

Н. Г. Куранова
Г. А. Купатадзе



МИКРОБИОЛОГИЯ

Часть 1
ПРОКАРИОТИЧЕСКАЯ
КЛЕТКА



УДК 57
ББК 28.4я73
К92

Рецензенты:

Е. В. Тарасенко, доцент кафедры общей генетики
медицинского факультета Российского университета
дружбы народов (РУДН), канд. биол. наук

Е. А. Живухина, доцент кафедры ботаники Московского
педагогического государственного университета (МПГУ),
канд. биол. наук

К92 **Куранова Н. Г., Купатадзе Г. А.** Микробиология.
Часть 1. Прокариотическая клетка: Учебное пособие. — М.:
Прометей, 2013. — 108 с.

Пособие — первая часть комплекта по теоретическому блоку курса микробиологии, предназначенная для получения базовых знаний, а также для углубленного изучения материала при самоподготовке. Пособие включает в себя обзор прокариотической клетки: морфологии, строения поверхностных и внутренних структур, генома. Обсуждаются вопросы размножения и клеточного цикла. Особое внимание уделено сравнению клеток про- и эукариот и разнообразию клеток различных групп прокариот.

Учебное пособие предназначено для студентов и бакалавров педагогических вузов, обучающихся по биологическим специальностям.

ISBN 978-5-7042-2459-4

© Н. Г. Куранова, Г. А. Купатадзе, 2013

© Издательство «Прометей», 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

I Прокариоты и их положение в системе живого мира	4
II Разнообразиие морфологических структур прокариот	8
III Поверхностные структуры прокариотиче- ской клетки	15
IV Движение бактерий	40
V Внутренние структуры прокариотической клетки	44
VI Покоящиеся формы прокариот	62
VII Размножение и клеточный цикл прока- риот	70
VIII Генетический материал прокариотической клетки	84
IX Действие антибиотиков на прокариотическую клетку	105
Рекомендуемая литература	107

I ПРОКАРИОТЫ И ИХ ПОЛОЖЕНИЕ В СИСТЕМЕ ЖИВОГО МИРА

В 30-е гг. XX века было выявлено два типа клеточной организации, которые протозоолог Э. Шаттон обозначил как эукариотный (эукариотический) и прокариотный (прокариотический). Р. У. Стениер и К. Б. ван Ниль в 1962 году в публикации «Концепция бактерий» постулировали различия прокариотных и эукариотных клеток, заимствовав термины у Э. Шаттона (1937). В работе обосновывалось, что прокариотный и эукариотный тип организации клеток наиболее существенная отличительная особенность, разделяющая все клеточные формы жизни.

В противоположность эукариотическим организмам, прокариотические не имеют обособленных внутренних структур, называемых органеллами, которые разбивают пространство клетки на изолированные отсеки – компартменты, внутри которых осуществляются различные важнейшие жизненные процессы.

Элементарная наружная мембрана является единственной мембраной прокариотической клетки. Вся мембранная сеть, если она есть, образована и внутри клетки выпячиванием наружной плазматической мембраны в протопласт и всегда имеет с ней непрерывную связь. Таким образом, все процессы прокариот, связанные с мембранами, идут на границе внешней и внутренней среды. Исключение составляют цианобактерии, которые, по всей видимости,

имеют мешковидные изолированные мембранные образования — тилакоиды, не связанные с плазмолеммой. В эукариотической клетке есть вторичные полости, ограниченные собственными элементарными мембранами (ядро, митохондрии, хлоропласты и так далее).

В 1968 году Р. Меррей предложил все клеточные организмы разделить на две группы по типу их клеточной организации: царство Прокариоты — *Prokaryotae* и царство Эукариоты — *Eucaryotae*. Так как всё разнообразие эукариотических организмов не укладывалось в рамках одного царства, Р. Виттэкер предложил систему, включающую пять царств — прокариотное и четыре эукариотных.

Дальнейшие исследования показали, что среди группы прокариот также нет единства. В 1977 году К. Вёзе и Д. Фокс, анализируя последовательности нуклеотидов в рибосомальных рНК (16S рНК прокариот и 18S рНК эукариот), установили, что среди прокариот выделяется две филогенетические линии — типичные бактерии и архебактерии. Молекулы 16S рНК двух линий прокариот сильно различаются как между собой, так и с 18S рНК эукариот. Выявленные различия рибосомальных рНК прокариот коррелируют с другими признаками, такими как строение мембран и особенностями метаболизма (метаногенез, бактериородопсинзависимый фотосинтез). К. Вёзе предложил выделить архебактерий с их уникальными признаками в отдельное третье царство живой природы — *Archaeobacteria*. Позднее была предложена новая, более высокая, чем царство, таксономическая категория — домен (империя) и выделенные царства повышены до категории доменов. Все живые организмы делятся на три домена (империи):

Эукарии — *Eucarya* (перенесено из царства *Eucaryota*), **Археи** — *Archaea* (перенесено из царства *Archaeobacteria*), **Бактерии** — *Bacteria* (перенесено из царства *Eubacteria*) (рис. 1). Данная система поддерживается многочисленными российскими и зарубежными учеными. Однако категорию домена за археями признают не все исследователи, например Т. Коваль-Смит (1989 г.) выделяет всего два домена: *Bacteria*, включающий царства *Eubacteria* и *Archaeobacteria*, и *Eucaryota*, включающий 6 царств.

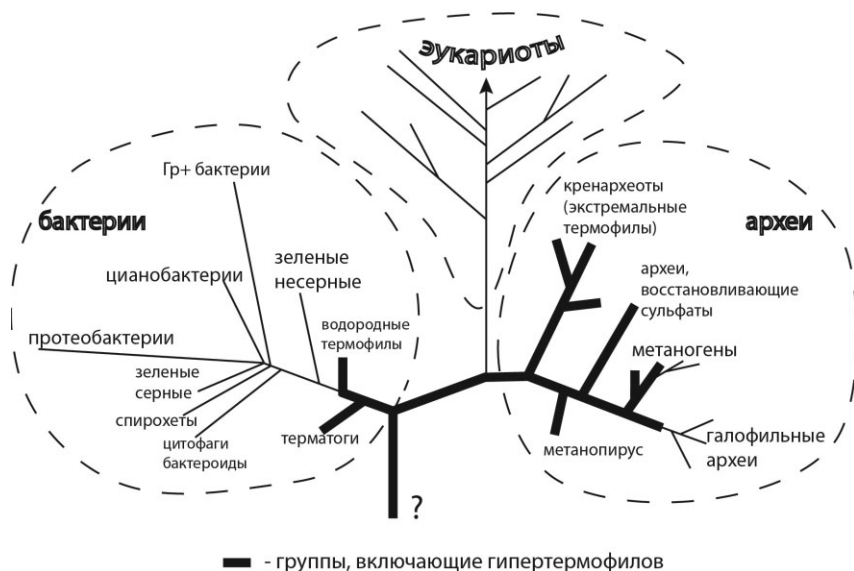


Рис. 1. Домены живого мира

Имеющиеся сведения о разнообразии прокариотных организмов объединены в фундаментальном труде «*Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*» (2001 г., 2-е изд.). Разделение прокариот внутри

доменов строится по филогенетическим группам (линиям), не имеющим четкого таксономического статуса. Домен *Archaea* включает два филума (группы): Кренархеоты — *Crenarchaeota* и Эвриархеоты — *Euryarchaeota*, которым иногда придают ранг царств. Домен *Bacteria* содержит 23 филума (группы), при этом большинство бактерий относится к двум филогенетическим линиям — протеобактерии и грамположительные бактерии.

Общее количество описанных и выделенных к настоящему времени прокариотических организмов приближается к 5000 видам, из них 300 относятся к археям. Большинство имеющихся в природе видов прокариот не удается выделить и культивировать стандартными методами, из-за чего невозможна их идентификация. По имеющимся сведениям доля не культивируемых прокариот составляет 95-99%. Таким образом, к настоящему времени предположительно известно от 1 до 5% всего микробного разнообразия, а истинное количество существующих в природе видов прокариот оценивается в 150-200 тысяч.

Проблема познания разнообразия решается за счет описания новых групп организмов по молекулярным структурам. Например, из горячих источников Йеллоустонского национального парка выделены архейные рРНК, последовательность которых отличается как от последовательностей рРНК кренархеот, так и от эвриархеот. Эти последовательности относятся к наиболее ранней эволюционной ветви архей, которую предложили выделить в качестве группы корархеот. Живые клетки корархеот в чистом виде выделить до сих пор не удалось.

II РАЗНООБРАЗИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР ПРОКАРИОТ

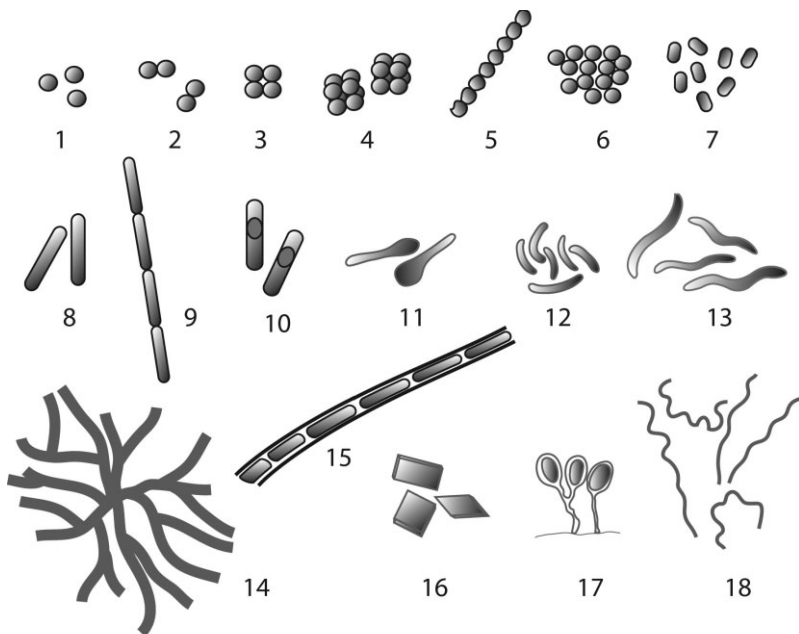
Несмотря на то, что морфологическая организация прокариот менее разнообразна по сравнению с эукариотной, рассмотреть подробно все многообразие форм довольно сложно, целесообразнее рассмотреть основные направления в реализации внешних форм в различных группах прокариот.

подавляющее большинство прокариот являются одноклеточными организмами. Формы клеток одноклеточных прокариот разнообразны, но наиболее распространены сферические, цилиндрические, извитые формы (рис. 2).

Сферические формы называются кокки. Кокки бывают одиночными — **микрোকки**, или образуют различные скопления, если клетки после деления остаются механически связанными за счет поверхностных слоев клеточных стенок или капсул и слизи. Различают: соединенные попарно **диплококки** (пневмококки, гонококки, менингококки); образующие цепочки — **стрептококки** (сметанные стрептококки); соединенные по четыре **тетракокки**; трехмерные скопления в виде правильных геометрических пакетов по 8-16 клеток — **сарцины**, или неправильные скопления кокков — **стафилококки** (золотистый стафилококк). Подавляющее большинство кокков неподвижны и не образуют спор.

Цилиндрические или палочковидные формы представляют самую многочисленную группу про-

кариот и различаются по длине, диаметру, форме концов клетки. Клетки палочковидной формы могут быть прямыми и изогнутыми. Выделяют прямые цилиндрические спорообразующие формы — **бациллы** и не спорообразующие — **бактерии**. Палочковидные клетки могут располагаться одиночно, попарно (**диплобактерии** или **диплобациллы**) или образовывать цепочки (**стрептобактерии** или **стрептобациллы**). К типичным палочковидным формам относятся представители родов *Bacillus*, *Lactobacillus*,



- 1 - микрококки; 2 - диплококки; 3 - тетракокки; 4 - сарцины;
 5 - стрептококки; 6 - стафилококки; 7 - коккобактерии;
 8 - бактерии; 9 - стрептобактерии; 10 - бациллы; 11 - булавовидные;
 12 - вибрионы; 13 - спириллы; 14 - мицелиарные; 15 - нитчатые;
 16 - пластинчатые; 17 - стебельковые; 18 - спирохеты

Рис. 2. Основные формы прокариотических клеток

Clostridium, *Pseudomonas*, *Acetobacter*, *Escherichia*, *Enterobacter* и другие. Коринеморфные бактерии, в частности род *Corynebacterium*, имеют булавовидную форму в виде резко расширяющихся на одном конце палочек. Короткие мелкие палочки, длина которых немного превышает ширину, называют **коккобактериями** или **коккобацилами**. Такую форму, например, имеет возбудитель чумы *Yersinia pestis*.

Изогнутые палочки различаются по количеству и характеру изгибов. Клетки с одним неполным изгибом, серповидно изогнутые называются **вибрионы** (лат. *vibrare* — колебаться, дрожать). В некоторых родах прослеживается стойкая тенденция к изгибанию палочковидных форм, например у *Bacteroides*, *Tumerum*, *Vibrio*, *Bdelovibrio*, *Selenomonas*, *Desulfovibrio* и др. Спирально изогнутые клетки, имеющие более одного полного изгиба **спириллы** (лат. *spirio* — изгиб). Спириллы встречаются среди пурпурных бактерий (*Thiospirillum*), бесцветных серных (*Thiospira*), такой формой обладают все представители рода *Spirillum*. К патогенным спириллам относятся возбудители содоку (болезни укуса крыс), а также кампилобактерии и хеликобактерии, имеющие изгиб и напоминающие крылья летящей чайки.

Тонкие, спирально извитые, способные изгибаться формы, называемые **спирохеты** (гр. *chaite* — хохол, грива), имеют рода *Spirochaeta*, *Cristospira*, *Treponema*, *Borrelia*, *Leptospira*. Извитая форма спирохет это скорее не свойство самой клетки, определяемое клеточной стенкой, а результат особого вращательного движения посредством аксостилия, присущего только этой группе бактерий.

Помимо перечисленных форм, встречаются разнообразные и весьма необычные микроорганизмы: