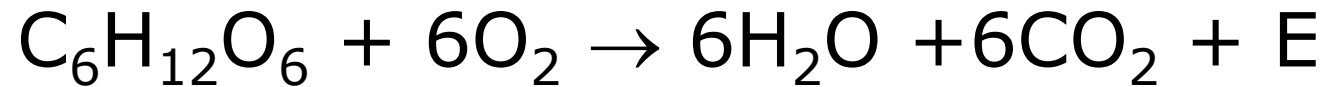
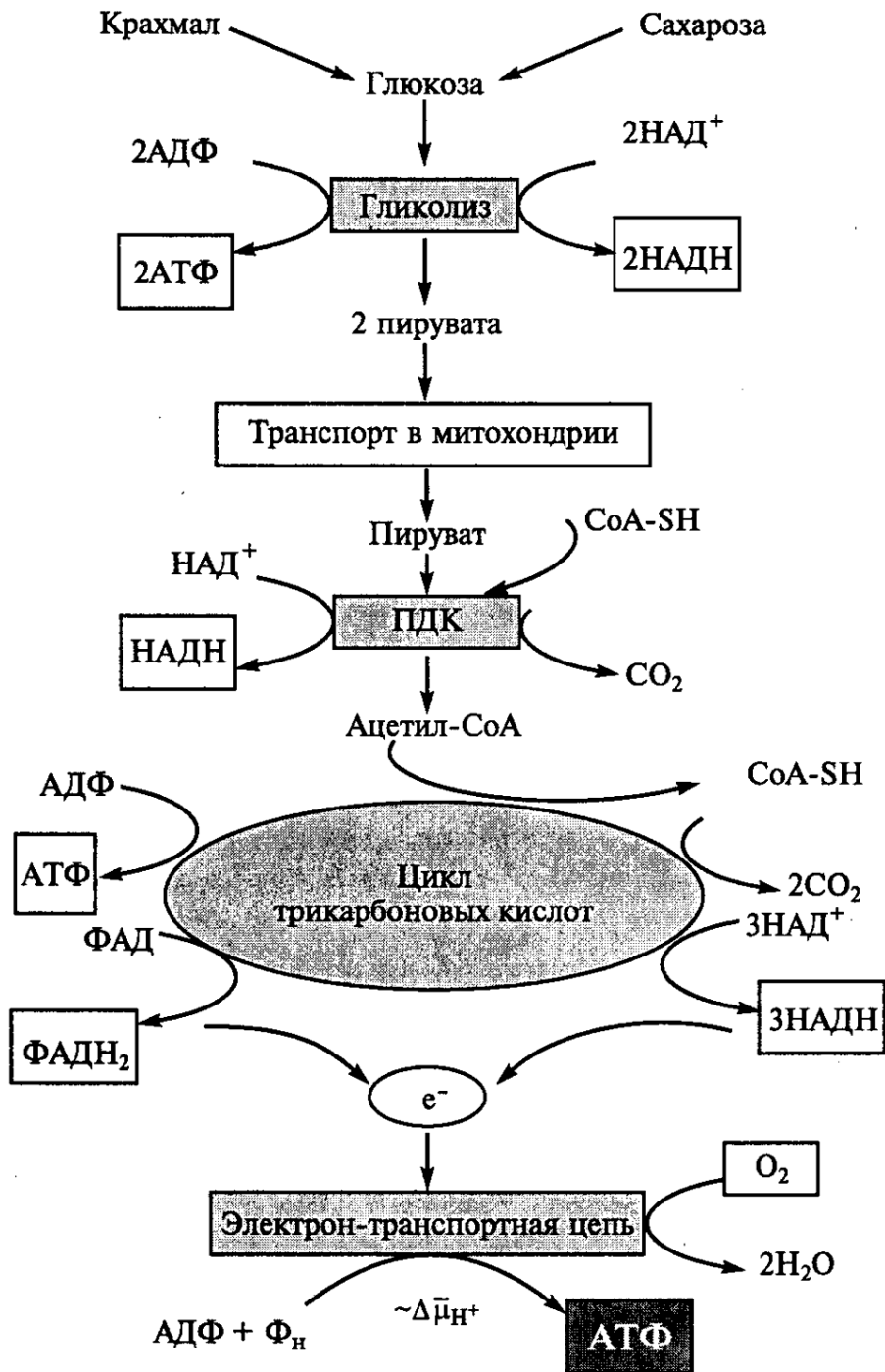


**СУЩНОСТЬ ДЫХАНИЯ И ПУТИ
ДЫХАТЕЛЬНОГО ОБМЕНА РАСТЕНИЙ.
ОСНОВЫ ПОЧВЕННОЙ
МИКРОБИОЛОГИИ**

СУММАРНОЕ УРАВНЕНИЕ ДЫХАНИЯ

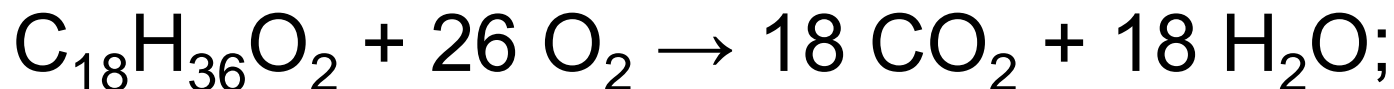




ОБЩАЯ СХЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕВОДОВ В КАЧЕСТВЕ СУБСТРАТОВ ДЫХАНИЯ

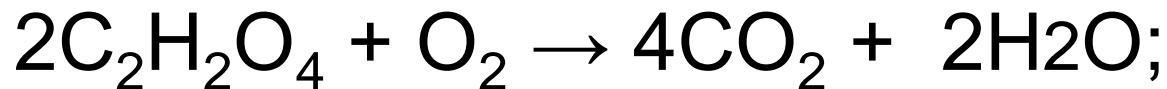
ДЫХАТЕЛЬНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ КАК МЕРА ОКИСЛЕННОСТИ СУБСТРАТА ДЫХАНИЯ

- окисление стеариновой кислоты:



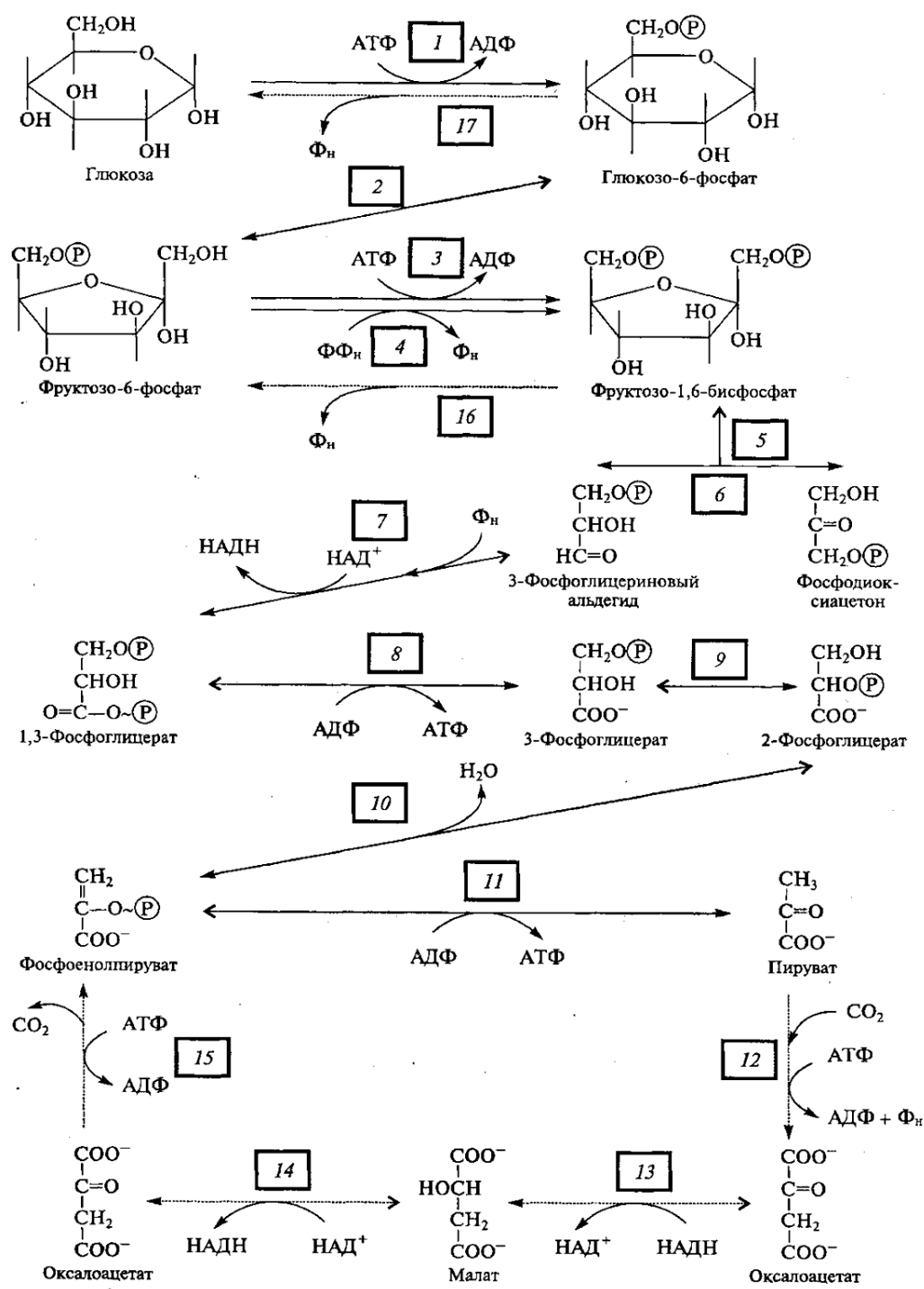
$$\text{ДК} = 18\text{CO}_2/26\text{O}_2 = 0,69.$$

- окисление щавелевой кислоты:



$$\text{ДК} = 4\text{CO}_2/\text{O}_2 = 4.$$

РЕАКЦИИ ГЛИКОЛИЗА



- 1 – гексокиназа
- 2 – фосфоглюкоизомераза
- 3,4 – фосфофруктокиназа
- 5 – фруктозодифосфат-альдолаза
- 6 – триозофосфат-изомераза
- 7- дегидрогеназа ФГА
- 8 – фосфоглицераткиназа
- 9 – фосфоглицеромутаза
- 10 – енолаза
- 11 – пируваткиназа
- 12 – ПВК-карбоксилаза
- 13, 14 – малатдегидрогеназа
- 15 – ФЕП-карбоксикиназа
- 16 – фруктозо-1,6-дифосфатаза
- 17 – глюкозо-6-фосфатаза

ЦИКЛ ТРИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

1 – мультиэнзимный комплекс окислительного декарбоксилирования ПВК

2 – цитратсинтетаза

3 – аконитатгидратаза

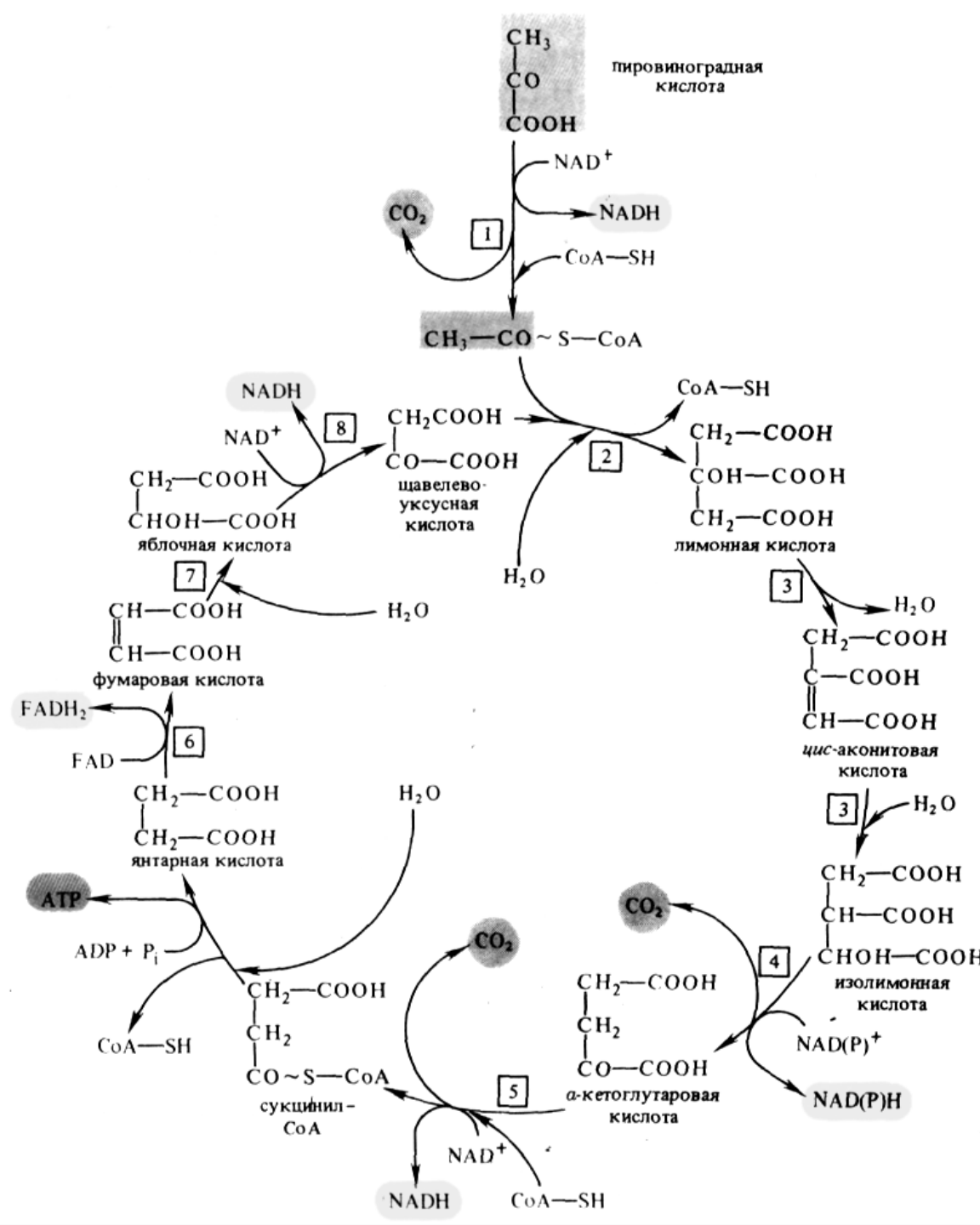
4 – изоцитратдегидрогеназа

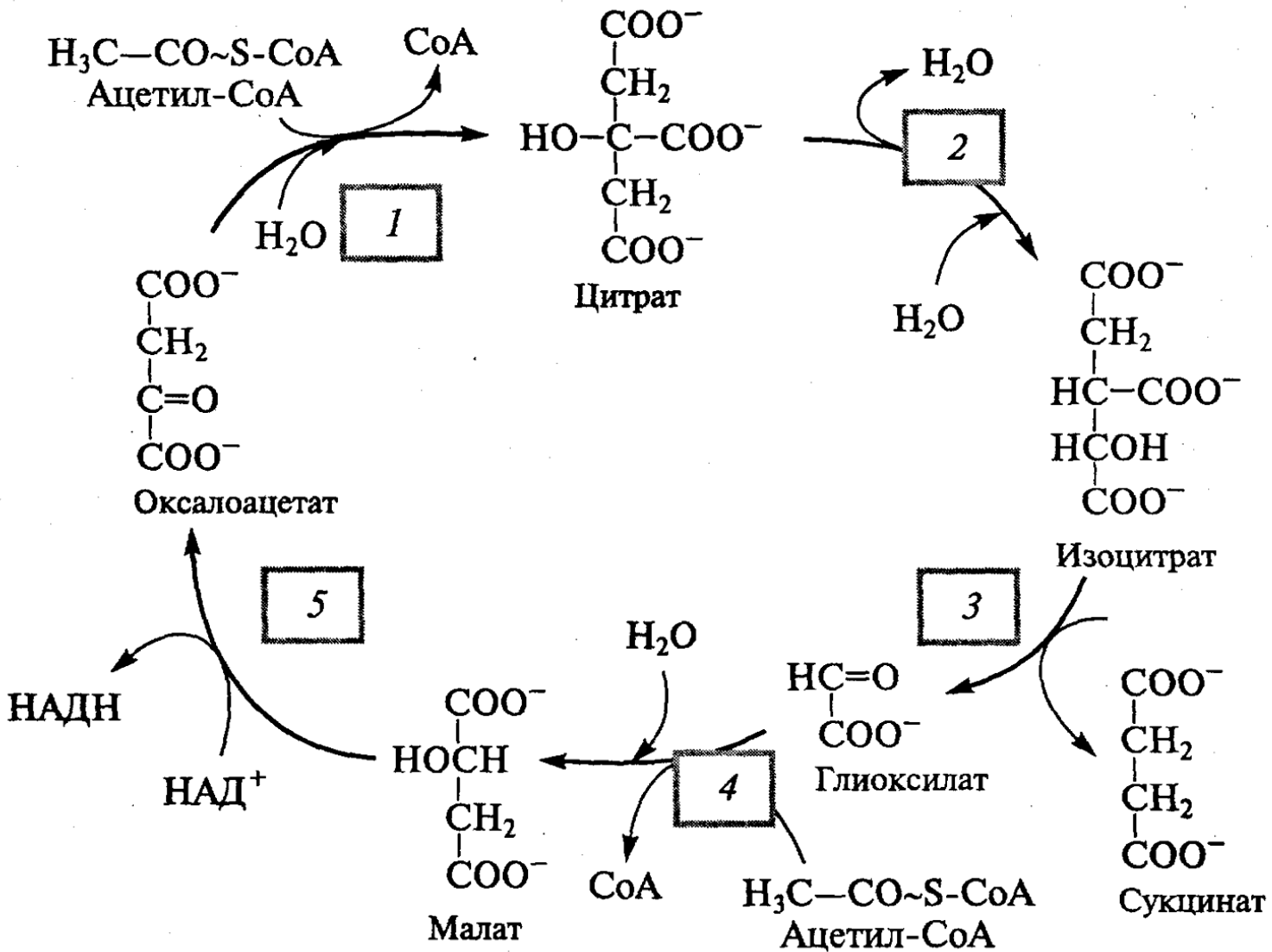
5 – мультиэнзимный комплекс окислительного декарбоксилирования α-кетоглутарата

6 – сукцинатдегидрогеназа

7 – фумаратгидратаза

8 – малатдегидрогеназа





ГЛИОКСИЛАТНЫЙ ЦИКЛ

1 – цитратсинтетаза

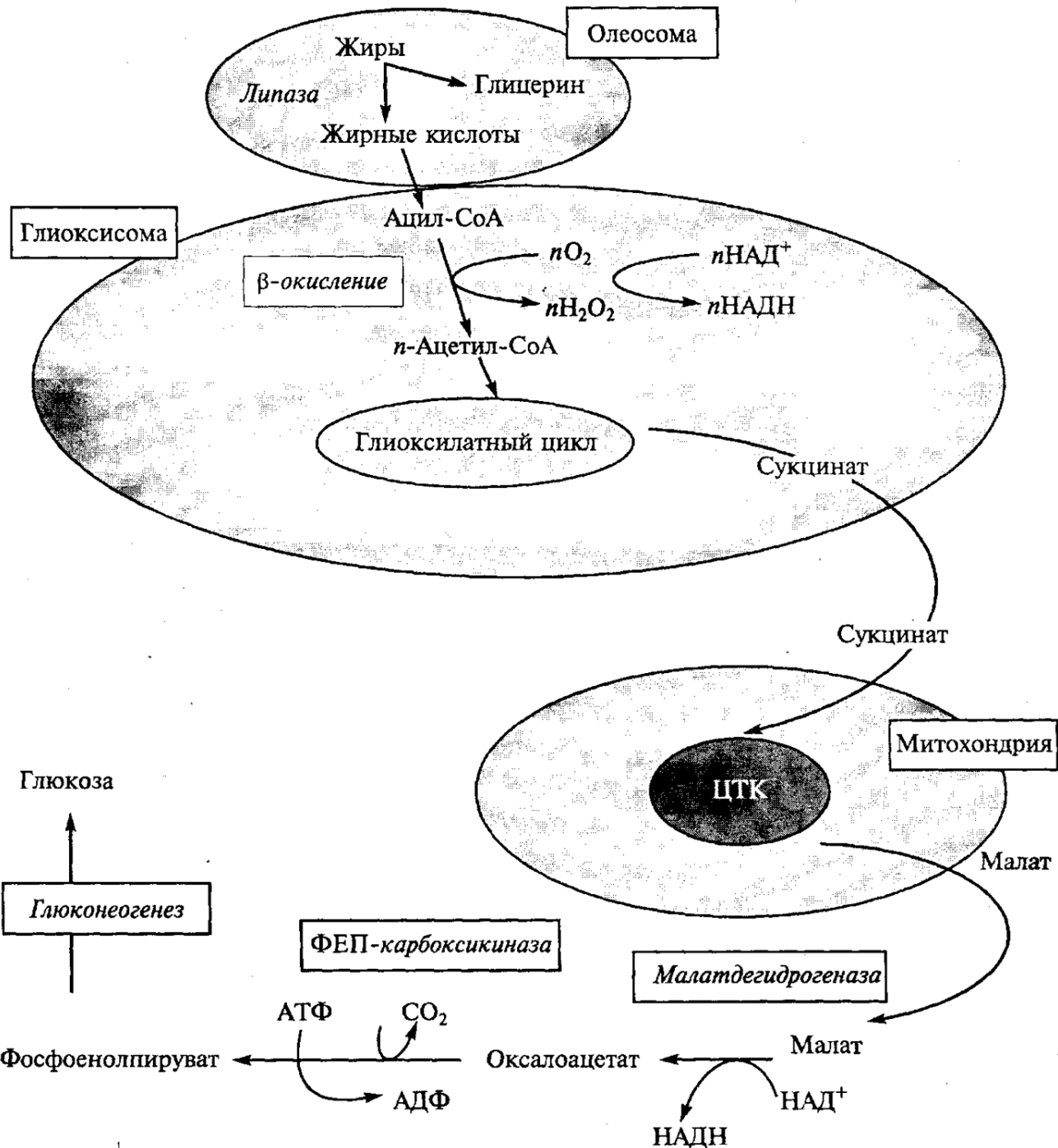
3 – изоцитратлиаза

2 – аконитаза

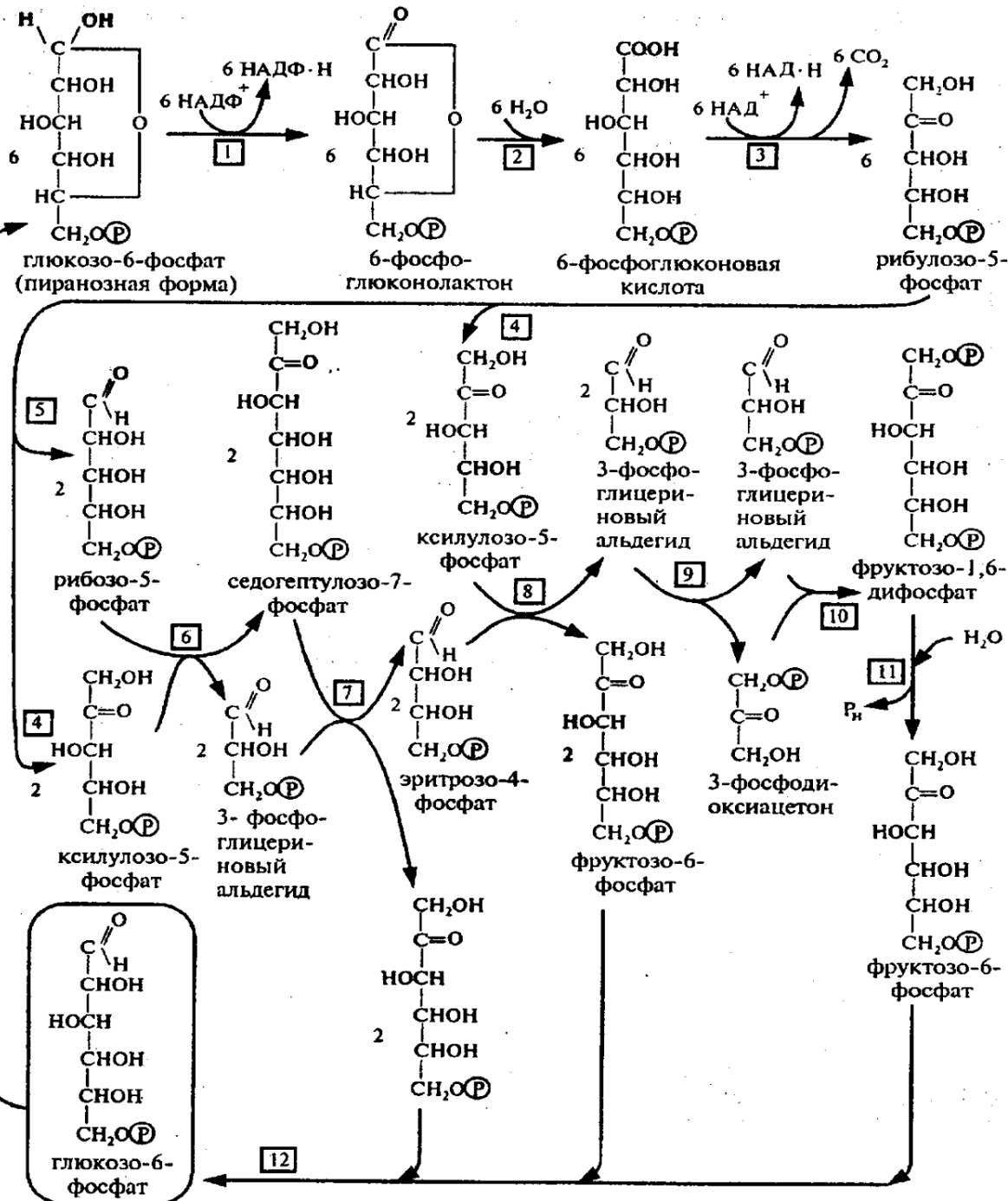
4 – малатсинтетаза

5 – малатдегидрогеназа

взаимодействие компартментов в процессе превращения жиров в углеводы при прорастании семян масличных растений

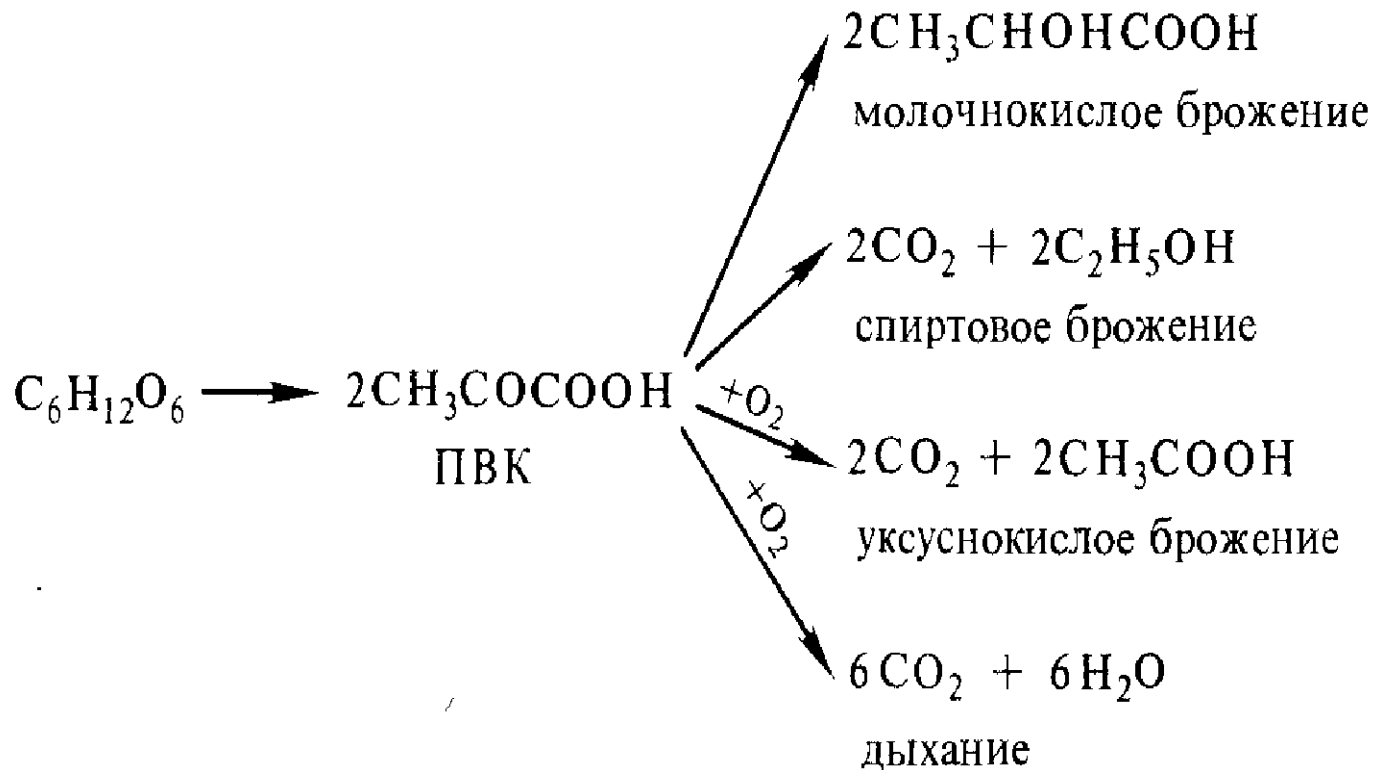


ПЕНТОЗОФОСФАТНЫЙ ЦИКЛ

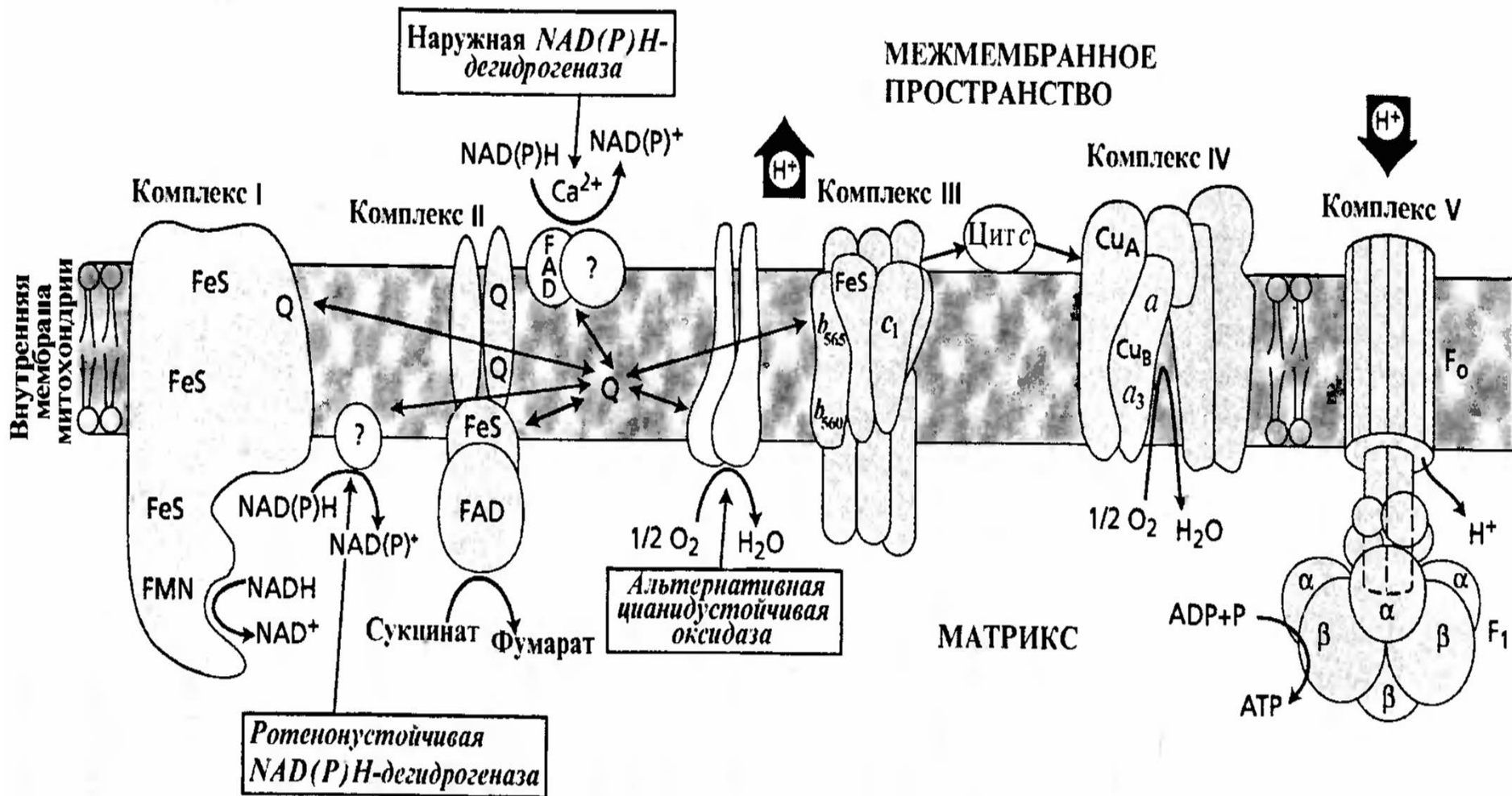


- 1 - глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназа
- 2 - глюконолактоназа
- 3 - фосфоглюконат-дегидрогеназа
- 4 - фосфопенто-эпимераза
- 5 - фосфопенто-изомераза
- 6,8 - транскетолаза
- 7 - трансальдолаза
- 9 - триозофосфат-изомераза
- 10 - альдолаза
- 11 - фосфатаза
- 12 - гексофосфат-изомераза

Генетическая связь процессов дыхания и брожения



Строение ЭТЦ дыхания



Компоненты ЭТЦ митохондрий растений

Комплекс	Расположение	Состав	Характеристика	Функции комплекса
I	Пересекает мембрану	НАД-Н ФМН FeS _{N1} FeS _{N2} FeS _{N3}	Никотинамидадениндинуклеотид восстановленный Флавинмононуклеотид – кофермент дегидрогеназы, окисляющей эндогенный НАД-Н Железосерные белки (центры)	Осуществляет перенос электронов от НАД-Н к убихинону Q. Его субстратом служат молекулы внутримитохондриального НАД-Н, восстанавливающегося в ЦТК. При встраивании в фосфолипидную мембрану этот комплекс функционирует как протонная помпа

Компоненты электрон-транспортной цепи митохондрий растений

Комплекс	Расположение	Состав	Характеристика	Функции комплекса
II		ФАД FeS _{S1} FeS _{S2} FeS _{S3}	Флавинадениндинуклеотид – кофермент сукцинатдегидрогеназы Железосерные белки 2Fe2S и 4Fe4S-типа	Катализирует окисление сукцината убихиноном. Эту функцию осуществляет ФАД-зависимая сукцинат:убихинон-оксидоредуктаза, в состав которой входят три железосерных центра
Q			Убихинон – липидорастворимый одно- и двухэлектронный переносчик	

Компоненты электрон-транспортной цепи митохондрий растений

Комплекс	Расположение	Состав	Характеристика	Функции комплекса
III	Пересекает мембрану	b556 b560 c1 FeS _R	Цитохромы – гемпротеины, в которых гем связан с белком нековалентно Цитохром c552 – гемпротеин, гем ковалентно связан с белком Железосерный белок Риске (2Fe2S)	Переносит электроны от восстановленного убихинона к цитохрому c, т.е. функционирует как убихинол:цитохром c-оксидоредуктаза. По структуре и функциям этот комплекс сходен с цитохромным комплексом b6 – f тилакоидов хлоропластов. В присутствии убихинона этот комплекс осуществляет активный трансмембранный перенос протонов.

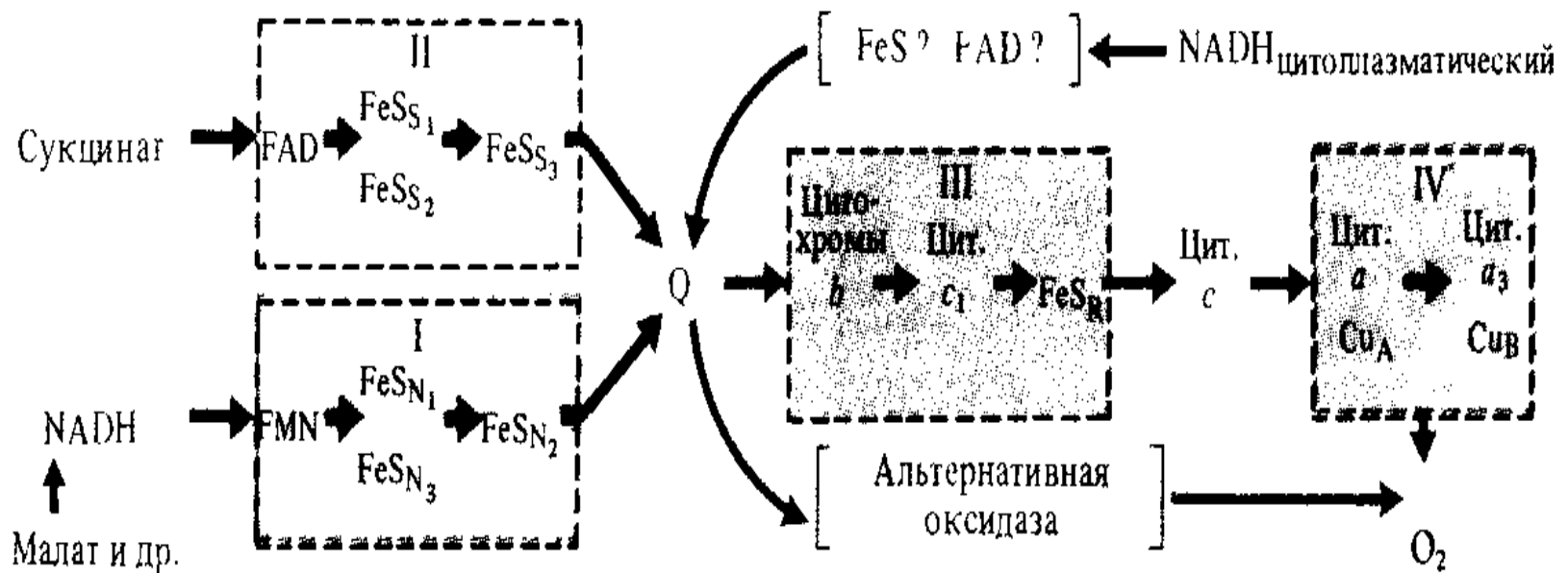
Компоненты электрон-транспортной цепи митохондрий растений

Комплекс	Расположение	Состав	Характеристика	Функции комплекса
С	На наружной стороне внутренней мембраны		Цитохром с550 – гемпротеин, гем ковалентно связан с белком, водорастворим	

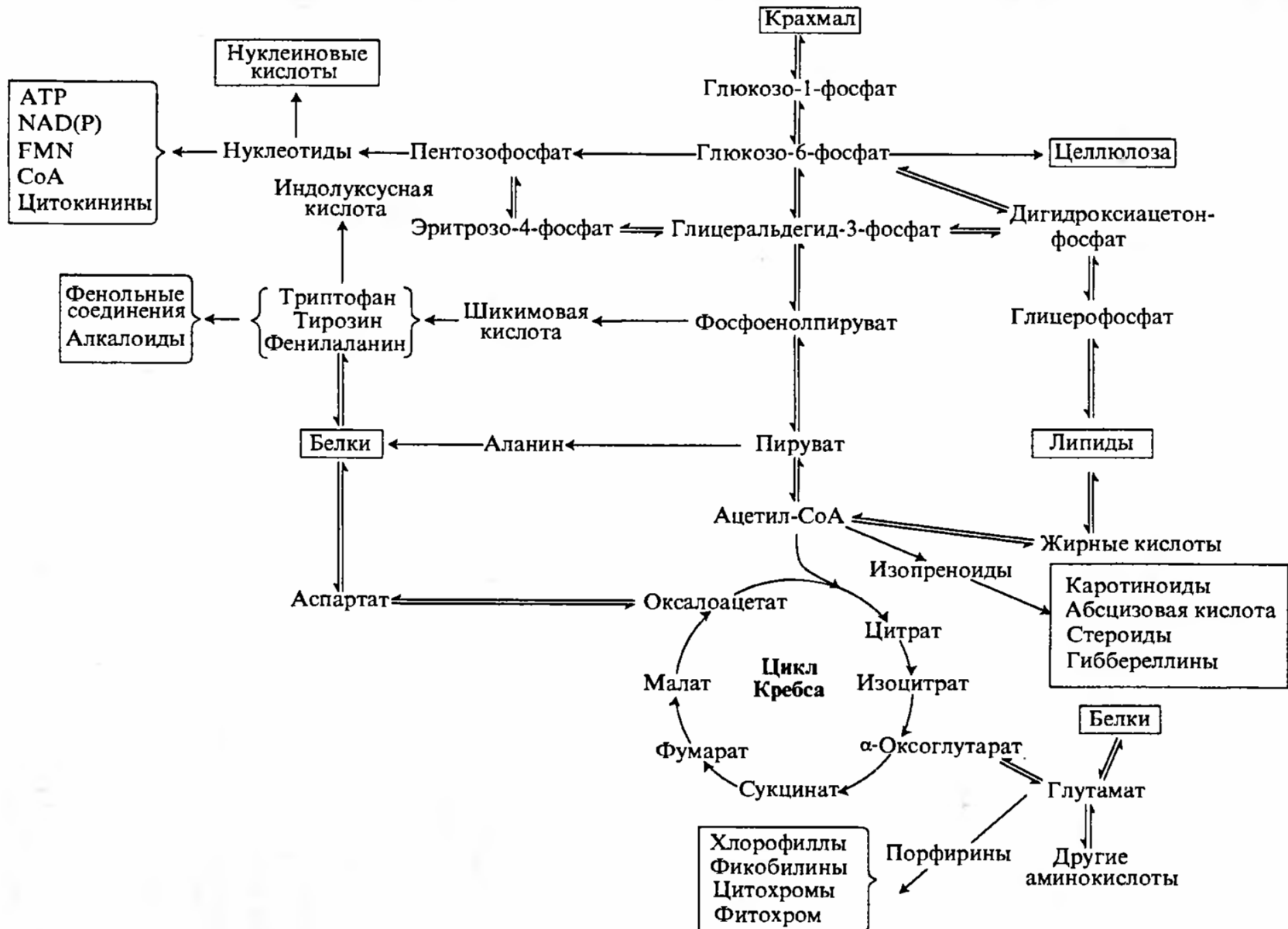
Компоненты электрон-транспортной цепи митохондрий растений

Комплекс	Расположение	Состав	Характеристика	Функции комплекса
IV	Пересекает мембрану	<p>a</p> <p>Cu_A</p> <p>a₃</p> <p>Cu_B</p> <p>O₂, H₂O</p>	<p>Цитохром a – гемпротеин, в котором гем нековалентно связан с белком</p> <p>Атом меди, функционирующий с цит.а как редокс-компонент комплекса</p> <p>Цитохром a₃ – гемпротеин, способен взаимодействовать с кислородом</p> <p>Атом меди меди, функционирующий с цит.a₃ при образовании комплекса с кислородом</p> $1/2O_2 + 2H^+ + 2e^- \leftrightarrow H_2O$	<p>Терминальный комплекс, переносит электроны от цитохрома с к кислороду.</p> <p>Является цитохром с:кислород-оксидоредуктазой (цитохромоксидазой).</p> <p>Транспорт электронов через комплекс сопряжен с активным трансмембранным транспортом протонов.</p>

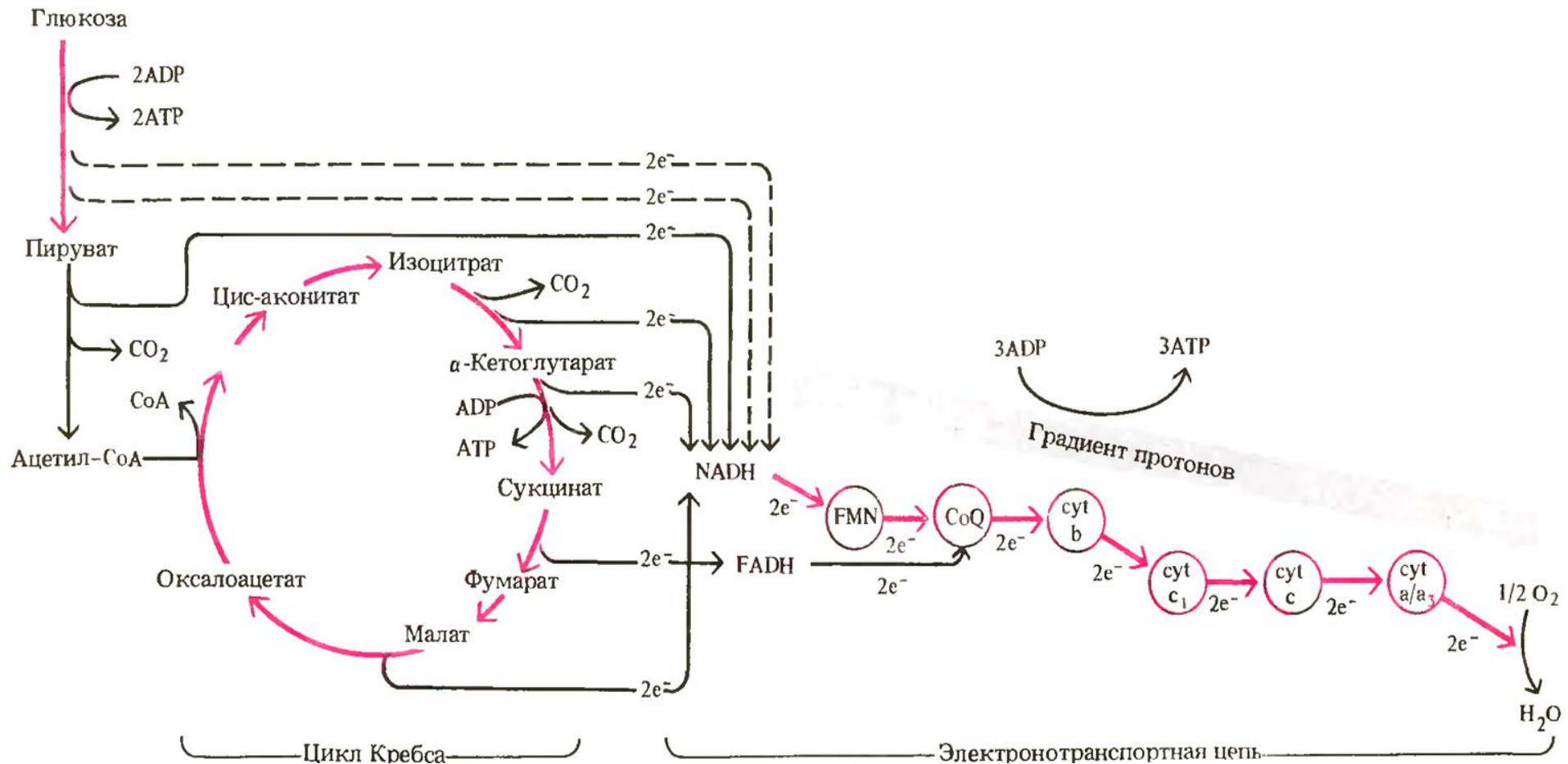
Схема движения электронов при окислительном фосфорилировании



Роль дыхания в биосинтетических процессах



Связь пластического и энергетического обмена



Связь дыхания и фотосинтеза

$$R = aPq + bW$$

где:

R — скорость дыхания единицы площади посева, г $\text{CO}_2/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$

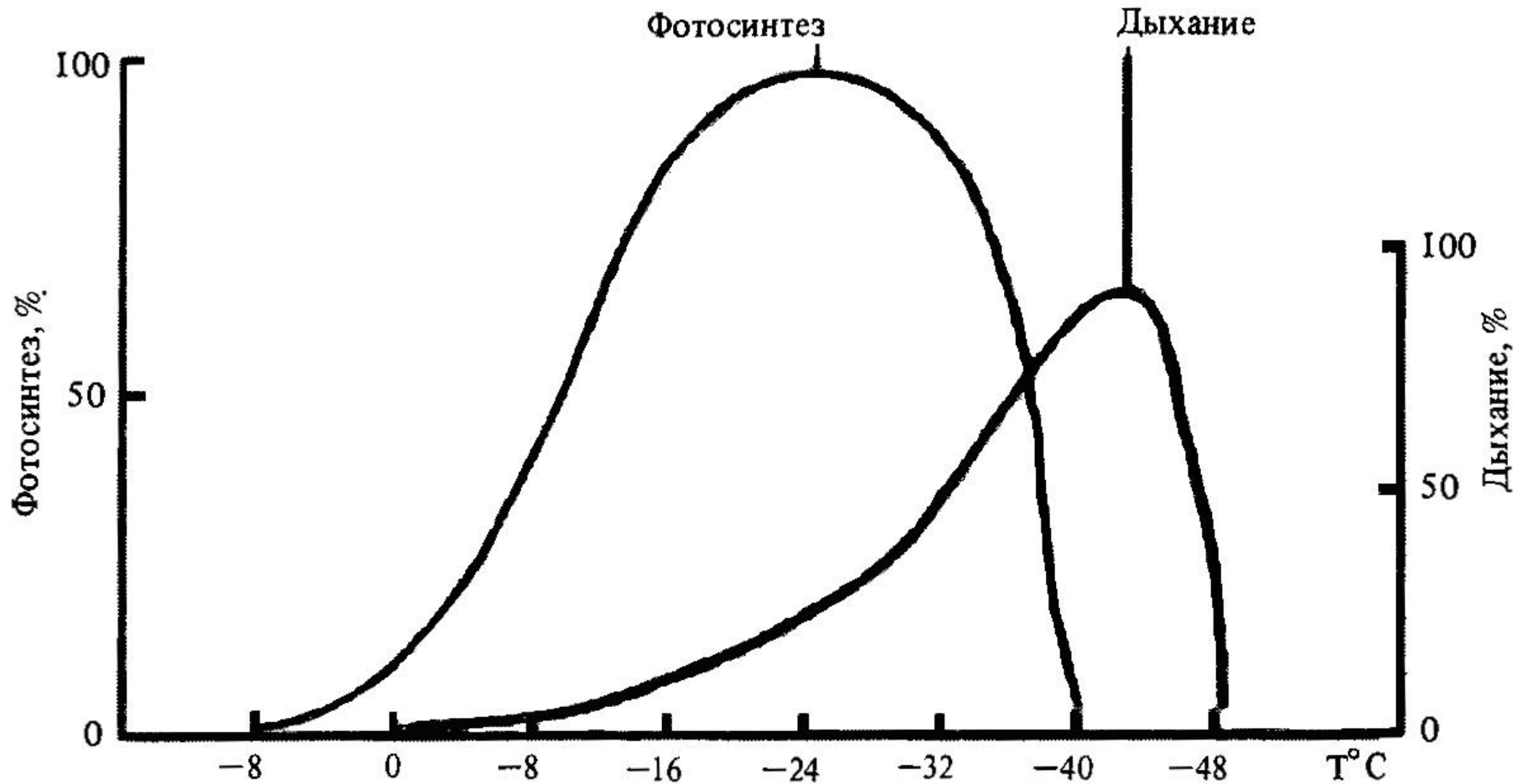
Pq — суммарный фотосинтез единицы площади посева, г $\text{CO}_2/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$

W — сухая биомасса, г, выраженная в эквивалентах CO_2 ;

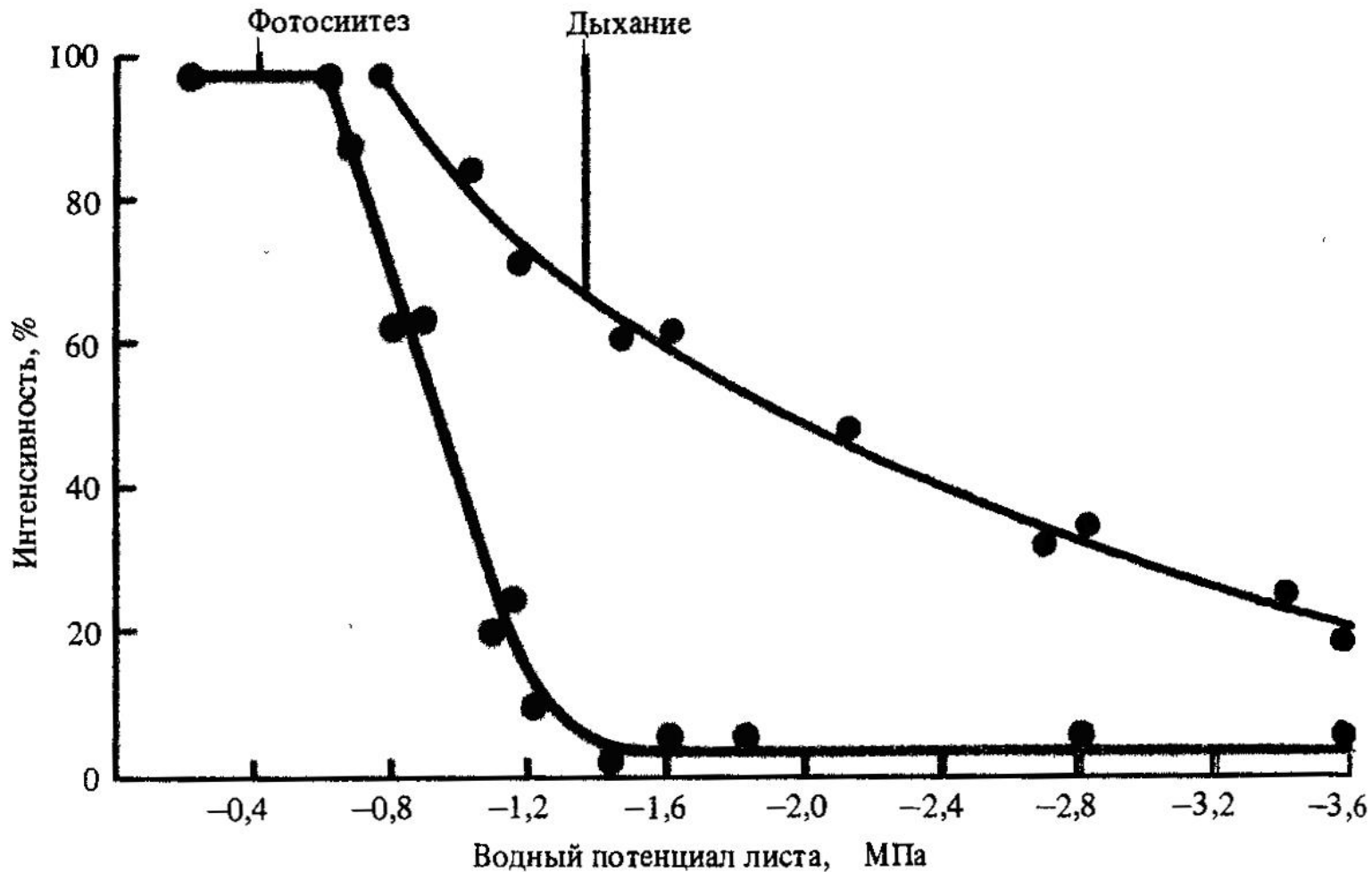
a и b - коэффициенты дыхания соответственно на рост и на поддержание.

Таким образом, дыхание посева состоит из дыхания на рост (aPq) и дыхания на поддержание (bW).

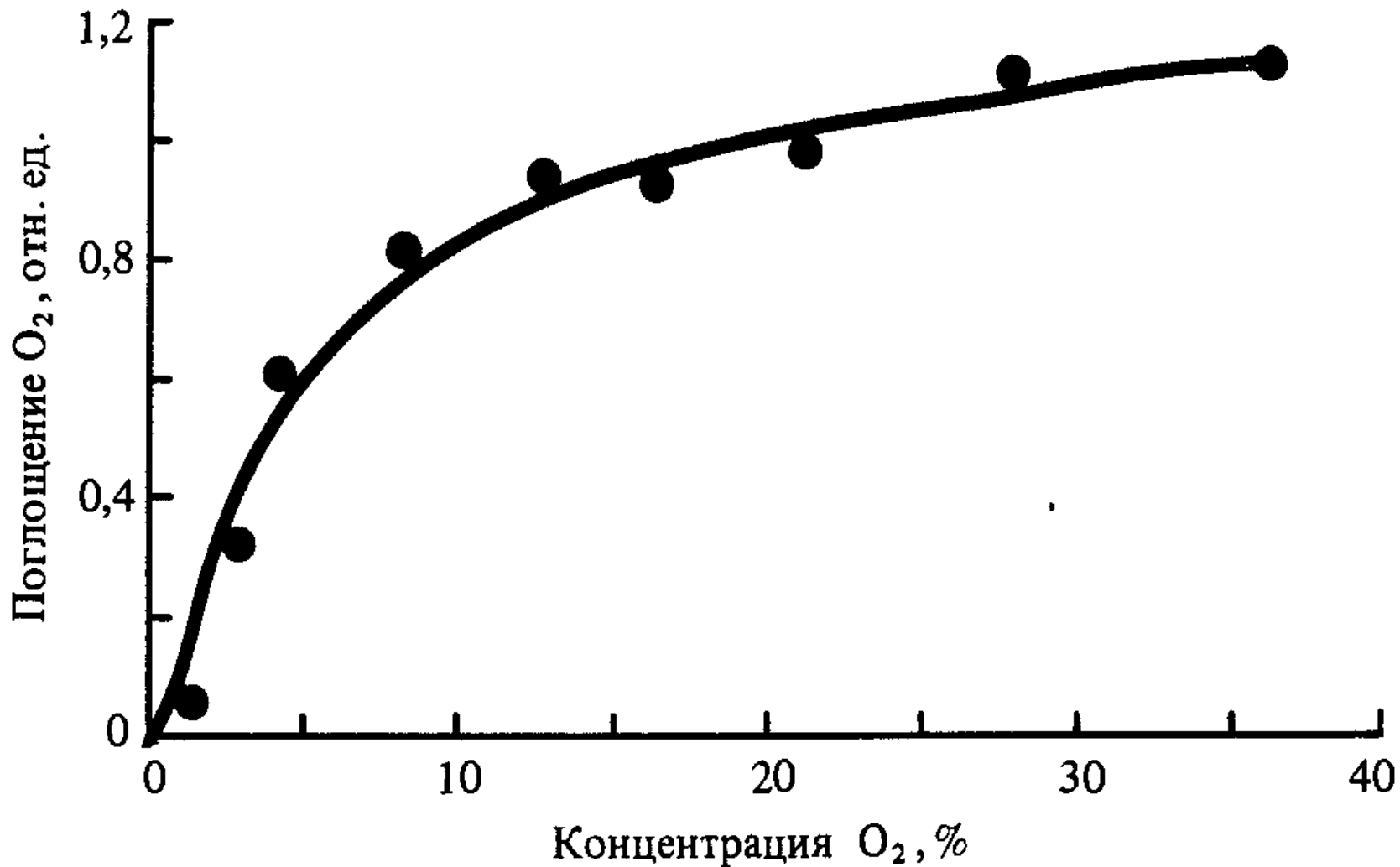
Зависимость интенсивности фотосинтеза и дыхания от температуры



Влияние уменьшения водного потенциала на интенсивность дыхания и фотосинтеза



Влияние концентрации O_2 на интенсивность дыхания проростков



Роль дыхания в продукционном процессе

$$R/Pq = 1 - KЭР$$

R – дыхательные затраты

Pq – gross-фотосинтез

KЭР – коэффициент интенсивности
роста

$$KЭР = \Delta W / \Delta W + R$$

ΔW – среднесуточный прирост
биомассы



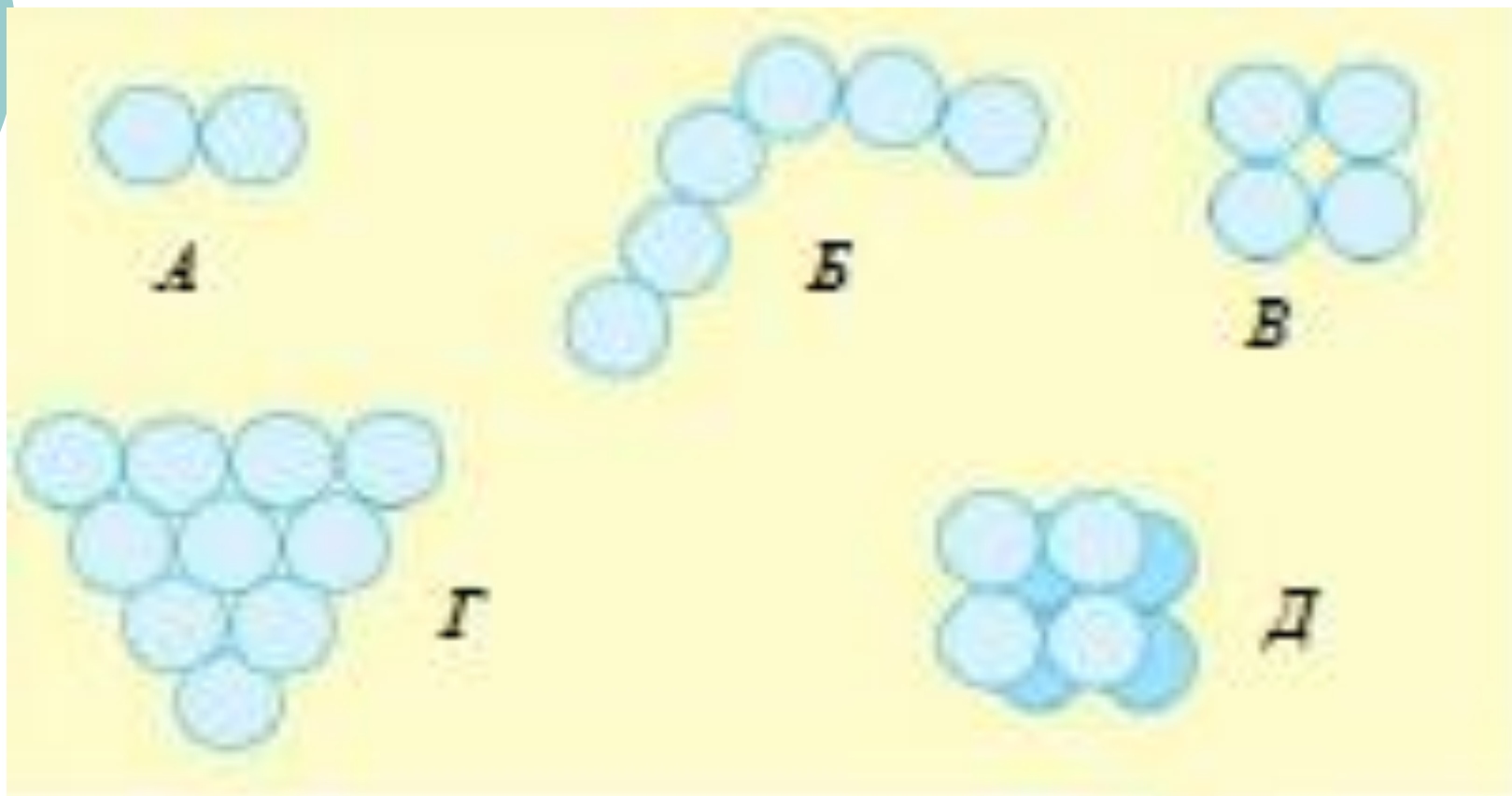
ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ПРОКАРИОТ

Типы скоплений кокковидных клеток:

А – диплококки; **Б** – стрептококки;

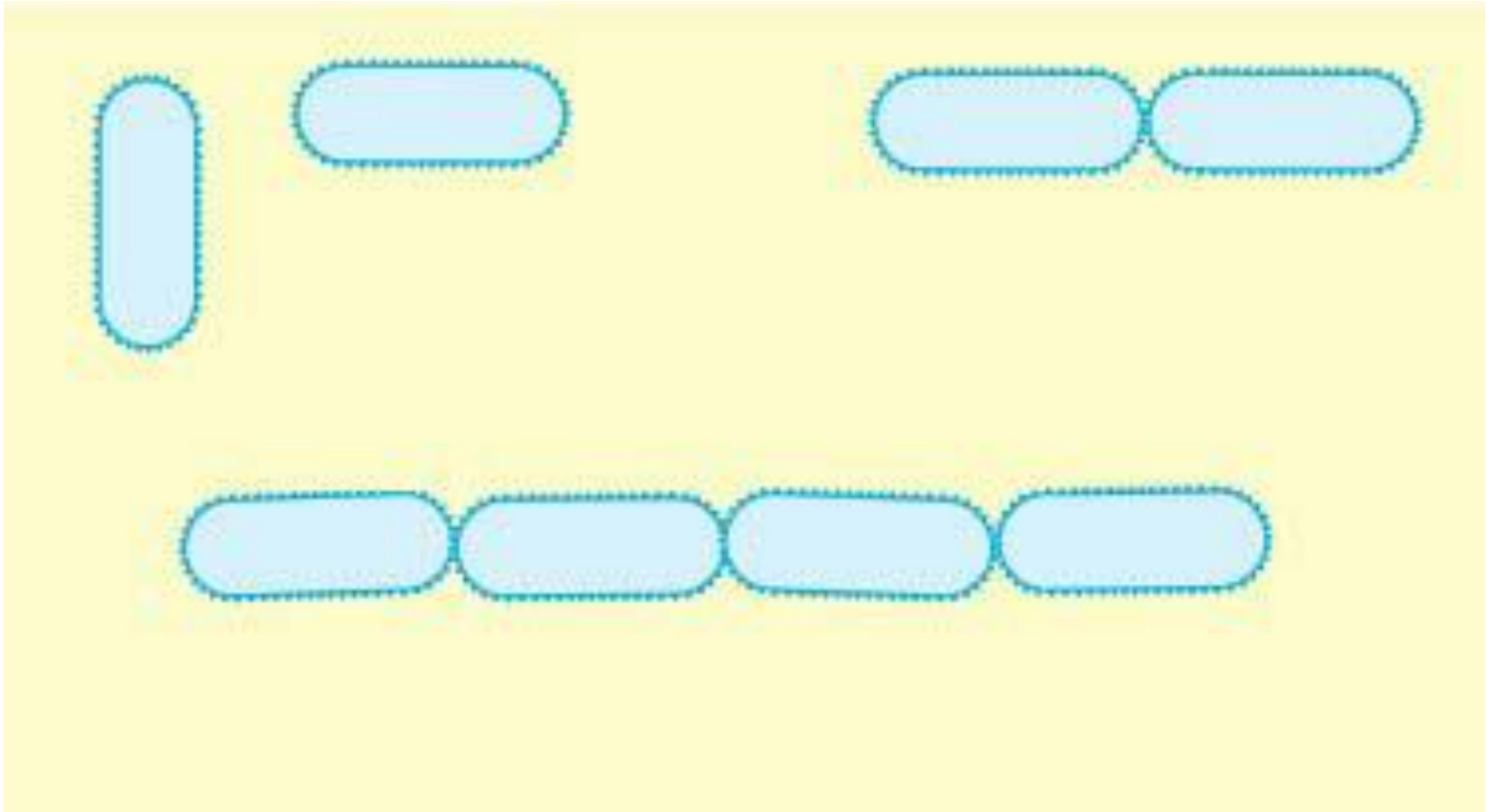
В – тетракокки; **Г** – стафилококки;

Д – сарцины

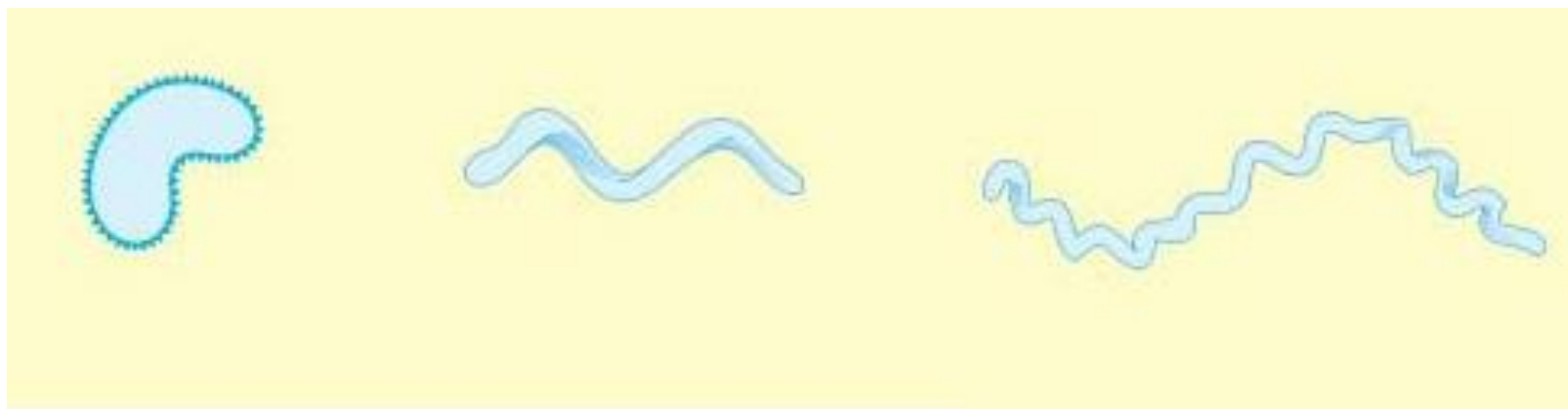


Типы расположения палочковидных клеток:

- монобактерии;
- диплобактерии;
- стрептобактерии



Типы извитых клеток: вибрионы; спириллы; спирохеты





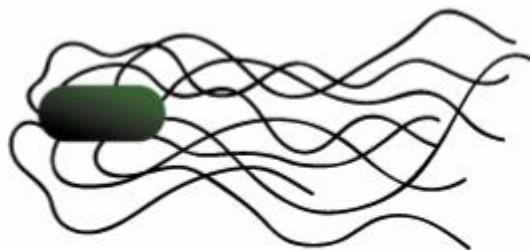
Монотрих



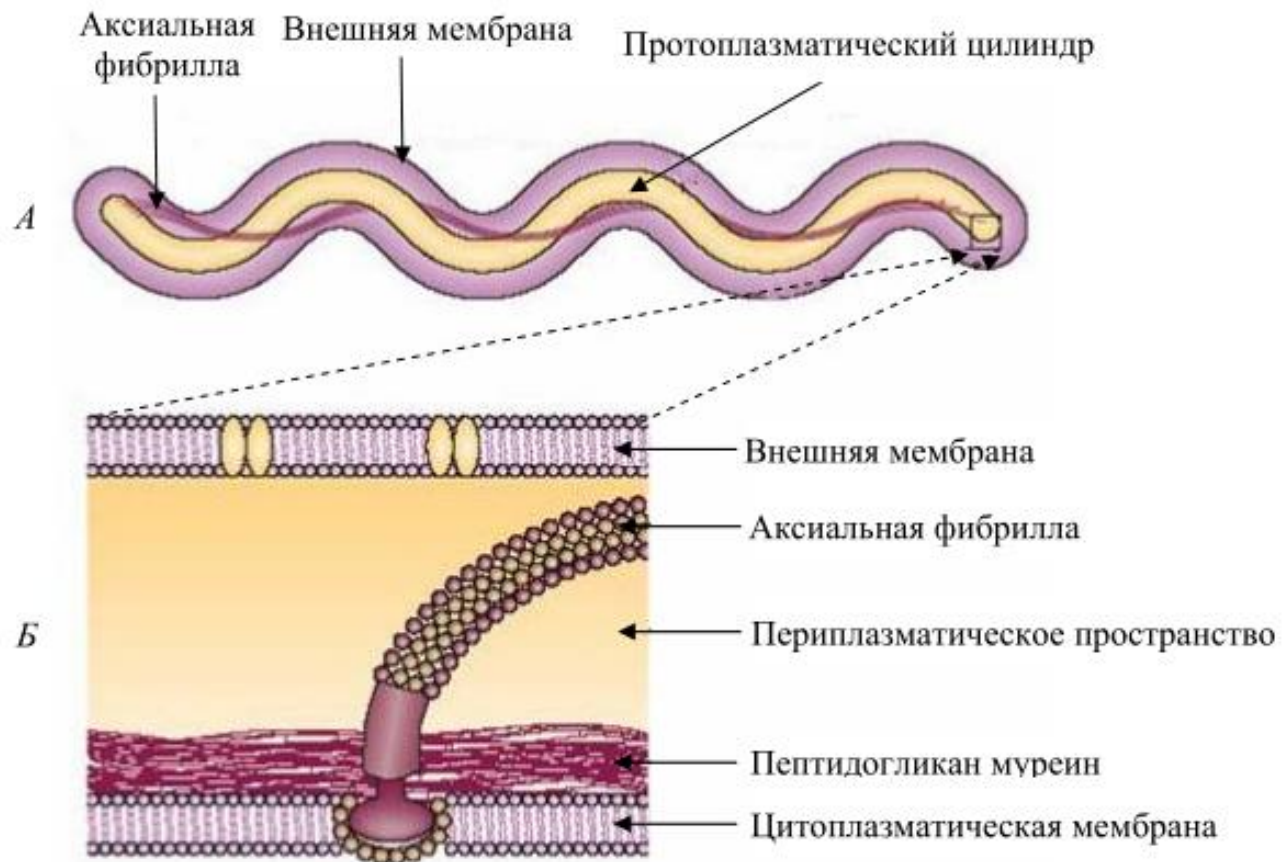
Лофотрих



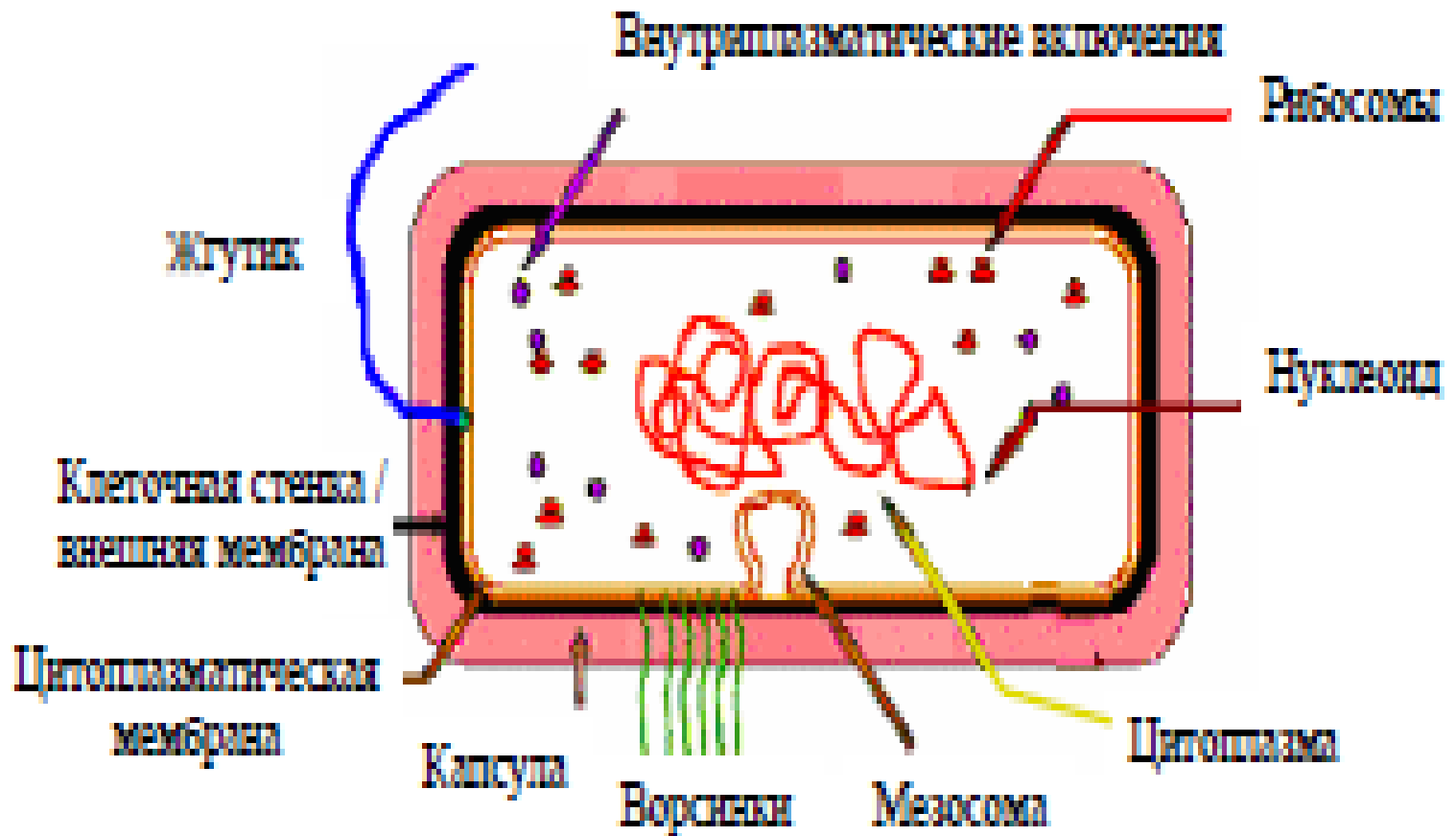
Амфитрих



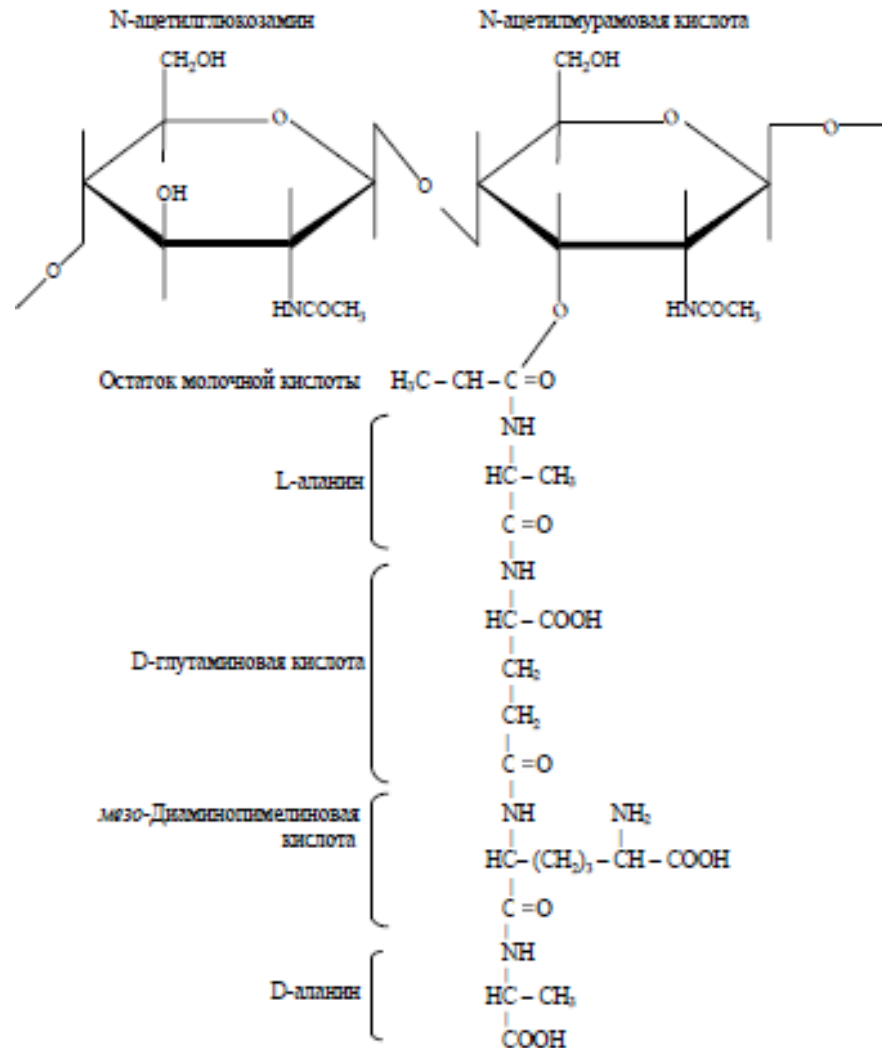
Перитрих



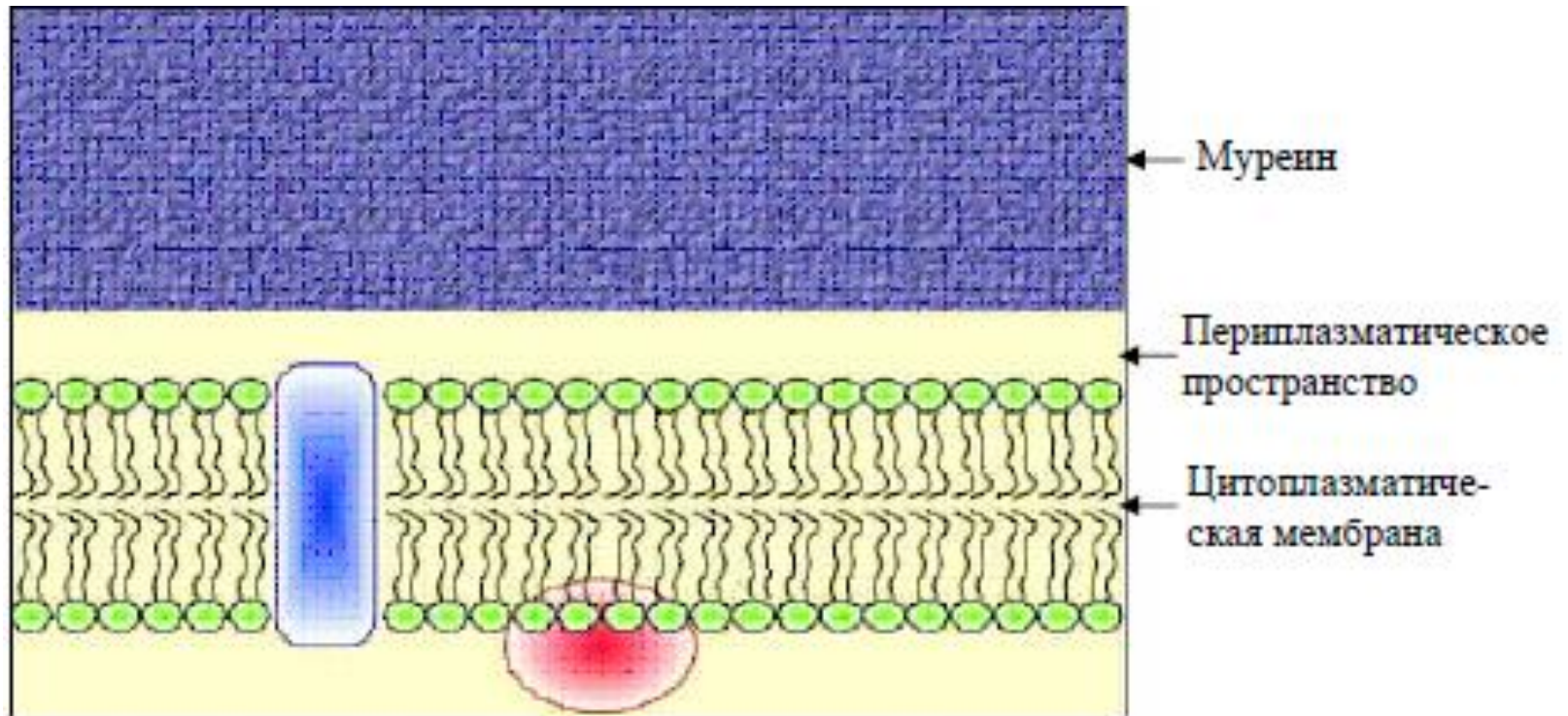
Схематическое строение бактериальной клетки



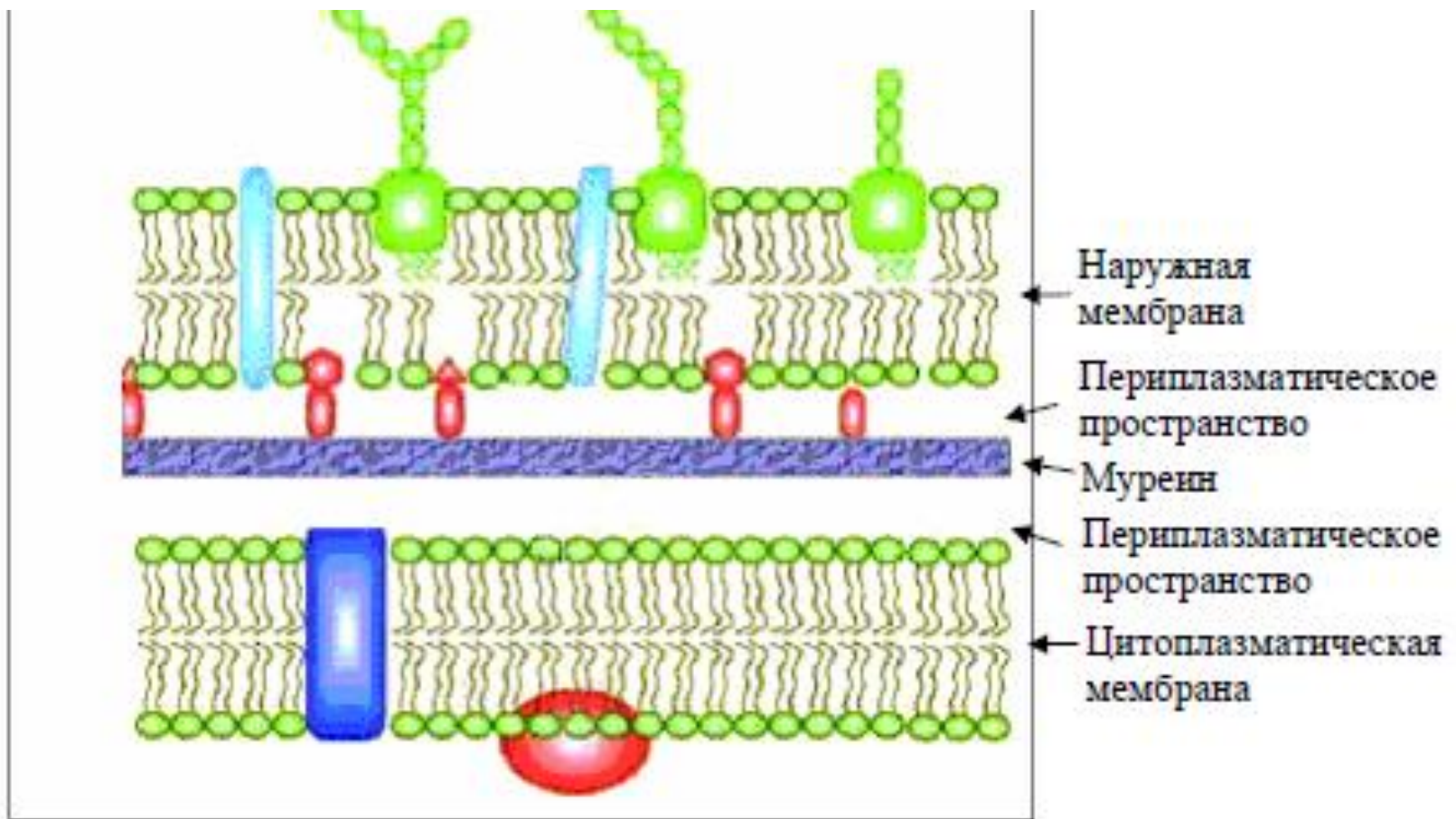
Структура субъединицы муреина клеточной стенки бактерий



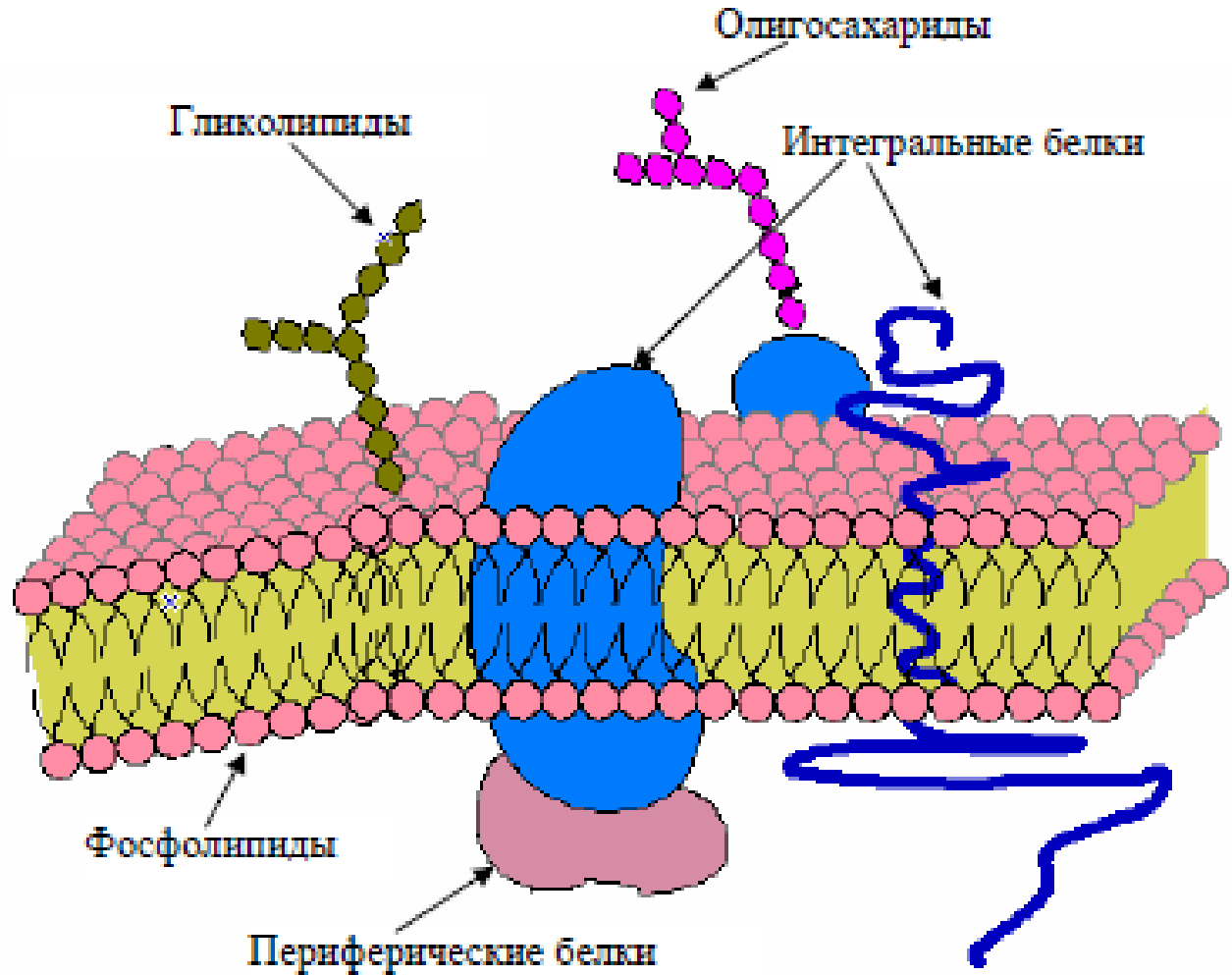
Схематическое строение клеточной стенки грамположительных бактерий



Схематическое строение клеточной стенки грамотрицательных бактерий



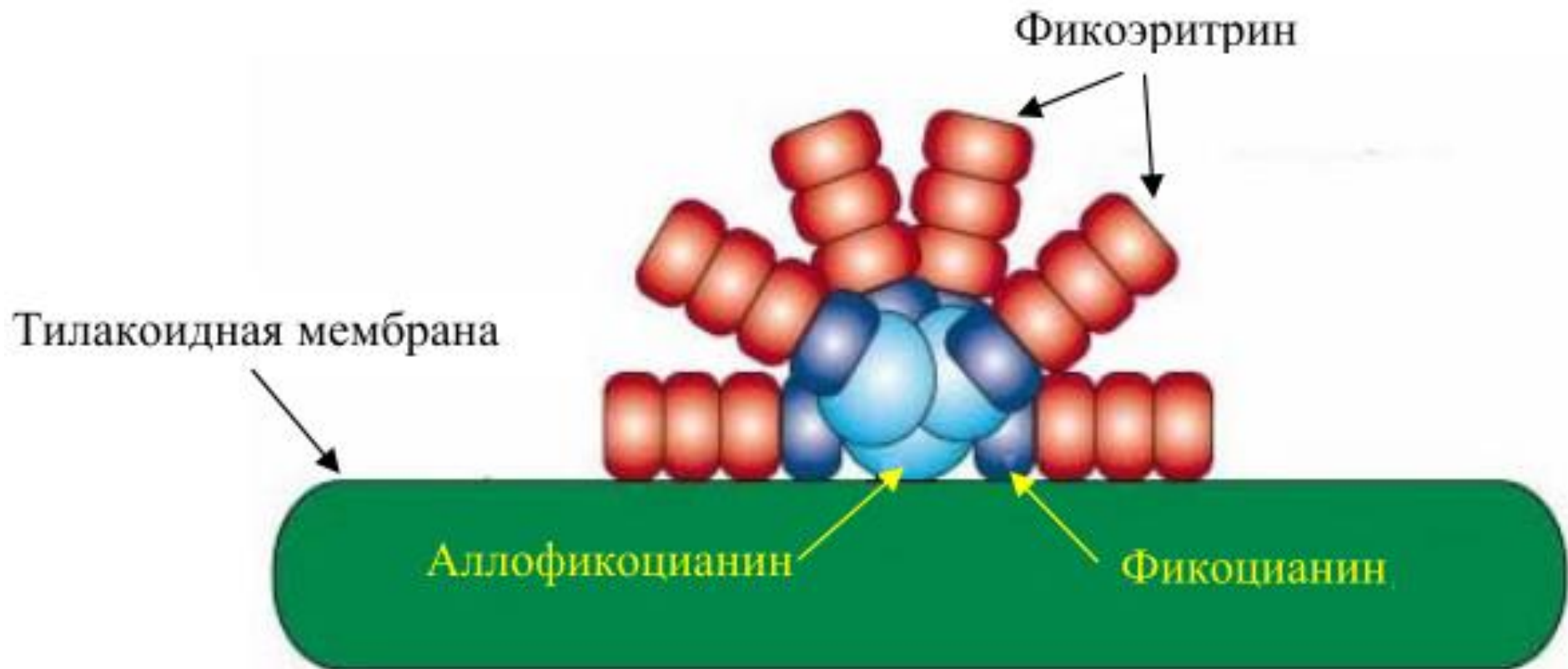
Структура цитоплазматической мембраны

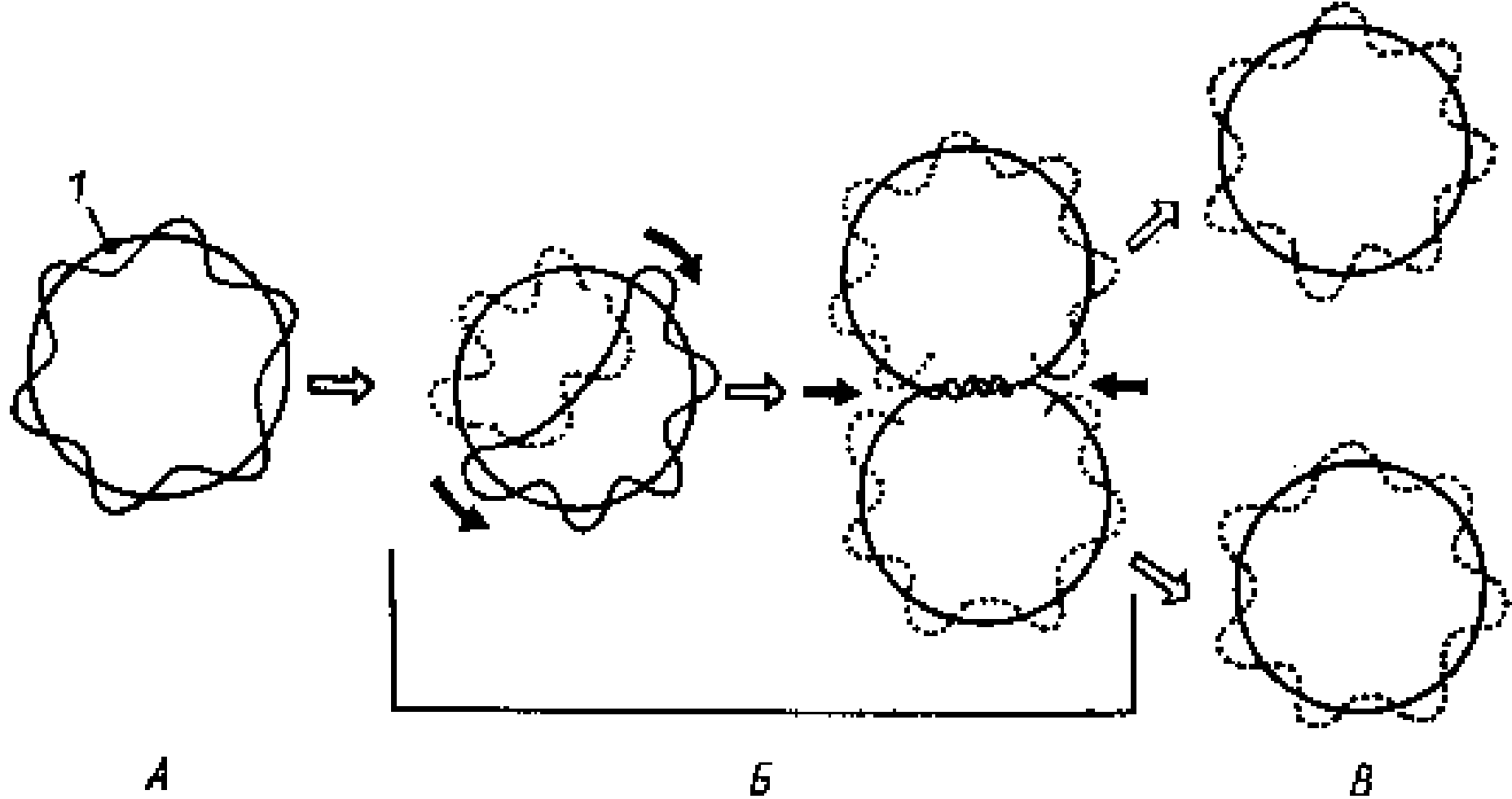




Хлоросома – фото

Строение фикобилисомы



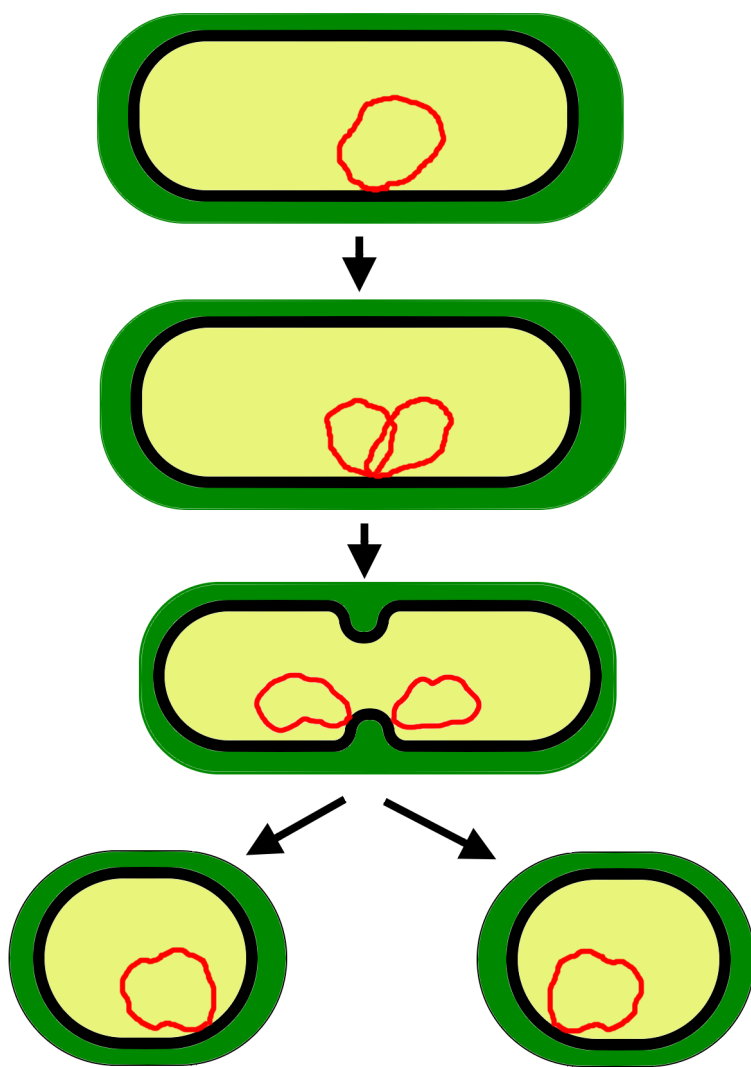


Репликация кольцевой бактериальной хромосомы в двух направлениях

A - родительская молекула ДНК;

Б - промежуточные репликативные формы;

В - дочерние молекулы ДНК после завершения процесса репликации и расхождения.



А - деление путем образования поперечной перегородки;

Б - деление путем перетяжки;

В - почкование;

Г - множественное деление:

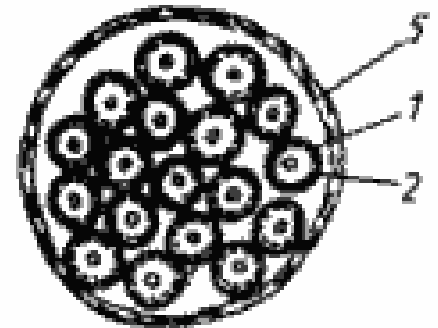
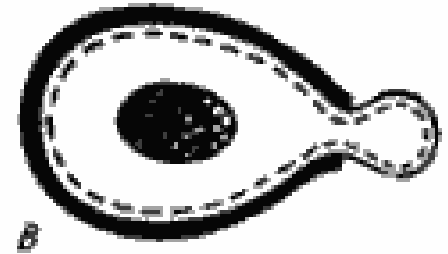
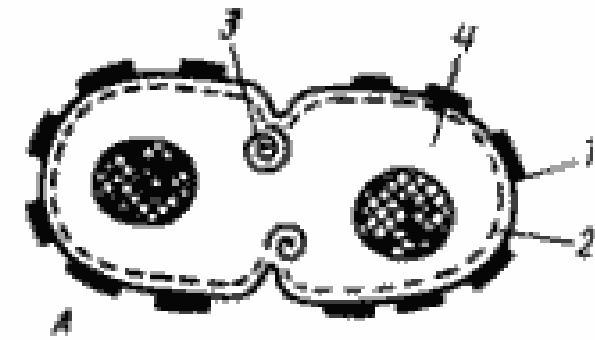
1 - клеточная стенка;

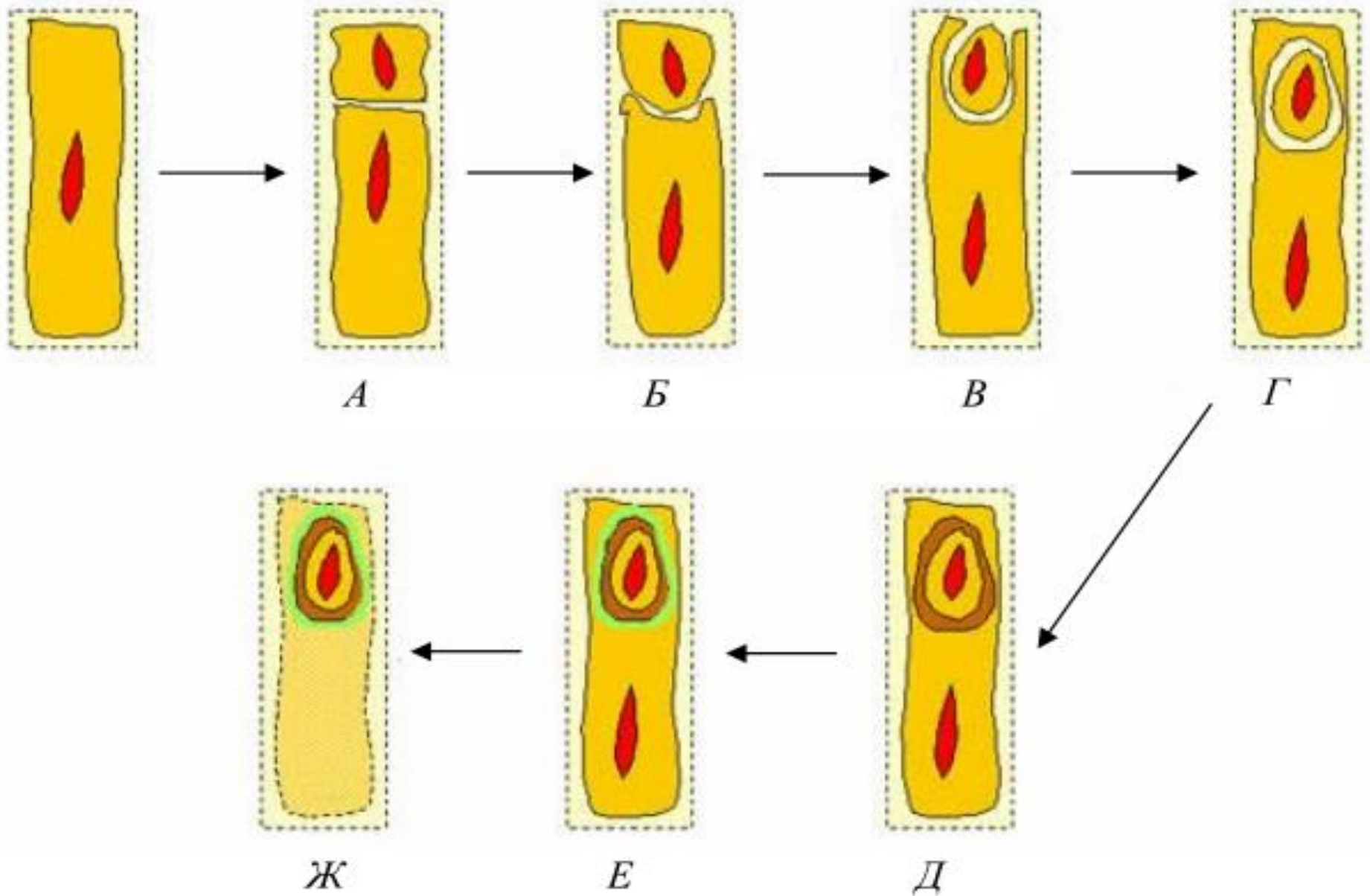
2 - ЦПМ;

3 - мембранная структура;

4 - цитоплазма;

5 - дополнительный фибриллярный слой клеточной стенки

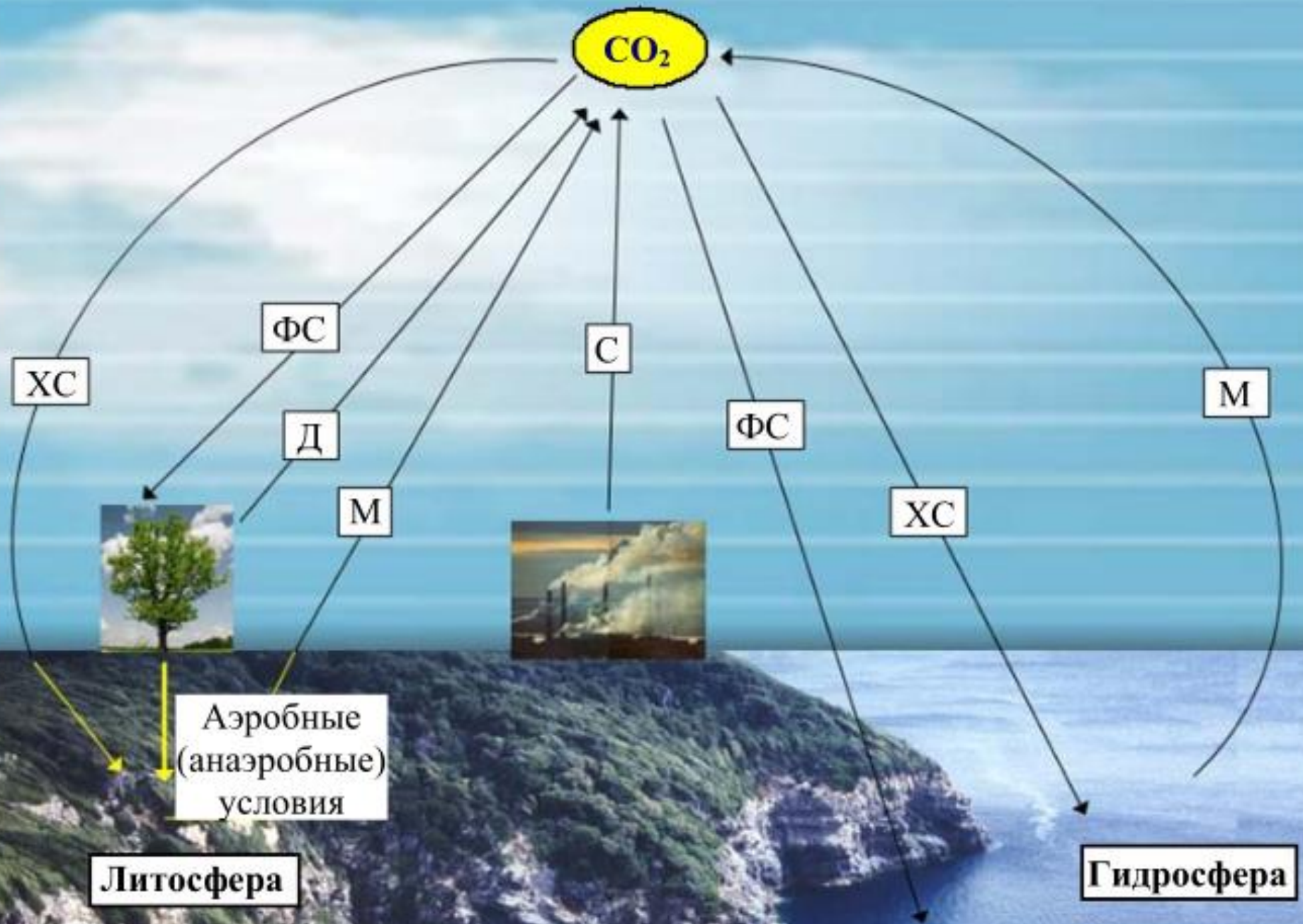




А - отделение протопласта споры; Б, В, Г - образование предспоры; Д, Е, Ж - формирование споры

На жизнь почвенных микроорганизмов влияют:

- Химический состав среды жизнедеятельности;
- Влажность почвы;
- Режим аэрации;
- Температура почвы;
- Концентрация и pH почвенного раствора;
- Наличие света.



CO_2

ФС

ХС

С

Д

ФС

М

М

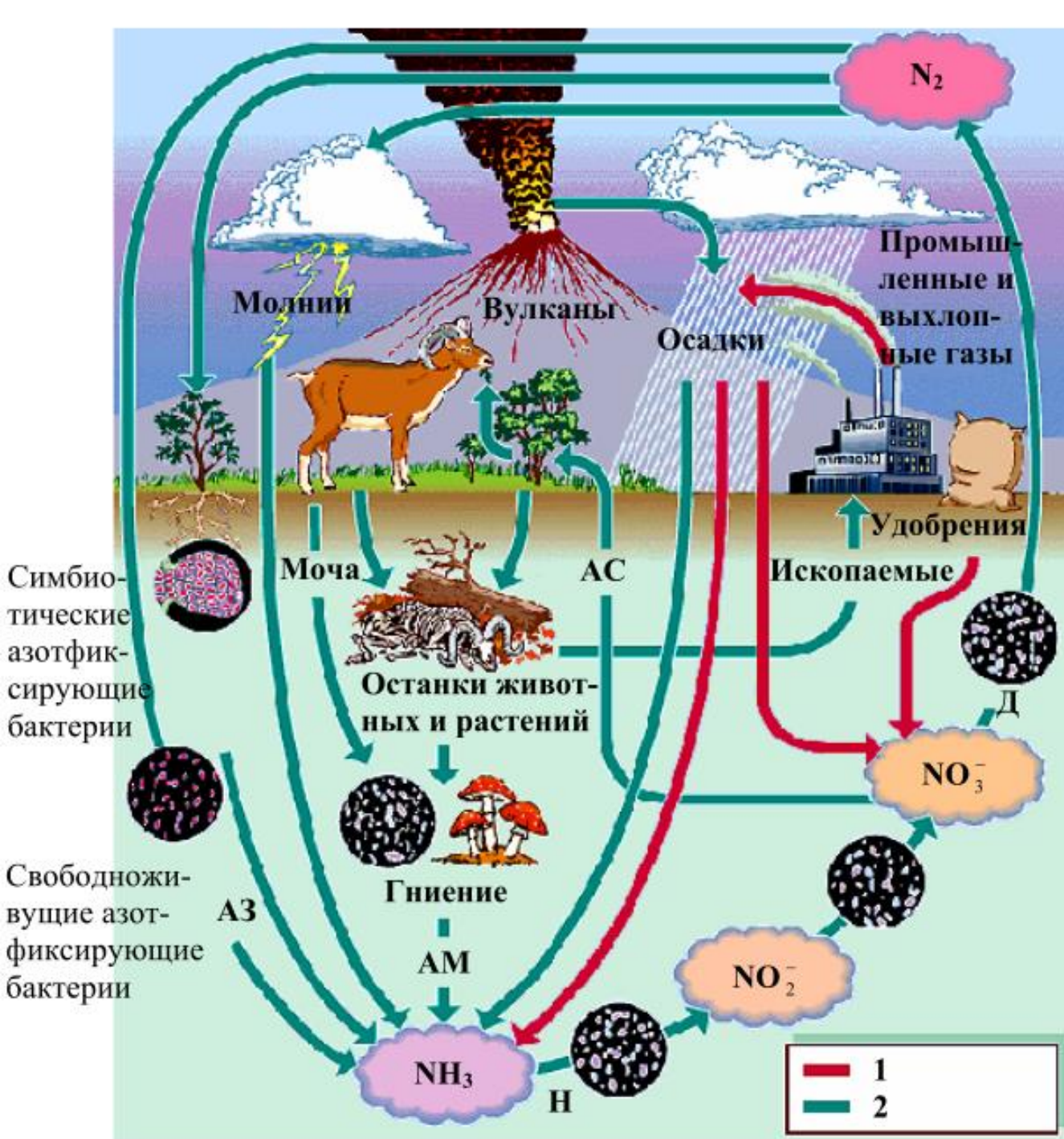
ХС



Аэробные
(анаэробные)
условия

Литосфера

Гидросфера

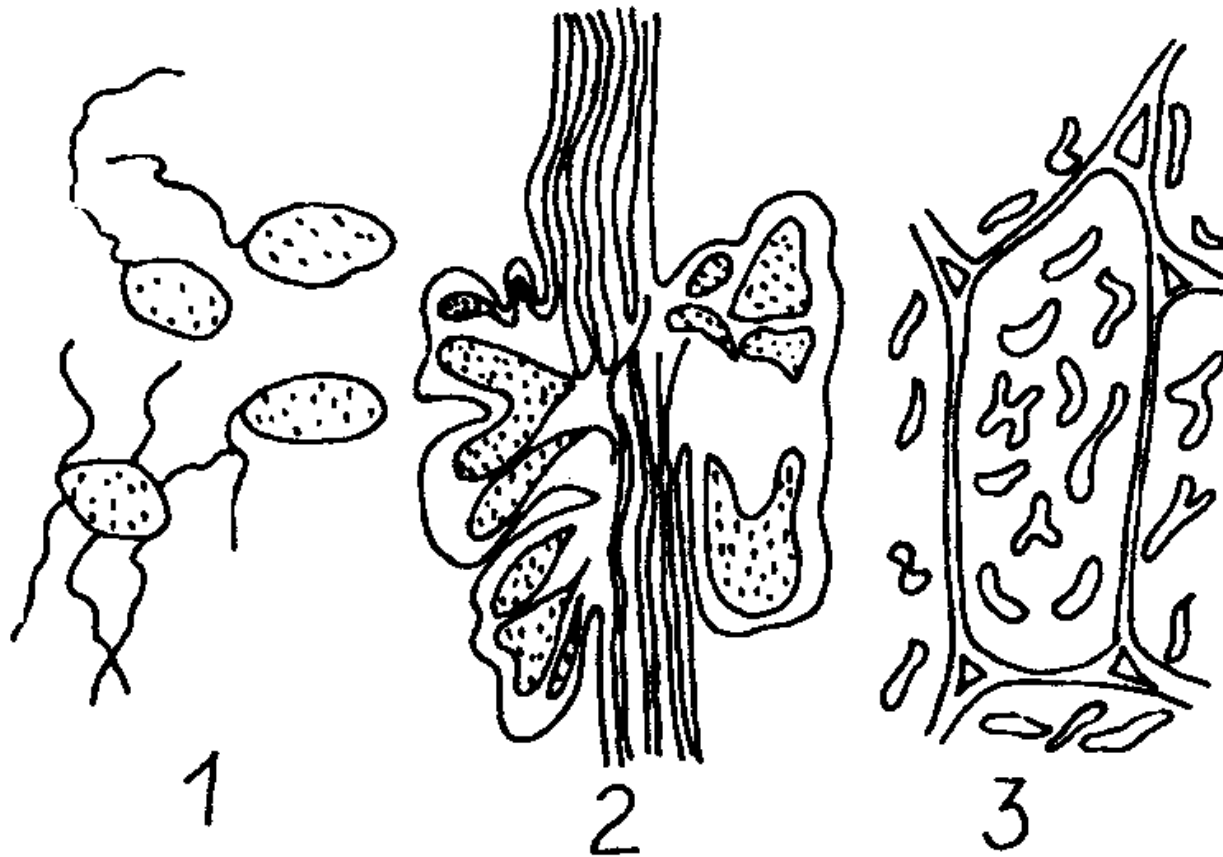


Фиксация молекулярного азота

Возбудители:

- свободно живущие в почве азотфиксаторы (*Clostridium*, *Azotobacter*, *Beijerinckia*, многие фототрофные бактерии и цианобактерии)
- симбионты (*Rhizobium*)

Клубеньковые бактерии



1 – бактерии в почве;

2 – продольный разрез через корень и клубенок бобового растения;

3 – бактериоиды в клетках корня

Схема фиксации молекулярного азота клубеньковыми бактериями

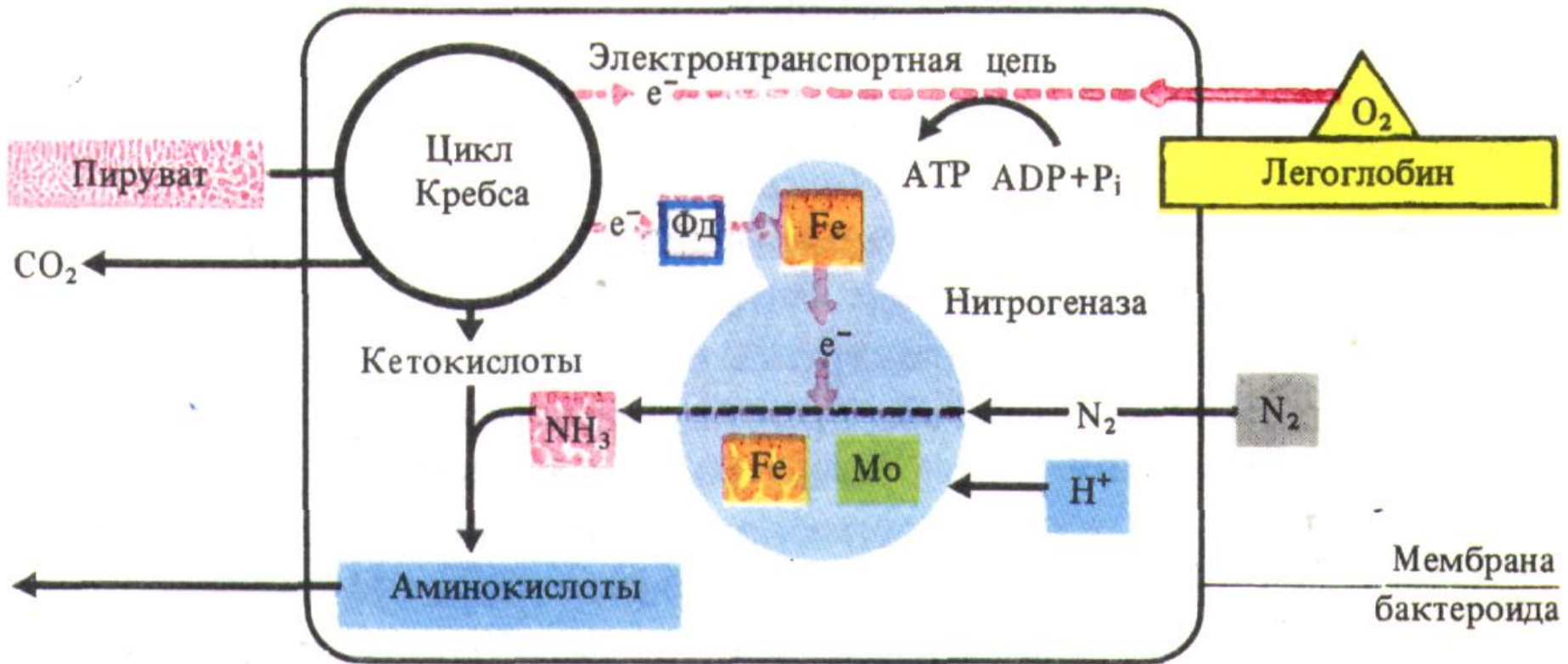
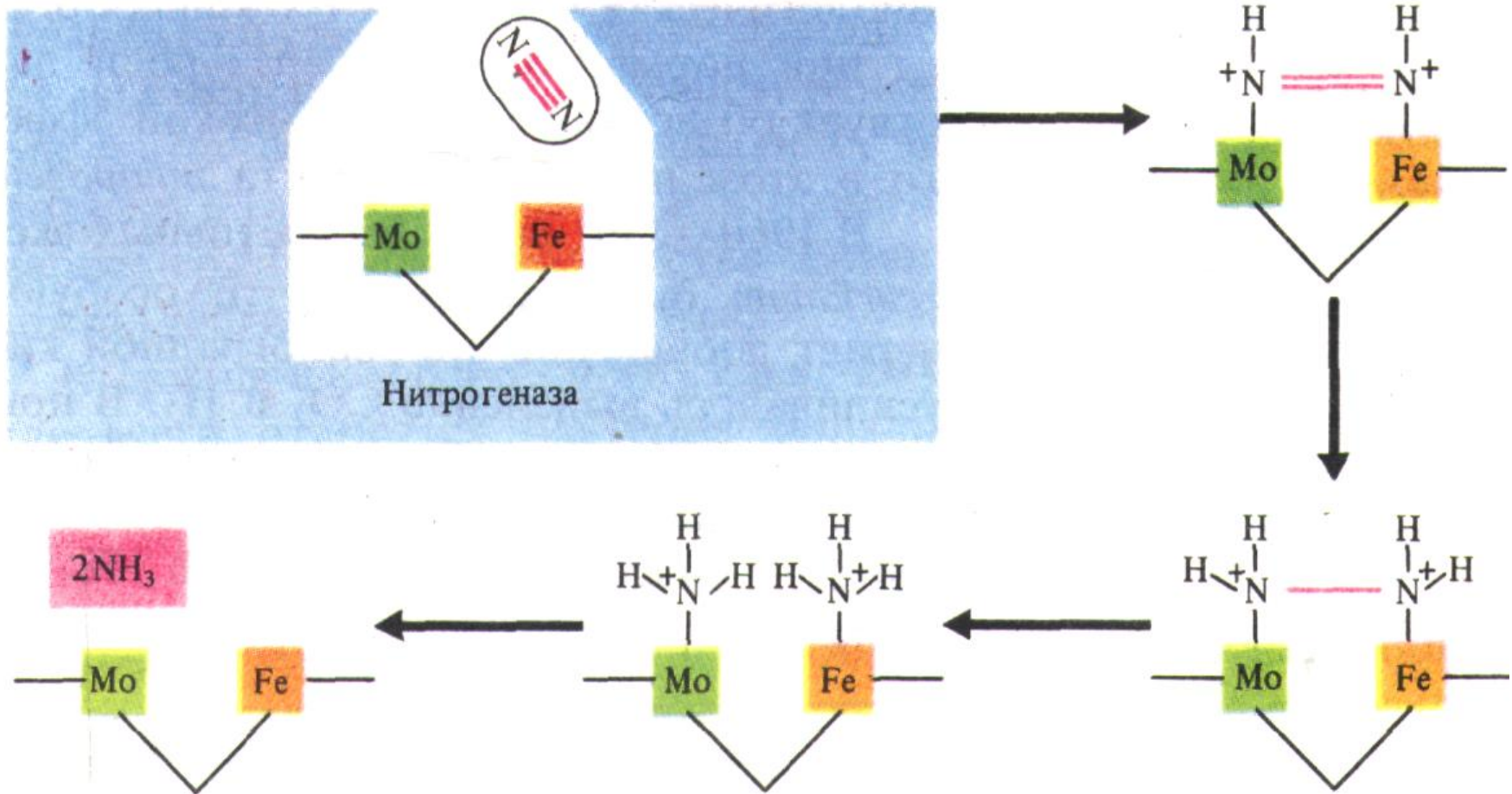


Схема работы нитрогеназного комплекса клубеньковых бактерий



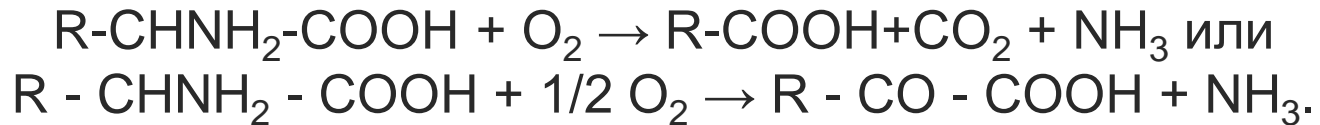
Аммонификация

Субстраты - белки, мочевины, хитин, нуклеиновые кислоты - вещества, имеющие большой запас азота .

Возбудители: аэробы - спорообразующие бактерии *Bacillus mycoides*, *B. megaterium*, *B. subtilis* (сенная палочка), многие актиномицеты и грибы; анаэробы - бактерии из рода клостридий (*C. putrificum*, *C. sporogenes*, *C. botulinum*, *C. tetani*).

Аммонификация (гидролиз белков)

На первом этапе с помощью протеаз сложные белки разлагаются до простых белков, а те, в свою очередь, до аминокислот. Образующиеся аминокислоты частично усваиваются микробами, из них они строят белки своего тела. В этом случае схема реакций дезаминирования аминокислот выглядит так:



Большая часть аминокислот на втором этапе подвергается *дезаминированию*, в процессе которого от них отщепляется аминогруппа NH_2 и образуются свободный аммиак и органические кислоты. Различают дезаминирование, идущее с участием и без участия кислорода. Процесс осуществляется с помощью НАДзависимой дегидрогеназы:



Конечные продукты аммонификации белков частично используются бактериями: аммиак - в конструктивном обмене в качестве источника азота, а органические кислоты - в энергетическом метаболизме.

Аммонификация мочевины

Аммонификация мочевины состоит из двух этапов: сначала происходит гидролитическое дезаминирование мочевины с образованием углекислого аммония:



затем углекислый аммоний как вещество очень нестойкое распадается на аммиак, углекислоту и воду:



Образующийся аммиак частично участвует в конструктивном обмене уробактерий, а в остальном пополняет запасы доступного для растений азота в почве.

Аммонификация хитина

Возбудители - бактерии из родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, а также плесневые грибы (*Aspergillus*) и актиномицеты.

- 1 этап: с помощью эктоферментов микроорганизмы расщепляют хитин на молекулы ацетилглюкозамина;
- 2 этап: ацетилглюкозамин распадается на глюкозу, уксусную кислоту и аммиак. Образующийся аммиак используется аммонификаторами и пополняет запасы азота в почве.

Аммонификация нуклеиновых кислот

Наиболее активным возбудителем является *Bacillus megaterium*.

- 1 этап: с участием синтезируемых бактериями внеклеточных ферментов (рибонуклеаза и дезоксирибонуклеаза) производится гидролиз ДНК и РНК до нуклеотидов;
- 2 этап: нуклеотиды распадаются до азотистых оснований, сахара и фосфорной кислоты;
- 3 этап: азотистые основания усваиваются бактериями и внутри их клеток разлагаются до аммония, углекислоты, муравьиной, уксусной и молочной кислот. Образующийся аммоний используется в качестве источника азотного питания бактерии.

Нитрификация

1 этап: Аммиак окисляется до азотистой кислоты:



(роды *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus* и *Nitrospira*)

2 этап: Азотистая кислота окисляется до азотной кислоты:

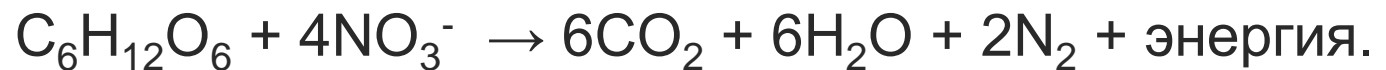


(роды *Nitrobacter* и *Nitrococcus*)

Денитрификация

Возбудители - факультативно анаэробные бактерии из родов *Pseudomonas*, *Micrococcus*, в частности *M. denitrificans*, и др. Процесс осуществляется ими с помощью соответствующих ферментов - редуктаз.

Общее уравнение процесса денитрификации:



Типы симбиозов классифицируют по нескольким признакам:

- по обязательности симбиотической связи выделяют **факультативный** (каждый организм может существовать самостоятельно) и **облигатный** (один или оба партнера крайне зависимы друг от друга и не могут развиваться отдельно);

- по расположению партнеров различают **экзосимбиозы** и **эндосимбиозы**;

- по характеру образующихся взаимоотношений выделяют **собственно симбиоз, метабиоз, сателлитизм и синергизм.**