

Физиология бактерий

Профессор Бойченко М.Н.



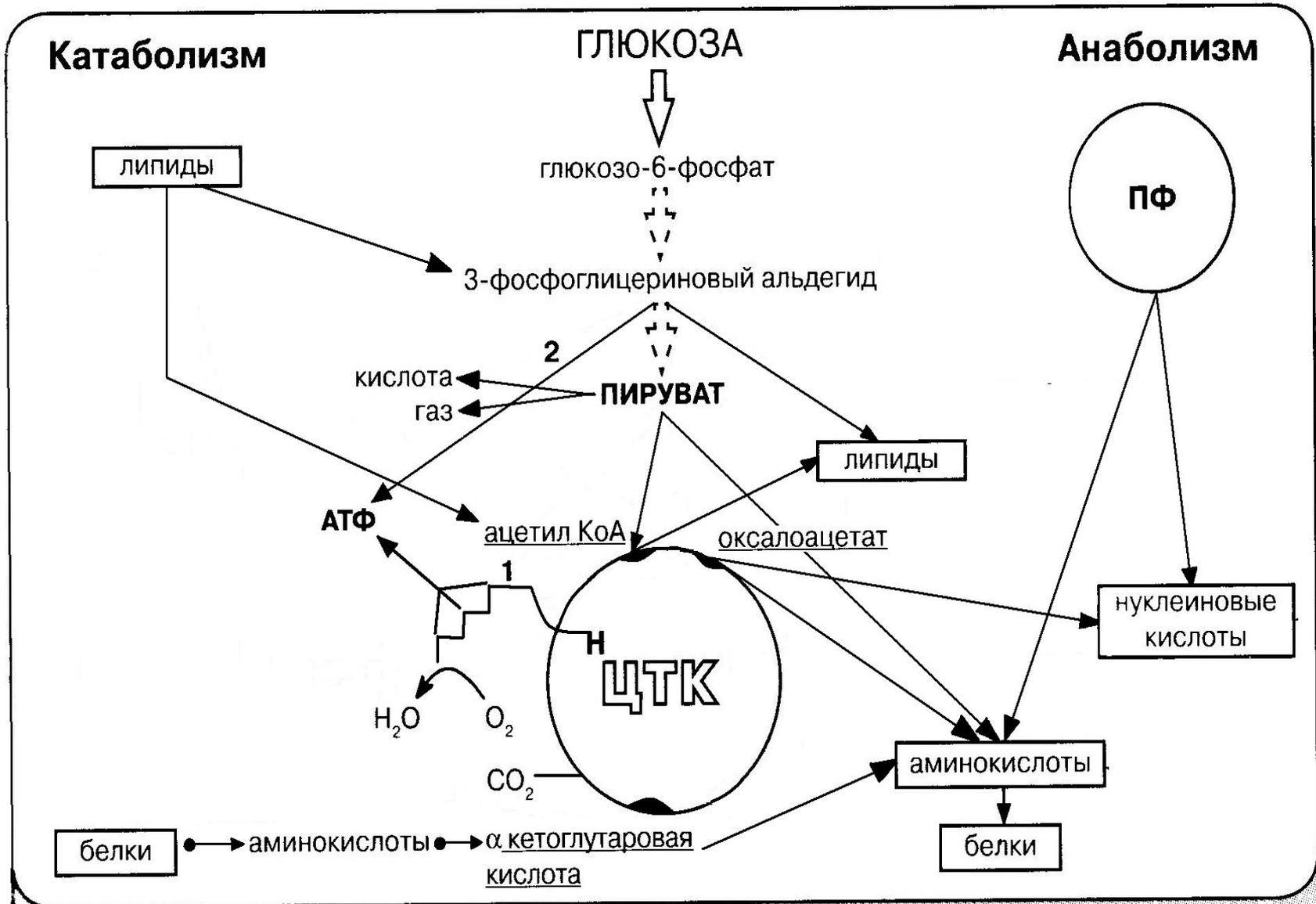


Рис. 3.3. Схема обмена веществ у бактерий.



ПУТИ МЕТАБОЛИЗМА ГЛЮКОЗЫ

CONTACT LENS EXCELLENCE THROUGH EDUCATION

ПУТЬ ЭМБДЕНА-МЕЙЕРГОФА

- Образование лактата (анаэробный) + 2 АТФ

ЦИКЛ ТРИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

- аэробный (в митохондриях эпителиальных клеток образуются CO_2 , H_2O и 36 АТФ)

ГЕКСОЗО-МОНОФОСФАТНЫЙ ПУТЬ

- аэробный: образуются НАДФН, CO_2 , & H_2O

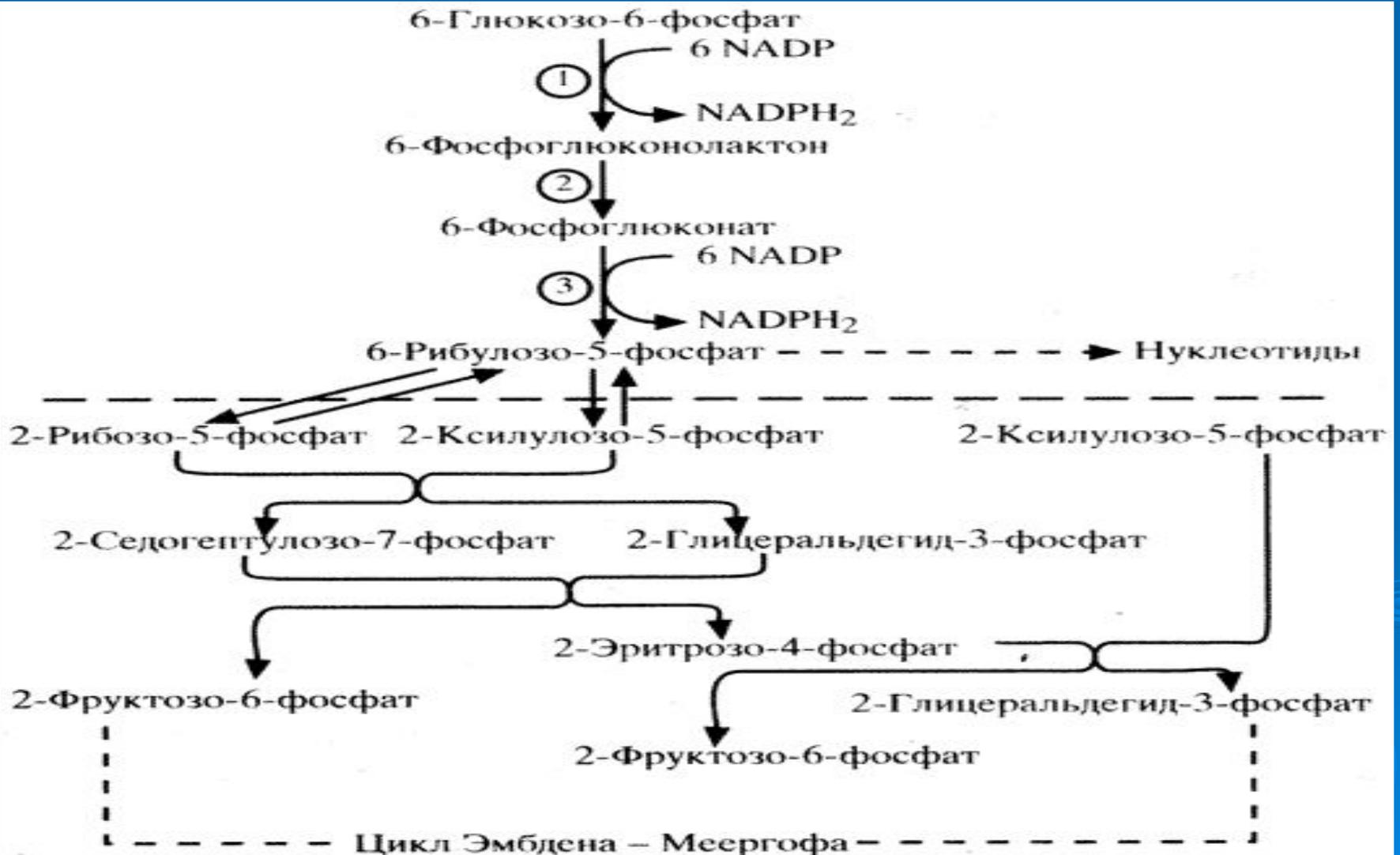


ФДФ-путь



- Все реакции обратимы за исключением ФОСФОФРУКТОКИНАЗЫ, ГЕКСОКИНАЗЫ и ПИРУВАТКИНАЗЫ
- Баланс: 2 пирувата
- 2 АТФ
- 2 НАДН

Пентозный цикл



Пентозный цикл

- Итог: подготовка исходных веществ для биосинтетических процессов.)
пентозофосфаты= предшественники нуклеотидов)
- 1 CO₂
- 2 НАДФ Н

КДФГ путь

Путь Энтнера-Дудорова

- У анаэробов встречается редко. *Zymomonas mobilis*. Происходит от ЦХ-содержащих аэробов. Встречается также у некоторых представителей р. *Clostridium*.
- Происхождение пути: ответвление от ПФП как скорейший путь образования ацетил-КоА для его дальнейшего окисления в цикле трикарбоновых кислот.

КДФГ путь

Путь Энтнера-Дудорова

- Модификация ПФП расщепления глюкозы:
дегидратаза
- 6-фосфоглюконовая кислота → 2-кето-3-дезоксифосфоглюконовая кислота + H₂O
лиаза

2-кето-3-дезоксиглюконовая к-та → ПВК + 3-ФГА

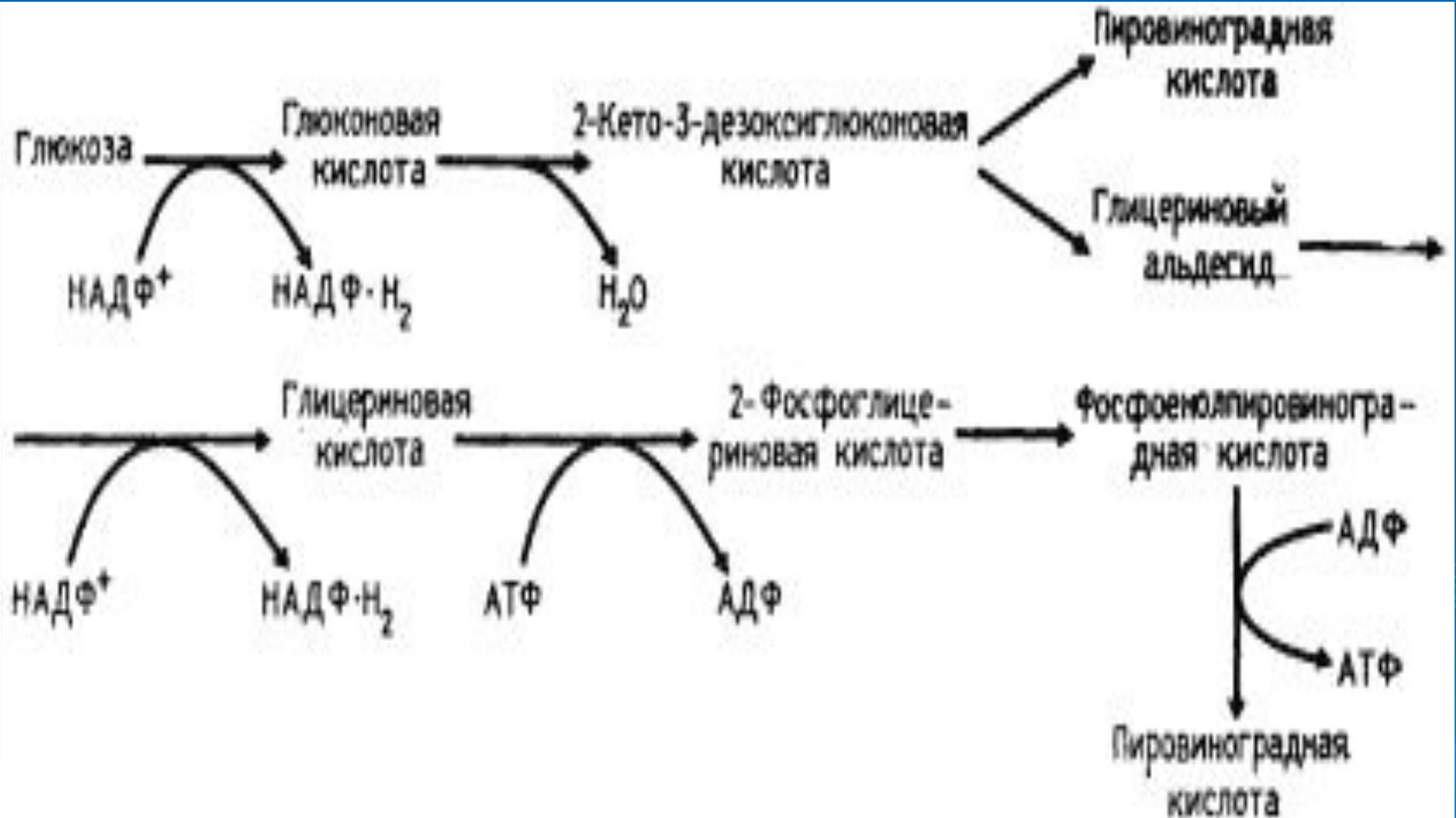
3-ФГА → гликолиз

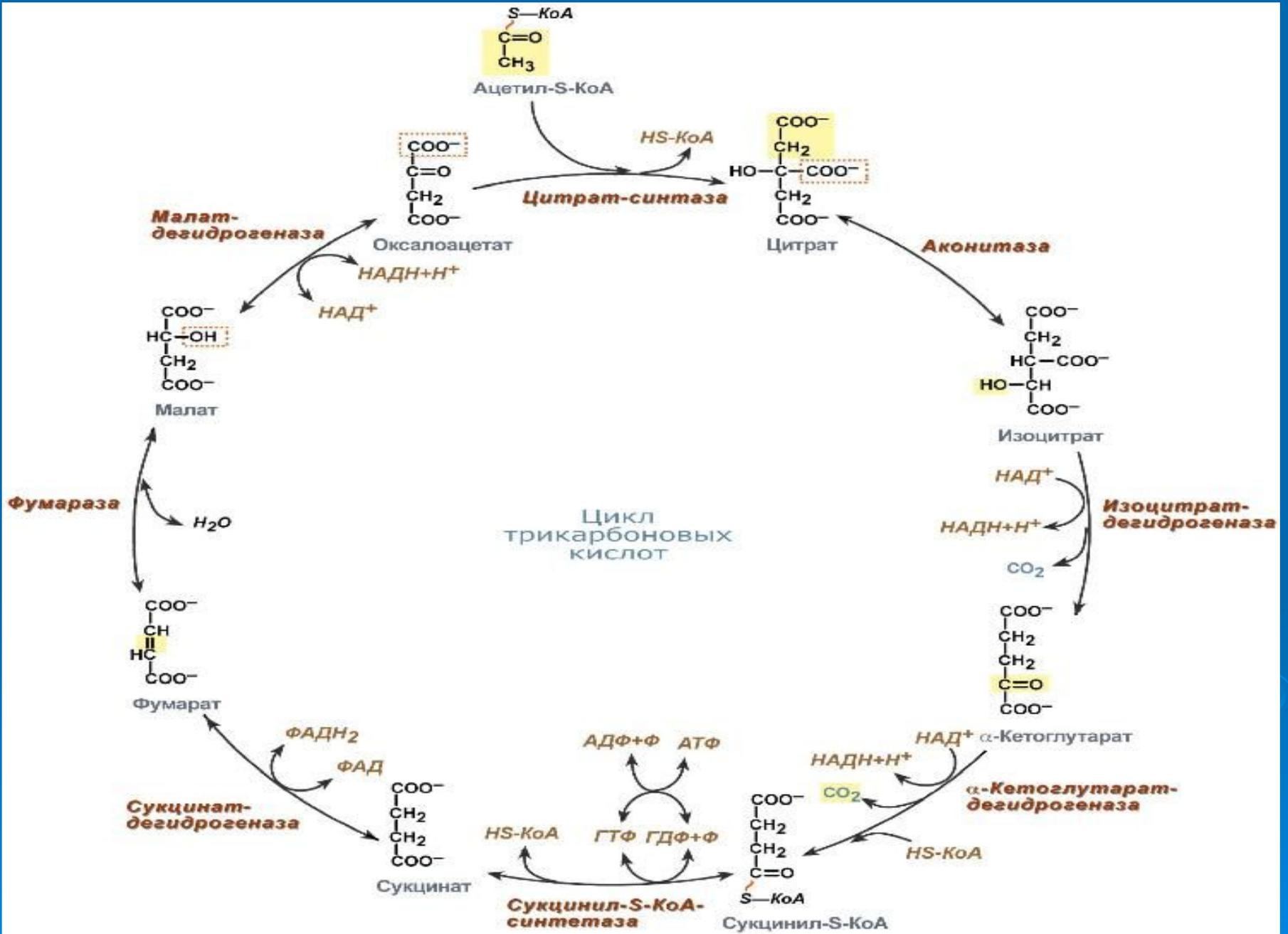
ПВК → ацетил-КоА

Результат пути: 1 молекула АТФ (2-1); НАДН и НАДФН

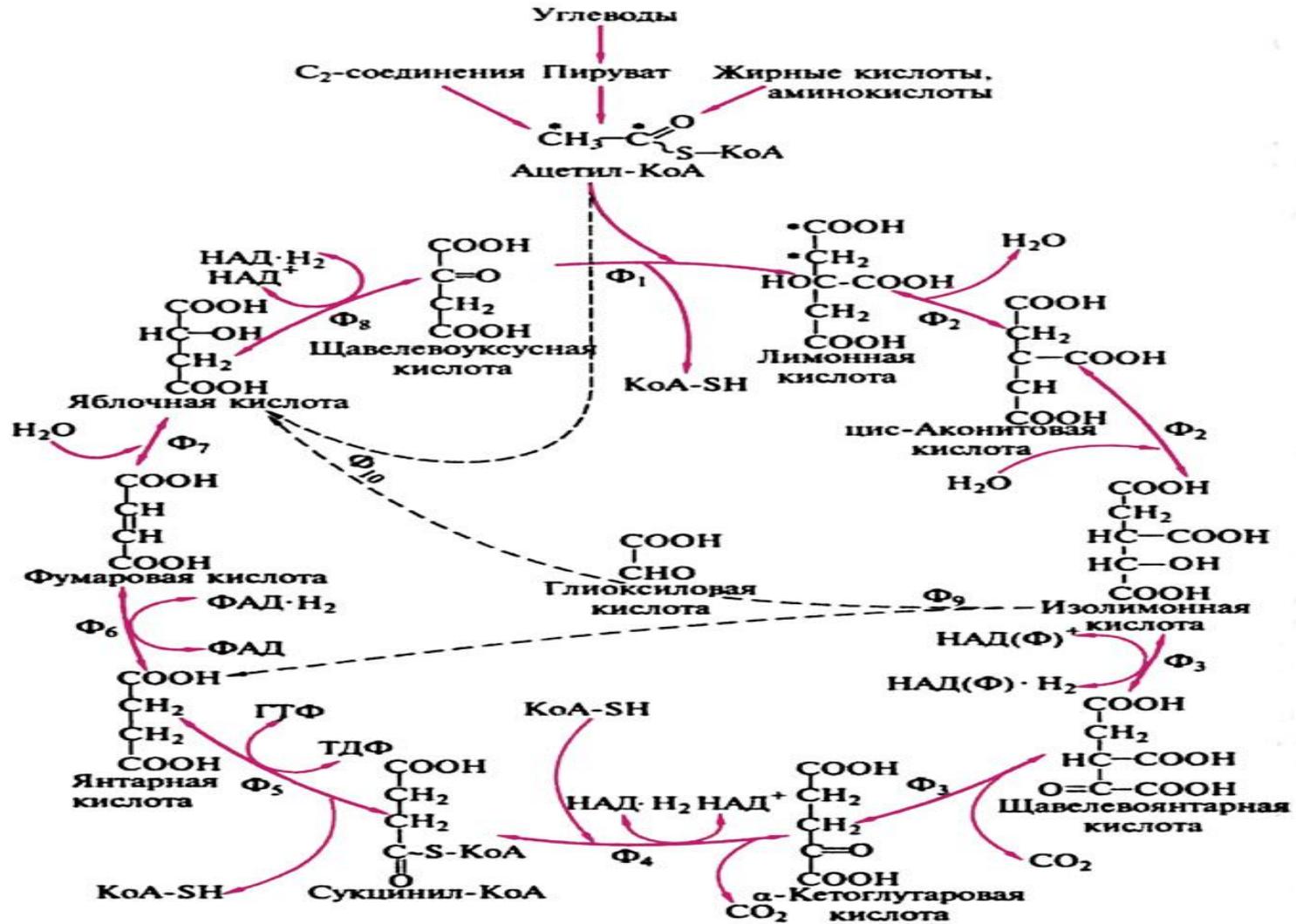
Бактерии: широкий круг, грам(-), факультативные аэробы: р. *Azotobacter*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Rhizobium*, *Spirillum*, *Xantomonas*, *Thiobacillus*

КДФГ

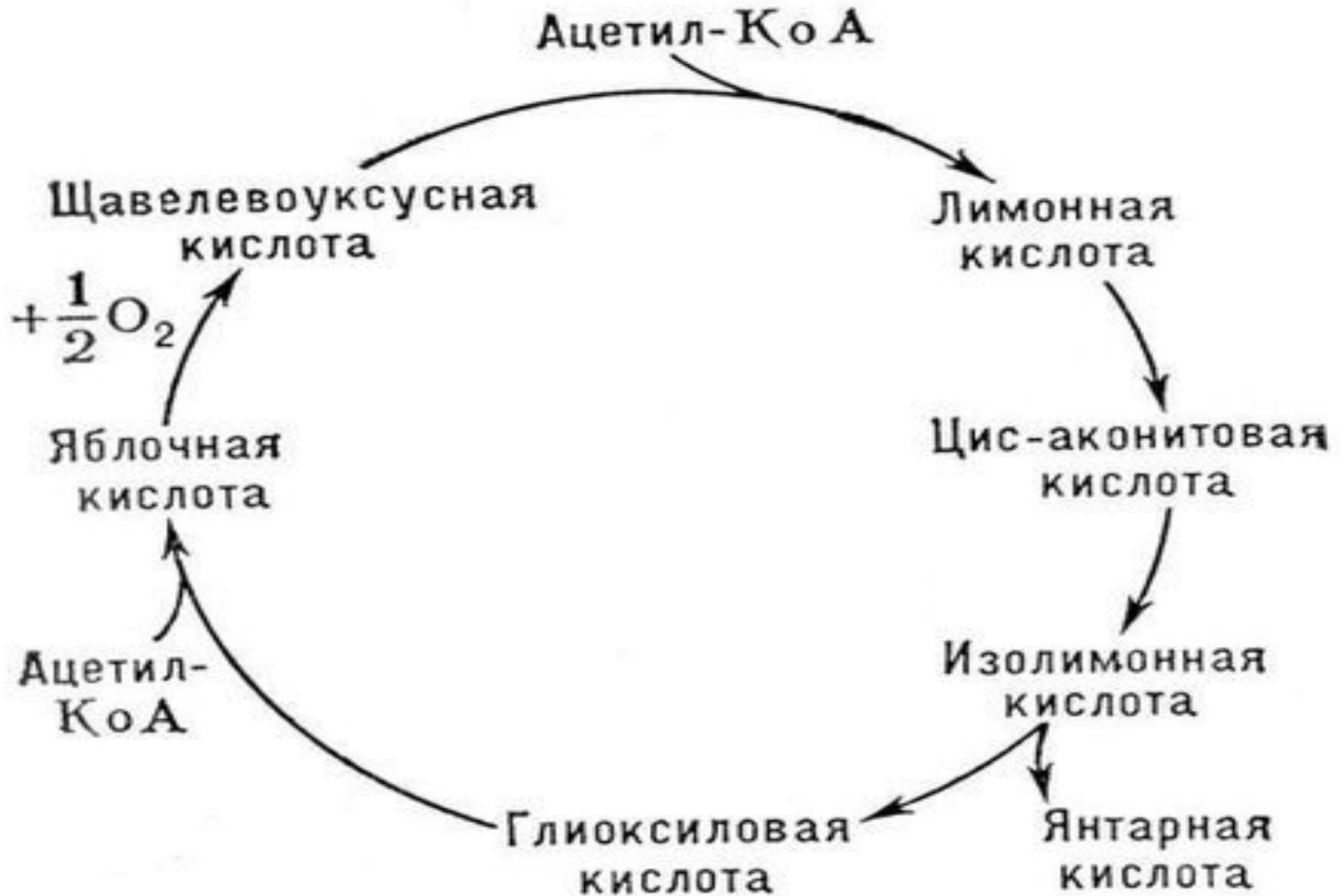


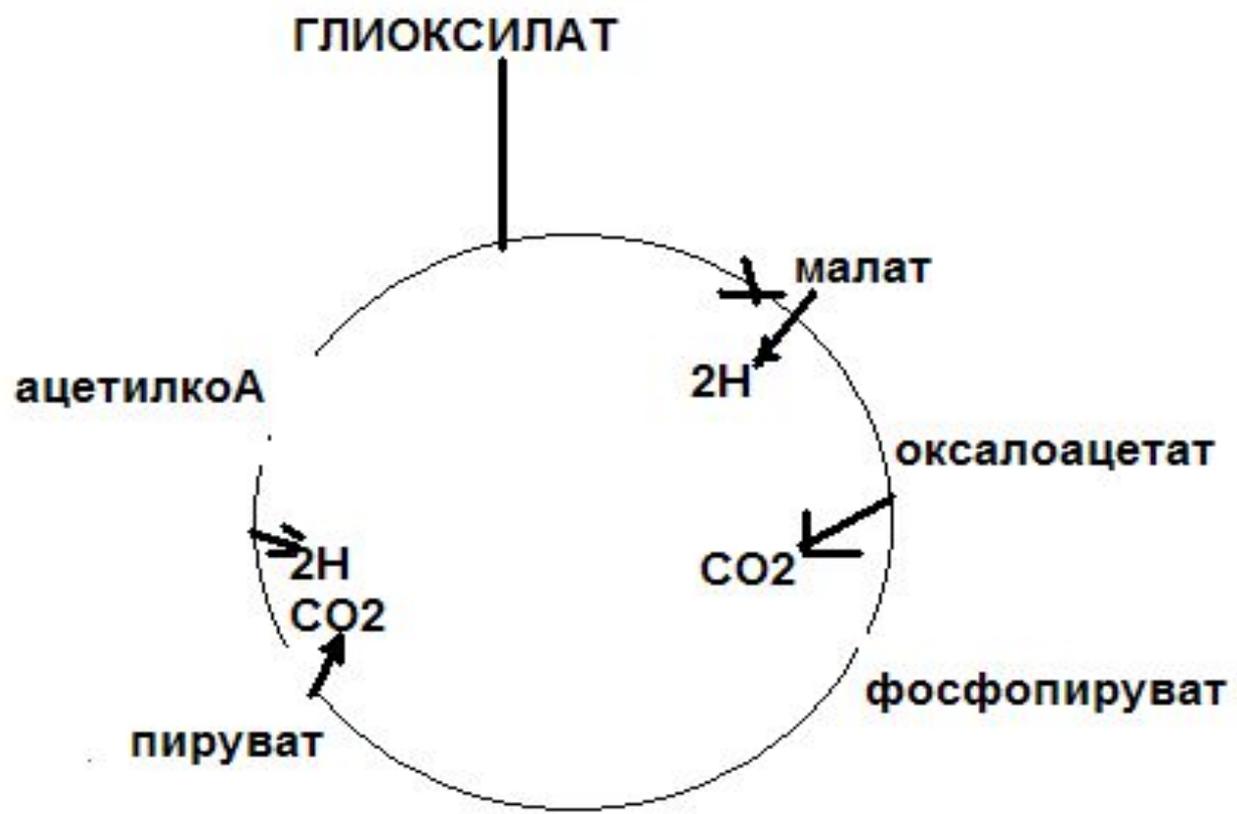


Цикл Кребса-Корнберга



Цикл Кребса-Корнберга





ЦИКЛ ДИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

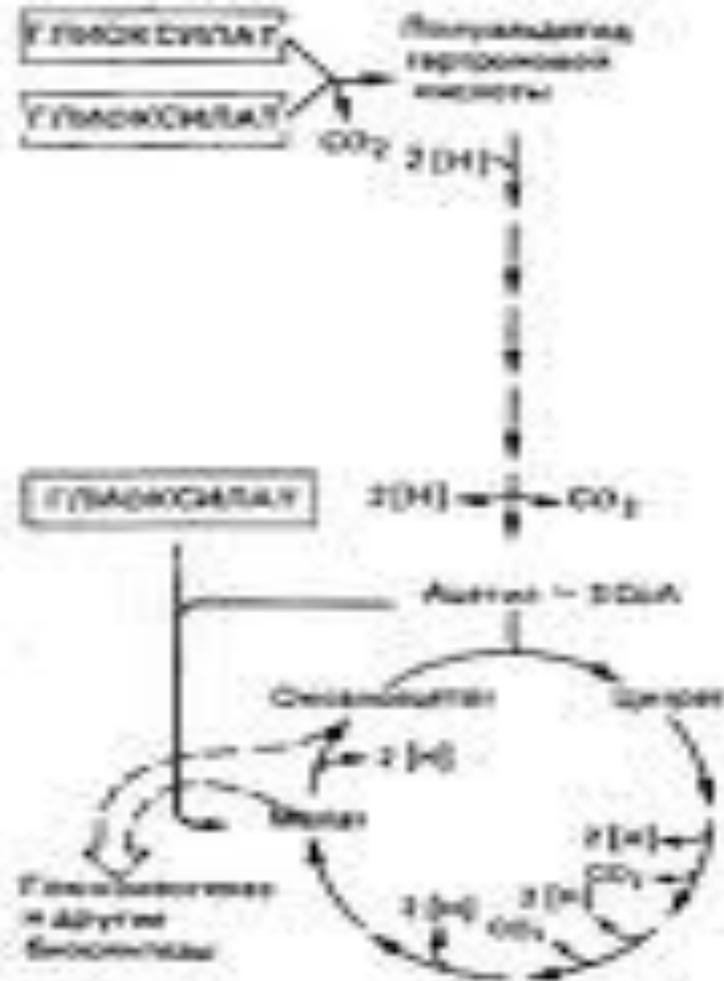
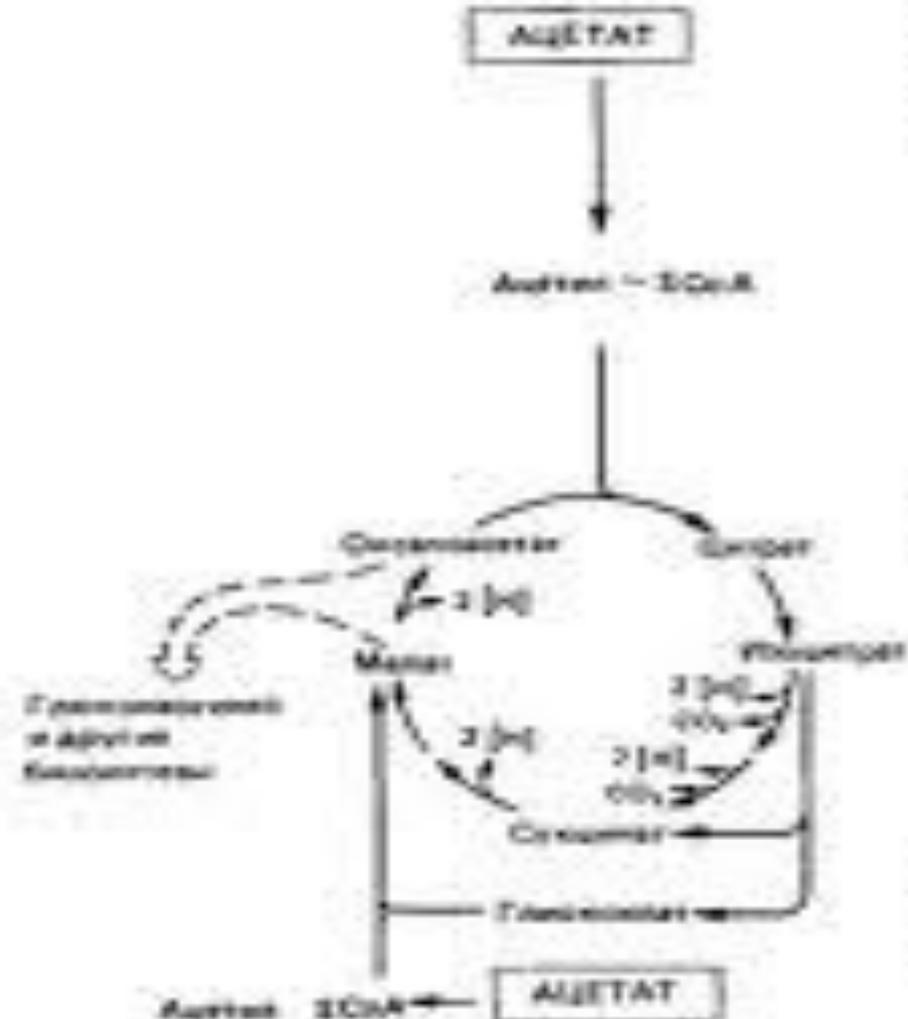


Рис. 7.14. Метаболические пути, обеспечивающие клетку энергией и углеродными компонентами во время роста на среде с ацетатом. Путь расщепления (цикл трикарбоновых кислот) показан черными, а анаэробный путь (глиоксальный шунт) — красными стрелками. (H. L. Kottberg.)

Рис. 7.15. Метаболические пути, обеспечивающие клетку энергией и углеродными компонентами при росте на среде с глиоксалаем, гликоксалатом или молочной кислотой. Глиоксалаат по D-глицератному пути превращается в ацетил-CoA и окисляется в цикле трикарбоновых кислот (черные стрелки). Анаэробный путь показан красными стрелками. (L. N. Ornston, M. K. Ornston.)

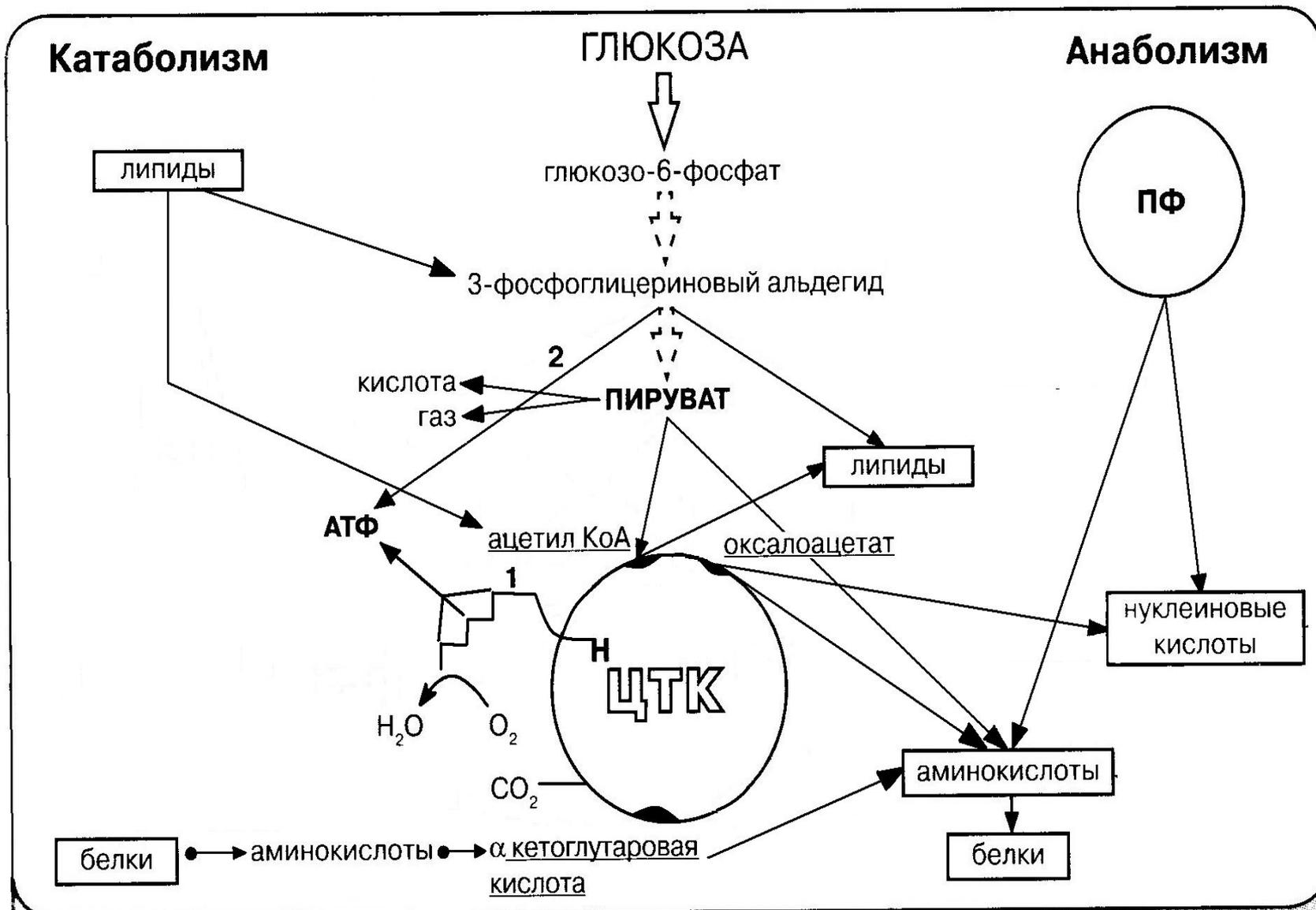


Рис. 3.3. Схема обмена веществ у бактерий.

СПИРТОВОЕ БРОЖЕНИЕ



Спиртовым брожением называется процесс расщепления сахара микроорганизмами с образованием **этилового спирта** и **углекислого газа**.



Возбудителями спиртового брожения являются **дрожжи сахаромицеты**, некоторые **мицеальные грибы**.

СПИРТОВОЕ БРОЖЕНИЕ

- Процесс спиртового брожения лежит в основе получения этилового спирта, пивоварения, хлебопечения, производства глицерина. Совместно с молочнокислым брожением используется при получении кисломолочных продуктов (кумуса, кефира).

Молочнокислое брожение



Молочнокислое брожение- это анаэробное превращение сахара молочнокислыми бактериями с образованием **МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ**.

По характеру брожения различают 2 группы молочнокислых бактерий:
гомоферментативные и
гетероферментативные.



Молочнокислое брожение

- Процесс превращения глюкозы до пировиноградной кислоты у **гомоферментативных** молочнокислых бактерий протекает Г-6-Ф пути. Далее ввиду отсутствия у этих бактерий пируватдекарбоксилазы, пировиноградная кислота не подвергается расщеплению, она является в этом брожении конечным акцептором водорода. Пировиноградная кислота вступает во взаимодействие с восстановленным НАД Н₂ (кофермент) - образуется молочная кислота. -..



Гетероферментативное молочнокислое брожение

- Отсутствие фермента адьдолазы меняет начальный путь превращения глюкозы. После фосфорилирования гексоза окисляется (отщепляется водород) и декарбоксилируется, превращаясь в пентозофосфат. Пентозофосфат при участии фермента фосфокеталазы расщепляется на фосфоглицериновый альдегид. Фосфоглицериновый альдегид превращается в пировиноградную кислоту, которая восстанавливается в молочную.

**Гексоза ----пентофасфат----
фосфоглицериновый альдегид----пируват---
молочная кислота**

Молочнокислое брожение

- **Гомоферментативные бактерии** образуют в основном (не менее 85-90%) молочную кислоту и очень мало побочных продуктов.
- **Гетероферментативные бактерии** менее активные кислотообразователи. Наряду с молочной кислотой они образуют значительное количество других веществ-этиловый спирт, углекислый газ, ацетон, кислоты.

Наиболее важные молочнокислые бактерии

□

1. Молочнокислый стрептококк (*Streptococcus lactis*) , относится к гомоферментативным молочнокислым бактериям, находится почти во всех молочных продуктах, является основной частью микрофлоры простокваш. Широко используют для изготовления кисломолочных продуктов, масла, сыра. Молочнокислый стрептококк обладает антимикробным действием, устойчивые к высокой температуре и задерживающие рост многих грамположительных микробов, в том числе и патогенных.

Молочнокислое брожение

- 2. **Сливочный стрептококк (*S. cremoris*)**
Оптимальная температура роста 25 С, минимальная- до 10 С. Используется в заквасках вместе с молочнокислым стрептококком для изготовления сметаны, масла, сыров.

- 3. **Ацидофильная палочка (*Lactobact. acidophilus*)** термофильная бактерия. Температурный оптимум роста 37-40 С. В молоке способна накапливать до 2,2% кислоты. Является постоянным обитателем желудочно-кишечного тракта животных.

Молочнокислое брожение

- 4. К **гетероферментативным** молочнокислым бактериям относятся молочнокислые стрептококки.

Ароматобразующие (*S. citrovorus*, *S. diacetylactis*) придают кисло-молочным продуктам приятные вкус и аромат. Для приготовления кисло-молочных продуктов ароматобразующие стрептококки соединяют с гомоферментативными-молочнокислым и сливочным.

Молочнокислое брожение

- **Гомоферментативные бактерии** образуют в основном (не менее 85-90%) **молочную кислоту** и очень мало побочных продуктов.
- **Гетероферментативные бактерии** менее активные кислотообразователи. Наряду с молочной кислотой они образуют значительное количество других веществ-этиловый спирт, углекислый газ, ацетон, кислоты.

Маслянокислое брожение

- Маслянокислое брожение - это процесс превращения сахара маслянокислыми бактериями в анаэробных условиях с образованием масляной кислоты, углекислого газа и водорода. .



Кроме основных продуктов брожения получают и побочные продукты - бутиловый спирт, ацетон, этиловый спирт.

Маслянокислое брожение

- Пировиноградная кислота декарбоксилируется с образованием углекислого газа и уксусного альдегида. Далее под действием фермента карболигазы уксусный альдегид конденсируется и из 2 молекул уксусного альдегида образуется - ацетальдоль



Возбудители брожения- маслянокислые бактерии относятся к роду *Clostridium*

Маслянокислое брожение

- В народном хозяйстве маслянокислое брожение часто приносит значительный ущерб, вызывая массовую гибель овощей, вспучивание сыра, порчу консервов, прогоркание молока.

Маслянокислое брожение применяют для производства масляной кислоты. При биохимическом производстве масляной кислоты сырьем служат дешевые сахара или хроммолокосодержащие вещества. Брожение ведут при 40 С в присутствии мела для нейтрализации

Гниение

- Гниение — это процесс глубокого разложения белковых веществ микроорганизмами.



ГНИЕНИЕ

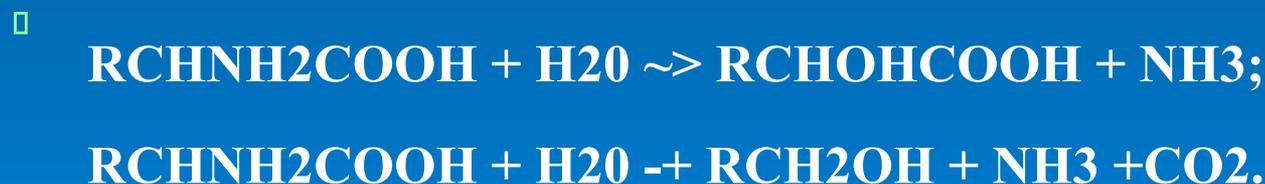
- Процесс распада белков начинается с их гидролиза. Первичными продуктами гидролиза являются пептоны и пептиды. Они расщепляются до **аминокислот**, которые являются конечными продуктами гидролиза

Гниение

- Образующиеся аминокислоты подвергаются **дезаминированию**, в результате чего образуются *аммиак и разнообразные органические* соединения в соответствии с характером самих аминокислот и ферментов микроорганизмов.
- Процесс **дезаминирования** может происходить различными путями. Различают **дезаминирование гидролитическое, окислительное и восстановительное.**

Гидролитическое дезаминирование

- Гидролитическое дезаминирование сопровождается образованием **оксикислот** и **аммиака**.
- Если при этом происходит и декарбоксилирование аминокислоты, то образуются **спирт**, **аммиак** и **углекислый газ**:



Окислительное дезаминирование

- При **окислительном дезаминировании** образуются **кетокислоты** и **аммиак**:



Восстановительное дезаминирование

- При восстановительном
дезаминировании образуются
карбоновые кислоты и аммиак:



Продукты гниения

- При разложении аминокислот **жирного ряда** могут накапливаться **муравьиная, уксусная, пропионовая, масляная** и другие кислоты, **пропиловый, бутиловый, амиловый** и другие спирты.
- При разложении аминокислот **ароматического ряда** промежуточными продуктами являются характерные продукты гниения: **фенол, крезол, скатол, индол** — вещества, обладающие очень неприятным запахом.

Продукты гниения

- При распаде аминокислот, содержащих серу, получается сероводород или его производные — меркаптаны (например, метилмеркаптан CH_3SH). Меркаптаны обладают запахом тухлых яиц, который ощущается даже при ничтожно малых их концентрациях.

Возбудители гниения.

- .
- Наиболее распространенными и активными возбудителями гнилостных процессов являются следующие: ^ *Bac. subtilis* (сенная палочка) и *Bac. mesentericus* (картофельная палочка) — аэробные, подвижные, спорообразующие бактерии

Значение гниения

- 1. Процесс гниения устраняет мертвые организмы на суше и в воде
- 2. Превращение отбросов животных и растений в навоз и перегной – удобряет почву
- 3. В процессе гниения в аэробных условиях происходит полная минерализация белка до углекислого газа, аммиака и сероводорода.

Значение гниения

- Гнилостные бактерии-основные инструменты очистки бытовых сточных вод с помощью «активного ила» в интенсивно аэрируемом бассейне (аэротехе). При этом суспендированное вещество сточных вод окисляется комплексным микробным сообществом