

**Мақсаты: Көмірсулардың катаболиттік және анаболиттік жолдарын айырбастау және көмірсулардың биологиялық рөлі туралы түсінік беру.**

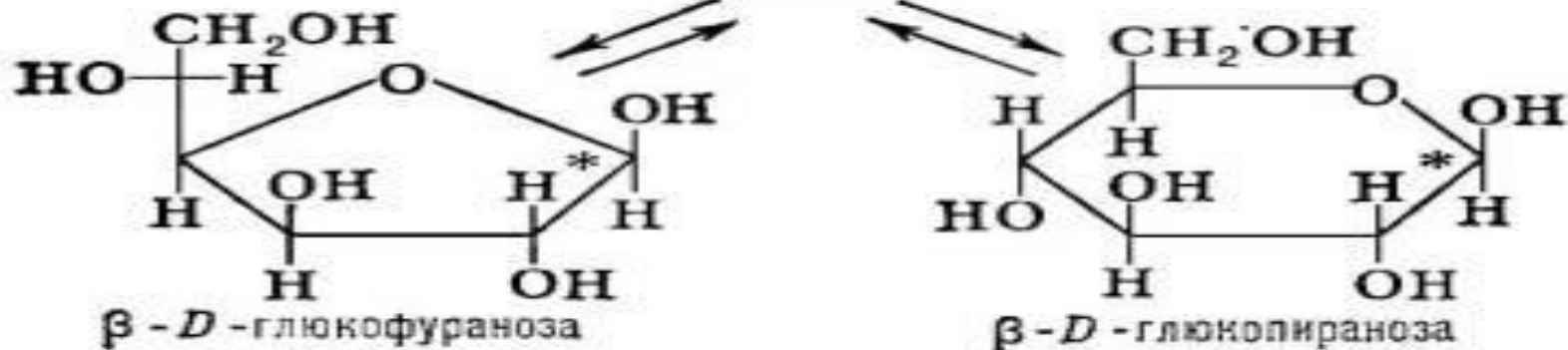
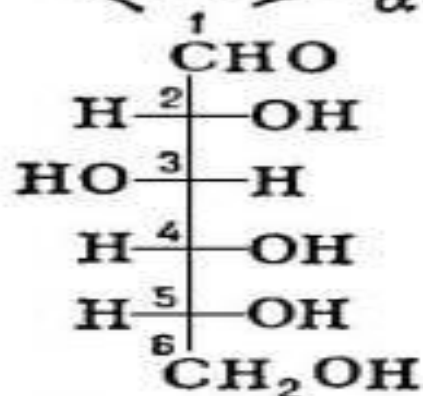
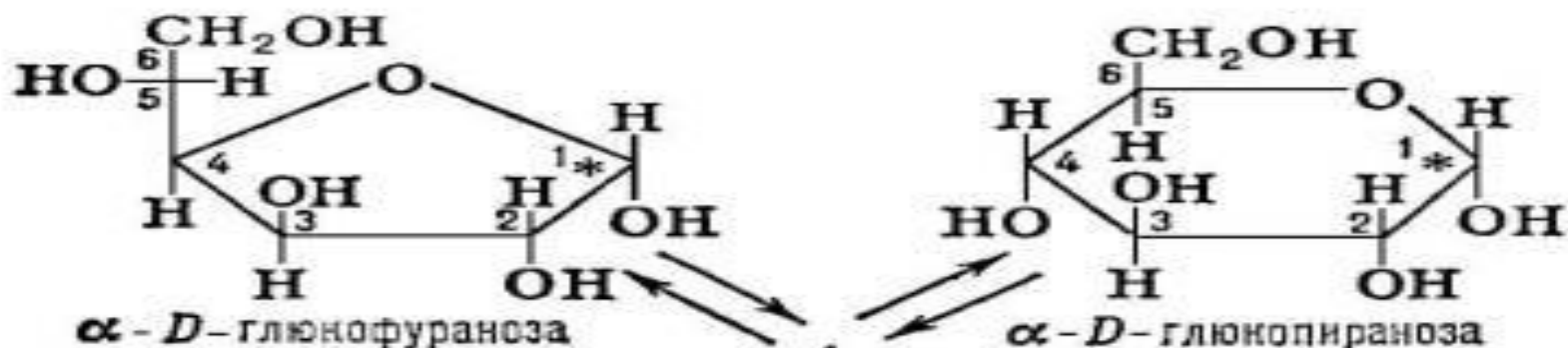
**Дәрістің негізгі сұрақтары:**

1. Асқазан-ішек жолдарына түскен көмірсулардың қорытылуы, ас қорыту өнімдерінің сіңіруі
2. Организмдегі глюкозаның тұтыну көздері мен жолдарының жалпы схемасы
3. Глюкозаның катаболизмі. Глюкоза катаболизмінің нақты тәсілі ретінде пируват қалыптастыру реакциялардың тізбегі. Челночтық механизімінен сутектің цитозолдан митохондрияға ауысуы.
4. Аэробты және анаэробты глюкозаның ыдырауы және таралуы мен физиологиялық мәні.
5. Глюкозаның биосинтезі (глюконеогенез). Гликолиза және глюконеогенездің өзара байланысы (глюкоза –лактат және глюкоза - аланин циклі)
6. Пентозофосфатты глюкозаның айналу жолы. Таралуы және физиологиялық мәні.
7. Гликогеннің айырбастауы, физиологиялық мәні.
8. Көмірсулар алмасуының реттеу гормондардың рөлі
9. Гликогеноз және агликогеноз. Кейбір көмірсулар алмасуының жеке жолдары: фруктоза мен галактоза алмасуы. Сахароза, лактоза метабализмі

- Көмірсулар жалпы формуласы
  - $C_m(H_2O)_n$  бар органикалық қосылыстар.

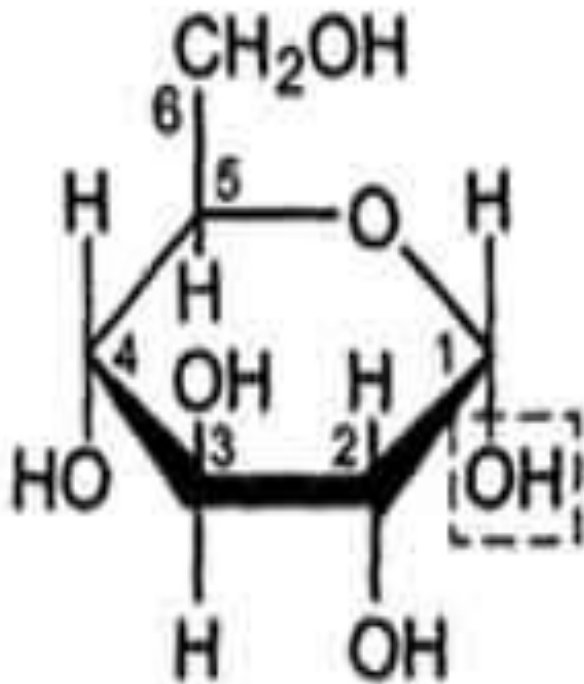
# Классификация углеводов



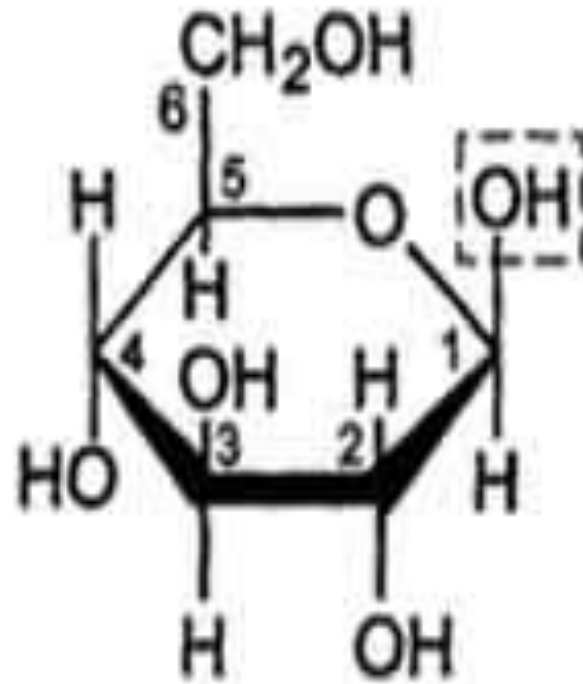


- **Глюкоза** является альдогексозой. Она может существовать в линейной и циклической формах. Циклическая форма глюкозы, предпочтительная в термодинамическом отношении, обуславливает химические свойства глюкозы. Как и все гексозы, глюкоза имеет 4 асимметричных углеродных атома, обуславливающих наличие стереоизомеров. Возможно образование 16 стереоизомеров, наиболее важные из которых D- и L-глюкоза. Эти типы изомеров зеркально отображают друг друга

# D-глюкозаның $\alpha$ - және $\beta$ -аномерлері



$\alpha$ -D-Глюкоза



$\beta$ -D-Глюкоза

# Олигосахариды

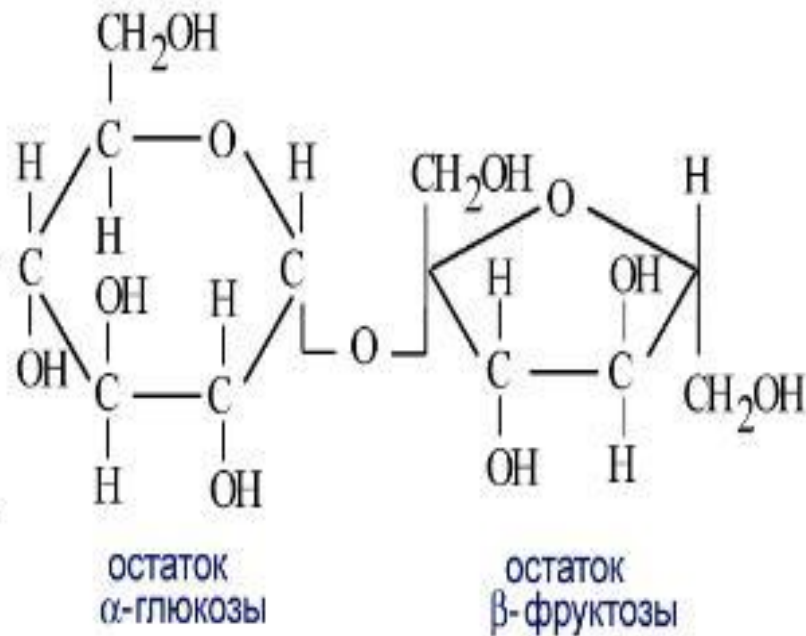
## ■ Сахароза

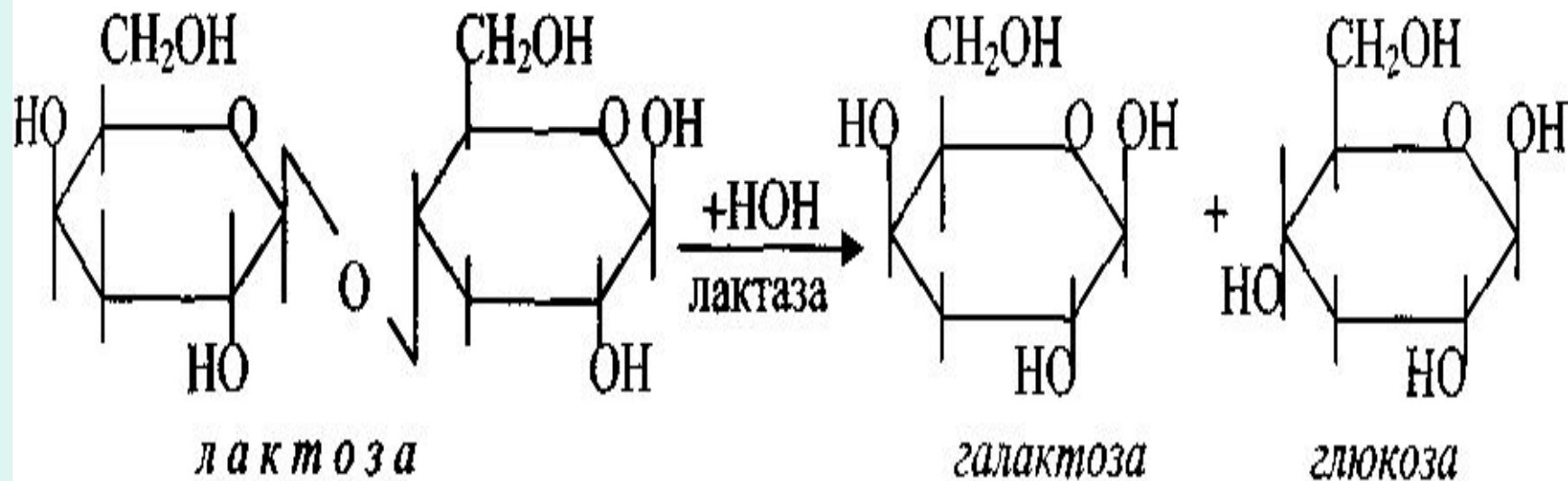
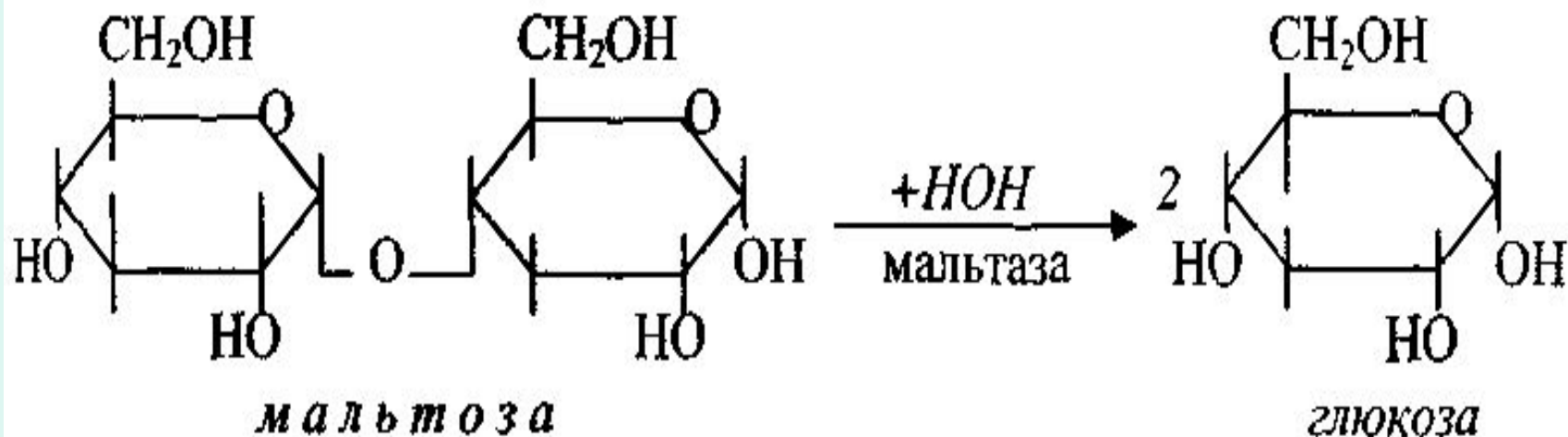
Состав:

Глюкоза + фруктоза

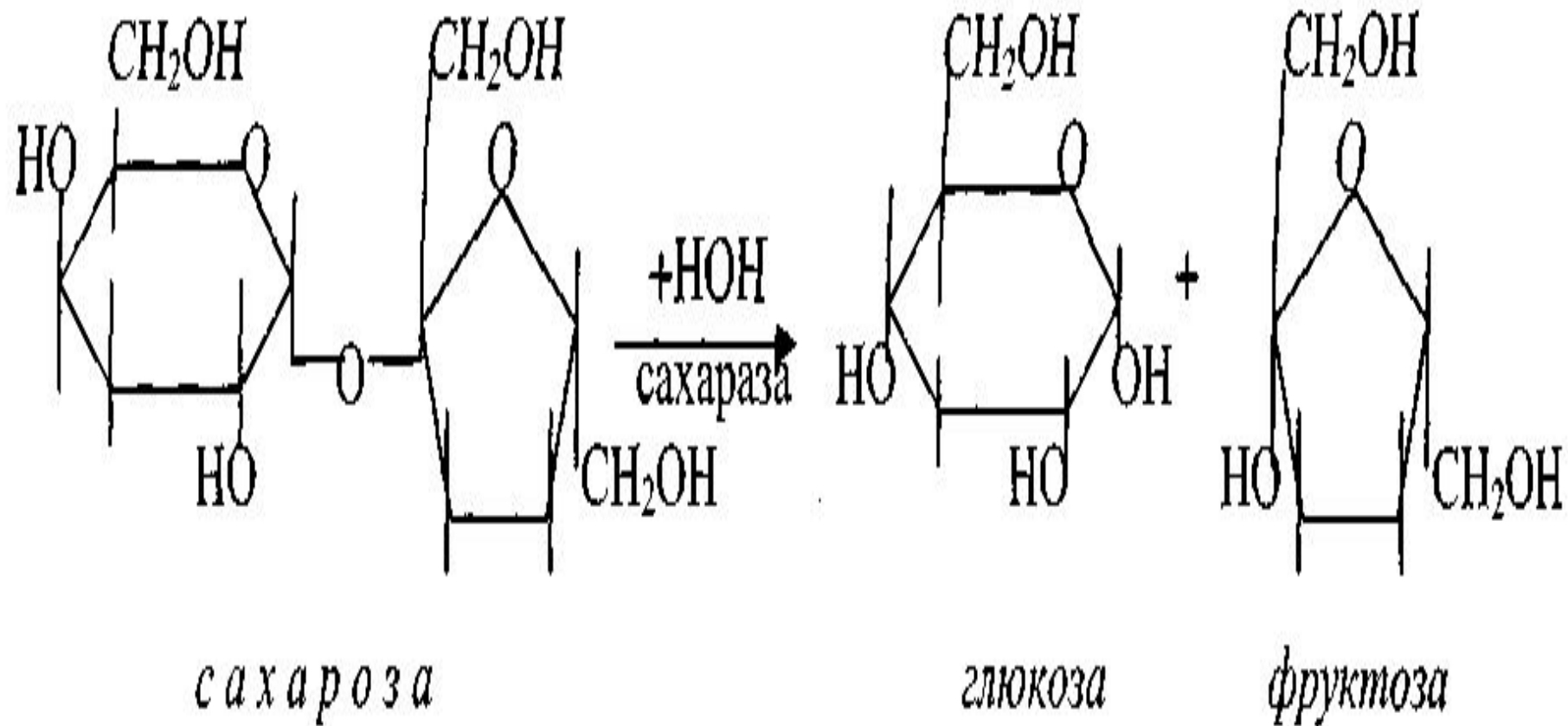
*Значение:*

Используется в  
питании человека





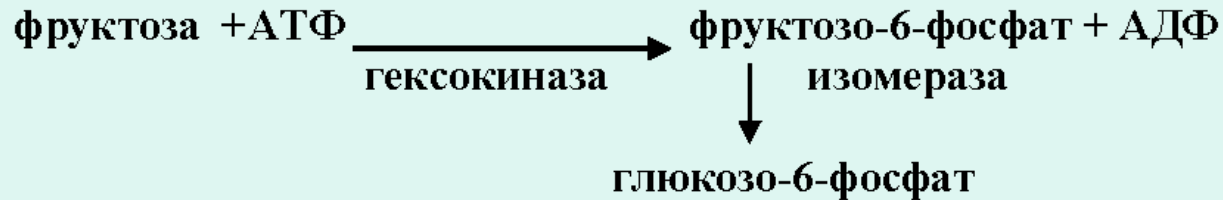




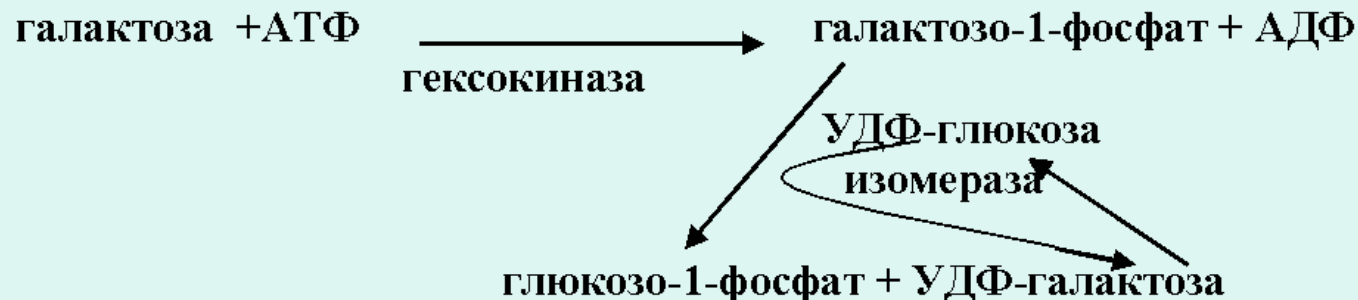
# Моносахаридтерді сіңіру

Ішектен ағатын қан құрамында глюкоза және оның фосфатты эфирледі кездеседі.

Фосфофруктокиназдың (гексокиназа) әсерімен фруктоза фруктозо – 6-монофосфатына айналады және одан соң фосфофруктоизомераздың әсерімен глюкозо-6 монофосфатына айналады:



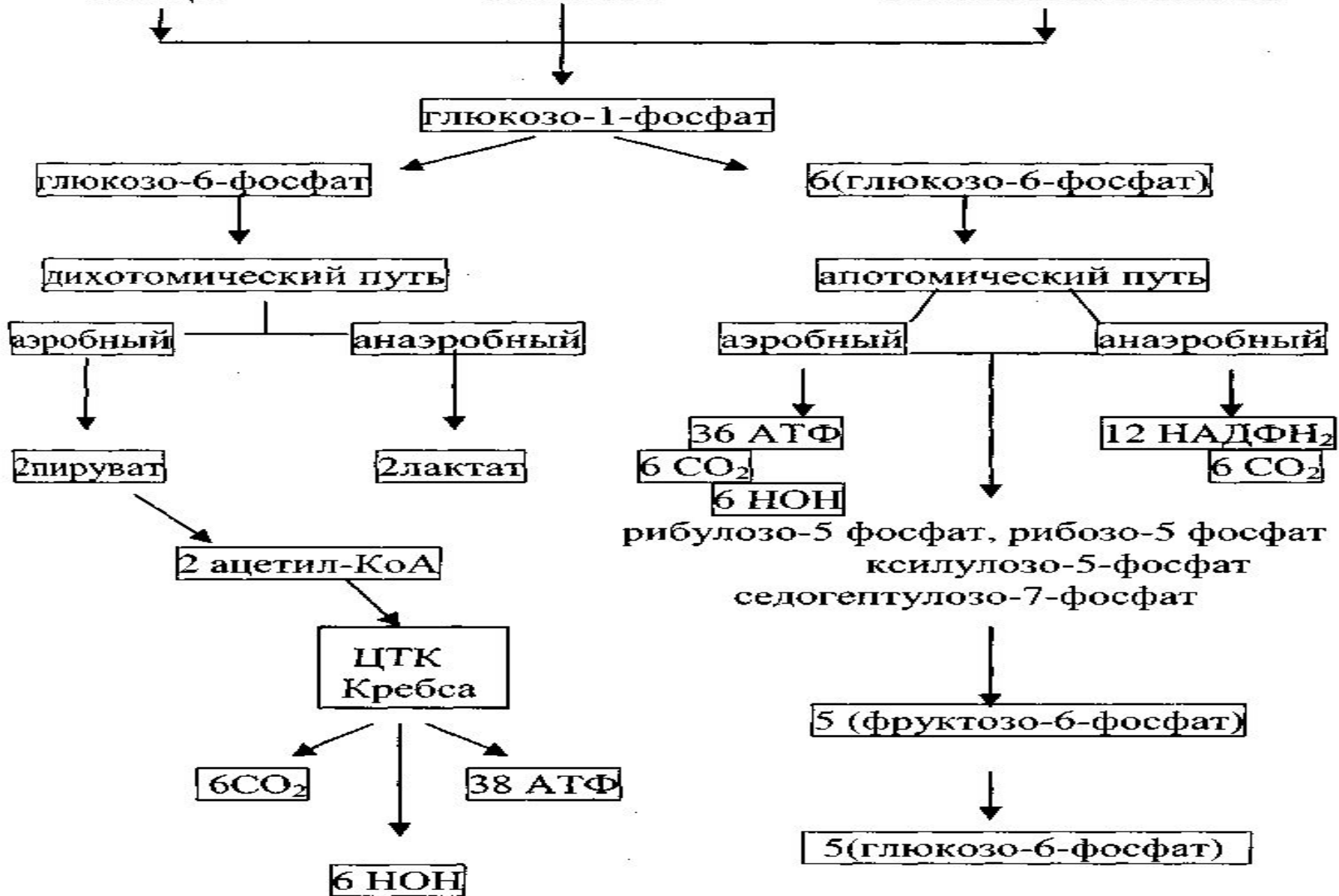
Сондай-ақ галактоза гексокиназбен фосфорланады және галактозо-1-монофосфат түзіледі, ол УДФ-глюкозасымен трансглюкозальқ реакцияға түседі. Глюкозо-1-фосфат және УДФ галактозасы түзіледі:



УГЛЕВОДЫ  
ПИЩИ

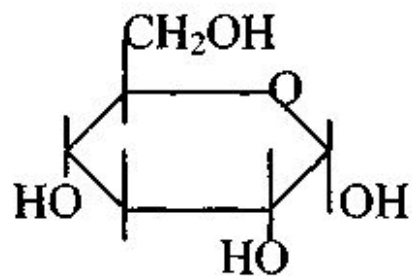
ГЛИКОГЕН  
ПЕЧЕНИ

ГЛЮКОНЕОГЕНЕЗ  
ИЗ МЕТАБОЛИТОВ

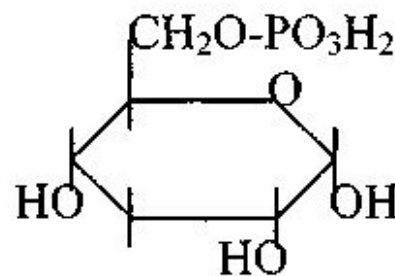


## Глюкоза катаболизмінің аэробты дихотомиялық жолы

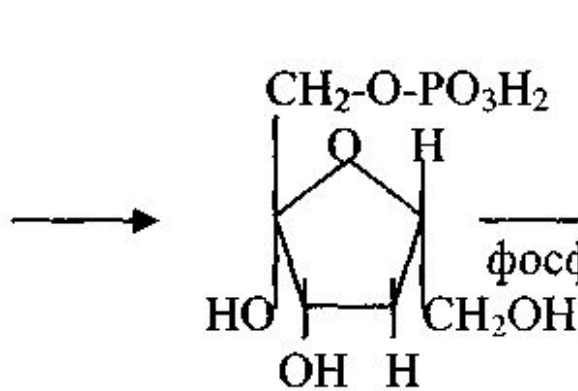
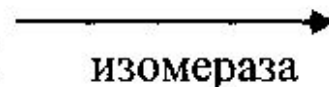
- Адам мен жануарлар тіндерінде глюкоза екі жолмен бұзылуы мүмкін-дихотомитті және апотомитті.
- Екі жолдары аэробты және анаэробты жағдайларда пайда болуы мүмкін. Анаэробты дихотомиттің соңғы өнімі глюкозаның бұзылу жолы –лактат болып табылады(сүт қышқылы)
- .Аэробты организмде глюкозалық катаболизм басты жолы,оларға адамдар қатысты болып табылады.Бұл-аэробты ыдырау ,соңғы өнімі су мен көмірқышқыл. Глюкозаның дихотимитті жолмен аэробты шартпен бұзылуы(аэробты гликолиз) пируват сатысының құрылуына дейін –бұл спецификалық кезең глюкоза катаболизмі,оның жалпы катаболизм жолынан ерекшелігі цитозолда болады.
- Аэробты гликолиздің бұл кезеңінде мынадай реакция циклінде кездеседі :



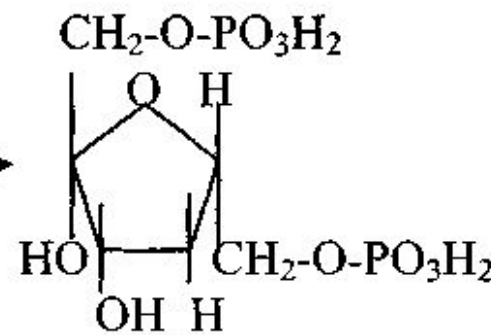
Глюкоза



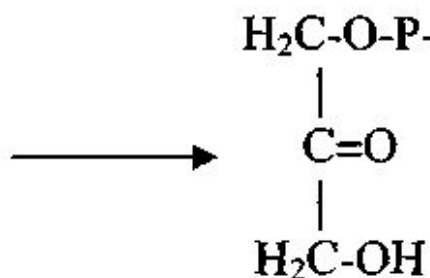
глюкозо-6-фосфат



фруктозо-6-фосфат

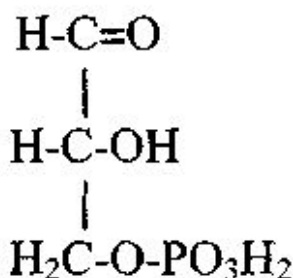


фруктозо-1,6-дифосфат

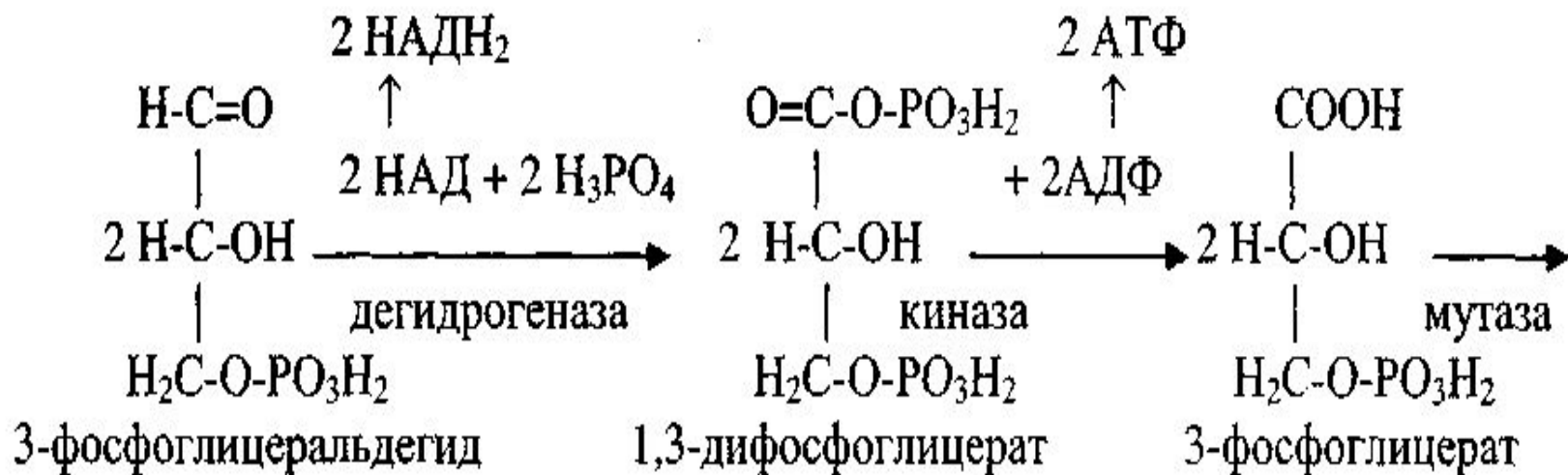


фосфодиоксиацетон

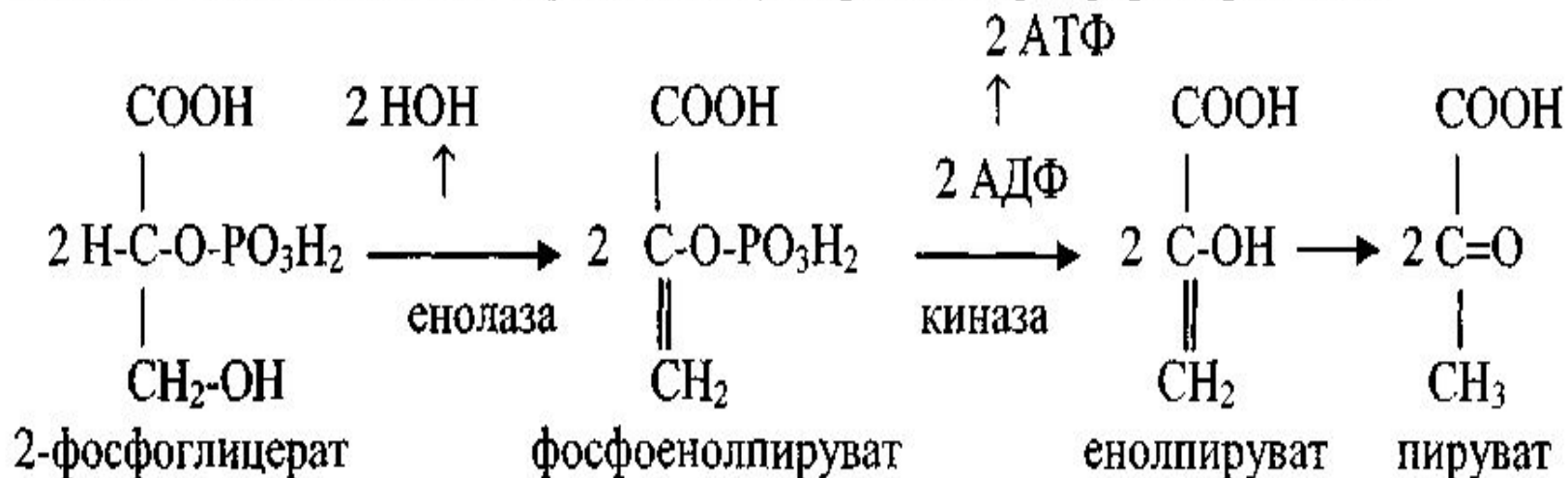
+



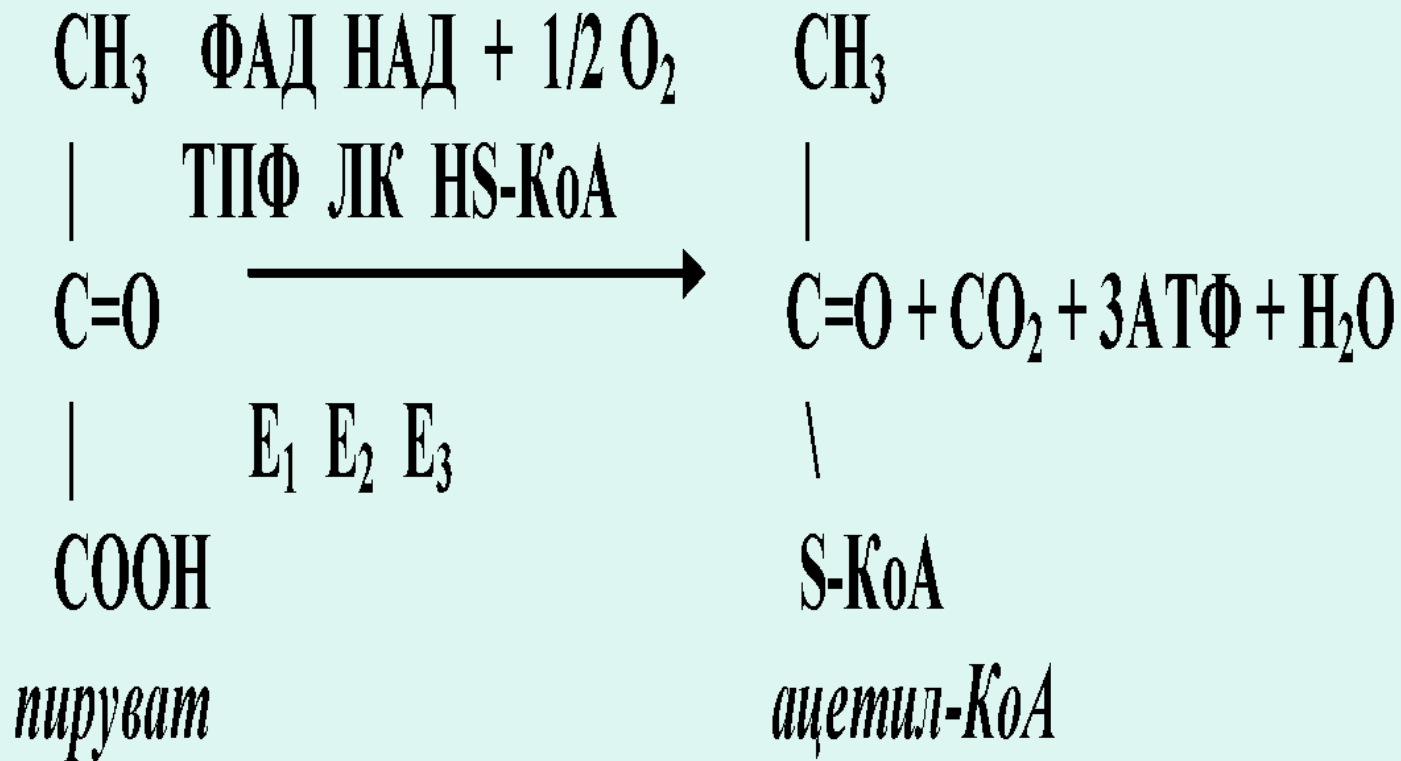
фосфоглицеральдегид



На стадии превращения 1,3- дифосфоглицерата до пирувата происходит процесс синтеза 4-х молекул АТФ в реакциях субстратного фосфорилирования:



# Пируваттың қышқылдануы



## Пируваттың тотығуы

- Кейін екі молекулалы пируват митохондрияда декарбоксилді тотығуға ұшырайды.
- Бұл реакцияда екі молекулалы ацетил-КоА қалыптасады, көмірқышқыл газы бөлінеді және екі молекулалы НАД қалпына келеді.
- Митохондрияның тыныс жолындағы НАДН<sub>2</sub> екі молекуласының қышқылдануы су мен АТФ 6 молекуласының синтезін тудырады.
- Ацетил-КоА екі молекуласы трикарбонды Кребс қышқылы цикліне араласады, онда су мен көмірқышқыл газы жойылады.
- Ацетил КоА екі молекуласының қышқылдануынан бөлінген энергия АТФ 24 молекуласына жинақталады.
- Глюкозаның аэробты дихотомиялық молекуласының ыдырауы кезінде жалпы энергия шығыны АТФ 40 молекуласына тең болады, тазасы глюкозаның бір молекуласына 38 АТФ молекуласы тең келеді.
- Глюкозаның аэробты дихотомиялық жолмен ыдырауының негізгі себебі су мен көмірқышқыл газы болып табылады.

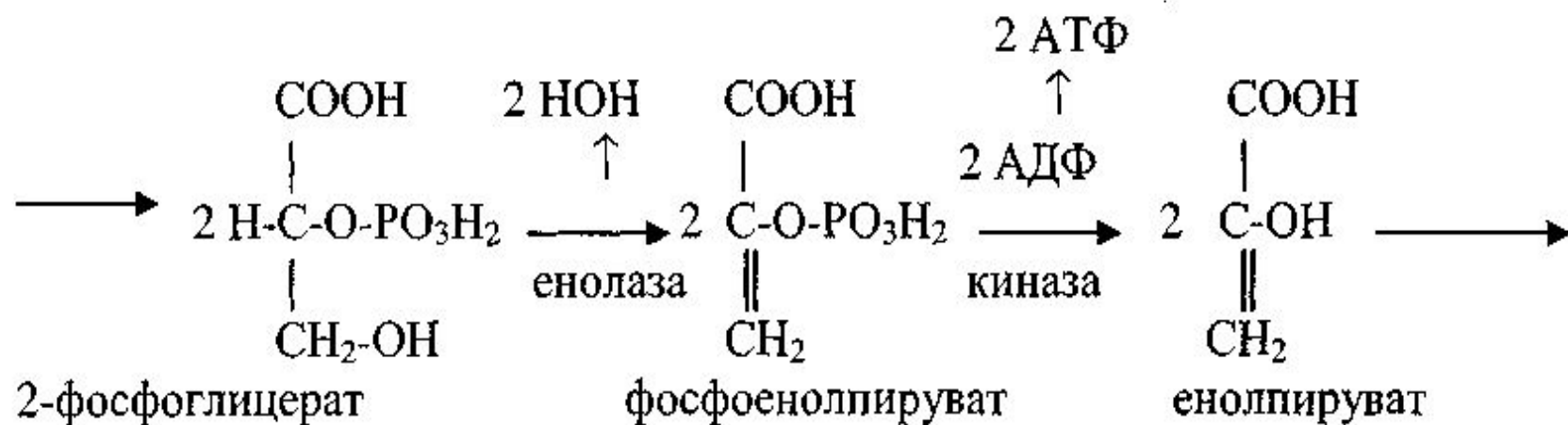
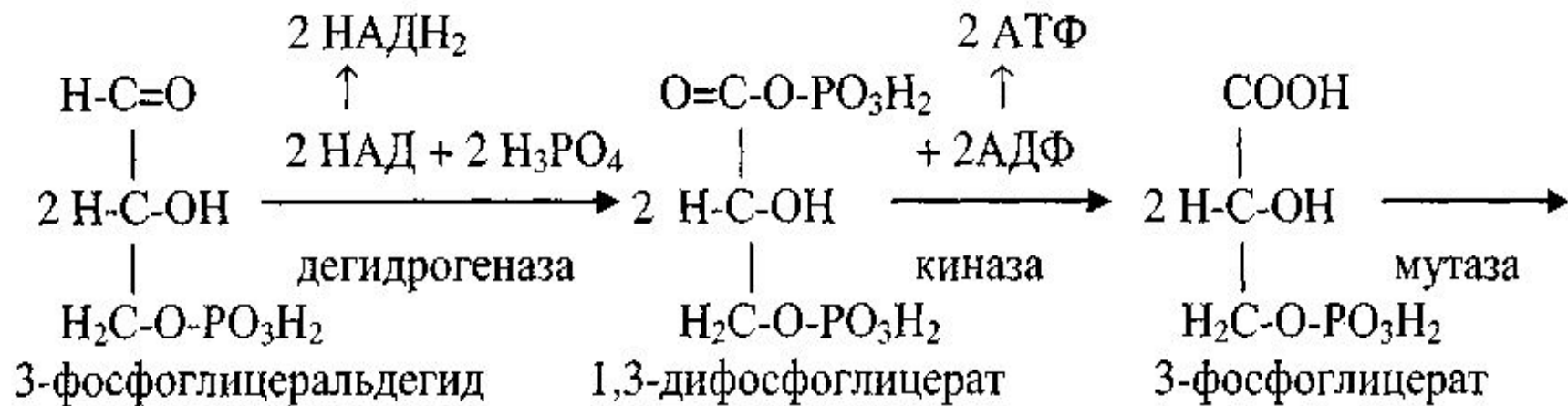


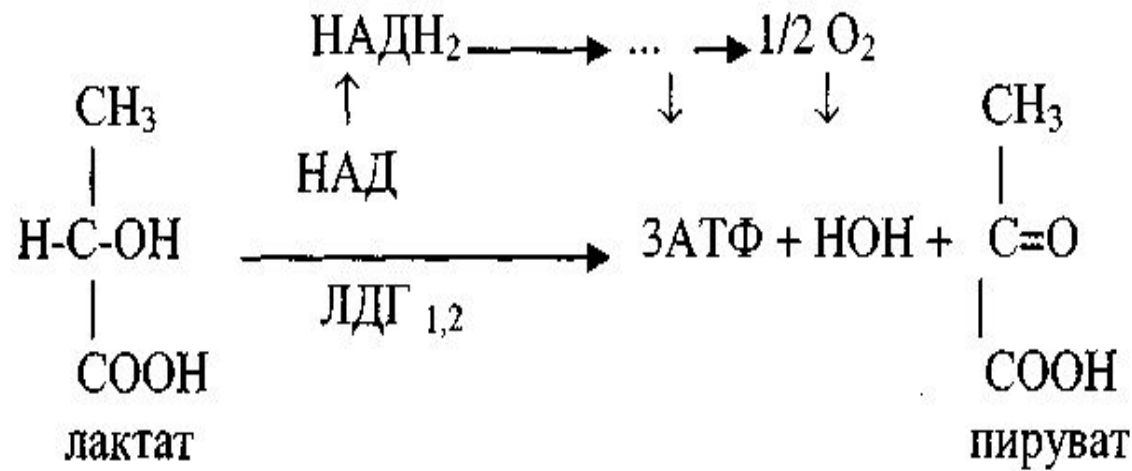
## Глюкозаның анаэробты дихотомиялық ыдырауы.

- Адамның және жануардың ағзасында оттегі жеткіліксіз мөлшерде түсіп жатса, ұлпада глюкоза анаэробты дихотомиялық жолмен катаболизмге ұшырайды (анаэробты гликолиз).
- Қарқынды жұмыс жасайтын қаңқа бұлшық еттерінде, яғни, ұлпаларға оттегі жеткізу механизмі төмен болған кезде, митохондриядан тыс және митохондриялы ферменттердің қатысуынсыз АТФ-тың анаэробты синтезді механизмі іске қосылады.
- Митохондриялар мүлдем кездеспейтін эритроциттерде АТФ қажеттілігі анаэробты гликолидің көмегімен қанағаттандырылады.
- Қарқынды анаэробты гликолиз қатерлі ісік ұлпаларына да тән.

## **Гликолитикалық оксиредукция және ферменттеу.**

- **Глюкозаның анаэробты дихотомиялық жолмен ыдырау механизмі кейбір бактерияларда да кездеседі. Бұл жағдайда глюкозаның катаболизмдену жолы ферменттелу деп аталады.**
- **Негізгі метаболитке қарай сүтті қышқылды ферменттелу, спиртті және майлы-қышқылды ферменттелу түрлері ажыратылады.**
- **Анаэробты гликолиз сүтті – қышқылды ферменттелу сияқты сүт қышқылының түзілуімен және екі кезеңді қамтумен аяқталады.**
- **Бірінші кезеңінде глицеральдегидтің екі молекуласының түзілуімен глюкоза жойылады. Бұл реакциялардың химиясы аэробты гликолиз реакциясына тән.**
- **Екінші кезеңде фосфоглицеральдегид лактатқа ( сүтті қышқылға) қышқылданады. Бұл кезең гликолитикалық оксиредукция деген атау алған.**
- **Гликолитикалық оксиредукцияның соңғы реакциясы лактатдегидрогеназды ферментпен (ЛГД4,5), бес изоформамен (ЛДГ1-5) аяқталады.**
- **Гликолитикалық оксиредукцияның бірінші реакциясында пайда болған НАДН2 ферменті пируватты лактатқа қолдану.**





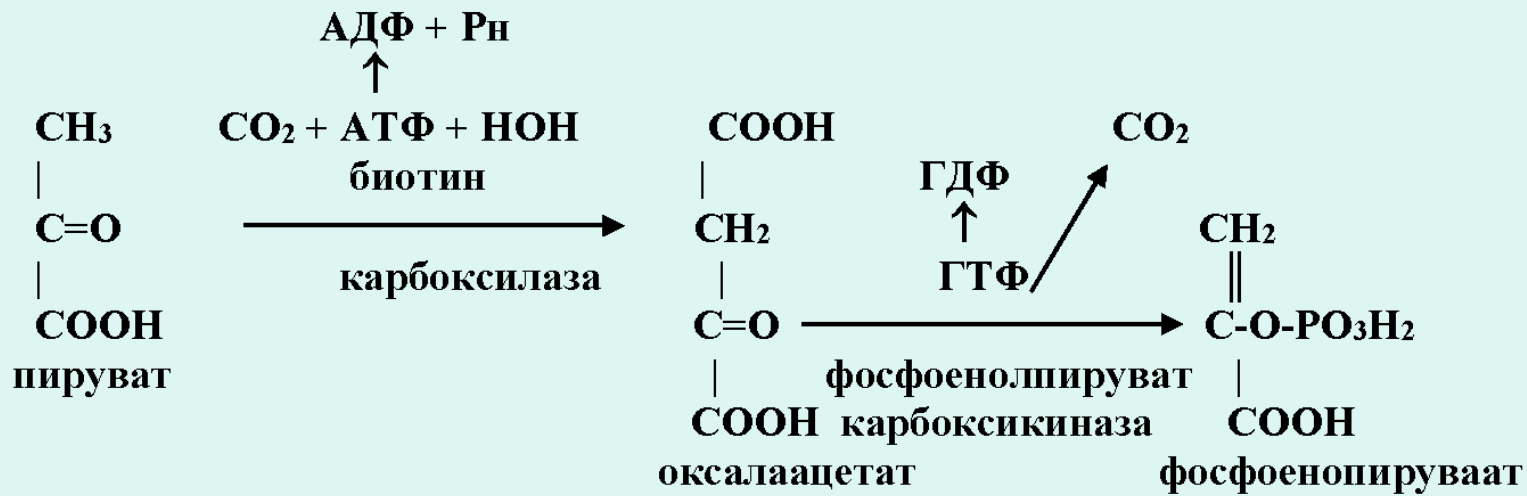
Пируват в печени частично окисляется в общих путях катаболизма, частично используется для синтеза глюкозы.



Рис.7.2. Цикл Кори

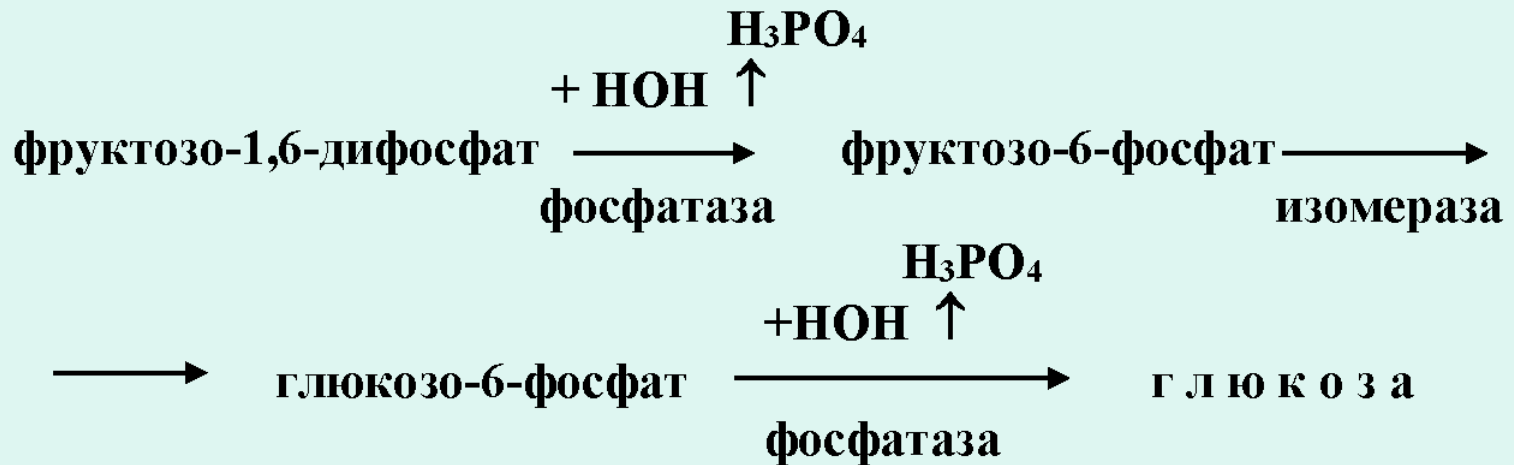
# Глюконеогенез

*Пируватты глюконеогенез, негізінен, анаэробты гликолиз өтетін жолмен өтеді, бірақ кері бағытта. Алайда глюконеогенездің алғашқы екі реакциясы гликолиз реакцияларынан айырмашылығы бар:*



# Глюконеогенез

Фосфоенолпируваттың екі молекуласынан фруктозо – 1,6 дифосфат аналогты гликолиздің синтезді реакциялары өтеді, онда фосфатазадан фруктозо – 6 фосфат гидролизденеді. Фруктозо-6-фосфаттың изомері реакциясына глюкозо-6 фосфат және фосфатазадан глюкозаға дейін гидролизденеді.



# Пастер эффектісі

- Аэробты ағзалар өзінің энергетикалық қажеттіліктерін анаэробты ортада қанағаттандыру үшін анаэробты гликолиз бен глюкозаның өте көп мөлшері қажет. Оған қарамастан сүт қышқылын жинайтын қор болады.
- Аэробты ортаға өту барысында анаэробты гликолизбен лактаттың жиналуы тоқтатылады, бірақ глюкозаны қолдану жылдамдығы тез төмендейді.
- Бұл құбылыс Пастер эффектісі деп аталады.
- Пастер эффектісі ұлпалар механизміндегі глюкозаның катаболизмді сақталу нәтижесінде туады.
- Ұлпаның тыныс жолымен және фосфорлы қышқылданудың байланыссыз қалуы ағзадағы Пастер эффектісін жояды.
- Пастер эффектісінің жойылуы қатерлі ісік жасушаларында орын алады.

# Глюкозаның пентозофосфатты жолдағы

## катаболизмі

- Катаболизмнің бұл жолы адам мен жануардың әртүрлі ұлпасында кеңінен таралған (бауыр, өт, лимфалық түйіндерде, эритроциттерде, май ұлпаларында және т.б.).
- Аптомиялық жолдың ең негізгі ферментіне глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа жатады, оны алғаш рет О. Варбург эритроцит құрамынан тапқан.
- *Катаболизмнің бұл жолында аралық метаболиттер тәрізді әртүрлі фосфопентозалар пайда болады, сондықтан да оны пентозофосфатты цикл деп атайды.*
- Глюкозо-6-монофосфатты қышқылданудың тікелей жолы негізгі цитазольда оттегінің қатысуынсыз өтеді:
- **$6(\text{глюкозо-6-фосфат}) + 12\text{НАДФ} + 7\text{НОН} \longrightarrow$**
- **$\longrightarrow 5(\text{глюкозо-6-фосфат}) + 6\text{CO}_2 + 12\text{НАДФН}_2 + \text{H}_3\text{PO}_4$**
- Аэробты жағдайда бұл процес митохондрияның тыныс жүйесіндегі ферменттердің қатысуымен өтеді:
- **$12\text{НАДФН}_2 + 6(\text{O}_2) \longrightarrow 12\text{НАДФ} + 12\text{НОН} + \Delta G(36\text{АТФ})$**



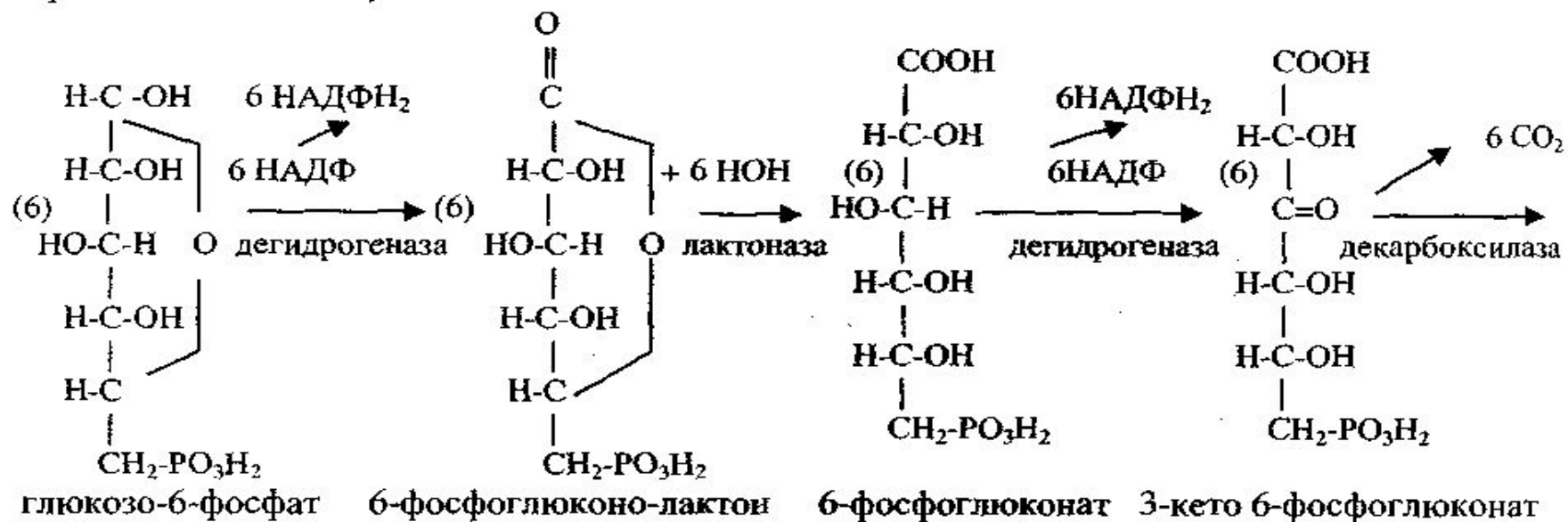
# Пентозды циклдің биологиялық рөлі.

- Пентозды циклдің биологиялық рөлі келесі кезеңдерден тұрады:
- 1. Глюкозо-6 фосфаттың бір молекуласының қышқылдануынан 12 НАДФН<sub>2</sub> түзіледі, олар ұлпалармен май қышқылдарының, стероидты гармондардың, майлы улардың және т.б. синтезі үшін қолданылады.
- 2. Бұл процесте әртүрлі пентоздар, сонымен қоса нуклеотидті молекула мен нуклеинді қышқылдар түзуге қажет рибоза синтезделеді.
- 3. Аэробты жағдайда цитозольдардан 12 молекулалы НАДФН<sub>2</sub> протондары мен электрондарын тыныс жүйесіндегі митохондрияның ферменттері қатарына ауысу кезінде фосфорлы қышқылдану реакциясында 36 молекулалы АТФ пайда болуы мүмкін.

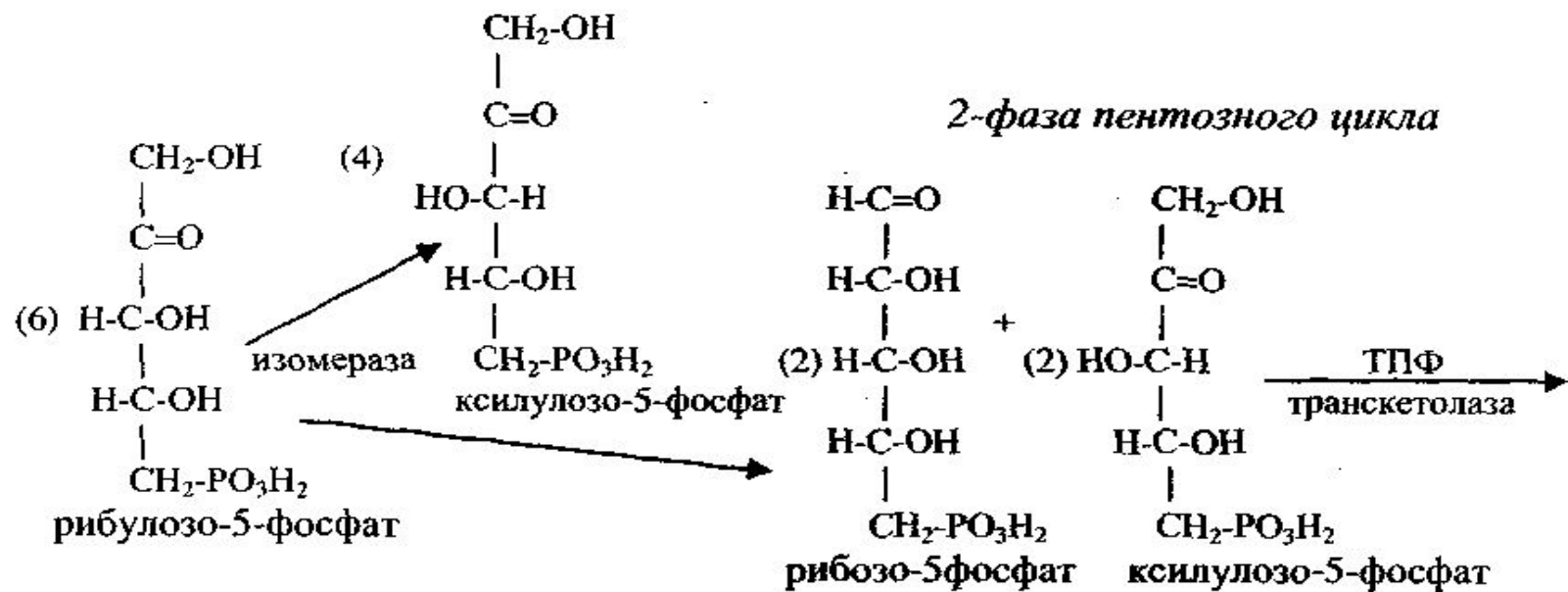
## Пентозды циклдің фазасы

- Глюкозаның пентозды цикл катаболизмі екі фазадан тұрады:
- Бірінші фаза – глюкозо-6-фосфаттың алты молекуласының қышқылдануы және НАДФН<sub>2</sub> 12 молекуласының, көмірқышқыл газының және әртүрлі фосфопентоздың алты молекуласының түзілуінен тұрады.
- Екінші фаза – фосфопентоздың (рибулозо-5 фосфат, рибозо-5 фосфат, ксилулозо-5 фосфат) транскетолазды реакцияларға айналуы, фруктозо-6-монофосфаттың бес молекуласының түзілуі және олардың глюкозо-6-монофосфатына айналуы.

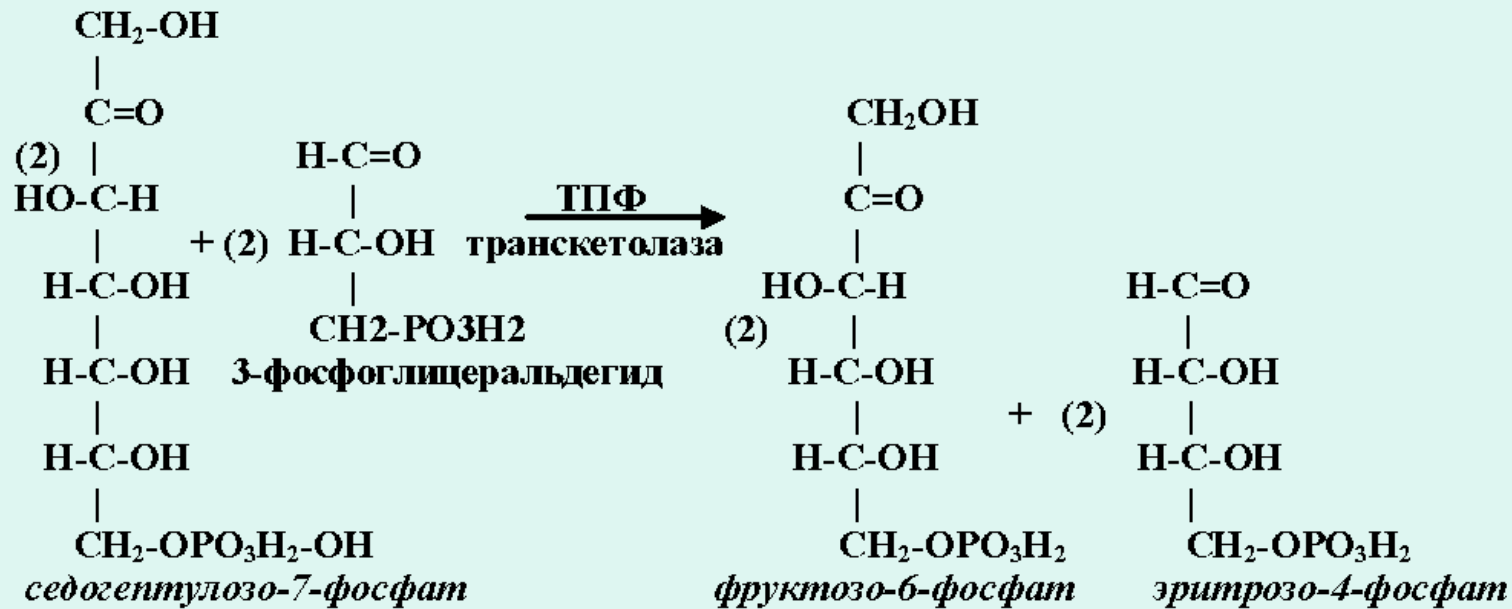
*1 фаза пентозного цикла:*



*2-фаза пентозного цикла*

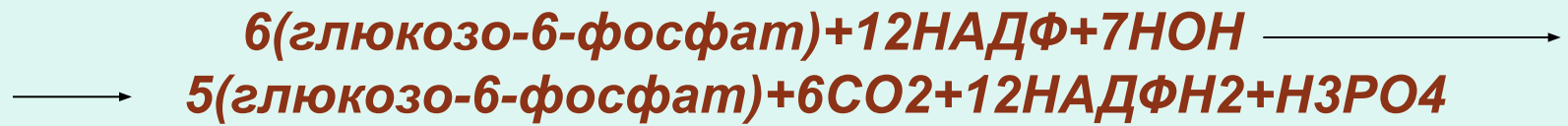


# Әрі қарай:

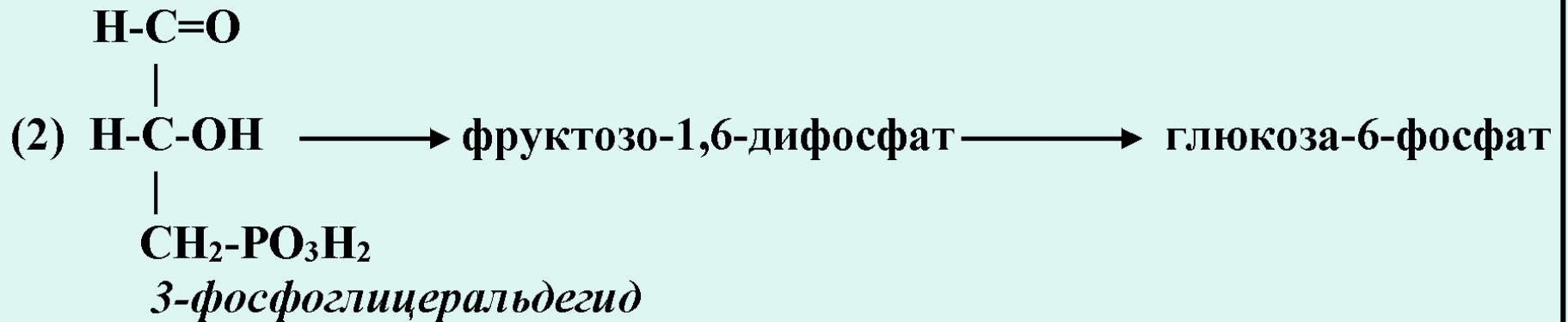


далее:





Одан әрі 3-фосфоглицеринді альдегидтің екі молекуласынан глюкозо-6-фосфаттың бірден (бес) молекуласы синтеделеді:



# Глюкоза қышқылдануының пентозды жолы

- Көмірсу катаболизмі пентозофосфатты жолы ең алдымен реакцияларда НАДФН<sub>2</sub> қалпына келтіруші синтездерді қарқынды пайдалануды, нуклеотидтер мен нуклеинді қышқылдарды синтездеу үшін рибозо-5-фосфатын қажет ететін мүшелер мен ұлпаларда белсенді түрде кездеседі.
- Сондықтан да бұл жолдың белсенділігі май ұлпасында, бауырда, бүйрек үсті безінде, жыныс бездерінде, сүйек кемігінде, лимфа мен сүт бездерінде өте жоғары.
- Салыстырмалы түрде бұл жол эритроцит құрамында өте белсенді болса, бұлшық ет ұлпасында белсенділігі төмен.
- Пентозды цикл фотосинтездің негізгі реакциялары жүретін, фазалары гексозомонофосфатты жолды еске салатын механизмді өсуші жасушаларда үлкен маңызға ие.

# Гликогена биосинтезі

- **Гликоген гликогенсинтетазының ферментті синтезі «а» (белсенді формасы), цАМФ-тәуелді протеиндер белсенді емес гликогенсинтетазының формасына өтеді.**
- **Гликоген синтезі үшін глюкоза қалдықтарына донор рөлін УДФ – глюкоза атқарады, онда глбкозо-1-фосфатуридилтрансфераза ферменті әсерінен УТФ-дан глюкозо-1 фосфат түзіледі.**
- **Глюкозо-1-фосфат + УТФ → УДФ-глюкоза + НЗРО<sub>4</sub>**
- **Одан әрі, гликогенсинтетаздың (1,4-гликозилтрансфераза) әсерімен УДФ-глюкозасының глюкоза қалдықтарынан олигосахаридті фрагментке өтеді (гликоген-шүрпі).**
- **Глюкоза қалдықтары бір-бірімен 1-4 альфа-гликозидті байланыс түзетін түзу гликогенді тізбек синтезделеді.**
- **УДФ-глюкоза + n(глюкоза) → УДФ + (1,4) – гликоген**
- **Бұл әрекеттердің нәтижесі гликоген молекуласының өрбуінен тұрады: - амило-1,4 → 1,6 гликозилтрансфераза.**
- **(1,4)-гликоген → (1,4) – (1,6) - гликоген**

- **Гликоген синтезінің реттелуі және ыдырауы**
- Гликоген синтезінің негізгі ферменті гликогенсинтаза және гликогенфосфорилаза.
- Гликогенсинтетазаның реттелуі: ол глюкозо-6-фосфаттың артық мөлшерінен активтелінеді. Сондықтан, бұл қосылыстың басқа жолдарға жұмсалуды аз болса, онда гликоген синтезінің жылдамдығы жоғары болады. Гликогенсинтаза катализдейтін реакция қайтымсыз.
- Белгілі бір жағдайда гликоген ыдырауға қабілетті. Бұл айналма жолмен өтеді. Оның негізгі ферменті гликогенфосфорилаза (фосфорилаза). Бұл фермент гликоген молекуласын фосфор қышқылы қатысуымен глюкозо-1-фосфаттық фрагменті бөлінуін катализдейді.
- $(C_6H_{10}O_5)_n + H_3PO_4 = (C_6H_{10}O_5)_{n-1} + \text{глюкозо-1-фосфат}$
- Фосфорилаза гликоген ыдырауының шектеуші немесе реттеуші ферменті. Оның реттелуі: АТФ-тің артық мөлшерінде тежеледі, ал АДФ артық мөлшерінде активтелінеді.



- **Галактоза**
- Галактоза — лактоза Галактоза — лактоза және полисахаридтер  
Галактоза — лактоза және полисахаридтер құрамына кіретін моносахарид (гексоза).
- Галактоза глюкозадан оңай синтезделеді. Қанда галактозаның деңгейі өте төмен болады (0,1- 0.28 ммоль/л).
- Галактозаның глюкозаға айналу кезеңіндегі зат алмасулардың бұзылыстарынан **галактоземия** ауруы пайда болады.

Галактоза және оның өнімдері қан мен тіндердерде жиналып, орталық жүйке жүйесін, бауырға және көзбұршаққа (хрусталикке) улы әсерін тигізеді.

Дерт, туғаннан кейінгі алғашқы күндерінде және апталарында, айқын сарғаюмен, бауырдың үлкеюімен, неврологиялық көріністермен (сіресу, бұлшық еттердің гипотониясымен, нистагммен), құсумен көрініс береді. Кейін физикалық және жүйке-психикалық дамудағы артта қалып қою, катаракта байқалады.

## • Фруктоза

Фруктоза, жемісФруктоза, жеміс қанттыФруктоза,  
жеміс қантты, левулоза,

$C_6H_{12}O_6$  — моносахаридтер — моносахаридтер т  
обына жататын тәтті зат

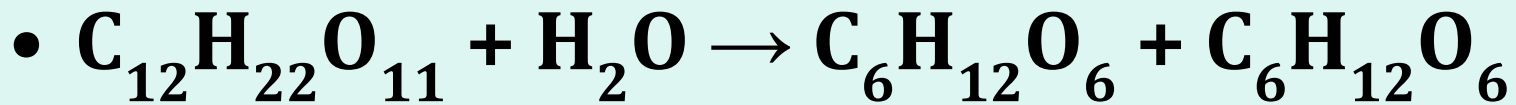
(сахарозадан — моносахаридтер тобына  
жататын тәтті зат (сахарозадан 1,5 есе, қант  
құрағынан 3 есе

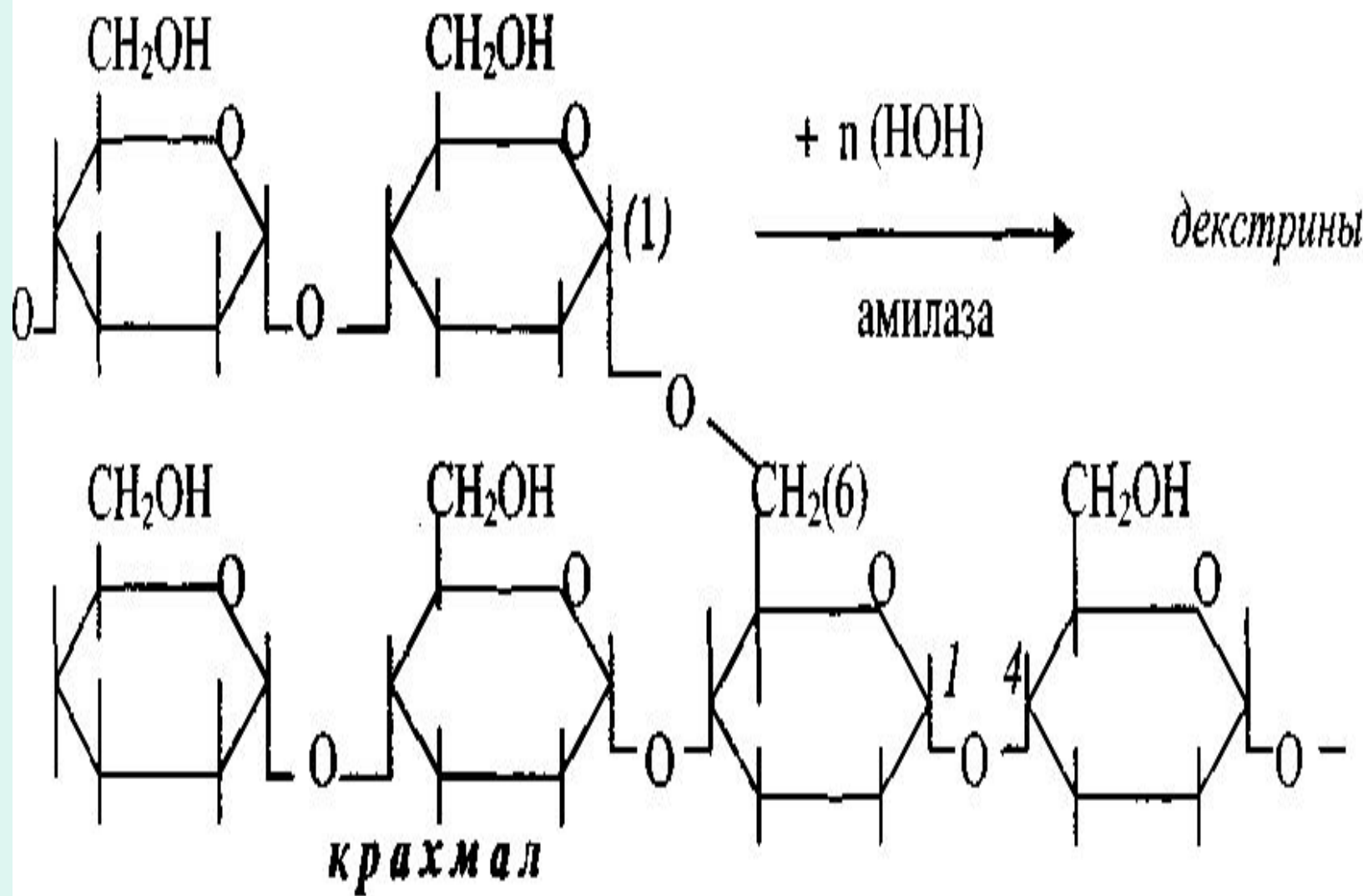
тәтті); глюкозаның — моносахаридтер тобына  
жататын тәтті зат (сахарозадан 1,5 есе, қант  
құрағынан 3 есе тәтті); глюкозаның изомері.

Фруктоза —  
кетозакөмірсуларының — моносахаридтер тобын  
а жататын тәтті зат (сахарозадан 1,5 есе, қант

- **Лактоза**

- **Лактоза** — сүт қанты. Молекуласы глюкоза мен оның изомері галактозаның қалдығынан құралған. Гидролиздегенде глюкоза мен галактозаға айналады:



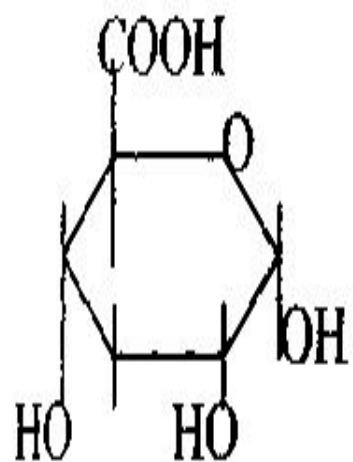


# • Гетерополисахаридтер

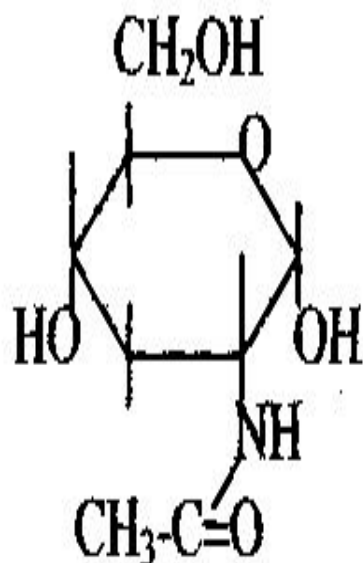
- Гетерополисахаридтер- құрамы әртүрлі моносахарид молекулаларынан тұрады.
- Гетерополисахаридтің құрамына мыналар кіреді:
  - Гуалурон қышқылы;
  - Хондроитин сульфаттары;
  - дерматансульфаты,
  - кератансульфаты және гепарин.

- *Глюкозамингликанның структуралық компоненттері*

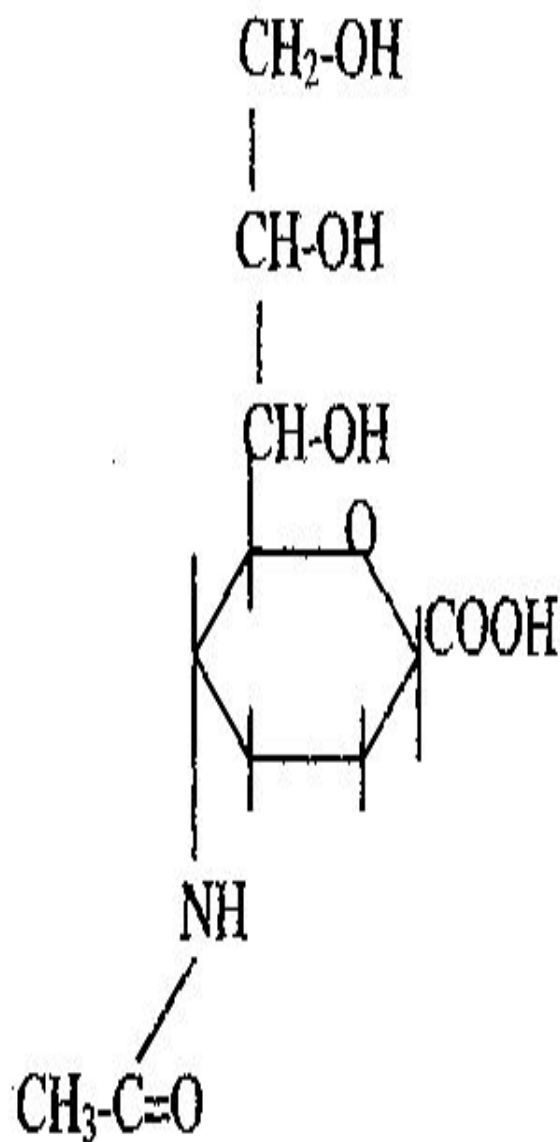
- **Адам және жануарлар организмінде глюкозамингликанның структуралық компоненттері глюкозадан синтезделеді:**
- **глюкурон қышқылы;**
- **N-ацетилглюкозамин;**
- **сиаловые кислоты .**



*Глюкуроновая кислота*



*N-ацетилглюкозамин*

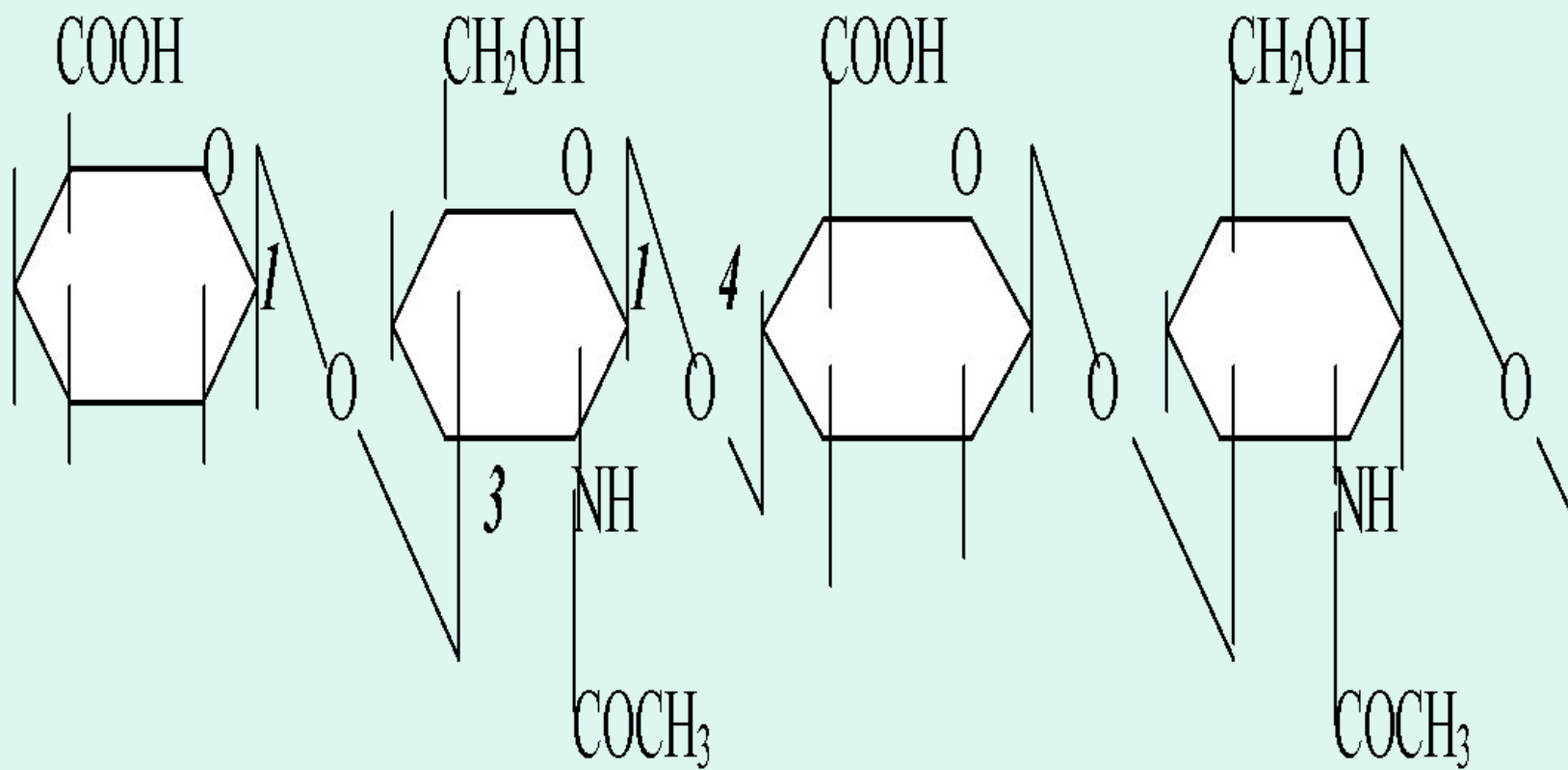


*N-ацетилнейраминовая кислота*

- ***Гиалурон қышқылы***

- Гиалурон қышқылы- $\beta$ -1,4-гликозидтік байланыс арқылы жалғасқан дисахаридтен, ал дисахаридтік фрагмент  $\beta$ -1,3-гликозидтік байланыс арқылы жалғасқан Д-глюкурон қышқылының, ацетил қалдығынан тұрады. Ерітіндісінің тұтқырлық қасиетіне байланысты микробтарға қарсы қорғаныш қызметі жоғары болады.





- **Хондроитин сульфаты**

- **Хондроитин сульфаты гетерополисахаридтердің ішіндегі ең кең тарағаны болып табылады.**

**Хондроитин сульфаттары глюкоурон қышқылы және ацетил галактозаминнің қалдығынан тұрады. Олар белокпен комплекс түрінде шеміршекте, теріде, көздің белокты мүйізгек қабығында кіндік бауырда кездеседі. Гиалурон қышқылына қарағанда тұтқырлық қасиеті төмен.**

- *Гепарин*

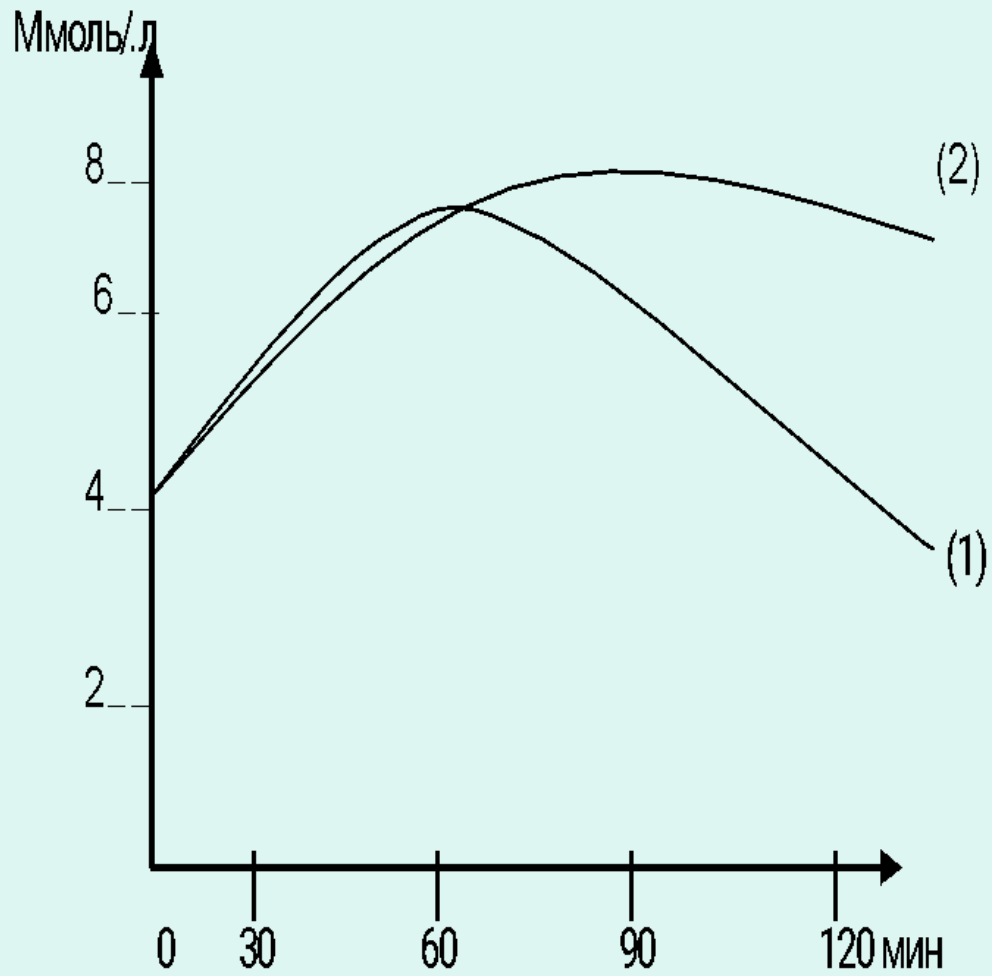
- Гепарин — сульфатталған мукопротеид сульфатталған мукопротеид. Қанның ұюын тежейді. Анафилаксия реакциялары кезінде пайда болады. Гепарин-жануар мен адам тканьдерінде, бауырда, өкпеде, жүректе, қаңқа еттерінде кездеседі. Медицинада маңызы зор, қан ұюын төмендету үшін қолданады. Д-глюкурон және һ-идурон қалдығынан тұрады. Бауыр клеткасында синтезделіп, бүйректе ыдырау процесі жүреді.

## • **Көмірсулар алмасуының бұзылуы**

- Организмнің көптеген жасушалары қызмет атқару үшін негізгі энергияны глюкоза тотығуынан алады. Ал, ми жасушалары қызметтерінде энергия тек глюкозамен өндіріледі. Сондықтан қанда глюкозаның деңгейі 3,5-5,5 мМ/л мөлшерінде ұсталып тұруы организмнің маңызды бір гомеостаздық механизмі. Көмірсуларының ішек-қарында ыдырауы мен сіңірілуінің бұзылуы ас қорыту ағзаларының ферменттерінің әртүрлі себептерден (панкреатит, энтерит ж. б.) жеткіліксіз болғанда байқалады. Сонымен бірге ішектер қабынғанда глюкозаның сіңірілуі бұзылады.
- Көмірсулары алмасуының бұзылыстары гипергликемия, глюкозурия және гипогликемия түрлерінде байқалады.

## • **Гипергликемия**

- **Гипергликемия - қандағы қант көлемінің көбеюі, инсулин уақытымен салынбай қалған кезде немесе инсулин дозасы аз болғанда дамиды. Емінде көктамырға инсулин енгізіледі. Оның пайда болу себептеріне қарай ауқаттық, эмоциялық, гормондық және инсулиннің жеткіліксіздігінен болатын гипергликемиялар болып бөлінеді. Ауқаттық гипергликемия тамақпен жеңіл қорытылатын көмірсуларды көп қабылдағанда байқалады. Эмоциялық гипергликемия орталық және симпатикалық нерв жүйелері қатты қозғанда дамиды. Гормондық гипергликемия эндокриндік бездердің қызметтері бұзылғанда байқалады. Гипергликемия инсулин жеткіліксіздігінде ең көрнекті және тұрақты болады.**



(1) - норма (2)- сахарный диабет

## • Қант диабеті

- Қантты диабет организмде инсулиннің толық немесе салыстырмалы жеткіліксіздігінен дамиды. Бұл ауру зат алмасуларының бұзылыстарымен, қан тамырларының, нервтердің және әртүрлі ағзалар мен тіндердің дерттік өзгерістерімен сипатталатын ауру. Инсулин көптеген зат алмасу үрдістеріне әсер етеді. Ең алдымен көмірсуларының алмасуы бұзылады. Гипергликемия дамиды. Инсулин жеткіліксіздігінің алғашқы көрінісі болып, организмнің глюкозаға шыдамдылығы (толеранттығы) төмендеуі есептеледі. Аш қарынға 1,75 г/кг глюкоза ішкізгеннен кейін сау адамдардың қанында глюкозаның деңгейі 7,8 ммоль/л (140 мг%) -ден аспайды және 2 сағаттан кейін қалыпты деңгейіне қайта оралады. Ал инсулиннің жеткіліксіздігі кезінде гипергликемия 11,3 ммоль/л-ден жоғары көтеріледі де, глюкоза ішкеннен 3 сағат өткен соң да жоғары деңгейде сақталып қала береді.

- **Сүт қышқылы**,  $\alpha$ -оксипропион қышқылы,  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$  – бір негізді оксикарбон қышқылы. Сүт қышқылы жануарлар  $\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$  – бір негізді оксикарбон қышқылы. Сүт қышқылы жануарлар, өсімдіктер  $\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$  – бір негізді оксикарбон қышқылы. Сүт қышқылы жануарлар, өсімдіктер, микроорганизмдердегі  $\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$  – бір негізді оксикарбон қышқылы. Сүт қышқылы жануарлар, өсімдіктер, микроорганизмдердегі 3 ат алмасу нәтижесінде түзілетін маңызды аралық өнім. Сүт қышқылы суда. Сүт қышқылы суда, спиртте. Сүт қышқылы суда, спиртте, глицеринде. Сүт қышқылы суда, спиртте, глицеринде, эфирде. Сүт қышқылы суда, спиртте, глицеринде, эфирде жақсы еритін түссіз кристалдар. Сүт қышқылы суда, спиртте, глицеринде, эфирде жақсы еритін түссіз кристалдар. Оның тұздары және эфирлері *лактаттар* деп аталады. Сүт қышқылын





Назарларыңызға рахмет