lactobacterium bulgaricum*, *Bacterium acidophilum*), масляно-кислые бактерии, психрофильные микробы, характеризующие качество мойки, к которым относятся представители родов *Psuedomonas*, *Alcaligenes*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*. При несоблюдении санитарно-гигиенических правил при получении в молоке в нём присутствует БГКП, микрококки, коринебактерии, микобактерии, пропионовокислые бактерии, дрожжи, плесневые грибы, спорообразующие бактерии (бациллы), анаэробы (клостридии). Могут встречаться возбудители различных инфекционных заболеваний (дизентерии, бруцеллеза, туберкулёза, ящура) и пищевых отравлений (золотистый стафилококк, сальмонеллы). Основным показателем качества сырого молока является его общая бактериальная обсеменённость. Она определяется прямыми (высев на питательные среды и бактериоскопический метод Брида) и косвенными (резасауриновая и редуктазная пробы) методами, которые будут рассматриваться на практических занятиях.

8.2. Фазы развития микроорганизмов в молоке.

1. В свежесвыдоенном молоке содержатся антимикробные вещества лактенины, лактоферрины, лизоцимы, иммуноглобулины и др., которые в первые часы после дойки задерживают развитие в молоке бактерий и даже вызывают гибель некоторых из них. Период времени, в течение которого сохраняются антимикробные свойства молока, называют бактерицидной фазой. Бактерицидность молока снижается со временем и тем быстрее, чем больше в молоке бактерий и чем выше его температура. Свежесвыдоенное молоко имеет температуру около 35 °С. При 30 °С бактерицидная фаза продолжается 3 ч, при 10 °С – до 20 ч, при 5 °С – до 36 ч, при 0 °С – 48 ч. При одной и той же температуре выдержки молока с исходно обсеменённостью 10^4 в 1 см³ бактерицидная фаза при 3 – 5 °С длится 24 ч, а при содержании 10^6 в 1 см³ – 3 – 6 ч. Для удлинения бактерицидной фазы молоко необходимо как можно быстрее охладить.

2. По окончании бактерицидной фазы начинается размножение бактерий, и тем быстрее, чем выше температура хранения молока. Если температура хранения выше 8 – 9 °С, то уже в первые часы после бактерицидной фазы в молоке начинают развиваться различные мезофильные бактерии. Это период называется фазой смешанной микрофлоры.

3. К концу этой фазы смешанной микрофлоры размножаются в основном молочнокислые бактерии, в связи с чем повышается кислотность молока. По мере накопления молочной кислоты развитие других бактерий, особенно гнилостных, подавляется. Наступает фаза молочнокислых бактерий. Молоко при этом сквашивается. Молочнокислые бактерии представлены стрептококками и лактобактериями. Среди молочнокислых стрептококков заслуживают внимание лишь те, основным продуктом брожения которых является молочная кислота. Это типичный молочнокислый стрептококк *Streptococcus lactis*, а также *Str.cremoris*, *Str.citrovorum*, *Str.paracitrovorum*,

используемые для изготовления кисломолочных напитков (сливок, масоа, сыра). Оптимальная температура для развития стрептококков 30 – 32 °С. К кисломолочным стрептококкам относят термофильный стрептококк *Str. thermophilus*, оптимальная температура его развития 45°С. Термофильный стрептококк применяют при производстве швейцарс. сыра, ряженки, йогурта.

4. В молоке, сохраняемом при температуре ниже 10 - 8 °С, большинство молочно-кислых бактерий почти не размножаются, что способствует развитию холодоустойчивых (психрофильных) бакетрий, преимущественно рода *Pseudomonas*, способных вызывать разложение белков и жира; при этом молоко приобретает горький вкус. Прогоркание сырого молока вызывают также бактерии рода *Alcaligenes* и споровая бактерия *Bacillus cereus*. Органолитические показатели качества молока изменяются, когда в 1 см³ его содержится 10⁶ -10⁸ бактерий.

8.3 Хранение и пастеризация молока, стерилизованное, сгущённое, сухое молоко, сливки

Для сохранения в свежем виде молоко охлаждают на молочной ферме или сборном пункте до температуры 3 - 5 °С. Для повышения сохранности сырого молока помимо охлаждения рекомендуется вводить в него в ограниченных количествах тиоционат натрия, перекись водорода, двуокись углерода.

В охлаждённом состоянии молоко доставляют на молокозаводы, где молоко очищают от механических загрязнений, пастеризуют или стерилизуют, охлаждают, разливают.

Целью *пастеризации* молока является уничтожение в нём болезнетворных бактерий и снижение общей обсеменённости сапрофитными бактериями. Эффективность пастеризации зависит от температуры, продолжительности её воздействия, надёжности пастеризатора, предварительной очистки молока от посторонних примесей, но главным образом, от количественного и качественного состава его микрофлоры, в основном от количества термостойких бактерий.

Применяют следующие режимы пастеризации: длительная пастеризация – 30 мин при 65 °С, кратковременная – 20 с при 75 °С, моментальная - 2 с при 90 °С. При пастеризации сохраняются некоторое количество вегетативных клеток термофильных и термостойких бактерий, а также бактериальные споры. В остаточной микрофлоре обнаруживаются главным образом молочно-кислые стрептококки фекального происхождения, в небольших количествах – споровые палочки и микрококки.

Микрофлора пастеризованного молока, вышедшего из пастеризатора, и молока, выпускаемого заводом, может значительно различаться. На пути от пастеризатора до розлива в тару молоко инфицируется микроорганизмами (с молокопроводов, оборудования), среди которых многие способны размножаться при низких положительных температурах. Степень этого вторичного загрязнения пастеризованного молока зависит от санитарно- гигиенических условий производства.

После пастеризации молоко подвергают быстрому охлаждению – до 4 – 6 °С, иначе оно быстро скисает.

Стерилизованное молоко может храниться длительное время, не подвергаясь микробной порчи, т.к. в процессе стерилизации его микрофлора уничтожается. Большое значение имеют бактериальная чистота предназначенного для стерилизации молока, и особенно содержание в нём спор, т.к. некоторые из них могут при стерилизации сохраниться и вызывать порчу молока при хранении.

Кроме пастеризованного и стерилизованного выпускают молоко сгущённое (концентрирован.) стерилизованное, сгущённое с сахаром и сухое.

Молоко сгущённое стерилизованное выпускают в виде баночных консервов. Микрофлора в этом молоке должна отсутствовать, однако иногда наблюдается его порча в виде бомбажа банок, который вызывают термостойкие, спорообразующие анаэробные бактерии *Clostridium putrificum*, и маслянокислые бактерии. Свёртывание молока

вызывают термоустойчивые аэробные споровые бактерии (*Bacillus coagulans*, *B.cereus*), продуцирующие фермент типа сычужного.

Молоко сгущённое с сахаром выпускают тоже в герметично закрытых банках, но его не стерилизуют, т.к. стойкость этого продукта достигается повышением содержанием сухих веществ и сахарозы. Микрофлора состоит из микроорганизмов используемого сырья (пастеризованного молока, сахара) и попавших извне (с аппаратуры, банок) в процессе изготовления. Среди них преобладают микрококки, в меньших количествах обнаруживаются палочковидные бактерии (чаще спорообразующие), а также дрожжи. Наиболее распространённым пороком этого молока при длительном хранении является образование «пуговиц» - уплотнений разного цвета (от жёлтого до коричневого). Возбудителем является плесень шоколадно-коричневая *Catenularia*. Иногда обнаруживается бомбаж банок, вызываемый осмофильными дрожжами, которые сбраживают сахарозу. При этом снижается содержание сахара и повышается кислотность. Дефекты вкуса и запаха, связанные с изменением белков и жира, вызывают окрашенные и неокрашенные микроорганизмы.

Сухое молоко благодаря низкой влажности (в герметичной таре – не более 4 %, в негерметичной – не более 7 %) сохраняется без микробной порчи в течение соответственно 8 и 3 месяца.

Сливки. Сливки менее обсеменены микроорганизмами, т.к. большая часть их при сепарировании молока переходит в обезжиренное молоко. Состав микрофлоры сливок сходен с составом сырого молока. Пастеризация сливок при 80 – 87 °С уничтожает до 99 % микроорганизмов. В остаточной микрофлоре преобладают термофильные молочно-кислые палочки и споровые бактерии. При превышении срока и температуры хранения может развиваться остаточная и вторичная микрофлора (БГКП, уксусно-кислые бактерии, бактерии рода *Pseudomonas*), попавшая в пастеризованные сливки при прохождении их из пастеризатора через оборудование, что приводит к порче сливок.

8.4 Пороки молока.

При хранении сверх допустимого срока молоко приобретает различного рода пороки. Это прогорклость.

1. Пороки вкуса а) Прогорклость. Гнилостные микробы, размножаясь в молоке, расщепляют белки, что сопровождается изменением вкуса и запаха. Молоко приобретает горький вкус, имеет неприятный запах. Гнилостные микробы представлены споровыми (сенная, картофельная бациллы) и неспоровыми (бактерии гниения, протей) бактериями, а также микрококками и отдельными видами молочно-кислых бактерий, обладающих протеолитической активностью. К последним относятся энтерококки (стрептококки кишечного происхождения), в частности маммококки, обладающие способностью не только сбраживать молочный сахар, но и расщеплять белки молока, придавая при этом продукту горький вкус.

Флюоресцирующие и липолитические бактерии обуславливают расщепление молочного жира с образованием промежуточных продуктов (масляная к., альдегиды, эфиры), которые придают молоку прогорклый вкус.

б) мыльный вкус - мыльномолочные бактерии, попадающие в молоко из кормов, образуют щелочи, омыляющие жир, молоко не скисает, не свёртывается, но приобретает мыльный вкус.

в) солёный вкус – при маститах и туберкулёзе молочной железы.

2. Пороки консистенции. а) Ослизнение. Молочно-кислый лейконосток (*Leuconostoc lactis*), имея слизистую капсулу, размножаясь в молоке делает его тягучим, слизистым. Реакция такого молока щелочная, поэтому оно не свёртывается. К ослизнению молока могут приводить молочные стрептококки, продуцирующие слизь, но молоко при этом скисает. При заболевании ящуром молоко тоже слизистое.

б) «Бродящее молоко». Гнилостные, маслянокислые бактерии, дрожжи, БГКП в тёплое время интенсивно развиваясь и выделяя значительное количество газа, обуславливают брожение молока.

в) водянистое молоко – при туберкулёзе, катаральном мастите.

3. Пороки технологических свойств. Скисание – При повышенной кислотности, обусловленной маммококками и микрококками, вырабатывающими протеолитические ферменты типа химозина, тепловая обработка молока приводит к его преждевременному свёртыванию.

4. Пороки запаха. а) Аммиачный запах возникает при развитии БГКП.

б) маслянокислый – при маслянокислом брожении.

г) гнилостный – вызывают гнилостные микроорганизмы.

д) затхлый – при размножении аэробных микроорганизмов в плотно закрытом неохлаждённом месте.

5. Пороки цвета. Размножение пигментообразующих бактерий обуславливает различную окраску молока (красную, синюю, жёлтую, зелёную). Синее и голубое окрашивание возникает при размножении пигментообразующих микроорганизмов, при маститах, туберкулёзе молочной железы. Жёлтое – вызывают микроорганизмы, вырабатывающие жёлтый пигмент, гнойное (стрептококковое) воспаление молочной железы туберкулёз вымени. Кровянистое (розово-красное) – при нарушении правил машинного доения, развитии пигментообразующих бактерий, пироплазмозе, травмах вымени.

8.5 Микробиология кисломолочных продуктов.

По сравнению с молоком кисломолочные продукты обладают повышенной стойкостью при хранении и являются неблагоприятной средой для развития патогенных бактерий, т.к. обладают повышенной кислотностью и антимикробными веществами.

В условиях промышленной переработки молока при изготовлении различных кисломолочных продуктов его предварительно пастеризуют, а затем заквашивают специально подобранными заквасками молочно-кислых бактерий. Это позволяет избежать развития случайных микроорганизмов, нарушающих нормальное течение молочно-кислого брожения.

8.5.1. Простокваша, сметана, творог в их состав входят мезофильные гомоферментативные молочно-кислые стрептококки (*Streptococcus lactis*, *Str. cremoris*) и ароматобразующие стрептококки (*Str. diacetylactis*). При изготовлении творога кроме закваски применяют сычужный фермент. При длительном хранении в этих продуктах могут развиваться психрофильные дрожжи, бактерии рода *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, плесени – микроорганизмы, попадающие в продукты извне (с производственного оборудования, рук и одежды рабочих, из воздуха). При этом возникает порча продуктов. Так, при развитии дрожжей, сбраживающих молочный сахар, может происходить вспучивание продукта и появляться спиртовой привкус. Дрожжи, обладающие протеолитической активностью приводят к прогорканию. Излишняя кислотность обусловлена развитием термофильных молочно-кислых палочек незаквасочного происхождения. Творог ослизнется в результате развития слизеобразующих рас молочно-кислых стрептококков. Среди плесеней основным возбудителем порчи сметаны и творога является молочная плесень (*Geotrichum candidum*), растущая на поверхности в виде толстой, бархатистой плёнки кремового цвета. При этом ощущается прогорклость продукта и неприятный запах.

8.5.2. Йогурт – для изготовления используют симбиотическую закваску, содержащую термофильный молочно-кислый стрептококк (*Str. thermophilus*) и болгарскую палочку (*Lactobacillus acidophilus*). Болгарская палочка обогащает аромат простокваши, в термофильный стрептококк смягчает её вкус. Болгарская палочка вырабатывает антибиотические вещества, подавляющие гнилостную микрофлору кишечника.

Ацидофильная простокваша – продукт, продукт близкий к йогурту, но в состав закваски кроме термофильного молочно-кислого стрептококка входит ацидофильная палочка (*Lactobacillus acidophilus*). Для получения необходимой консистенции продукта используют слизеобразующие и не образующие слизи расы ацидофильной палочки.

Ацидофильное молоко и ацидофильную пасту готовят на закваске ацидофильной палочки в определённом соотношении слизистых и неслизистых рас.

Ацидофилин – готовят на смеси трёх заквасок: ацидофильной палочки, закваски для творога и кефирной закваски, в соотношении 1:1:1.

Ацидофильная и болгарская палочки – активные кислотообразователи, поэтому при допустимом кратковременном хранении этих кисломолочных продуктов развитие психрофильн. бактерий рода *Pseudomonas* затруднено.

Ацидофильные продукты имеют лечебное значение. Ацидофильная палочка вырабатывает вещества, подавляющие развитие многих гнилостных бактерий и возбудителей кишечных инфекций.

8.5.3. Кефир – при изготовлении используют симбиотическую кефирную закваску – пастеризованное молоко, сквашенное так называемым кефирным грибом. Кефирный грибок внешне похож на миниатюрную головку цветной капусты, размер его от 1 – 2 мм до 3 – 6 см. При микроскопировании выявляется тесное переплетение палочковидных бактерий (по-видимому гетероферментативных молочно-кислых), которые образуют преимущественно мезофильные и термофильные молочно-кислые бактерии, уксусно-кислые и дрожжи.

Основная роль в процессе сквашивания и созревания кефира принадлежит мезофильным молочно-кислым стрептококкам. Некоторое значение имеют дрожжи и уксусно-кислые бактерии, которые повышают активность молочно-кислых бакт-ий и придают продукту специфический вкус и аромат.

Кефир является продуктом комбинированного брожения: молочно--кислого и спиртового. Содержание спирта 0,2 – 0,6 %, образующийся углекислый газ придаёт продукту освежающий вкус.

В кефире иногда появляется запах сероводорода, его вызывают гнилостные бактерии. Пороком является образование «глазков» и брожёного вкуса, что связано с излишним развитием дрожжей и ароматообр. бактерий.

Кумыс – готовят из кобыльего молока, приготовл-ие основано на молочно-кислом и спиртовом брожении. Состав закваски: болгарская и ацидофильная пал., дрожжи. Спиртовое брож. протекает активно; количество спирта 2-2,5%

Ряженку готовят из смеси молока и сливок, которую перед заквашиванием нагревают до 95 °С в течении 2-3 ч, в результате чего она приобретает цвет и вкус топлёного молока. Используются закваски термофильного молочно-кислого стрептококка и в не большом количестве болгарскую палочку.

Имеются и другие национальные кисло-молочные продукты (*чал, мацони, курунга, айран*), которые изготавливают на так называемых естественных заквасках – молоко заквашивают *сгустком предыдущей выработки*.

Вопросы для самоконтроля.

1. Перечислите основные стадии развития микроорганизмов в молоке.
2. Назовите пороки молока.
3. Какие способы хранения молока вы знаете?.
4. Перечислите микрофлору простокваши, творога, сметаны.
5. Назовите микроорганизмы закваски йогурта, ряженки и кефира

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. **Госманов, Р. Г.** Микробиология. / Р. Г. Госманов, А. К. Галиуллин, А. Х. Волков, А. И. Ибрагимова – М.: Лань, 2011. – 496 с. ISBN 978-5-8114-1180-1 (доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС издательства «Лань»; ссылка доступа – https://e.lanbook.com/book/91076#book_name)
2. **Госманов, Р. Г.** Микробиология и иммунология. / Р. Г. Госманов, А. И. Ибрагимова, А.К. Галиуллин – М.: Лань, 2013. – 240 с. ISBN 978-5-8114-1440-6 (доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС издательства «Лань»; ссылка доступа – <https://e.lanbook.com/reader/book/12976/#authors>)
3. **Колычев, Н.М.** Ветеринарная микробиология и микология./ Н.М. Колычев, Р.Г. Госманов – М.: Лань, 2014. – 624 с. ISBN 978-5-8114-1540-3 (доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС издательства «Лань»; ссылка доступа – <https://e.lanbook.com/book/39147#authors>)
4. **Ассонов, Н.Р.** Микробиология / Н.Р. Ассонов. – М.: Колос, 2011. – 352 с.
5. **Мудрецова-Висс, К.А.** Микробиология, санитария и гигиена / К.А. Мудрецова-Висс, В. П. Дедюхина. – М.: Высшее образование, 2008. – 400 с.

Дополнительная литература

1. **Шлегель, Г.** Общая микробиология / Г. Шлегель. – М.: Мир, 1987, – 568 с.
2. Основы микробиологии, вирусологии и иммунологии / А.А. Воробьев, [и др.]. – М.: Мастерство; Высшая школа, 2001. – 224 с.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Асонов, Н.Р. Микробиология. / Н.Р. Асонов – М.: Колос, 2011. – 352 с.
2. Госманов, Р. Г. Микробиология. / Р. Г. Госманов, А. К. Галиуллин, А. Х. Волков, А. И. Ибрагимова – М.: Лань, 2011. – 496 с. ISBN 978-5-8114-1180-1 (доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС издательства «Лань»; ссылка доступа – https://e.lanbook.com/book/91076#book_name)
3. Госманов, Р. Г. Микробиология и иммунология. / Р. Г. Госманов, А. И. Ибрагимова, А.К. Галиуллин – М.: Лань, 2013. – 240 с. ISBN 978-5-8114-1440-6 (доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС издательства «Лань»; ссылка доступа – <https://e.lanbook.com/reader/book/12976/#authors>)
4. Готшлак, Г. Метаболизм бактерий. / Г. Готшлак. – М.: Мир, 1982. – 310 с.
5. Громов, Б.В. Строение бактерий. / Б.В. Громов. – Л: Изд-во ЛГУ, 1985. – 189 с.
6. Гусев, М.В. Микробиология. / М.В. Гусев, Л.А. Минаева. – М.: Академия, 2008. – 464 с.
7. Емцев, В.Т. Микробиология. / В.Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. – М.: Дрофа, 2005. – 446 с.
8. Колычев, Н.М. Ветеринарная микробиология и микология. / Н.М. Колычев, Р.Г. Госманов – М.: Лань, 2014. – 624 с. ISBN 978-5-8114-1540-3 (доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС издательства «Лань»; ссылка доступа – <https://e.lanbook.com/book/39147#authors>)
Котова, И.Б. Общая микробиология. / И.Б. Котова, А.И. Нетрусов. – М.: Академия, 2007. – 288 с.
9. Краткий определитель Берги. – М.: Мир, 1980. – 496 с.
10. Найдёнова, Э.Г. Пищевая микробиология. Методические указания к выполнению СРС для направления 260100 «Технология продуктов питания» магистерской программы. / Э.Г. Найдёнова. – Улан-Удэ: изд-во ВСГТУ, 2006. – 34 с.
11. Основы микробиологии, вирусологии и иммунологии. / А.А. Воробьёв [и др.]. – М.: Мастерство; Высшая школа, 2001. – 224 с.
12. Шлегель, Г. Общая микробиология. / Г. Шлегель. – М.: Мир, 1987, – 568 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Лекция 1. Введение. Предмет, задачи краткая история микробиологии. Основы систематики и классификации микроорганизмов	4
Лекция 2. Клетка и её структуры. Химический состав, ферменты, рост и размножение бактерий.....	7
Лекция 3 Типы питания и дыхание микрооагнизмов.....	13
Лекция 4 Влияние физических, химических и биологических факторов на рост и развитие микроорганизмов	18
Лекция 5 Микрофлора воды, воздуха, почвы и организма человека	23
Лекция 6. Заболевания, передающиеся через пищевые продукты. Пищевые отравления. Токсикозы и микотоксикозы.....	30
Лекция 7. Микробиология мяса и субпродуктов. Микробиология мясных консервов, яиц и яйцепродуктов	37
Лекция 8. Микробиология молока. Микробиология кисломолочных продуктов. Микробиология крупы, муки, макаронных изделий и хлеба.....	45
Библиографический список.....	51
Содержание.....	52