

# **ГЕНОМ БАКТЕРИИ**

Что можно узнать анализируя  
геном бактерии или археи?

# В СЛОВАРИК

**Прокариоты** – клеточные организмы, не имеющие ядра

Прокариоты делятся на бактерии и археи

**Археи** – вроде бактерий, но эволюционные пути архей и бактерий разошлись 1.5 – 3.5 млрд лет тому назад

**Вирусы** не являются клеточными организмами. Да и организмами их трудно назвать :)

# ИТОГОВОЕ ЗАДАНИЕ ПО БЛОКУ 3

**Дано:** геном бактерии или археи

**Требуется:** Написать мини-обзор о геноме и протеоме этой бактерии или археи

**Методы:**

электронные таблицы, программы пакета EMBOSS, программирование на python

# В СЛОВАРИК

**Геном** – совокупность наследуемой ДНК в клетке организма. Геном многих бактерии состоит из одной кольцевой ДНК. Ее называют **хромосомой**.

У некоторых бактерий бывает две и даже три хромосомы.

У вирусов носителем генома бывает РНК

Часто кроме хромосомы в бактериальной клетке есть еще маленькие ДНК (меньше хромосомы раз в сто), они называются **плазмидами**

# ТАК ВЫГЛЯДИТ ГЕНОМ В ФАЙЛЕ

```
>NC_000964.3 Bacillus subtilis subsp. subtilis str. 168 complete genome
ATCTTTTTCGGCTTTTTTTTAGTATCCACAGAGGTTATCGACAACATTTTCACATTACCAACCCSTGTGGA
CAAGGTTTTTTCAACAGGTTGTCCGCTTTGTGGATAAGATTGTGACAACCATTTGCAAGCTCTCGTTTTATT
TTGGTATTATATTTGTGTTTTAACTCTTGATТАСТААТCCTACCTTTCCTCTTTATCCACAAAGTGTGGA
TAAGTTGTGGATTGATTTACACACAGCTTGTGTAGAAGGTTGTCCACAAGTTGTGAAATTTGTCGAAAAGC
TATTTATCTACTATAТТАТАТGTTTTCAACATTTAATGTGTACGAATGGTAAGCGCCATTTGCTCTTTTTT
TTGTGTTCTATAACAGAGAAAGACGCCATTTTCТАAGAAAAGGAGGGACGTGCCGGAAGATGGAAAATAT
ATTAGACCTGTGGAACCAAGCCCTTGCTCAAATCGAAAAAAGTTGAGCAAACCGAGTTTTTGAGACTTGG
ATGAAGTCAACCAAAGCCCACTCACTGCAAGGCGATACATТААСААТCACGGCTCCCAATGAAТТТGCCA
GAGACTGGCTGGAGTCCAGATACTTGCATCTGATТGCAGATACTАТАТАТGAATТААССGGGGAAGAATТ
GAGCATТААGТТТGTСАТТССТСААААТСААGATGTTGAGGACTТТАТGCCGAAACCGCAAGTCAAAAAA
GCGGTCAAAGAAGATAСАТСТGATTTTCCSTCAAААТАТGCTCAATCCAAAATATACTTTTGATACTTTTG
TCATCGGATCTGGAAACCGATTTGCACATGCTGCTTCCCTCGCAGTAGCGGAAGCGCCCGCGAAAGCTТА
CAACCSTTTATTTATCTATGGGGGCGTCGGCTTAGGGAAAACACACTТААТGCATGCGATCGGCCATТАТ
GТААТАGATСАТААТCSTTCTGCCAAAGTGGTTTATCTGTCTTCTGAGAAATTTACAAACGAAТТСАТСА
ACTSTATCCGAGATAATAAAGCCGTCGACTTCCGCAATCGCTATCGAAATGTTGATGTGCTTTTGATAGA
TGATATТСААТТТТТАGCGGGGAAAGAACAААССAGGAAGAATTTTCCATACATТТААСАСАТТАСАС
GAAGAAAGCAAACAААТCGTCAТТТСАAGTGACCGGCCGCAAAGGAAATТCCGACACTTGAAGACAGAT
```

После того, как его **секвенировали**, т.е. определили последовательности всех его ДНК

# РАЗМЕРЫ ГЕНОМОВ В ПАРАХ НУКЛЕОТИДОВ (ДНК) ИЛИ БУКВАХ ПО ПОРЯДКУ ВЕЛИЧИН СЛЕДУЕТ ЗНАТЬ

- Вирусы: от – до, пример
- Прокариоты: от – до, пример
- Человек:
- Эукариоты: от – до, пример

Я создал Google Sheet в котором все студенты могут приводить примеры.

Кто найдет самый экстремальный по размеру геном?

# ВОПРОСЫ ПРО ГЕНОМ

# Сегодня вопросы задаете вы

Я записываю вопросы

И подсказываю, каким методом можно  
получить ответ

Вы пробуете найти ответ и приводите его в обзоре

**Какие вопросы можно задать имея  
только текст? (Лингвистика)**



# Лингвистический анализ текста

- Частоты букв
- Часто и редко встречающиеся слова
- Равномерность частоты букв и слов вдоль текста

Эти вопросы изучаются и имеют биологически смысл! Примеры наблюдений:

- $\#C \approx \#G$ ,  $\#T \approx \#A$  (# заменяет слово «число»)
- Слов *CG* *мало* в определенных геномах
- Слов *TA* *мало* во всех геномах
- В некоторых геномах  $\#C > \#G$  в одной части и  $\#G > \#C$  в другой части («GC skew»)

# В СЛОВАРИК

**Ген белка** – участок генома, кодирующий один белок. У прокариот почти всегда совпадает с кодирующей последовательностью (**CDS** – Coding Sequence)

**Ген РНК** - участок генома, кодирующий одну молекулу РНК, отличную от матричной РНК

У гена есть

- \* первый нуклеотид
- \* последний нуклеотид
- \* указание цепочки ДНК:
  - + та цепочка, которая лежит в файле с хромосомой;
  - комплементарная цепочка

**Вопрос: направление гена на + и на - цепочках?**<sup>0</sup>

# В СЛОВАРИК

**Протеом:** совокупность белков,  
закодированных в геноме организма

# ТАК ВЫГЛЯДИТ ПРОТЕОМ БАКТЕРИИ В ФАЙЛЕ

**Bacillus cereus strain FORC\_005**, complete genome

GenBank: CP009686.1

LOCUS CP009686 5349617 bp DNA circular BCT 17-NOV-2015

DEFINITION Bacillus cereus strain FORC\_005, complete genome.

ACCESSION **CP009686**

```
gene      1..1341
          /locus_tag="FORC5_0001"
CDS       1..1341
          /locus_tag="FORC5_0001"
          /codon_start=1
          /transl_table=11
          /product="Chromosomal replication initiator protein DnaA"
          /protein_id="AKE14538.1"
          /translation="MENISDLWNSALKELEKKVSKPSYETWLKSTTAHNLKKDVLIT
          .....
          LSRELTDSSLPKIGEEFGGRDHTTVIHAHEKISKLLKTD TQLQKQVEEINGILK"
gene      1520..2665
          /locus_tag="FORC5_0002"
CDS       1520..2665
          /locus_tag="FORC5_0002"
          /codon_start=1
          /transl_table=11
          /product="DNA polymerase III beta subunit"
          /protein_id="AKE14539.1"
          /translation="MRFTIQKDYLV RGVQDVMKAVSSRTTIPILTG IKVVATEEGVTL
          .....
          AKYMMDALKALDSTEIKVSFTGAMRPFLIRTVNDDSI IQLILPVRTY"
```

# Какие белки бывают у бактерий?

- Нужно импортировать из среды нужные вещества и выкидывать ненужные
  - Это делают белки **транспортеры**, составляющие каналы в мембране. **Трансмембранные** белки
- Нужно реагировать на окружающую среду
  - **Рецепторы** тоже трансмембранные белки, так как передают сигнал из среды в цитоплазму клетки
- Нужно запастись энергией в виде молекул АТФ
  - **АТФсинтазы**, комплексы из многих белков
- Белки, использующие энергию АТФ
  - **АТФазы**

# Какие белки бывают у бактерий?

- Машины для производства белков состоят из белков
  - Машина **РНК полимераза**, состоит из нескольких белков; производит мРНК
  - Машина **рибосома**, состоит из нескольких белков и нескольких РНК
    - Белки называются рибосомальные белки
    - РНК называются рРНК
- Нужно регулировать производство белков

*В Советском Союзе ГОСПЛАН сообщал всем заводам сколько какой продукции надо выпустить в следующем году.*

*У бактерий НЕТ госплана :((((*

– **Транскрипционные факторы** и др.

# Какие белки бывают у бактерий?

- Нужно из субстратов, полученных из среды производить нужные вещества. Например, аминокислоты и нуклеозиды. Нужно модифицировать белки, ДНК, РНК
  - Это делают **ферменты**, их очень много разных
- Нужно размножаться, т.е. делиться на две
  - **ДНК полимераза** и др.
- И еще много-много-много для чего нужны белки
  - вращать жгутики если бактерия умеет передвигаться
  - защищаться от вирусов – бактериофагов (белки иммунитета у бактерий)
  - .....
  - .....