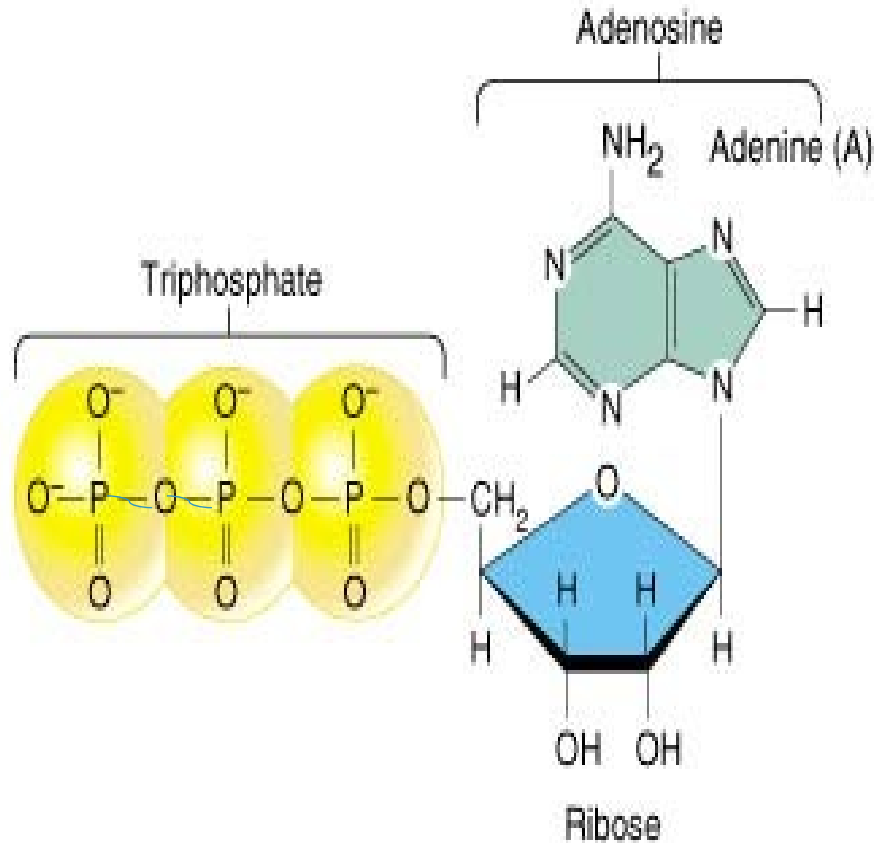


**8 Дәріс**

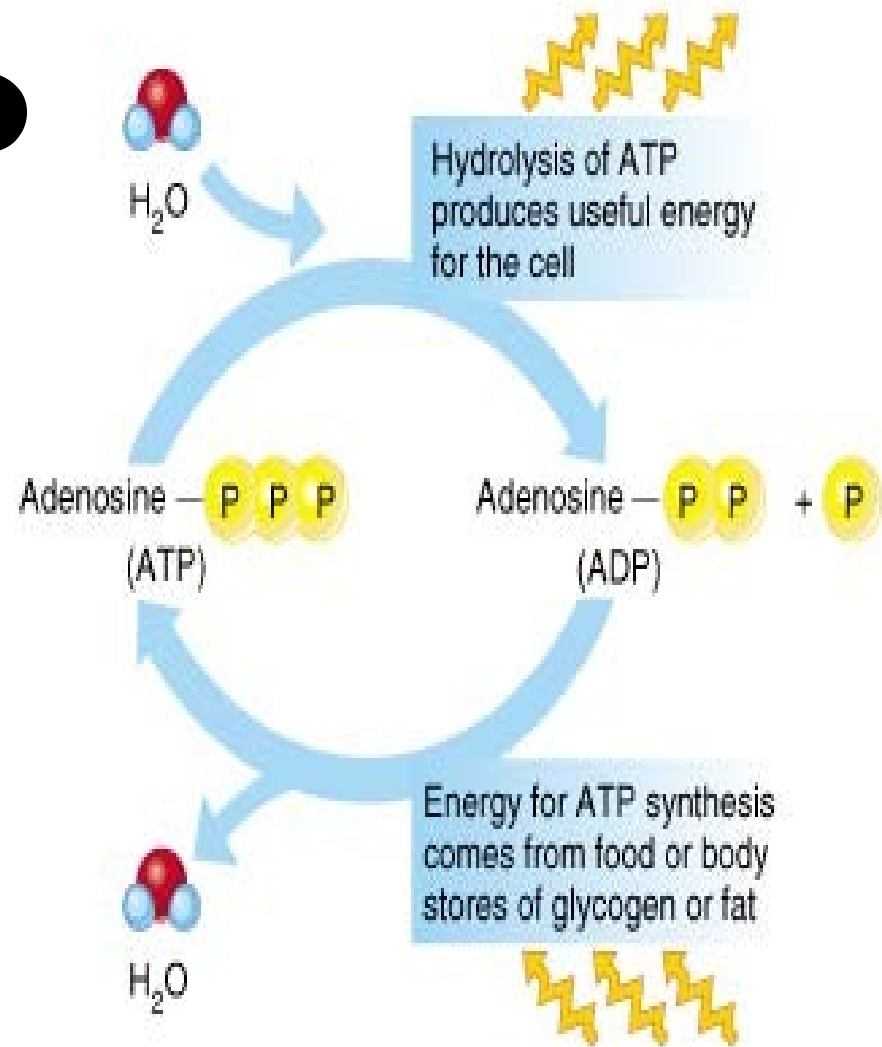
**ЭНЕРГИЯ АЛМАСУЫ.  
АТФ**

Алматы, 2024

# ATP



(a)



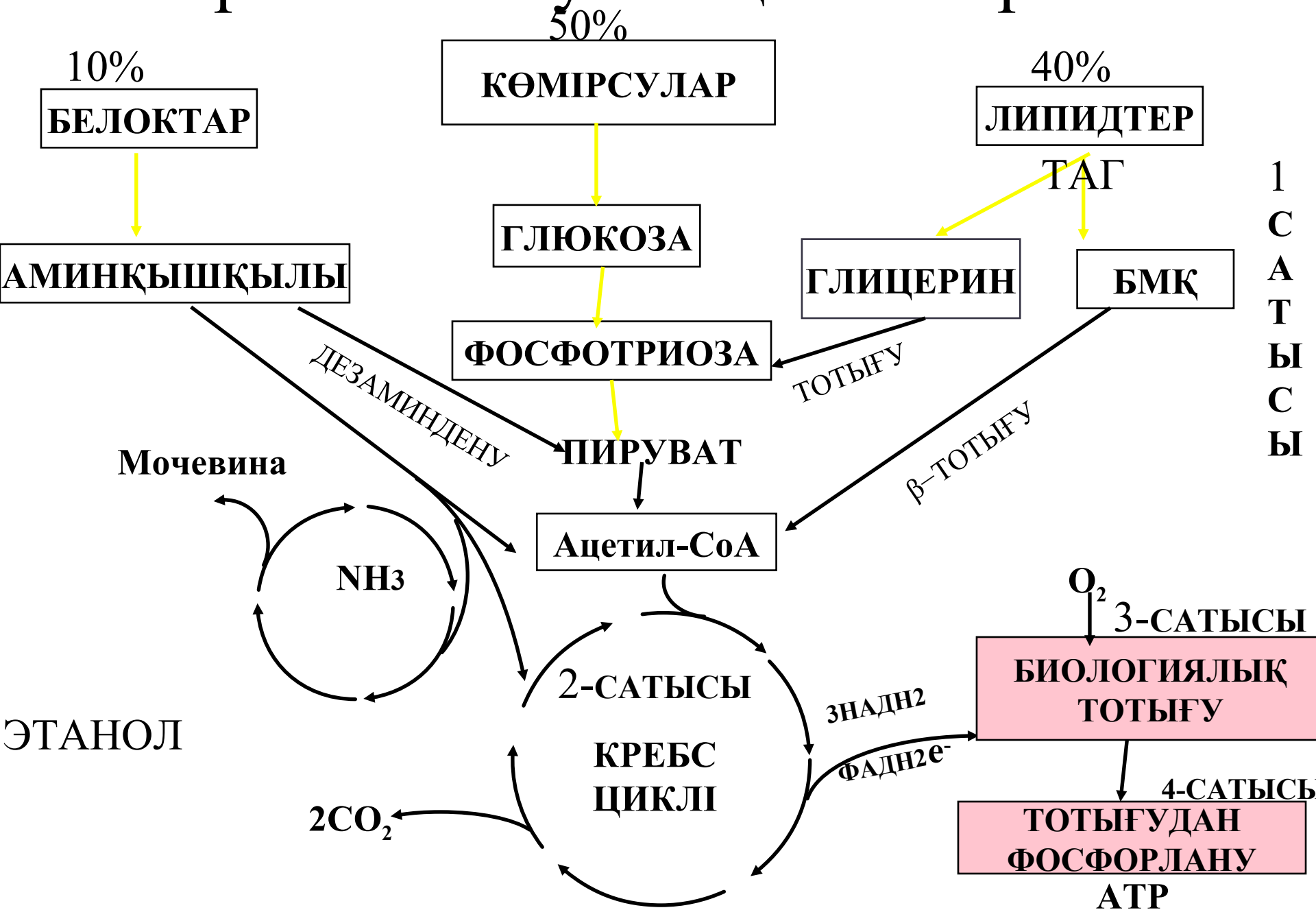
(b)

**ЭНЕРГИЯ АЛМАСУЫ (ЭА)–  
ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ  
МАТЕРИАЛДАРДЫҢ (К,Л,Б) АҒЗАДА  
ТОТЫҒЫП ЭНЕРГИЯ  
БӨЛУІ Н/Е БЕЛГІЛІ БІР ҚОСЫЛЫС  
ТҮРІНДЕ СИНТЕЗДЕЛІП ЭНЕРГИЯНЫ  
САҚТАУЫ Ж/Е ОНЫ ТІРШІЛІК  
ҚАЖЕТІНЕ ПАЙДАЛАНУЫ.**

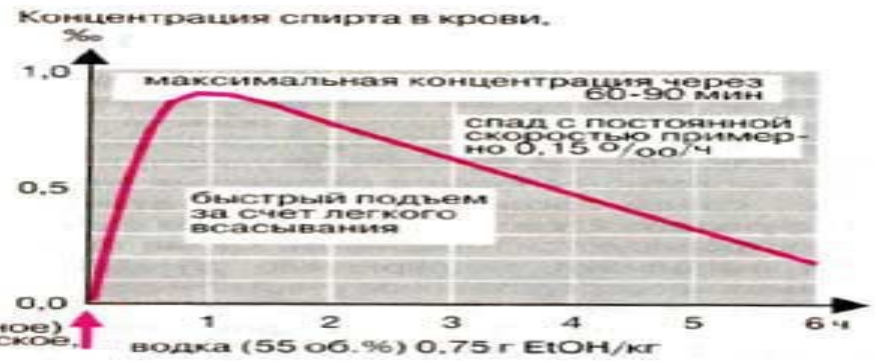
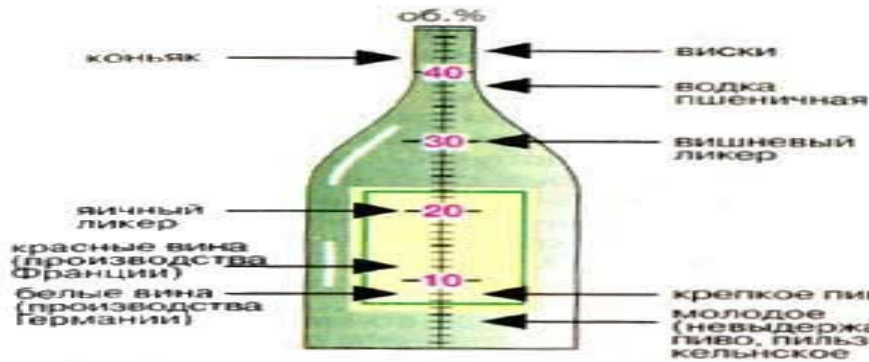
## Энергия алмасуы 4 сатыдан тұрады:

1. КҮРДЕЛІ ЗАТТАРДЫҢ АРНАЙЫ ЖОЛДАРМЕН  
ЫДЫРАП ОРТАҚ ӨНІМ  
**АКТИВТІ СІРКЕ ҚЫШҚЫЛЫН (Ацетил-КоА)**  
ТҮЗУІ.
2. ҮШ КАРБОН ҚЫШҚЫЛДАРЫНЫҢ ЦИКЛІ (ҮКЦ)
3. БИОЛОГИЯЛЫҚ ТОТЫҒУ (БТ)
4. ТОТЫҒУДАН ФОСФОРЛАНУ (ТФ)

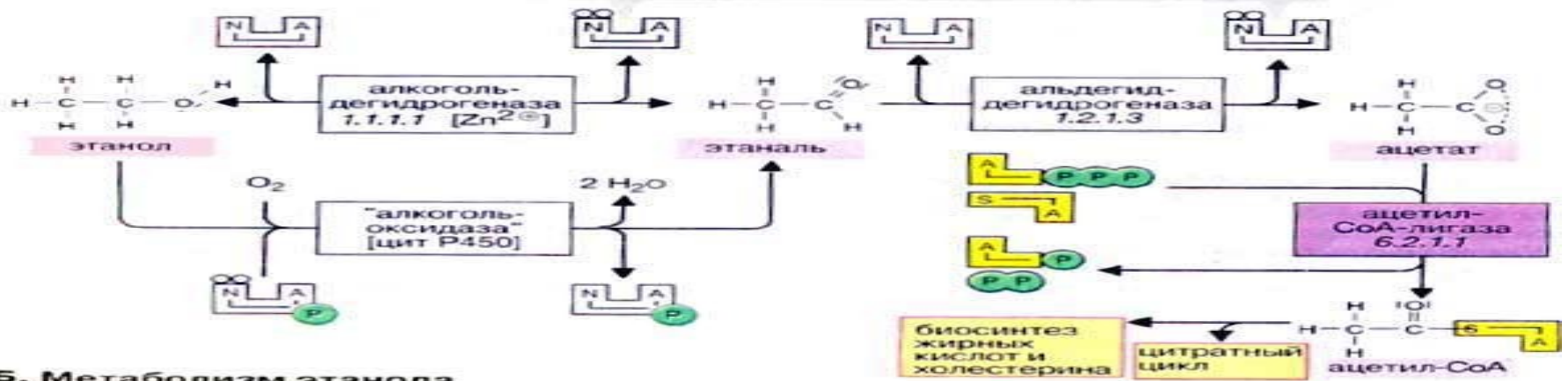
# Энергия алмасуының сатылары



# Этанол метаболизм1



**А. Содержание этанола в алкогольных напитках и в организме человека**  
накопление



**Б. Метаболизм этанола**



**В. Жировая дистрофия печени**

**КӨМІРСУЛАР**  $\xrightarrow{\text{ГЛИКОЗИДАЗА}}$  **МОНОСАХАРИДТЕР**

**ЛИПИДТЕР (ТАГ)**  $\xrightarrow{\text{ЭСТЕРАЗА}}$  **ГЛИЦЕРИН + БМҚ**

**БЕЛОКТАР**  $\xrightarrow{\text{ПЕПТИДАЗА}}$  **АМИН ҚЫШҚЫЛДАРЫ**

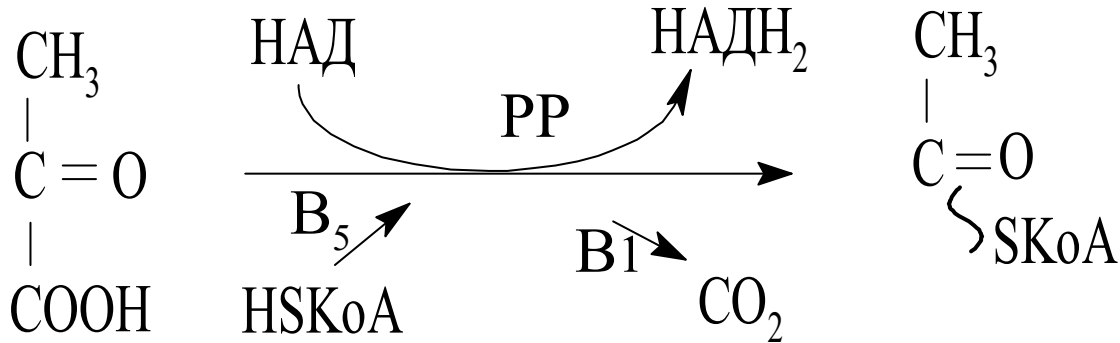
- Глюкоза тотыққанда, ПЖҚ түзіледі. ПЖҚ тотығудан декарбоксилденіп АСҚ пайда болады.
- Аминқышқылдар дезаминденіп ПЖҚ немесе АСҚ түзіледі.
- Липидтер ыдырағанда глицерин мен БМҚ түзіледі.

Глицерин тотығып фосфотриозалар арқылы ПЖҚ-ға ол тотығудан декарбоксилденіп АСҚ түзіледі,

ал БМҚ  $\beta$ -тотығуға ұшырағанда АСҚ түзіледі.



# ТОТЫҒУДАН ДЕКАРБОКСИЛДЕНУ РЕАКЦИЯСЫ

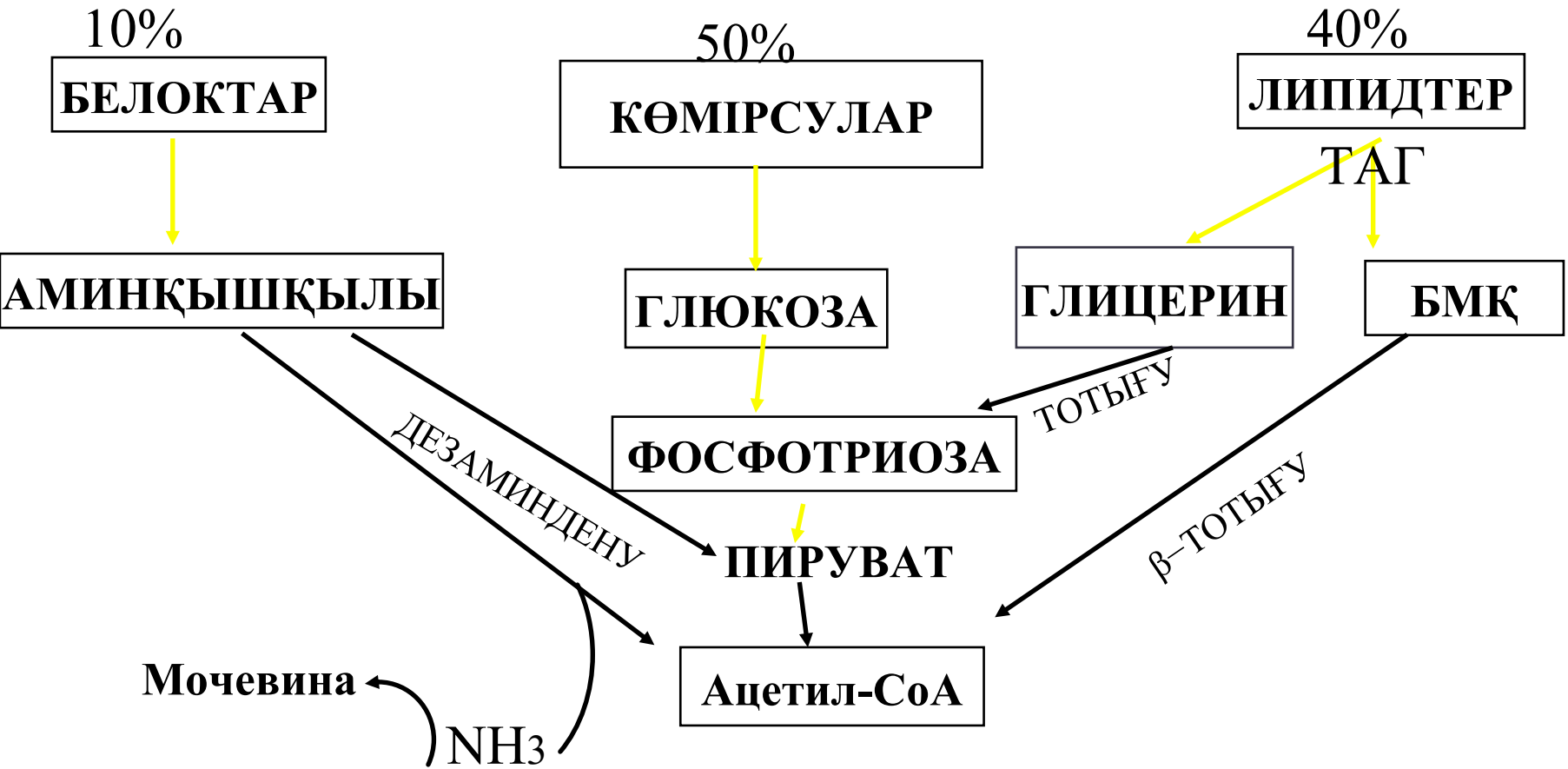


пируват

ацетилКоА

ПИРУВАТДЕГИДРОГЕНАЗДЫ КОМПЛЕКС  
(ПДК)

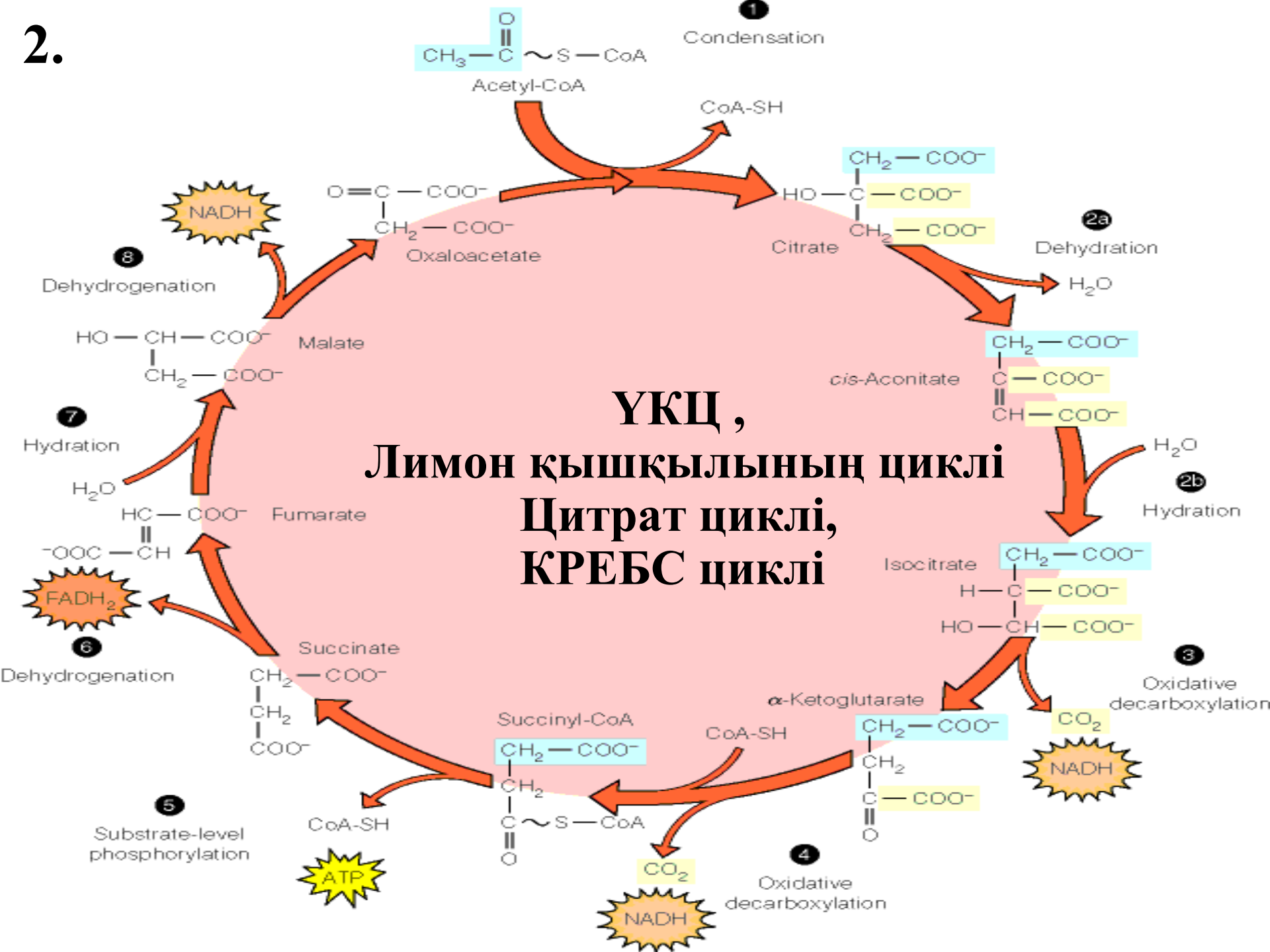
# Энергия алмасуының 1 сатысы



ЭТАНОЛ

E=(1%)

2.





**Hans Krebs**  
1900–1981

**АМЕРИКАЛЫҚ  
БИОХИМИК  
ГАНС КРЕБС  
1953 ЖЫЛЫ НОБЕЛЬ  
СЫЙЛЫҒЫН АЛДЫ.**

**ҮКЦ МАҢЫЗЫ:**

**1.ҮКЦ –КӨМІРСУЛАР , ЛИПИДТЕР,  
БЕЛОКТАР ЫДЫРАҒАНДА  
ТҮЗІЛГЕН АКТИВТІ СІРКЕ  
ҚЫШҚЫЛЫН (АСҚ)  $2\text{CO}_2$ –ГЕ ДЕЙІН  
ТОТЫҚТЫРАДЫ .**

**2.ПЛАСТИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТ  
АТҚАРАДЫ.**

**❖ҮКЦ– НІҢ АРАЛЫҚ ӨНІМДЕРІ:  
ГЛЮКОНЕОГЕНЕЗ ,  
ЛИПОГЕНЕЗ,  
АМИН ҚЫШҚЫЛДАРЫНЫҢ  
МЕТАБОЛИЗМІНЕ  
ПАЙДАЛАНЫЛУЫ МҮМКІН.**

АЦЕТИЛ–КоА

БМҚ,  
ХОЛЕСТЕРИН

СУКЦИНИЛ–КоА

ГЕМ

ҚЫМЫЗДЫҚ  
СІРКЕ  
ҚЫШҚЫЛЫ

ГЛЮКОЗА

АСПАРТАТ

$\alpha$ -КЕТОГЛУТАРАТ

ГЛУТАМАТ

**3. БАРЛЫҚ АЛМАСУ ПРОЦЕСТЕРІН**

**(К, Л, Б) БІР–БІРІМЕН**

**БАЙЛАНЫСТЫРАДЫ.**

**4. СУТЕГІНІҢ КӨЗІ. АСҚ**

**ТОТЫҒУЫНДА ТҮЗІЛГЕН ЭНЕРГИЯ**

**АКТИВТІ СУТЕГІ ТҮРІНДЕ ( НАД $\text{H}_2$ ,**

**ФАД $\text{H}_2$ ) САҚТАЛАДЫ.**



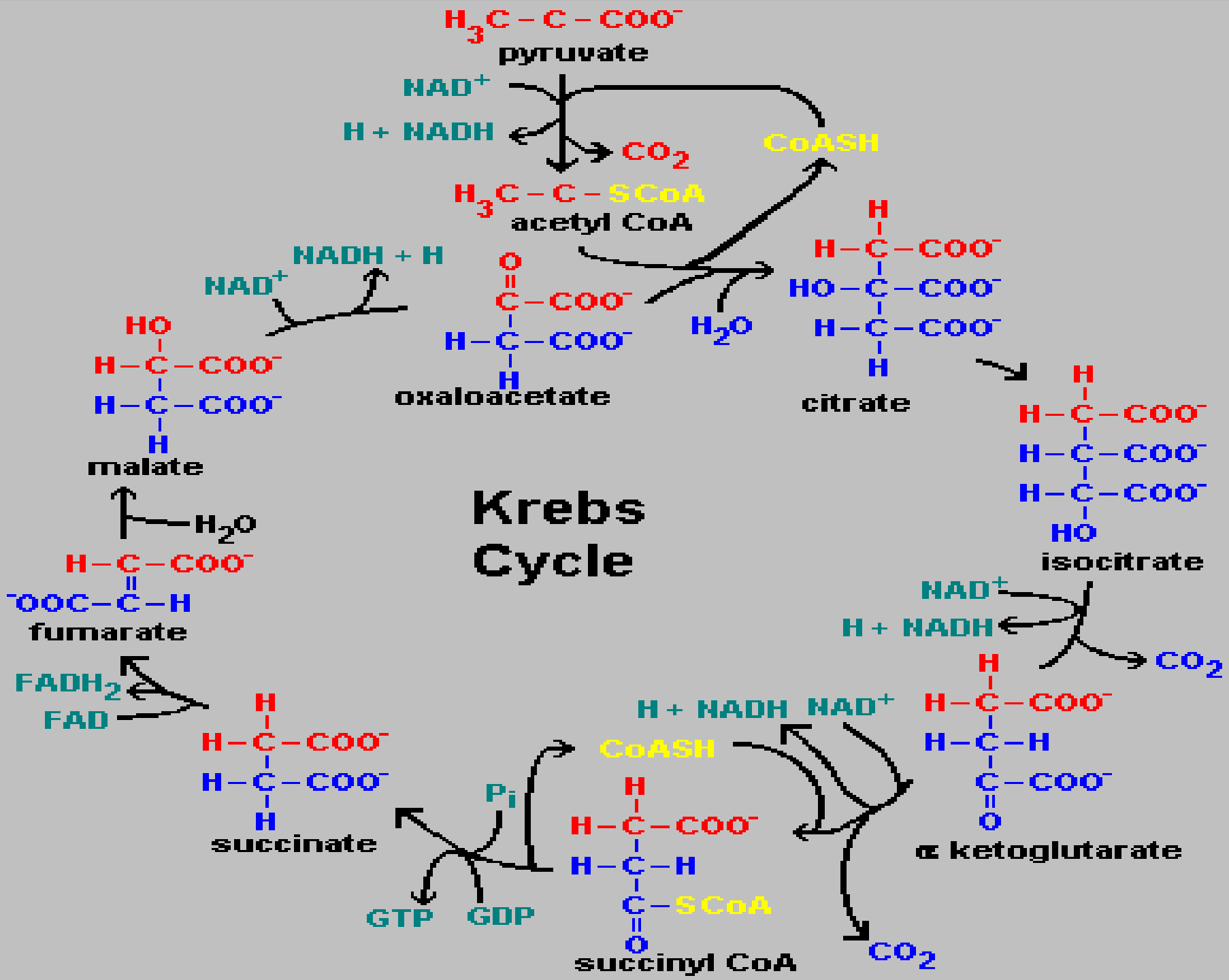
## КРЕБС ЦИКЛІНІҢ ЕРЕКШЕЛІГІ:

1

- РЕАКЦИЯ БІР БАҒЫТҚА ТЕК **АСҚ** ТОТЫҒУЫНА БАҒЫТТАЛҒАН.
- ПРОЦЕСС ҚАЙТЫМСЫЗ, ЦИКЛДІ.

2

- ҮКЦ РЕАКЦИЯЛАРЫ ҮШІН ТІКЕЛЕЙ ОТТЕК ҚАЖЕТ ЕМЕС. БІРАҚ ҮКЦ– ДА ТОТЫҚСЫЗДАНҒАН ДЕГИДРОГЕНАЗАЛАР (НАД<sub>2</sub>, ФАДН<sub>2</sub>) БИОЛОГИЯЛЫҚ ТОТЫҒУ ТІЗБЕГІНДЕ ТОТЫҒУ ҮШІН ОТТЕК ҚАЖЕТ. ҮКЦ–АЭРОБТЫ ПРОЦЕСС.



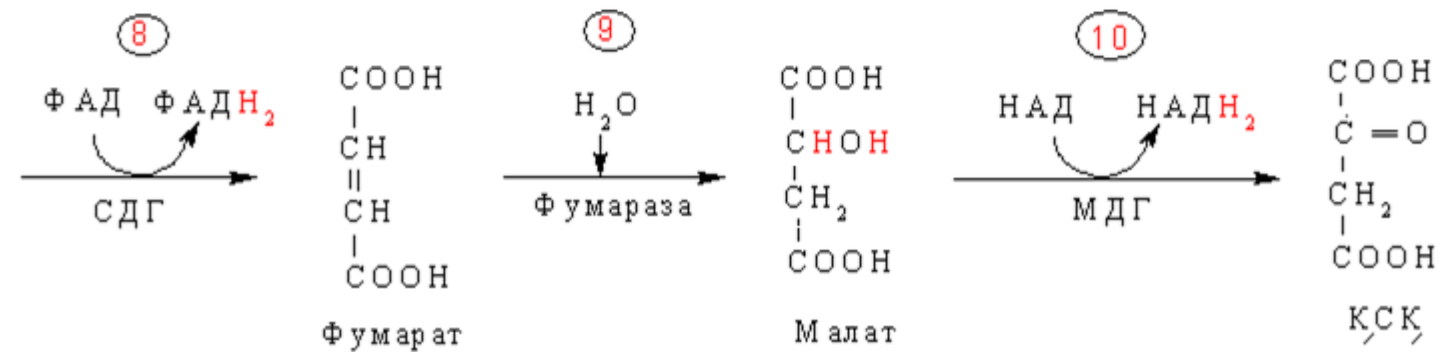
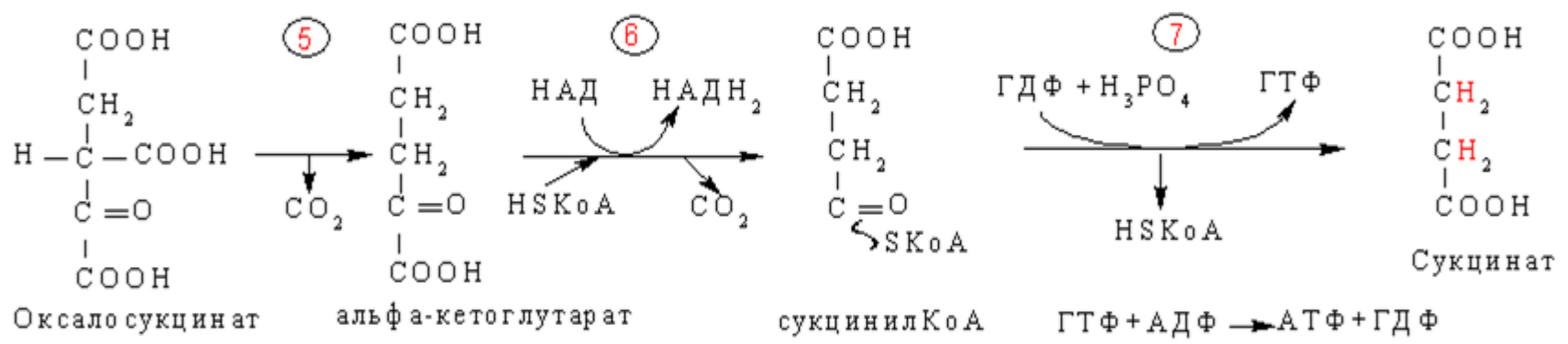
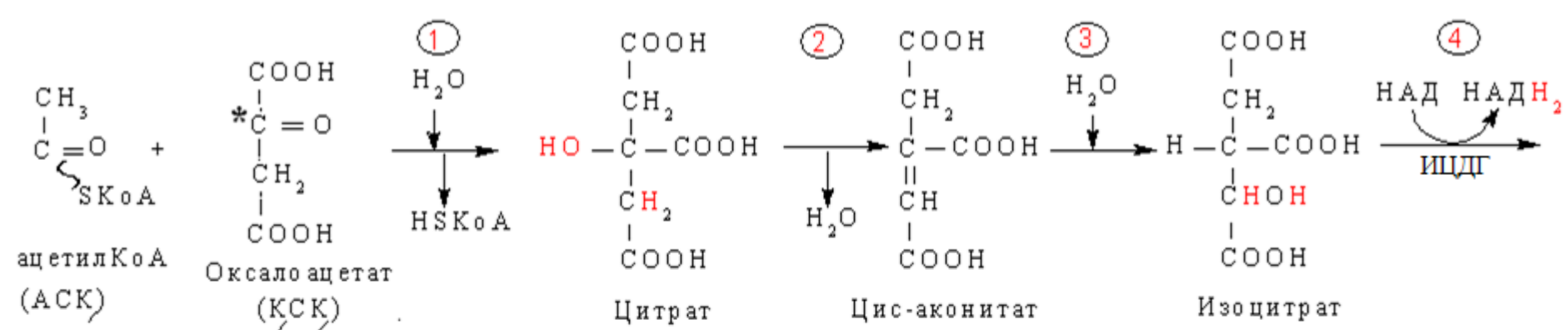
***ҮҚЦ РЕАКЦИЯЛАРЫ ЖҮРУІ ҮШІН:***

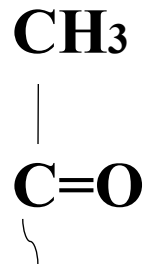
**АСҚ, ҚСҚ**  
ЖЕТКІЛІКТІ  
БОЛУЫ  
КЕРЕК

ТОТЫҚСЫЗДАНҒАН  
ДЕГИДРОГЕНАЗАЛАР  
**НАДН<sub>2</sub>, ФАДН<sub>2</sub>**  
ТОТЫҒЫП ТҰРУЫ  
КЕРЕК

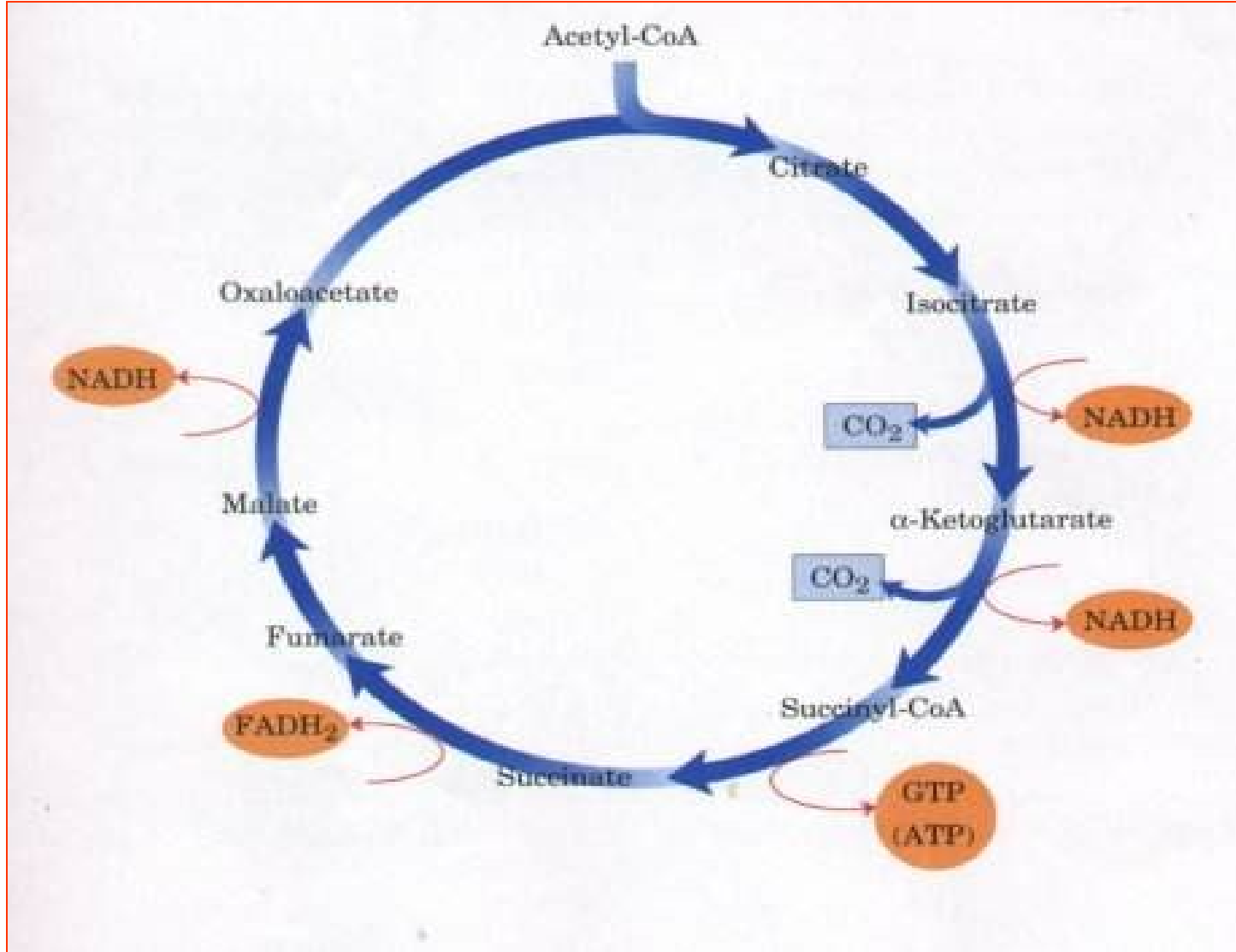
**ОТТЕК** ҚАЖЕТ

**ҮКЦ реакциялары  
МИТОХОНДРИЯ  
матриксасында жүреді,  
10 реакциядан тұрады.**



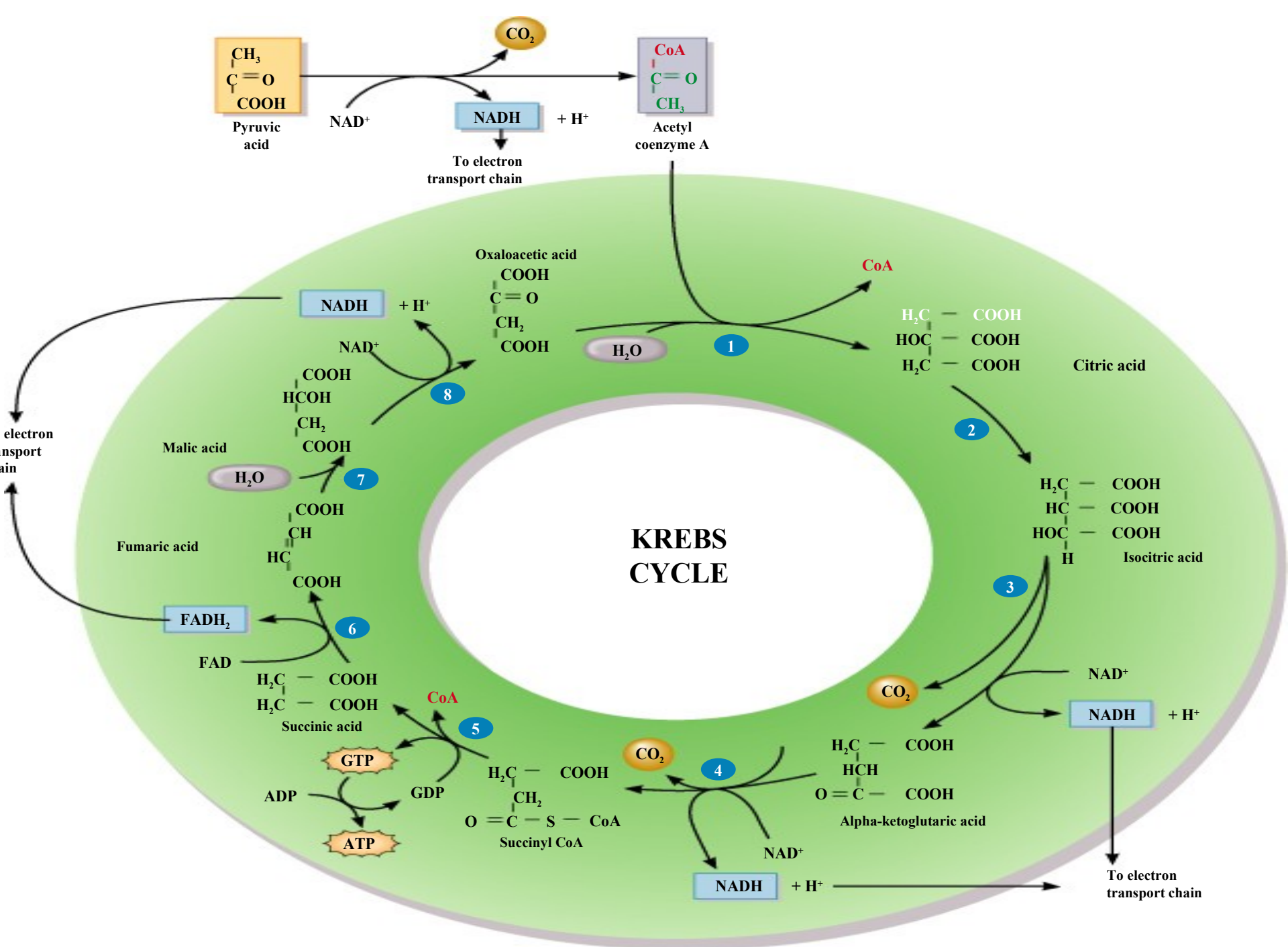


SKoA  
АцетилКоА  
(АСК)

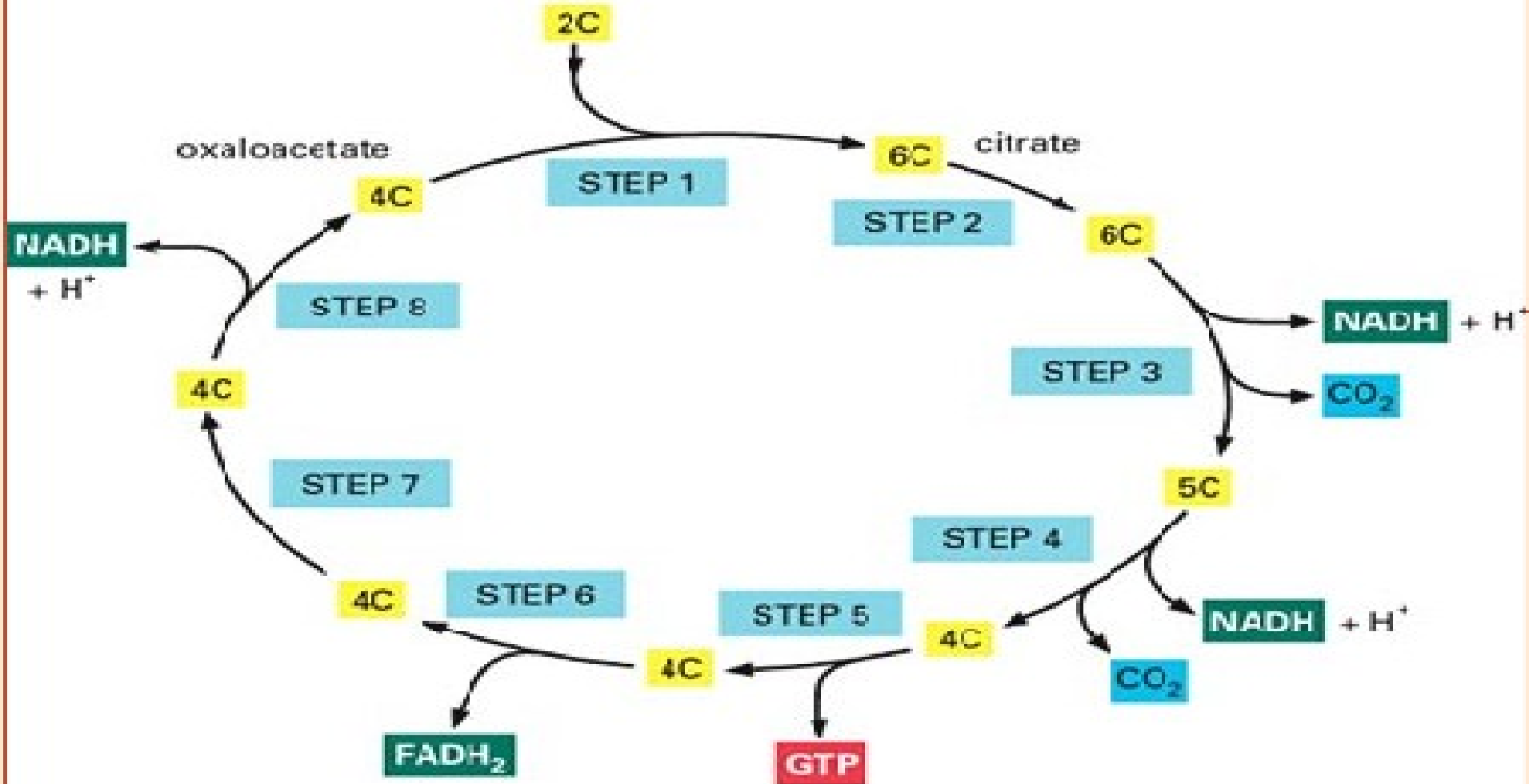
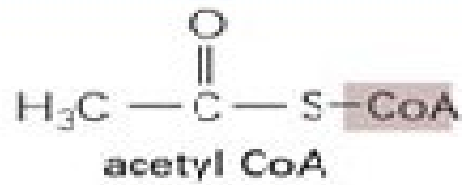


ҮҚЦ–де:

- 2 ДЕКАРБОКСИЛДЕНУ,
- 4 ТОТЫҒУ–ТОТЫҚСЫЗДАНУ,
- 1 СУБСТРАТТАН ФОСФОРЛАН  
РЕАКЦИЯСЫ ЖҮРЕДІ.





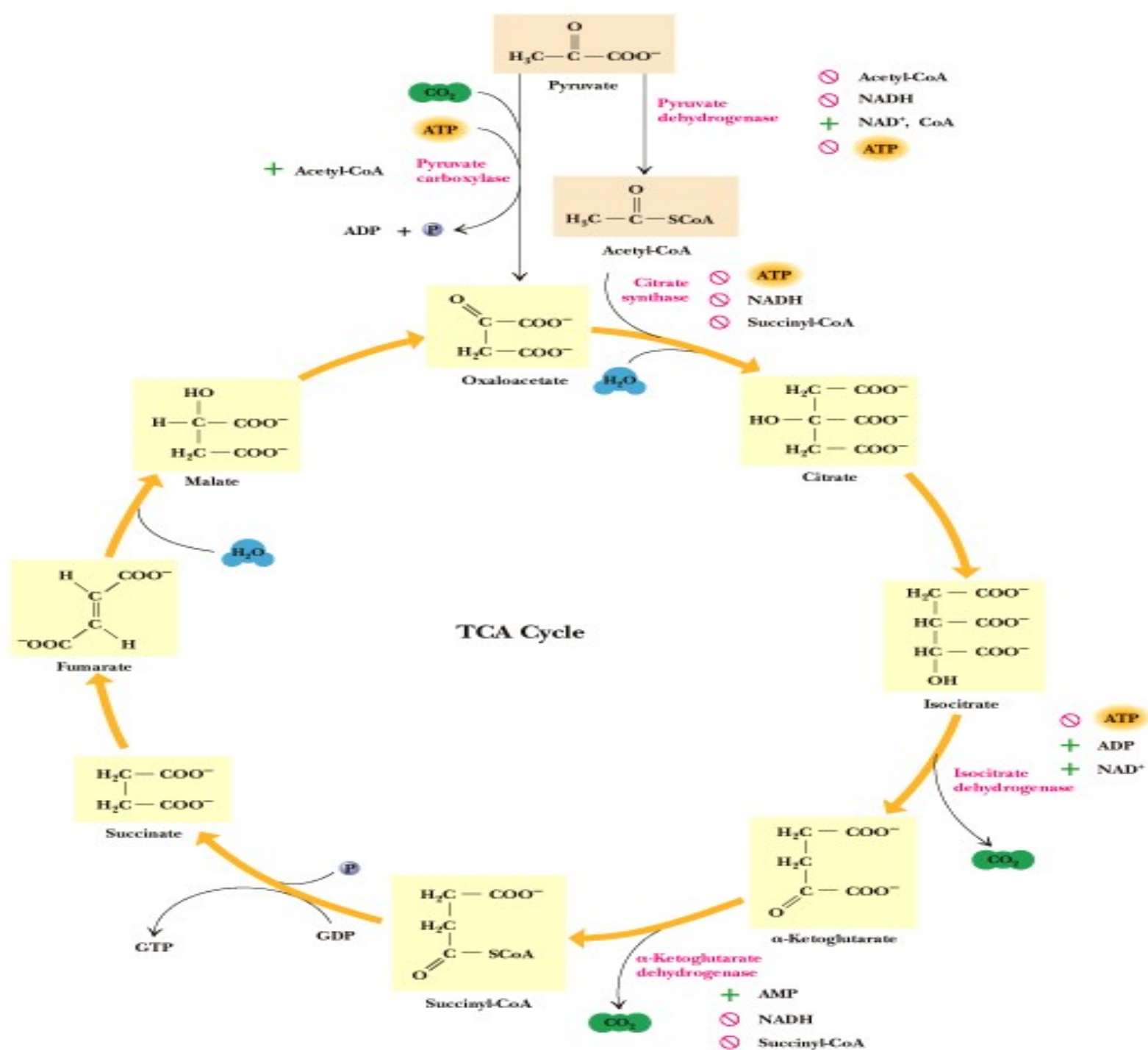


**РЕЗУЛЬТАТ ОДНОГО ОБОРОТА ЦТК: 3 НАДН, 1 ФАДН<sub>2</sub>, 1 ГТФ + 2СО<sub>2</sub>**

# Regulation of the TCA Cycle

*Again, 3 reactions are the key sites*

- Citrate synthase
- Isocitrate dehydrogenase
- $\alpha$  -Ketoglutarate dehydrogenase



### **3 САТЫ. БИОЛОГИЯЛЫҚ ТОТЫҒУ (БТ )**

**БТ— ЖАСУША МИТОХОНДРИЯСЫНДА ӨТЕТІН  
ТОТЫҒУ–ТОТЫҚСЫЗДАНУ (Т-Т) РЕАКЦИЯЛАРЫНЫҢ  
ЖИЫНЫ.**

Т-Т РЕАКЦИЯЛАРЫНЫҢ ЖИЫНЫН= ЭЛЕКТРОНДАРДЫҢ  
ТАСЫМАЛДАНУ ТІЗБЕГІ = ТЫНЫС АЛУ ТІЗБЕГІ= ТІНДІК  
ТЫНЫС АЛУ, ОКСИДАЗДЫ ТОТЫҒУ ДЕПТЕ АТАЙДЫ.

## БИОЛОГИЯЛЫҚ ТОТЫҒУ(БТ) МАҢЫЗЫ:

1. ЭНЕРГИЯ (E) БӨЛІНЕДІ. (E=40-45% АТФ + ЖЫЛУ)
2. ЭНДОГЕНДІ СУ ТҮЗІЛЕДІ.



субстрат

**БТ ОКСИДОРЕДУКТАЗАЛАР  
ҚАТЫСУЫМЕН МИТОХОНДРИЯДА  
ЖҮРЕДІ:**

**11 РЕАКЦИЈАДАН ТҰРАДЫ.**

# БТ тізбегіндегі ферменттердің орналасу тәртібі неге тәуелді?

**S**H<sub>2</sub>

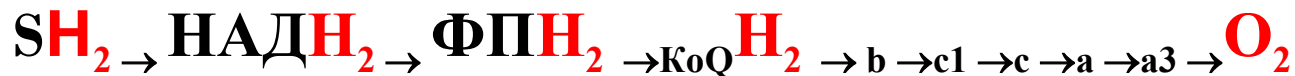


**ТОТЫҒУ–ТОТЫҚСЫЗДАНУ** потенциалының өсуіне байланысты.



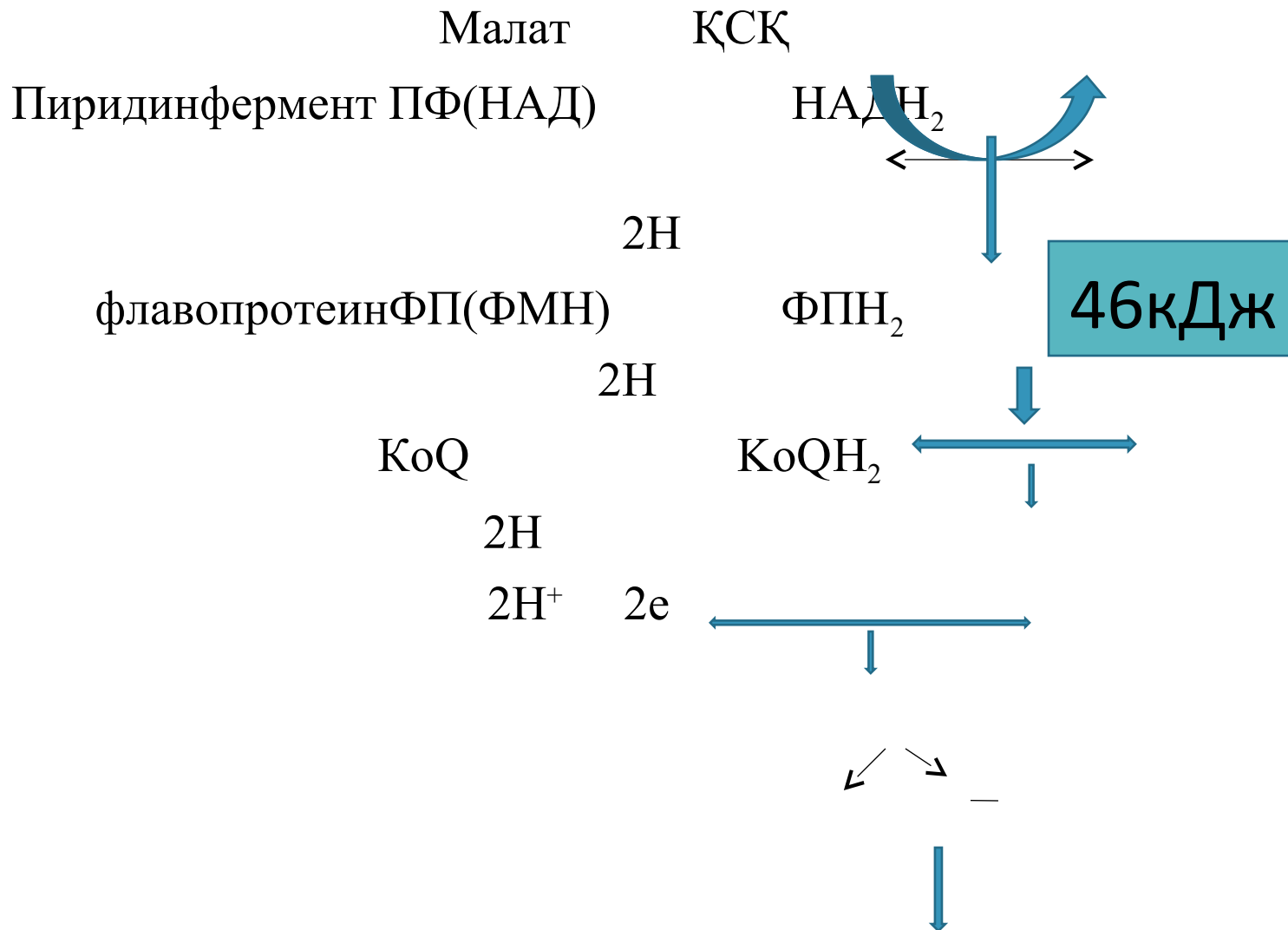
E - ЭНЕРГИЯ = ЖЫЛУ + АТФ

Окислительно-восстановительная пара	$E_0', V$
$2H^+/H_2$	-0,42
$NAD^+/NADH$	-0,32
$NADP^+/NADPH$	-0,32
$NADH$ -дегидрогеназа (FMN-форма)	-0,30
$NADH$ -дегидрогеназа (FMNH <sub>2</sub> -форма)	
$FAD$ -белок/ $FADH_2$ -белок	-0,05
Сукцинат/фумарат	+0,03
Убихинон/убихинол	+0,04
цит. b $Fe^{3+}$ /цит. b $Fe^{2+}$	+0,07
цит. c <sub>1</sub> $Fe^{3+}$ /цит. c <sub>1</sub> $Fe^{2+}$	+0,23
цит. c $Fe^{3+}$ /цит. c $Fe^{2+}$	+0,25
цит. a $Fe^{3+}$ /цит. a $Fe^{2+}$	+0,29
цит. a <sub>3</sub> $Fe^{3+}$ /цит. a <sub>3</sub> $Fe^{2+}$	+0,55
$1/2 O_2 + 2 H^+ + 2e/H_2O$	+0,82



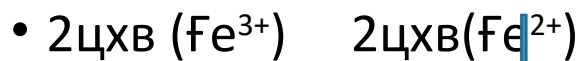


# БТ тізбегі

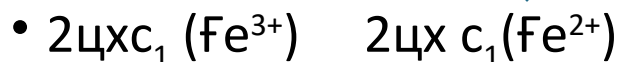




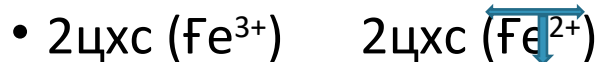
$2e^-$



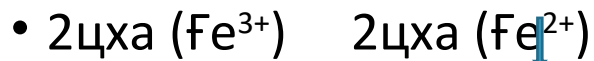
$2e^-$



$2e^-$

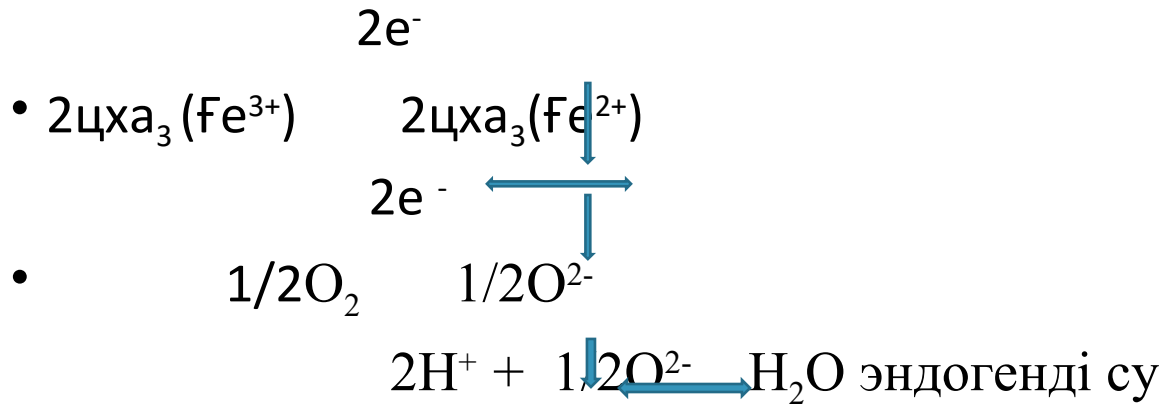


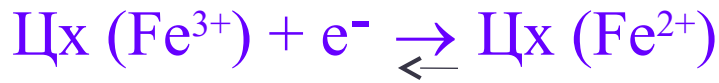
$2e^-$



43 кДж

102 кДж





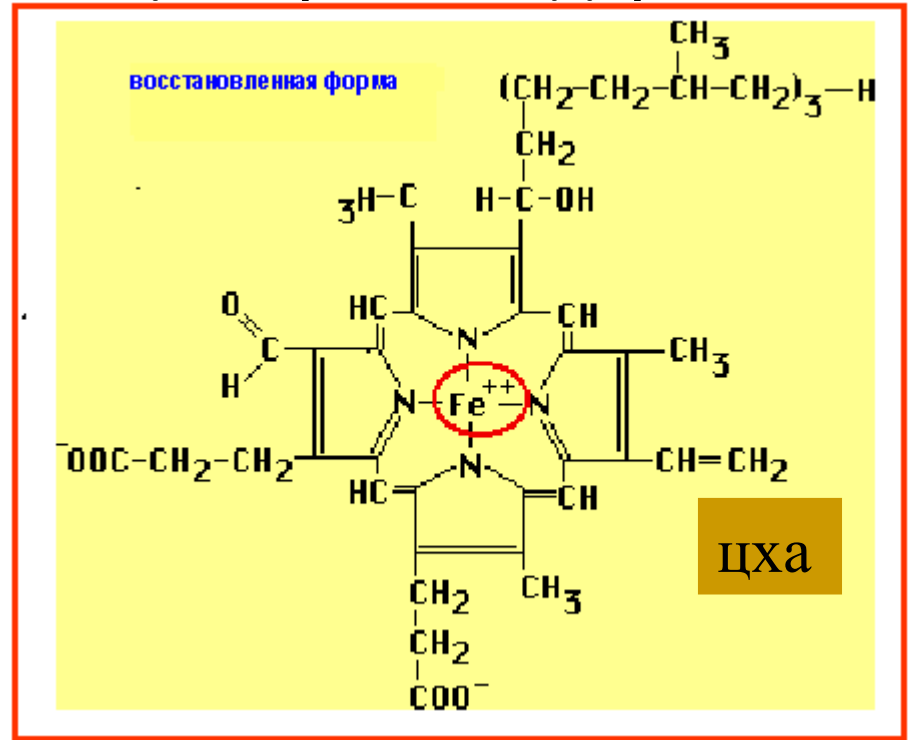
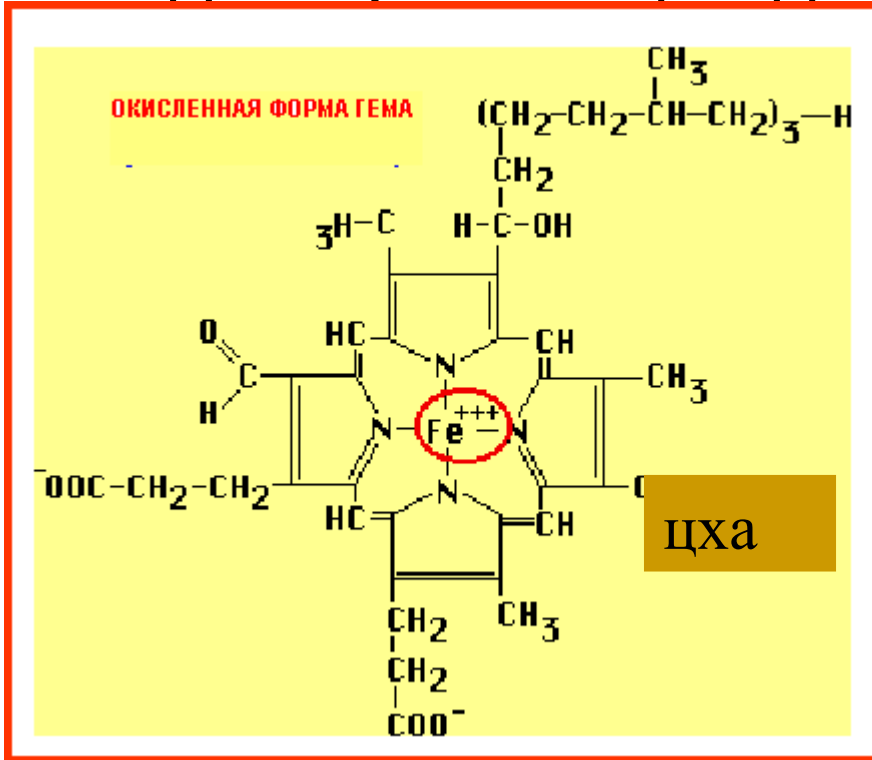
ТОТЫҚҚАН

ТОТЫҚСЫЗДАНҒАН

ферри

ферро

## Тоттыққан және тоттықсызданған цитохром гемдері



цитохромдар электрондарды тасымалдау жолымен субстратты тоттықтырады. Ол кезде цх геміндегі Fe валенттігі өзгереді)

## Қорытынды:

БТ-ның 3 нүктесінде (сатысында) АТФ түзуге жеткілікті энергия бөлінеді. Осы сатылар БТ мен ТФ-ның **қабысу нүктелері** деп аталады, олар:

2, 6, 9 және 10 сатылар.

1. 2 пункт–НАДН<sub>2</sub>-нің **ФП(ФМН)**–мен тотығуы

**46 кДж**

2. 6 пункт- Ферро Цхв тотығуы- 43 кДж.

3. (9,10 пункт) -Цитохромоксидазаның тотығуы

102 кДж.

ЭНЕРГИЯ АЛМАСУЫНЫҢ 4 САТЫСЫ:  
ТОТЫҒУДАН ФОСФОРЛАНУ (ТФ).

ТФ – БИОЛОГИЯЛЫҚ ТОТЫҒУ ЭНЕРГИЯСЫН  
ПАЙДАЛАНЫП АДФ ПЕН БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ  
ФОСФАТТАН **АТФ** ТҮЗУ ПРОЦЕСІ.



- АТФ түзілу үшін:
- 1- митохондрия мембранасының өткізгіштігі қалыпты болуы керек;
- 2- мембранада потенциалдың айырымы болуы керек.

**P/O – ТОТЫҒУДАН ФОСФОРЛАНУ КОЭФФИЦИЕНТІ.**

**P/O – АТФ- ТІ ТҮЗУГЕ КЕТКЕН БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ  
ФОСФАТТЫҢ МОЛЬ САНЫН КӨРСЕТЕДІ (СІЦІРІЛГЕН  
ОТТЕКТИҢ БІР АТОМЫНА ЕСЕПТЕГЕНДЕ). Н/Е  
ТҮЗІЛГЕН АТФ-тің МОЛЬ САНЫН КӨРСЕТЕДІ.**

$$P/O = 2 \quad n/e 3$$



**ЕГЕР СУБСТРАТ ПИРИДИН ФЕРМЕНТІ ПФ(НАД)**

**АРҚЫЛЫ ТОТЫҚСА: P/O = 3; себебі бұл кезде бөлінген**

**энергия 3АТФ түзуге жеткілікті. НАДН<sub>2</sub>-ден O<sub>2</sub>-ке**

**тасымалданатын протондар мен электрондар 3 қабысу**

**нүктесін басып өтеді. НАДН<sub>2</sub>  $\xrightarrow{\hspace{1cm}}$  3АТФ**

**ЕГЕР СУБСТРАТ ФЛАВОПРОТЕИД ФП(ФАД) АРҚЫЛЫ**

**ТОТЫҚСА: P/O = 2;**

**ФПН<sub>2</sub>  $\xrightarrow{\hspace{1cm}}$  2АТФ**



# 1 МОЛЕКУЛА АСҚ ТОТЫҚҚАНДА 12 АТФ ТҮЗІЛЕДІ.

