

# **Пищевая микробиология 1**

Мудрецова-Висс К. А  
Издательства «Экономика», 1985

Краткий курс лекций состоит из общего и частного разделов пищевой микробиологии. В общем разделе пищевой микробиологии рассматриваются вопросы патогенности микроорганизмов, сохранности пищевой продукции, процессов гниения и брожения, пищевых инфекций и отравлений

В частном разделе пищевой микробиологии изучается микрофлора молочных, мясных, яичных, рыбных, растительных и консервированных продуктов питания, а также указываются виды их микробной порчи и возможности её предупреждения в процессе хранения продуктов.

Микроорганизмы широко распространены в природе – в почве, воде и воздухе всех климатических зон. Множество различных микробов живет на поверхности тела и в кишечнике животных и людей, на растениях, на окружающих нас предметах и пищевых продуктах.

**«Невидимые, они постоянно сопровождают человека, вторгаясь в его жизнь то как друзья, то как враги».**

**Знание свойств микроорганизмов позволяет своевременно принимать соответствующие меры, направленные на предотвращение развития микроорганизмов при транспортировании и хранении продуктов.**

К наиболее распространенным методам консервирования продуктов относят охлаждение, замораживание, пастеризацию и стерилизацию продуктов, обработку их антисептиками.

# Глава 1 МОРФОЛОГИЯ И СИСТЕМАТИКА МИКРООРГАНИЗМОВ

В 1969 г. была предложена схема разделения живых организмов на пять царств (рис. 1). Эта схема классификации живых организмов отражает три основных уровня клеточной организации живых систем:

**Монера – прокариотные организмы;**

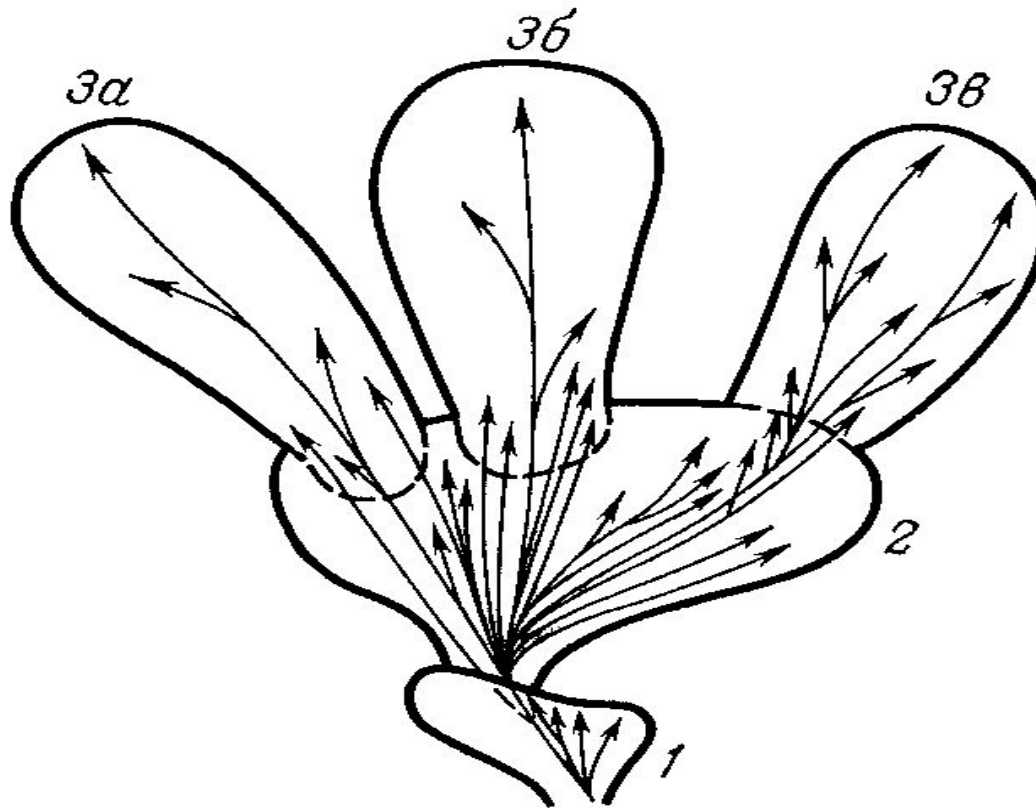
**Протиста – микроскопические, в большинстве одноклеточные формы жизни, возникшие в результате качественного скачка в процессе эволюции, приведшего к появлению эукариотных клеток;**

**Эукариоты – многоклеточные, включающие три царства: растения, животные и грибы, различающиеся по способу питания.**

Отдельно существует шестое царство – **вирусы – неклеточные формы жизни.**

# Схема пяти царств живого мира:

1 – прокариоты (царство Monera); 2 – одноклеточные эукариоты (царство Protista); 3 – многоклеточные эукариоты (**а** – царства-Plantae; **б** – Fungi; **в** – Animalia)



В среднем диаметр тела большинства бактерий 0,5–1 мкм, а средняя длина палочковидных бактерий 2–5 мкм.

Существуют и такие, величина которых находится на грани видимости в обычные оптические микроскопы (0,1 –0,2 мкм). Например, длина клетки спирохеты может достигать 500 мкм, а самые мелкие из известных бактерий – микоплазмы – имеют клетки длиной 0,15–0,2 мкм. Форма тела бактерий, как и их размеры, может меняться под влиянием условий роста. Однако при определенных, относительно стабильных условиях бактерии сохраняют присущие данному виду размеры и форму, приобретенные ими в процессе эволюции.

## **Строение бактериальной клетки.**

**Клеточная стенка** – важный и обязательный структурный элемент большинства бактерий. На долю клеточной стенки приходится от 5 до 20 % сухих веществ клетки. Она служит механическим барьером между протопластом и окружающей средой, придает клетке определенную форму.

В состав клеточной стенки входит специфическое для прокариотных клеток полимерное соединение – **пептидогликан**, отсутствующий в клеточных стенках эукариотных организмов.



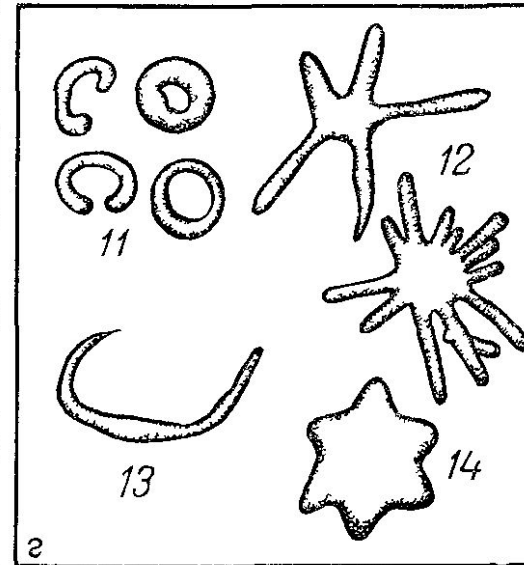
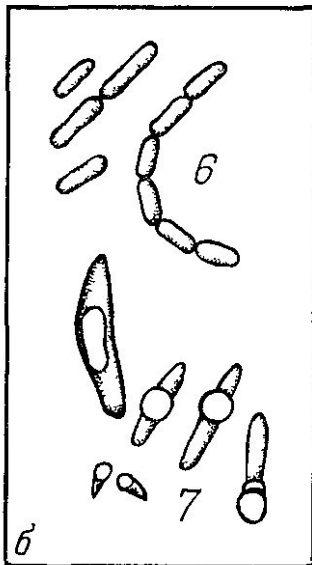
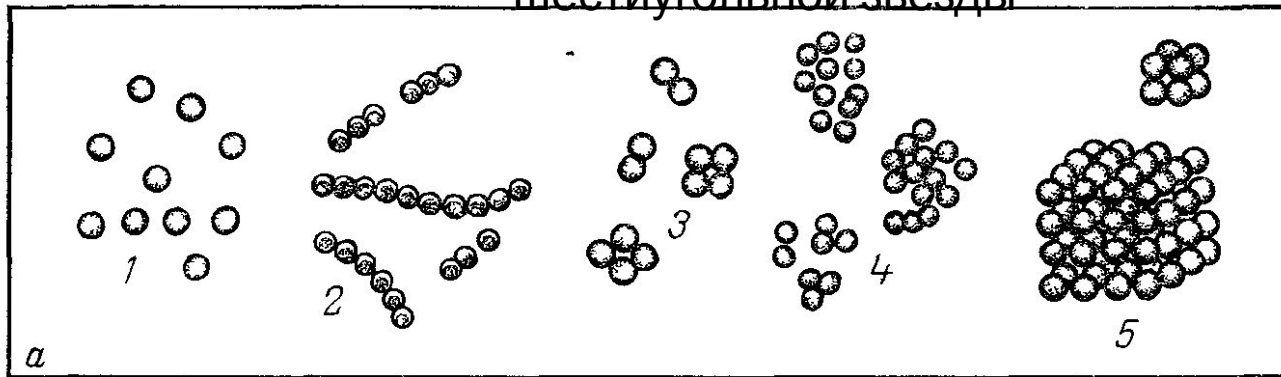
**По методу окраски бактерии делят на две группы: грамположительные и грамотрицательные.**

**Грамположительные** клетки удерживают краску, а грамотрицательные клетки не удерживают. Установлено, что это обусловлено различиями в химическом составе их клеточных стенок.

У грамположительных бактерий клеточные стенки более толстые, аморфные, в них содержится большое количество муреина и тейхоевые кислоты. **Клеточные стенки грамотрицательных бактерий** более тонкие, слоистые, в них содержится много липидов, мало муреина (5–10 %) и отсутствуют тейхоевые

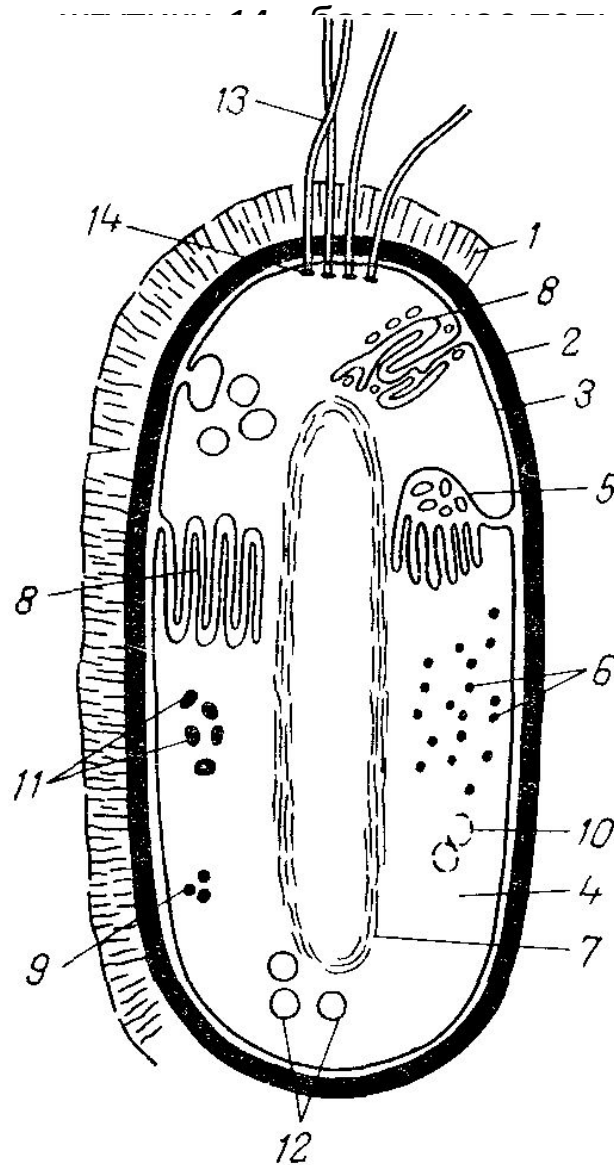
# Формы бактерий:

а – шаровидные: 1 – микрококки; 2 – стрептококки; 3 – диплококки и тетракокки; 4 – стафилококки; 5 – сарцины; б – палочковидные: 6 – палочки без спор; 7 – палочки со спорами; в – извитые: 8 – вибрионы; 9 – спираиллы; 10 – спирохеты; г – новые формы: 11 – тороиды; 12 – бактерии, образующие простеки; 13 – бактерии червеобразной формы; 14 – бактерии в форме шестиугольной звезды



## Схема строения бактериальной клетки:

1– капсула; 2 – клеточная стенка; 3 – цитоплазматическая мембрана; 4 – цитоплазма; 5 – мезосомы; 6 – рибосомы; 7 – нуклеоид; 8 – внутрицитоплазматические мембранные образования; 9 – жировые капли; 10 – полисахаридные гранулы; 11– гранулы полифосфата; 12 – включения серы; 13 –



**Клеточная стенка бактерий часто бывает покрыта слизью.**

Слизистый слой может быть тонким, едва различимым, но может быть и значительным, образующим капсулу.

Ослизнение клеточных стенок иногда бывает настолько сильным, что капсулы отдельных клеток сливаются в слизистые массы, в которые вкраплены бактериальные клетки (зооглеи).

Образуемые некоторыми бактериями слизистые вещества не удерживаются в виде компактной массы вокруг клеточной стенки и диффундируют в окружающую среду.

При быстром размножении в жидких субстратах слизиобразующие бактерии могут превратить их в сплошную слизистую массу. Такое явление наблюдается иногда при производстве сахара в сахаристых экстрактах из свеклы.

Возбудителем этого процесса является бактерия **лейконосток**.

За короткое время сахарный сироп может превратиться в тягучую слизистую массу.

Ослизнению подвергаются мясо, колбасы, творог; наблюдается тягучесть молока, рассолов, квашеных овощей, пива, вина. Интенсивность слизиобразования и химический состав слизи зависят от штамма бактерий и условий культивирования.

**Капсула** обладает полезными свойствами:

слизь предохраняет клетки от неблагоприятных условий; у многих бактерий в неблагоприятных условиях усиливается слизеобразование.

Капсула защищает клетку от механических повреждений и высыхания, создает дополнительный осмотический барьер, служит препятствием для проникновения фагов.

## **Подвижность бактерий.**

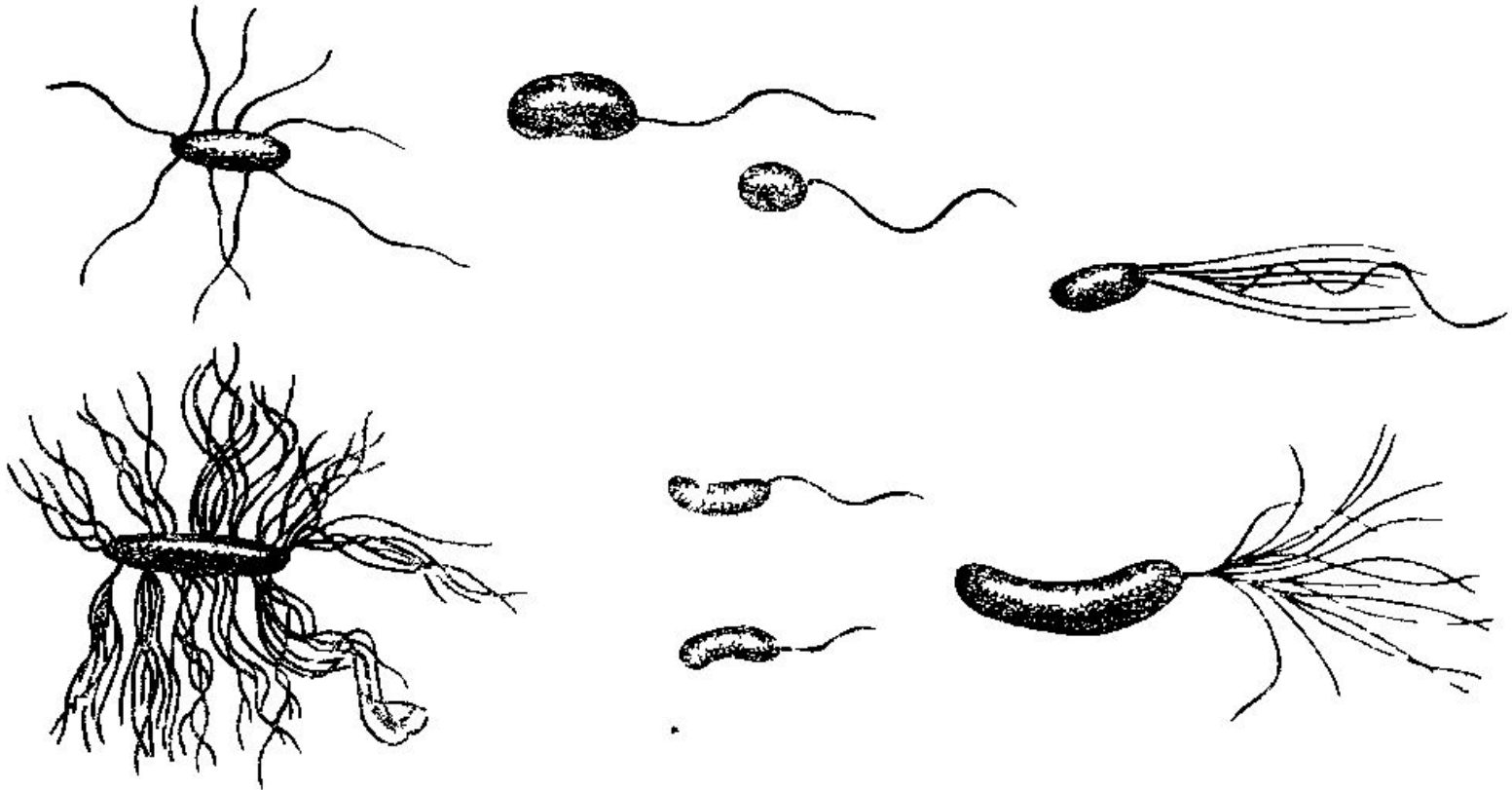
Шаровидные бактерии, как правило, неподвижны.

Палочковидные бактерии бывают как подвижными, так и неподвижными. Изогнутые и спиралевидные бактерии подвижны. Движение бактерий осуществляется с помощью жгутиков.

Длина жгутиков различна, а толщина так мала (10–20 нм), что в световой микроскоп их можно увидеть только после специальной обработки клетки.

Жгутики располагаются на поверхности тела бактерий по одиночке или пучком на одном или обоих концах клетки; они могут находиться на всей поверхности клетки (рис. 4).

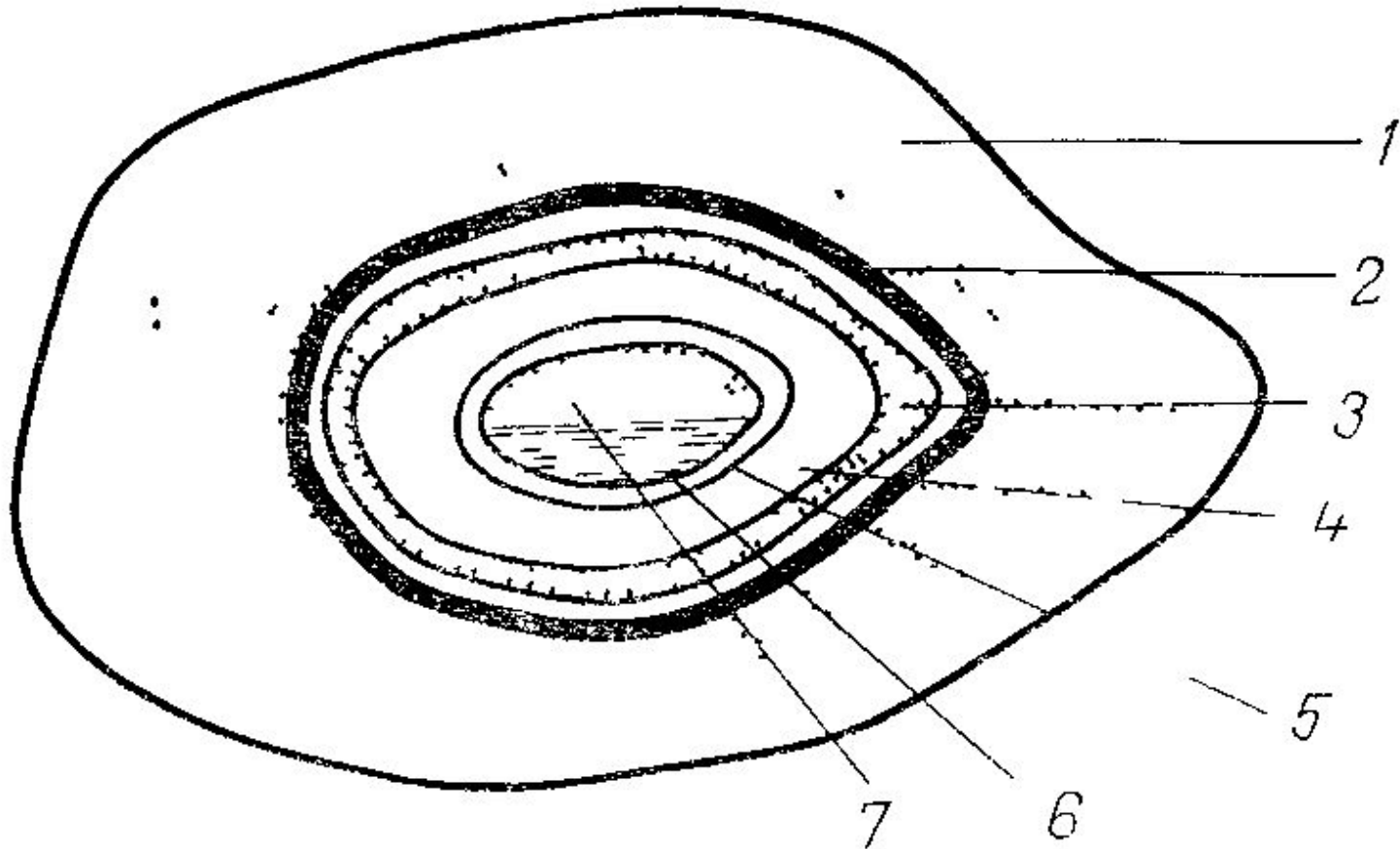
# Жгутики бактерий





## Схема строения зрелой бактериальной споры:

1 – экзоспориум; 2 – наружная оболочка споры; 3 – внутренняя оболочка споры; 4 – кортекс; 5 – клеточная стенка зародыша; 6 – цитоплазматическая мембрана; 7 – цитоплазма с ядерным веществом



## **Размножение бактерий.**

Для прокариотов характерно простое деление клетки на две части.

Характерной особенностью размножения бактерий является быстрота протекания процесса. Скорость деления зависит от вида бактерий и условий культивирования: некоторые виды делятся через каждые 15–20 мин. При таком быстром делении число клеток бактерий за сутки достигает огромного количества.

Это часто наблюдается на пищевых продуктах: быстрое скисание молока за счет развития молочнокислых бактерий, быстрая порча мяса и рыбы за счет развития гнилостных бактерий

## **Спорообразование.**

Споры у бактерий образуются обычно при неблагоприятных условиях развития.

**Способностью образовывать споры обладают палочковидные бактерии.** В каждой бактериальной клетке образуется одна эндоспора. В клетке прекращается синтез ДНК. Ядерная ДНК вытягивается в виде нити, затем концентрируется у одного из полюсов клетки. **Эта часть клетки называется спорогенной зоной.**

В спорогенной зоне происходит уплотнение цитоплазмы, этот участок обособляется от остального клеточного содержимого перегородкой. Отсеченный участок покрывается мембраной материнской клетки, образуется так называемая **проспора**

**Проспора – это структура, располагающаяся внутри материнской клетки, от которой она отделена двумя мембранами: наружной и внутренней.**

Между мембранами формируется кортикальный слой (кортекс), сходный по химическому составу с клеточной стенкой вегетативной клетки.

**Кортекс** при прорастании споры превращается в клеточную стенку молодой вегетативной клетки. Поверх проспоры образуется оболочка споры, состоящая из нескольких слоев.

Наличие у бактериальных спор плотной оболочки, малое содержание в них воды, а также наличие кальция и дипиколиновой кислоты обуславливают их большую устойчивость к внешним факторам среды. Споры могут находиться в жизнеспособном состоянии сотни лет. Например, жизнеспособные споры были выделены из трупов мамонтов и египетских мумий, возраст которых исчисляется тысячелетиями.

Споры устойчивы к высокой температуре: в сухом состоянии они погибают после прогревания при 165–170 °С в течение 1,5–2 ч, а при перегретом паре (в автоклаве) – при **121 °С** в течение 15–30 мин.

**В благоприятных условиях спора прорастает в вегетативную клетку;** этот процесс обычно длится несколько часов. Прорастающая спора начинает активно поглощать воду, активируются ее ферменты, приводящие к росту. Внешняя оболочка споры разрывается, через разрывы выходит наружу молодая бактериальная клетка.

**Порчу пищевых продуктов вызывают лишь вегетативные клетки бактерий.** Знание факторов, способствующих образованию спор у бактерий, и факторов, которые вызывают их прорастание в вегетативные клетки, имеет большое значение в выборе способа обработки продуктов для предотвращения их микробной порчи.

**Название бактерий дается на латинском языке** и состоит из двух слов. Первое слово обозначает род, к которому принадлежит данная бактерия, второе – название вида.

Родовое название пишется с прописной буквы, видовое – со строчной, например *Streptococcus lactis*. Эта бактерия относится к шаровидным бактериям, образующим цепочки (род *Streptococcus*).

Они вызывают скисание молока в результате сбраживания молочного сахара в молочную кислоту, отсюда видовое название *lactis*.

## **Царство прокариот (Procarvotaе)**

разделено на два отдела: цианобактерии и бактерии.

**Цианобактерии** – фототрофные организмы. Фотосинтез осуществляют с выделением кислорода. Они образуют простые или ветвящиеся нити.

Цианобактерии привлекают внимание ученых как продуценты пищевого белка.

**Бактерии.** Этот отдел разделен на 19 частей, каждая из которых делится на порядки, семейства, роды и виды.



# Вирусы

Вирусы не имеют клеточной структуры, величина их измеряется нанометрами. Вирусы открыты Д. И. Ивановским в 1892 г. при изучении мозаичной болезни листьев табака, которая причиняла большой ущерб табачным плантациям Крыма.

Вирусы являются внутриклеточными паразитами, вызывая многие болезни человека, животных (ящур, чуму крупного рогатого скота) и растений.

# Фаги

Вирусы бактерий называют **бактериофагами** или фагами, вирусы актиномицетов – актинофагами, вирусы грибов – микофагами, вирусы сине-зеленых водорослей (цианобактерий) – цианофагами.

Впервые лизис сибиреязвенных бактерий наблюдал Н. Ф. Гамалея в 1898 г.

В 1917 г. Д'Эррел установил явление лизиса у бактерий дизентерии, им впервые был выделен и описан бактериофаг («пожиратель») бактерий

**Под влиянием попавшей в клетку нуклеиновой кислоты фага перестраиваются все обменные процессы микробной клетки на синтез новых фаговых частиц.**

Вначале формируются отдельно головки и отростки, которые затем объединяются в зрелые фаговые частицы.

Через определенное время фаги выходят наружу.

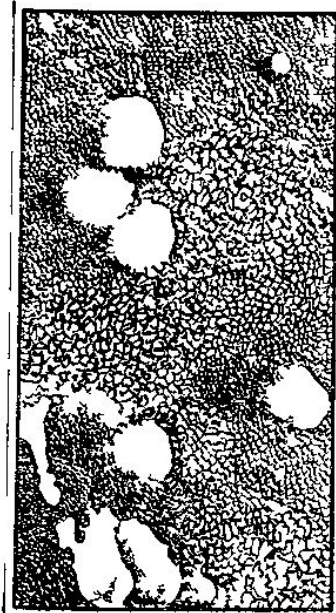
**Явление фаголизиса** часто наблюдается на производствах, связанных с использованием микроорганизмов.

Развитие фагов в культурах промышленных микроорганизмов приводит к тому, что клетки культуры лизируются, не успев синтезировать необходимые вещества.

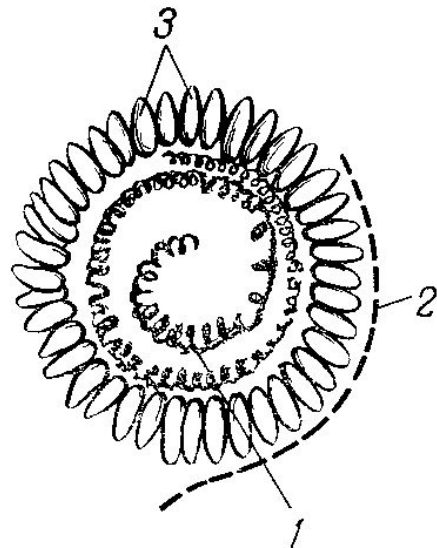
Так нередко лизируются молочнокислые бактерии, входящие в состав заквасок для кисломолочных продуктов. Такие закваски непригодны для употребления.

# Электронная микроскопия вируса и бактериофага:

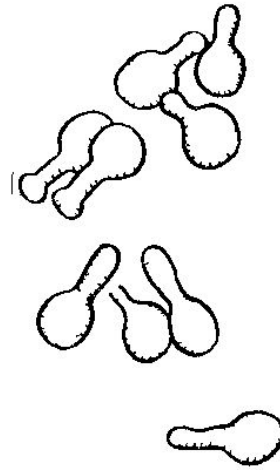
а – вирус оспенной вакцины; б – схематическое изображение простого вириона: 1 – нуклеиновая кислота; 2 – капсид; 3 – капсомеры; в – бактериофаг; г – схема строения фага: 1 – головка; 2 – ДИК; 3 – отросток; 4 – стержень; 5 – пластинка отростка; 6 – нити



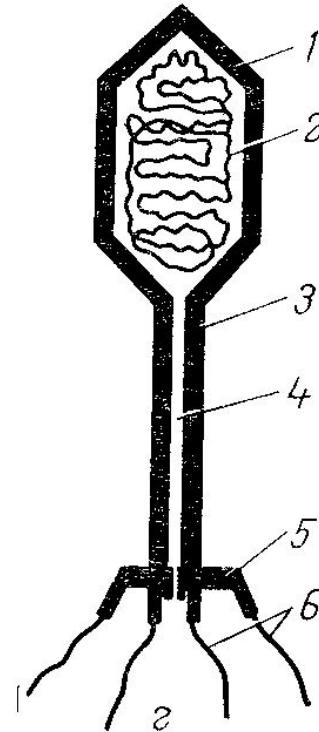
а



б



в



г