

---

# **Бактериальная клеточная стенка 2 часть**

**СПбГУ  
2014**

# План лекции

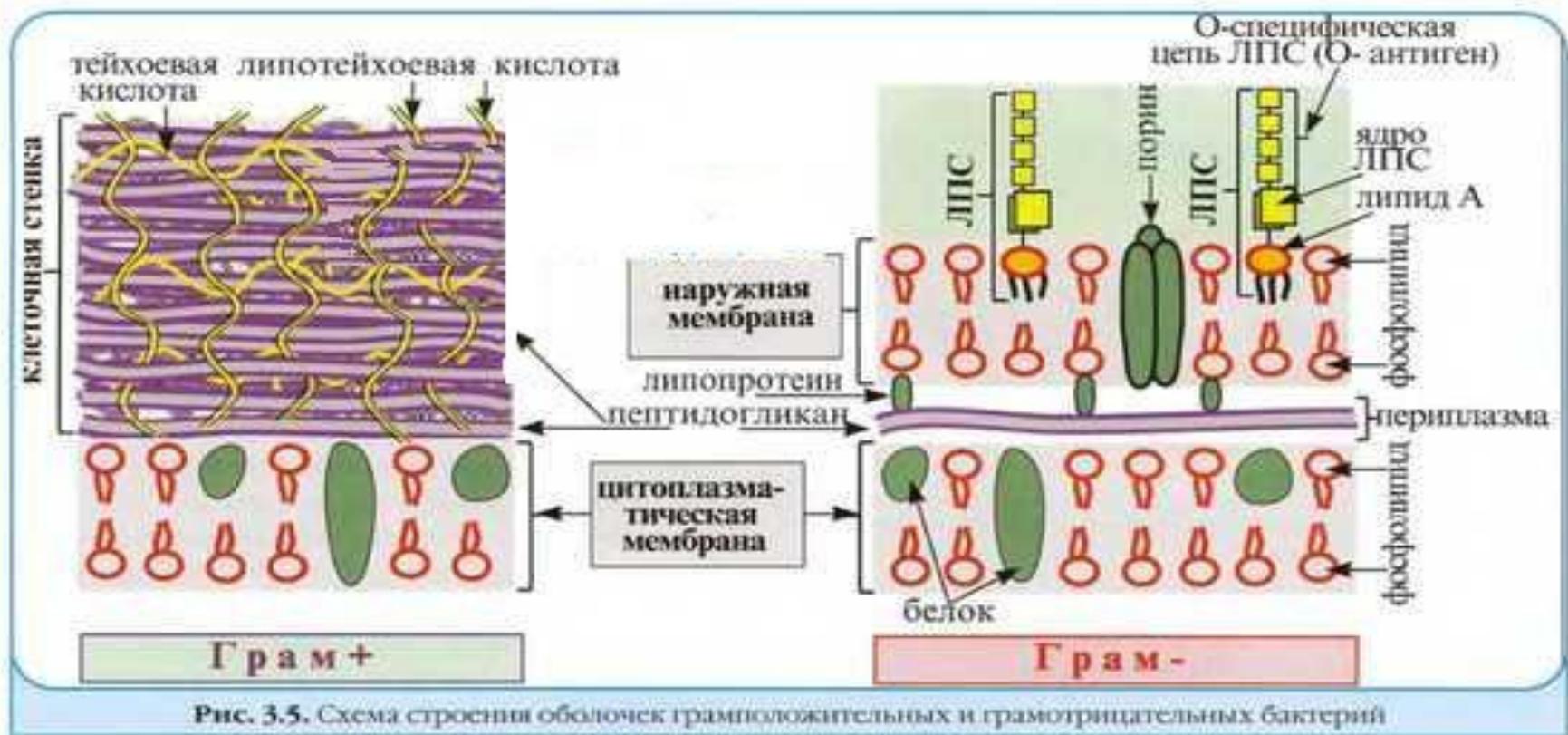
---

- 1. Особенности строения клеточной стенки Гр+ бактерий
- 2. Особенности строения клеточной стенки микобактерий
- 3. Особенности строения клеточной стенки Гр- бактерий
- 4. Белки внешней мембраны клеточной стенки Гр- бактерий
- 5. Пенициллин и его действие на ПГ
- 6. Действие лизоцима и литических ферментов на ПГ
- 7. Функция ПГ

# Две эволюционные линии бактерий

1. Firmicutes –  
грамположительные  
бактерии

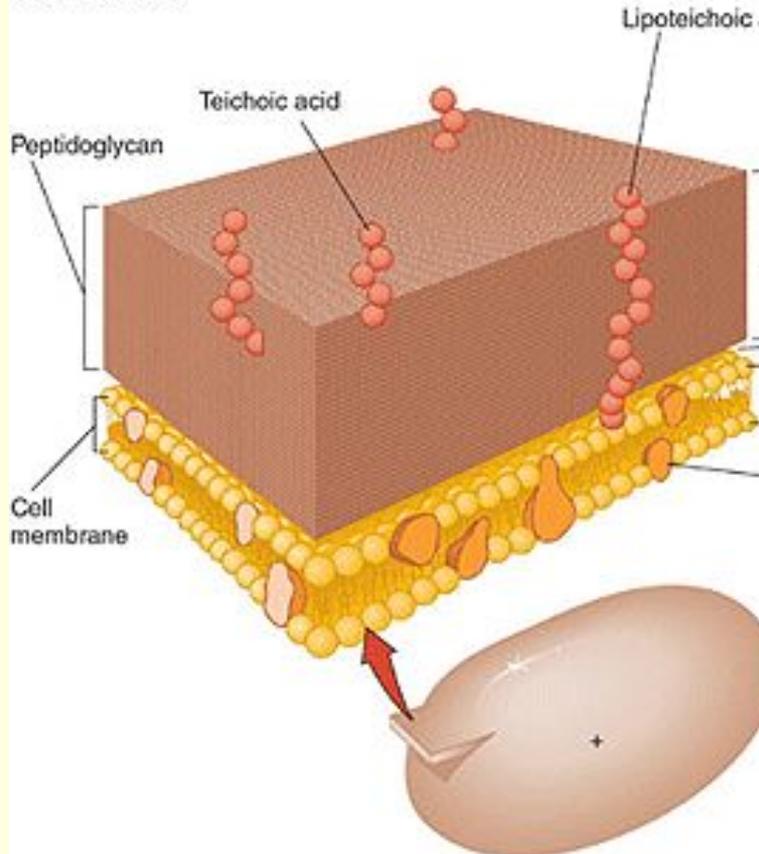
2. Gracilicutes –  
грамотрицательные  
бактерии



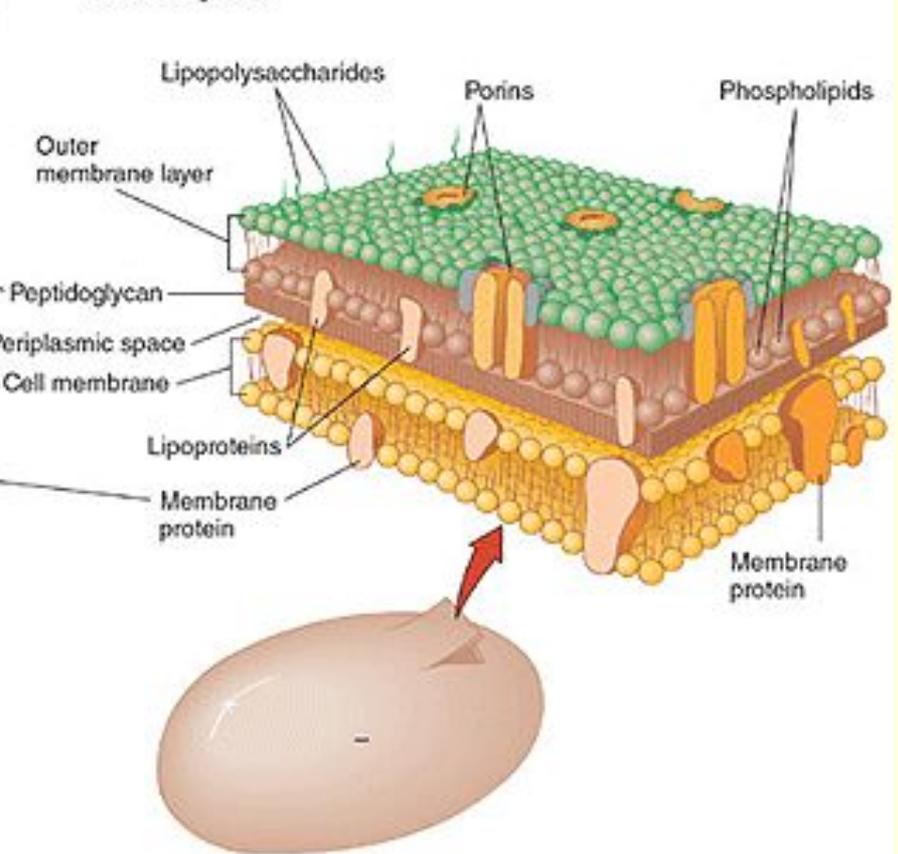
# Клеточная стенка

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

## Gram Positive

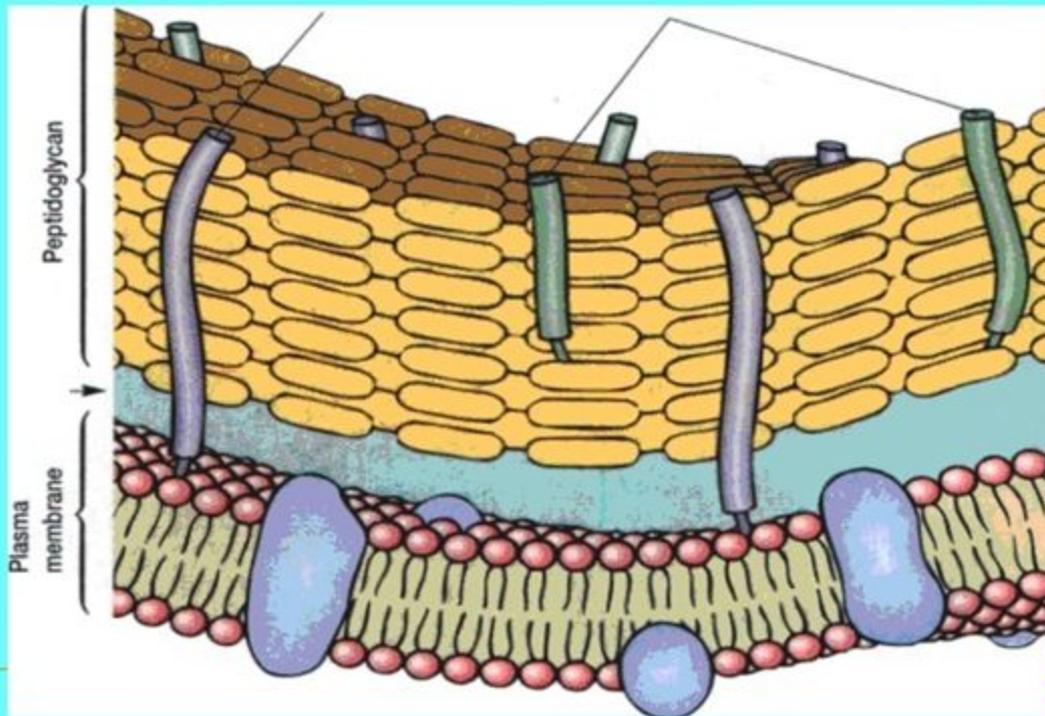


## Gram Negative



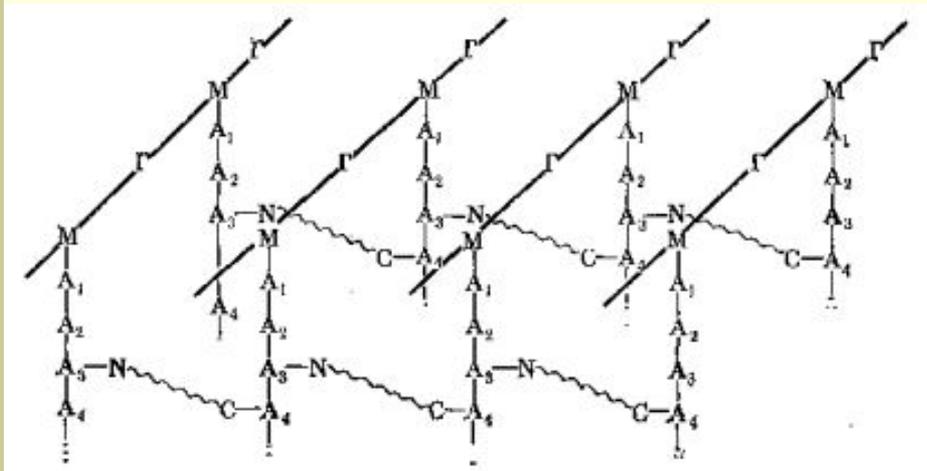
# *4 вопрос* Особенности строения клеточной стенки Гр+ бактерий

## Структура клеточной стенки грампозитивных бактерий

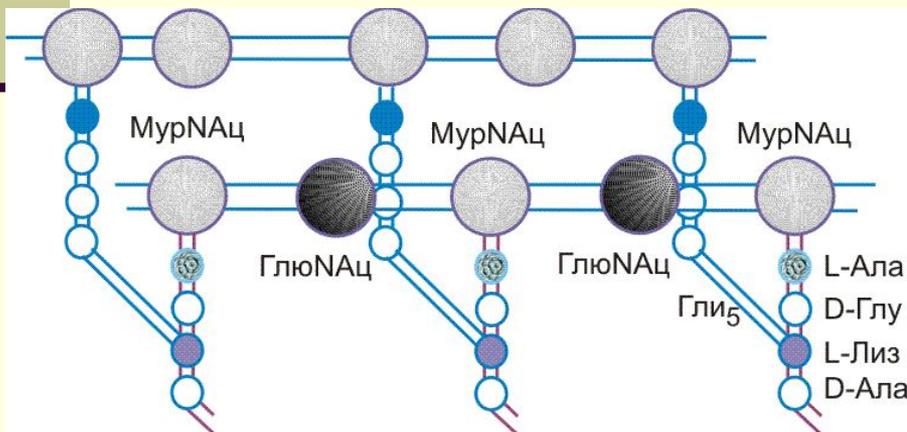
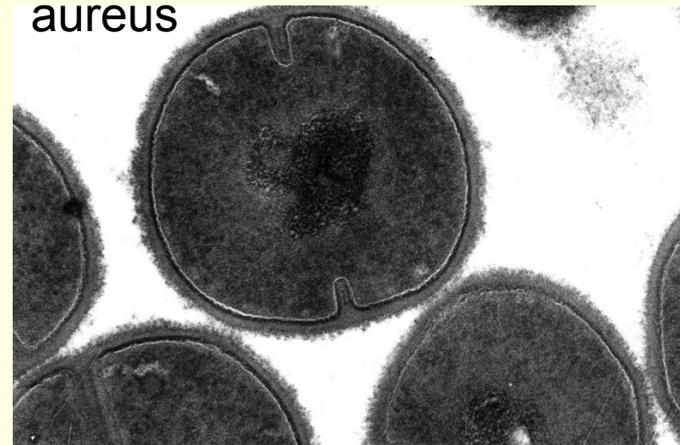


# Структура ПГ

У Гр+ бактерий - 90% от массы КС  
многослойный - 5-6 слоев



Гр+ тип строения клеточной  
стенки клетки *Staphylococcus  
aureus*



# Тейхоевая кислота определяет антигенные свойства Гр+ бактерий

**Полимер** - сложный комплекс:

- многоатомные спирты с сахарами,
- АК,
- фосфаты

**Функции:**

- Определяет антигенные свойства
- Связывает ионы магния и кальция
- Регулятор ПЦ-связывающих белков

Тейхоевые кислоты – линейные полимеры, состоящие из остатков глицерина (глицеринтейхоевая) или рибита (рибиттейхоевая), соединенных между собой пирофосфатными мостиками



# Поверхностные компоненты Гр+ бактерий

---

- **Белок А** (*S.aureus* – условно-патогенные стафилококки - возбудители гнойно-воспалительных процессов, сепсиса, фурункулеза и т.д.)
- **Белок М** (*S.pyogenes* – патогенные стрептококки, вызывают ангину, рожистое воспаление, сепсис и т.д.) - **определяет иммунологическую мимикрию!!!**

## **5 вопрос Особенности строения клеточной стенки микобактерий**

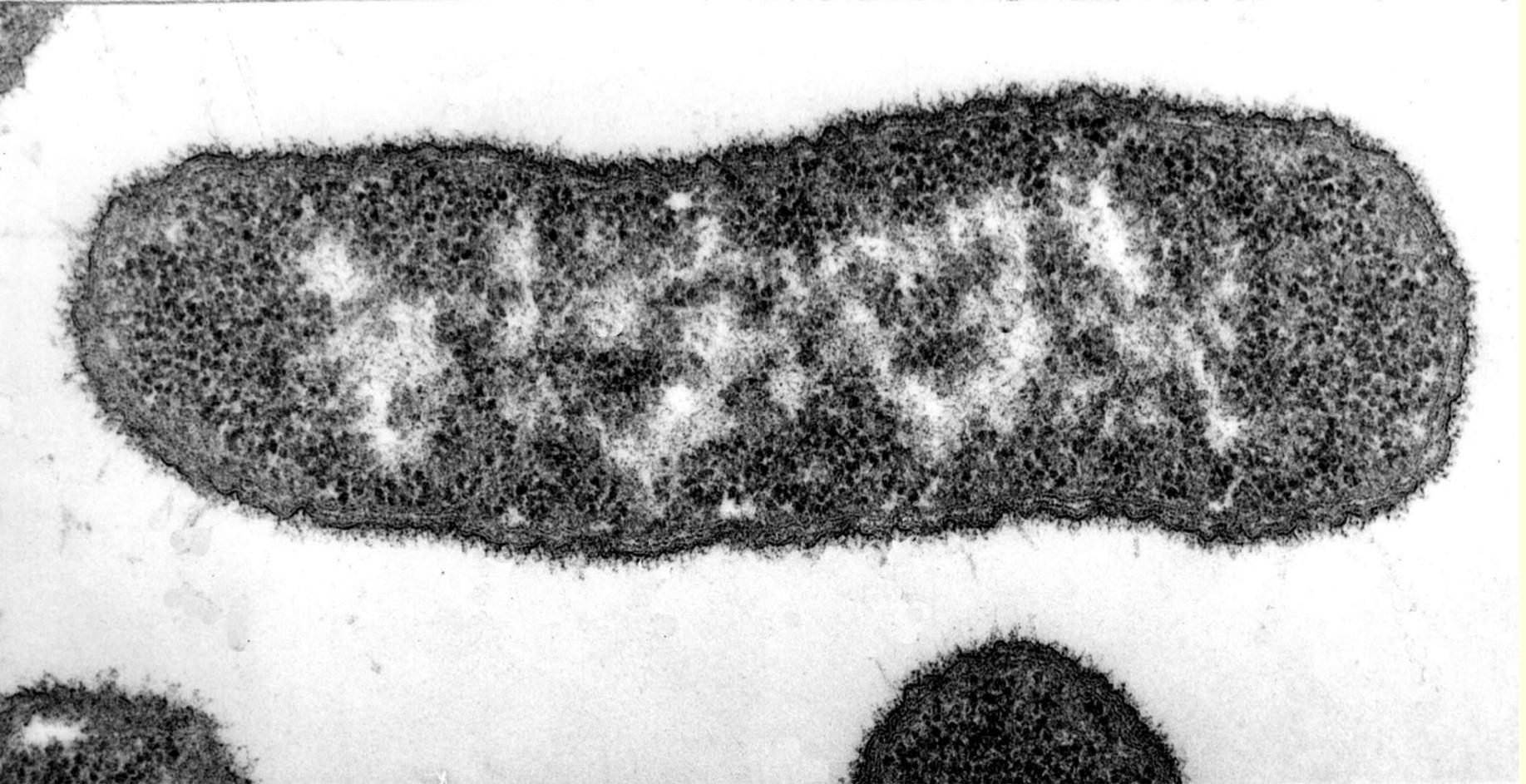
---

**В КС *Mycobacterium tuberculosis***  
60-90% липидов (в ср. у бактерий 2-8%)  
Липиды микобактерий: миколовые кислоты,  
воск Д,  
корд-фактор – трегалоза-6,6-димиколат.

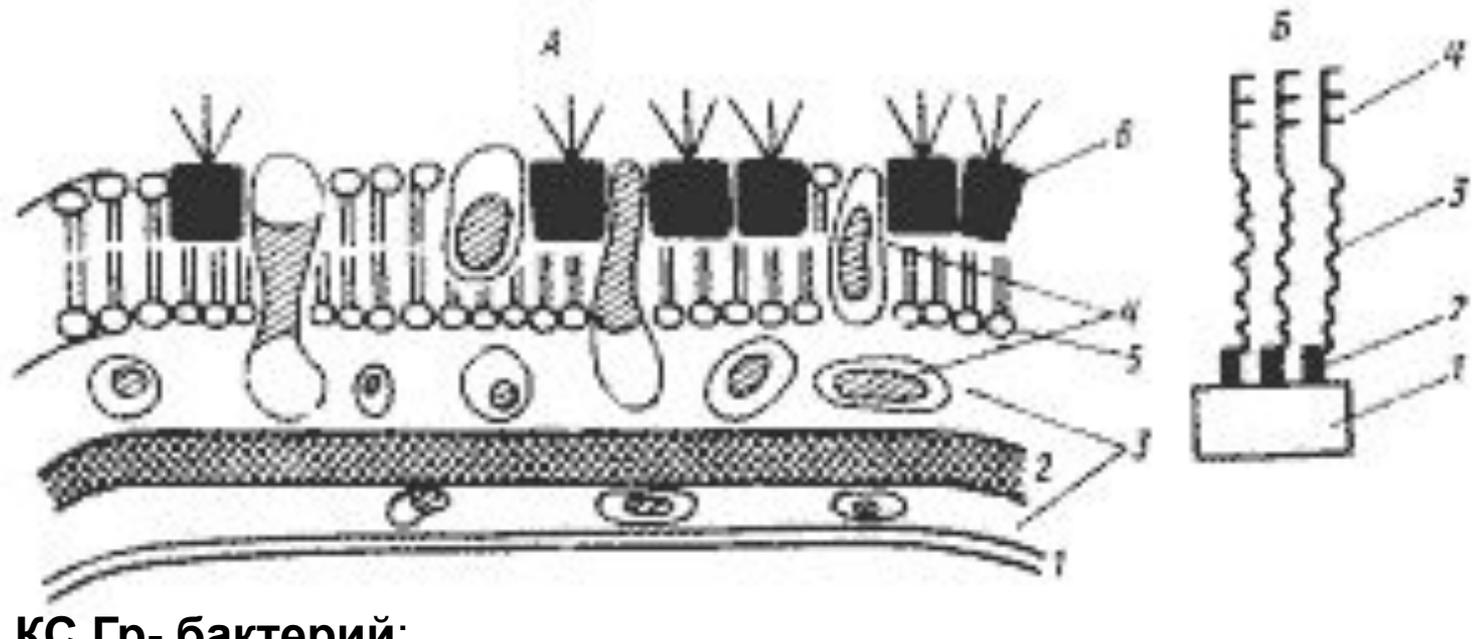
Окраска микобактерий по методу  
**Циля- Нильсена в красный цвет**

**6 вопрос** Гр-тип строения КС    Ультратонкий срез  
клетки кишечной палочки

---



# Особенности строения клеточной стенки Гр- бактерий

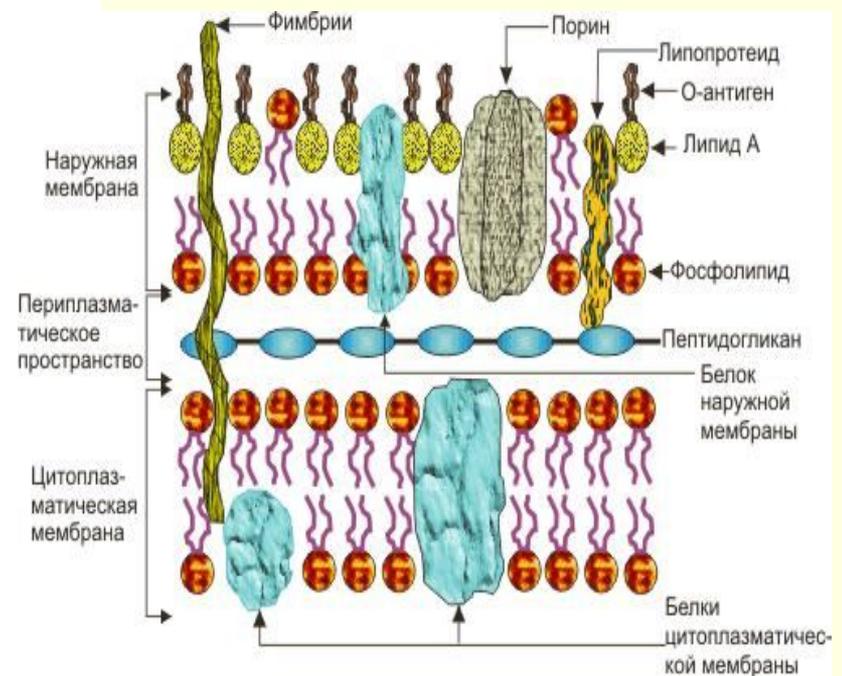
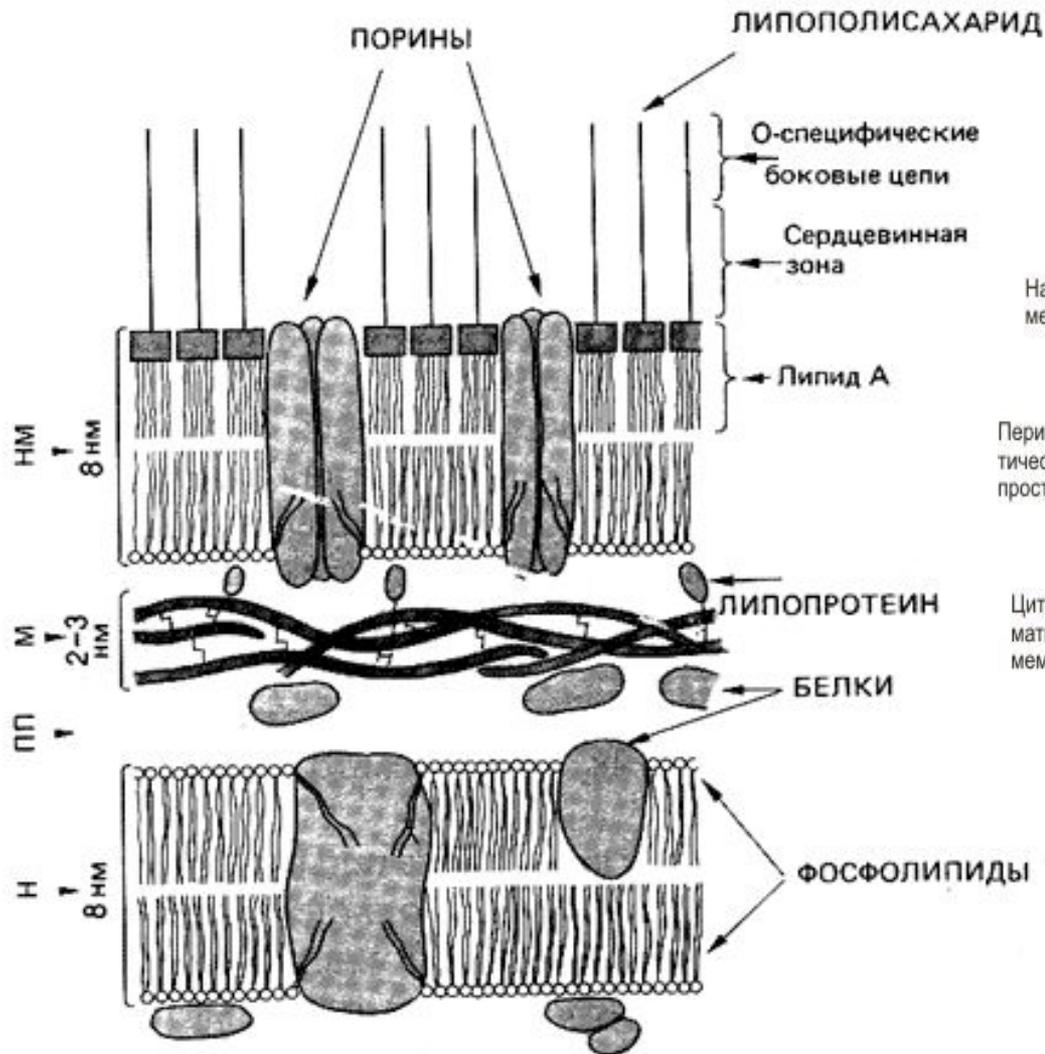


## А. КС Гр- бактерий:

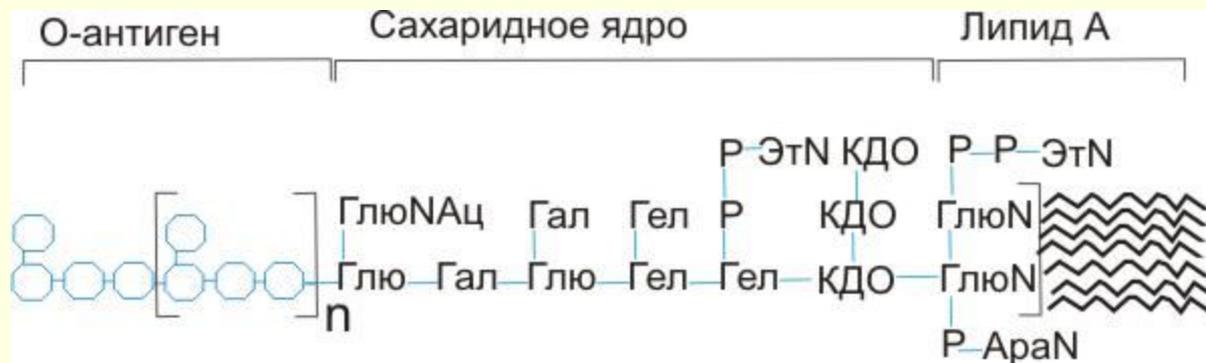
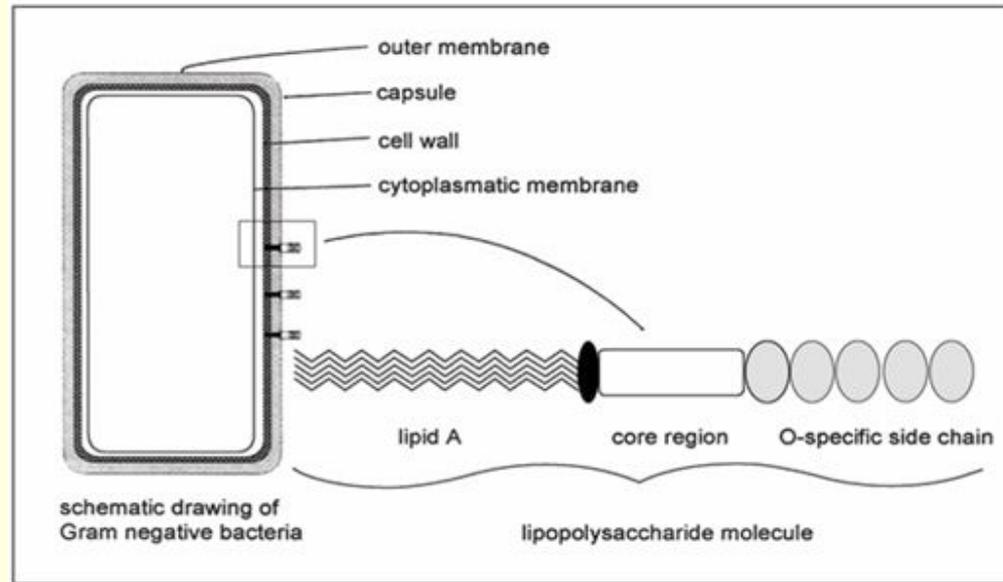
1 — цитоплазматическая мембрана; 2 — пептидогликановый слой;  
3 — периплазматическое пространство; 4 — молекулы белков  
(заштрихована гидрофобная часть); 5 — фосфолипиды;  
6 — липополисахариды (ЛПС)

Б. **Строение молекулы ЛПС (эндотоксин):** 1 — липид А;  
2 — внутреннее полисахаридное ядро; 3 — наружное  
полисахаридное ядро; 4 — О-антиген

# Особенности строения КС Гр- бактерий

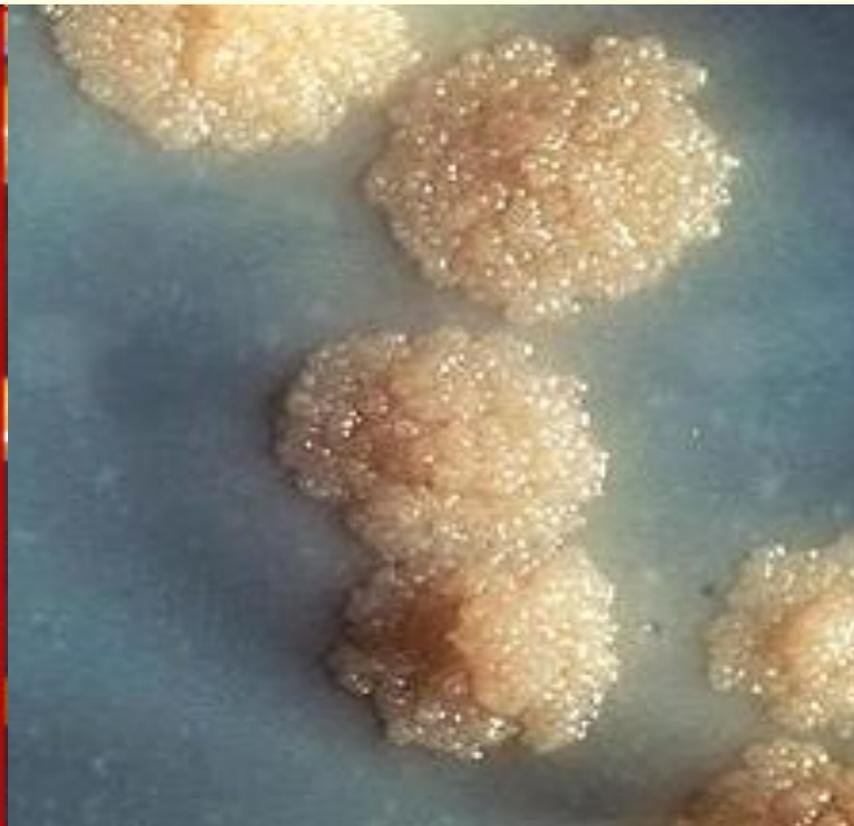


# ЛПС (эндотоксин) определяет АГ-свойства Гр- бактерий



# S- и R-формы бактериальных колоний

---

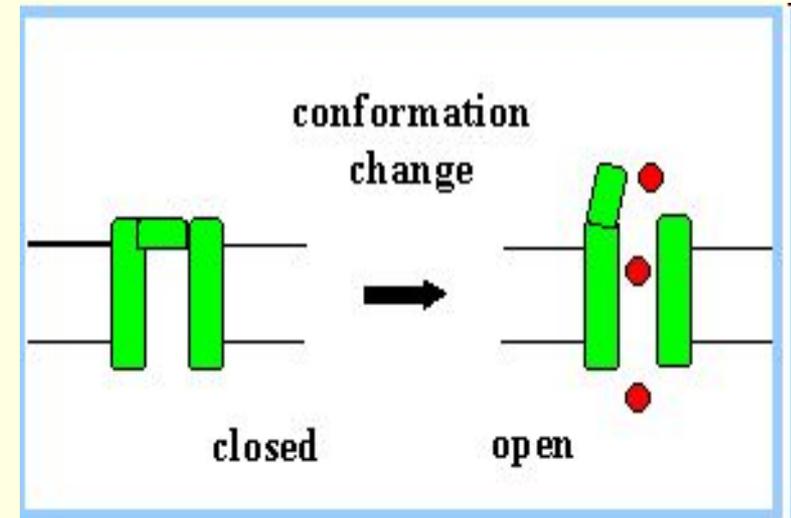
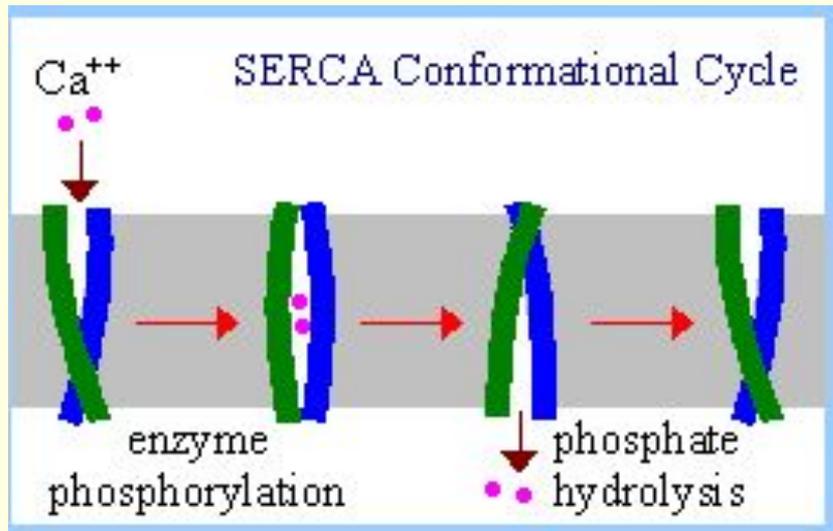
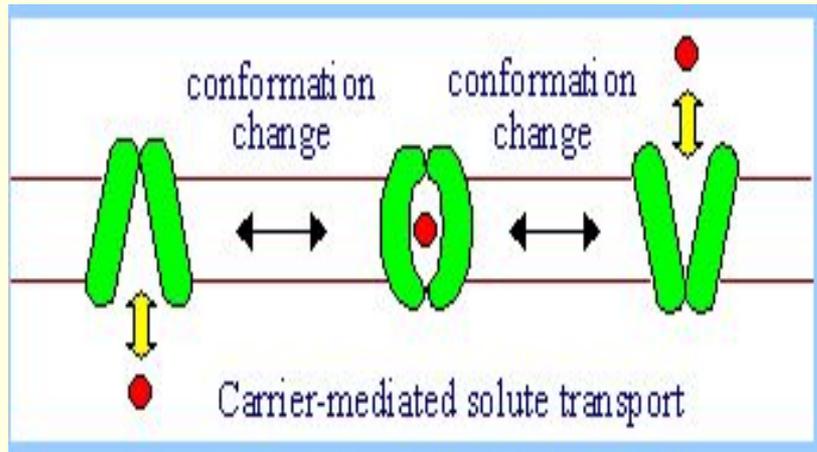


## **7 вопрос Белки внешней мембраны КС Гр- бактерий**

---

- 1. белки-адгезины,
- 2. белки-порины:  
диаметр пор отр С = 1,1,  
отр F = 1,2 нм,
- 3. белки-переносчики витамина В12,
- 4. белки-переносчики железа,
- 5. белки-рецепторы для бактериофагов.

# Белки внешней мембраны клеточной стенки Гр- бактерий



## 8 вопрос

### Пенициллин (ПЦ) и его действие на ПГ

- Пенициллин – А. Флеминг 1928 г.
- Микроскопические грибы рода **Penicillium**
- Действуют на
- **пентаглициновые мостики между гетерополимерными цепочками у Gr+ бактерий**
- **и**
- **пептидные мостики между гетерополимерными цепочками у Gr- бактерий**

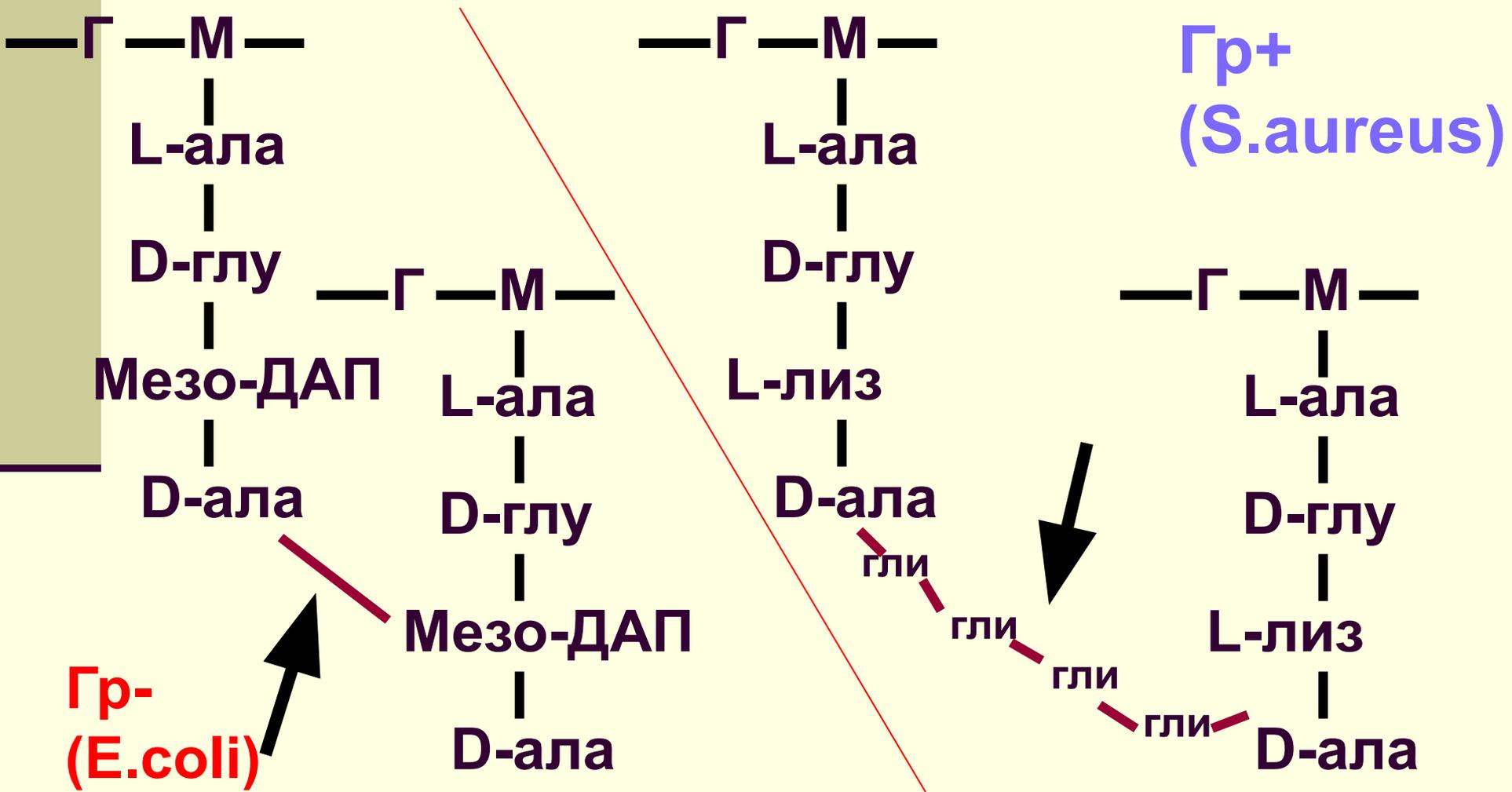
# Александр Флеминг

1881–1955



Английский бактериолог,  
Нобелевская премия по  
физиологии и медицине  
1945 г.  
за открытие пенициллина

# Действие ПЦ на пептидные связи Гр- и Гр+ бактерий в ПГ



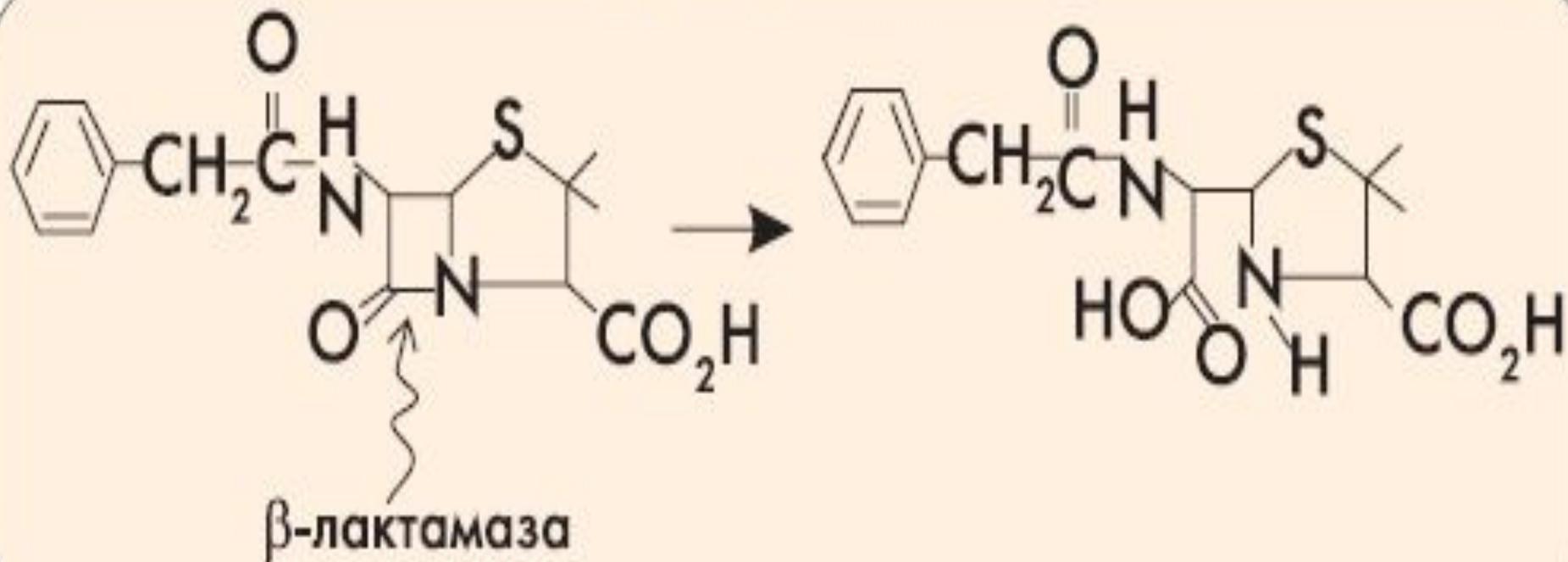
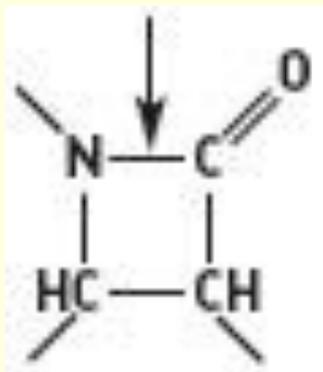


Рис.1. Гидролиз бензилпенициллина при взаимодействии β-лактамазой [2]



Уязвимое место молекулы пенициллина и цефалоспорины при действии фермента бета-лактамазы

## *9 вопрос* Действие лизоцима и литических ферментов на ПГ

---

А. Флеминг изучал способы разрушения бактерий ***Micrococcus lysodeikticus*** различными веществами, включая все биологические жидкости:

слезная жидкость,

слизистые выделения носовой полости,

урогенитального тракта,

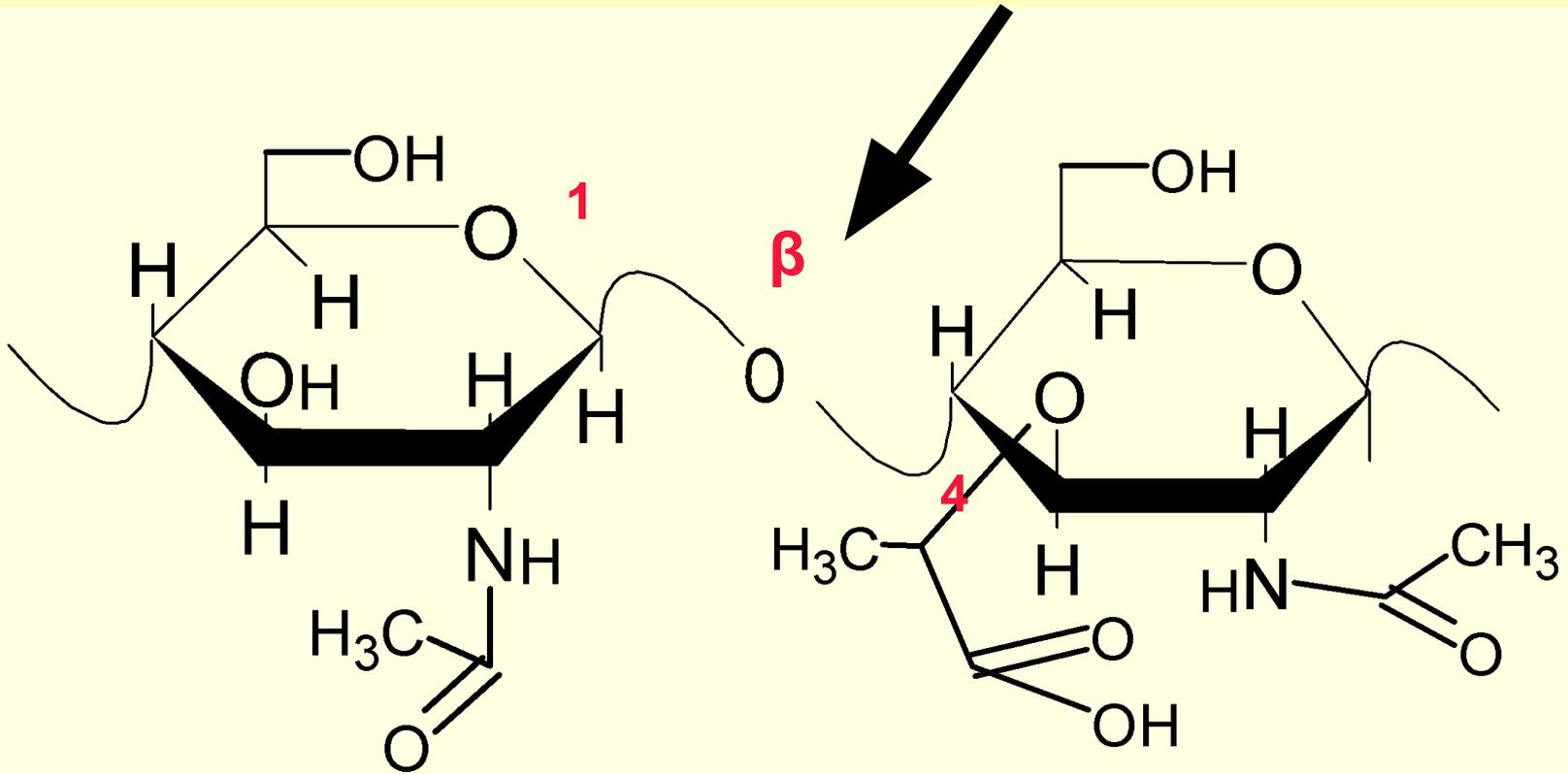
яичный белок,

выделения потовых желез

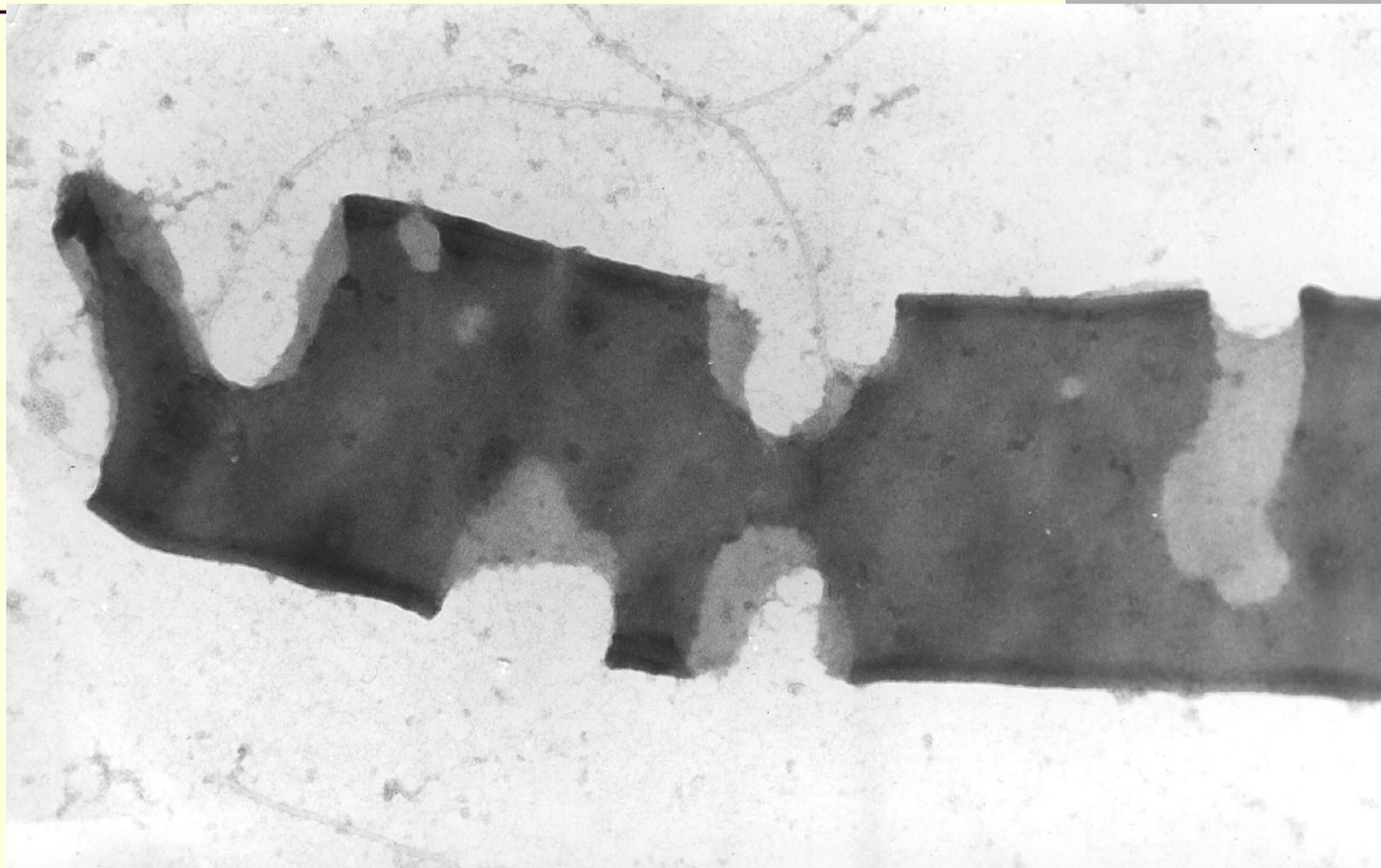
Везде содержался **ЛИЗОЦИМ**

**ЛИЗОЦИМ (мурамидаза) - фермент класса гидролаз**

**Разрушает  $\beta$ -1,4-гликозидную связь между N-АГА и N-АМК в ПГ**



**Разрушение лизоцимоподобными ферментами  
лактобактерий (эндопептидаза, бактериоцины)  
ПГ КС *Bacillus subtilis***



# Функции лизоцимоподобных ферментов бактерий

- Разрушение КС во время роста бактерий для вставки (импрегнации) вновь синтезированных фрагментов ПГ.
- Ферментативное разрушение ПГ идет только в определенных участках КС.
- Антагонистическое воздействие на другие бактерии.
- Молекулы ферментов способны проникать через ПГ в просветы  $\varnothing$  около 2 нм.
- Свободно проникают ферменты с Мм  $\sim 50$  кДа.
- Бактерии обладают устойчивостью (иммунитет) к действию своих собственных ферментов

# 10 вопрос **Функции ПГ**

---

1. **Основная функция** – стабильность – поддержание постоянной формы бактерии
2. **Иммунологические функции**: иммуномодулятор, запускает классический и альтернативный пути активации системы комплемента
3. Обладает **противоопухолевым** действием
4. Тормозит фагоцитарную активность макрофагов
5. Угнетает миграцию макрофагов