

# Бодисын солилцоо

Эс хэрхэн энерги олдог вэ ?

Бодисын солилцооны энерги түлш шатаах энерги тэнцүү



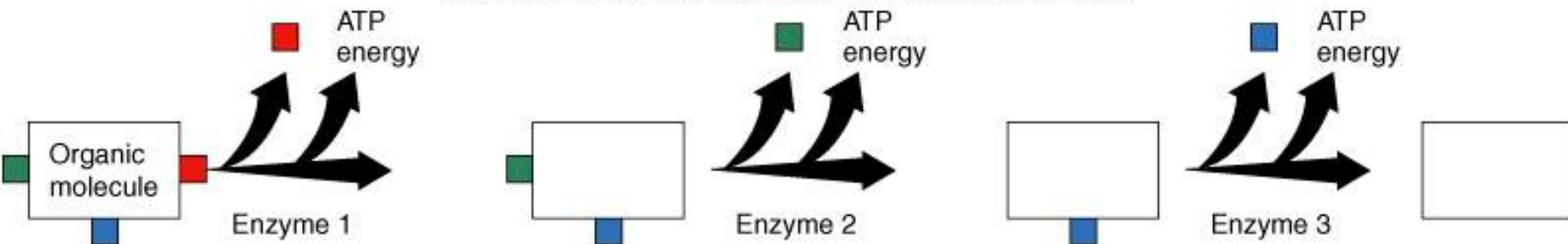
# Бодисын солилцоо

- ▶ Амьд организмд тасралтгүй явагдаж байгаа химийн урвалын цогц нийлбэрийг бодисын солилцоо гэнэ.
- ▶ *Энерги ялгаруулдаг урвалууд – энерги ялгаруулдаг задрах процесс (Диссимляци)*
- ▶ *Энерги хадгалдаг урвалууд – нэгдэх, синтецийн урвалууд (ассимиляци)*

# Катаболизм

- ❖ Амьд биеийн эс дотор нийлмэл бодис нийлэгжих үйл явцын хажуугаар бас задрах үзэгдэл буюу **катаболизм** бидний мэдхээр диссимиляцийн процесс явагдана. Өөрөөр хэлбэл үүсэж нөөцлөгдсөн өндөр молекулт нэгдлүүд нь хэрэгцээтэй үед задарч тухайн биеийг шим бодис болон энергээр хангана гэсэн үг юм.
- ❖ Уураг = Амин хүчил + Амин хүчил ( Энэ үед энерги ялгарах уу? Шингээгдэх үү? Яагаад? )
- ❖ Нүүрс ус ( Юу, юу багтдаг билээ?) = Глюкоз + Глюкоз
- ❖ Нуклейн хүчил ( Юу, юу багтдаг билээ?) = Нуклеотид + Нуклеотид
- ❖ Липид = Өөхний дээд хүчил + Глицерин
- ❖ Эс дотор тасралтгүй явагддаг анаболизм, катаболизмын процессийг нийтэд нь **метаболизм буюу бодисын солилцоо** гэдэг.

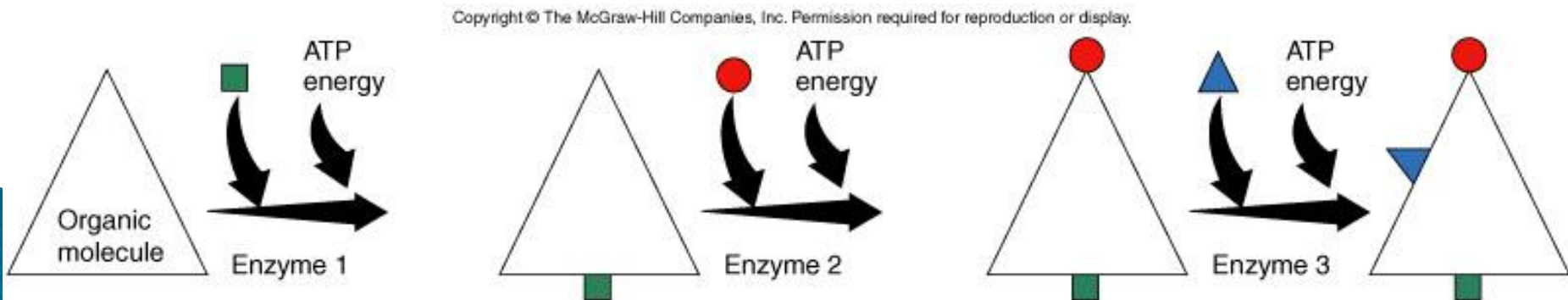
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



(a) A catabolic pathway breaks a large molecule into smaller molecules.

# Анаболизм

- ❖ Эсэд орсон энгийн бага молекулт нэгдлүүд нийлэгжиж энерги шингээж нийлмэл өндөр молекултай нэгдлийг үүсгэнэ. Үүнийг **анаболизм** буюу нийлэгжих өмнө ангиудад үзэж байсан ассимиляциар сайн мэднэ. Тухайлбал:
- ❖ Амин хүчил + Амин хүчил = Уураг ( Энэ үед энерги ялгарах уу? Шингээгдэх үү? Яагаад? )
- ❖ Глюкоз + Глюкоз = Нүүрс ус ( Гликоген, Цардуул, Целлюлоз )
- ❖ Нуклеотид + Нуклеотид = Нуклейн хүчил ( ДНХ, РНХ )
- ❖ Өөхний дээд хүчил + Глицерин = Липид гэх мэтээр байнга нийлэгжиж байдаг.



(b) An anabolic pathway combines smaller molecules to form a larger molecule.

# Бодисын солилцооны үе шатууд

## Катаболизмын үе шат

**Нэгдүгээр үе:** том молекулт нэгдэлүүд  
ходоодонд болон гэдсэнд задран цусанд орох.

**Хоёрдугаар үе:** молекул 2-3 нүүрс төрөгчийн  
атомт нэгдэл болтлоо задрах.

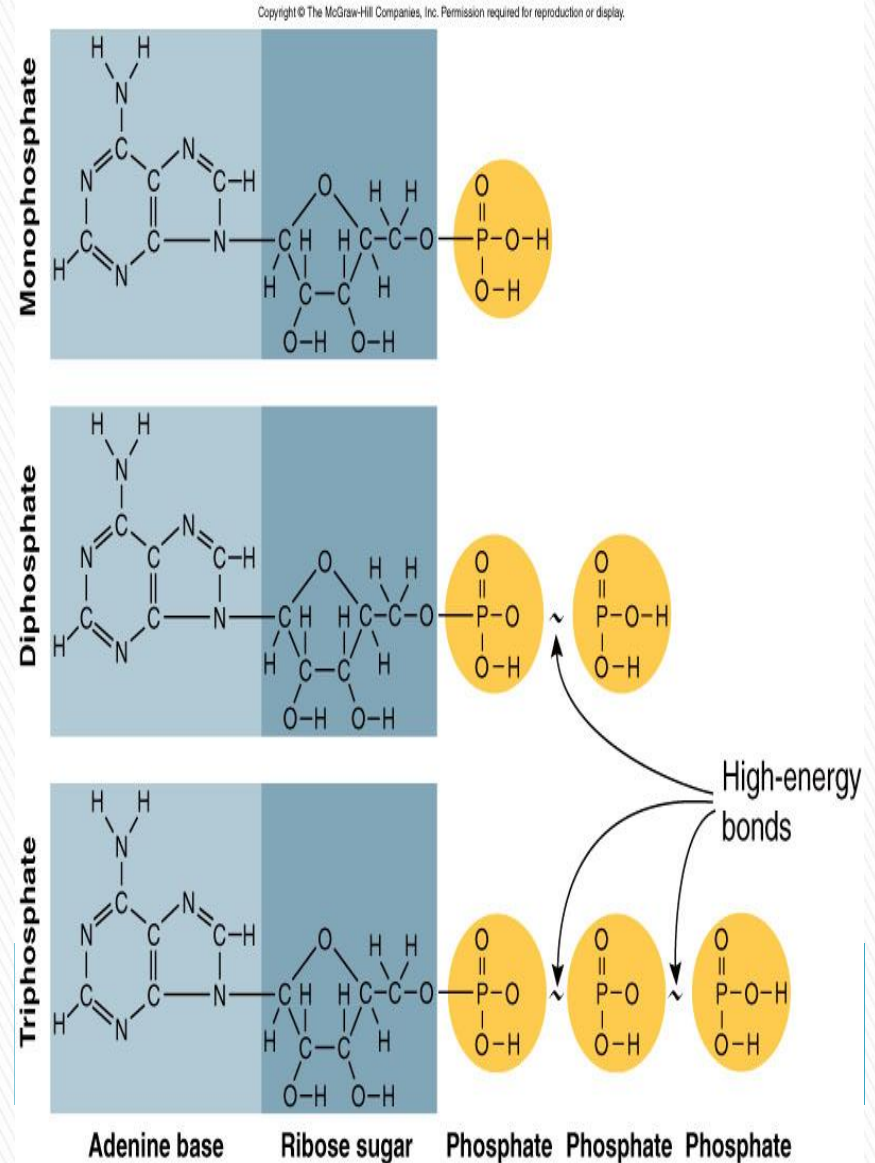
**3 дугаар үе:** задарсан нэдэл цаашид  
хүчилтөрөгчийн оролцоотой **исэлдэх** –  
**кребсийн цикл**



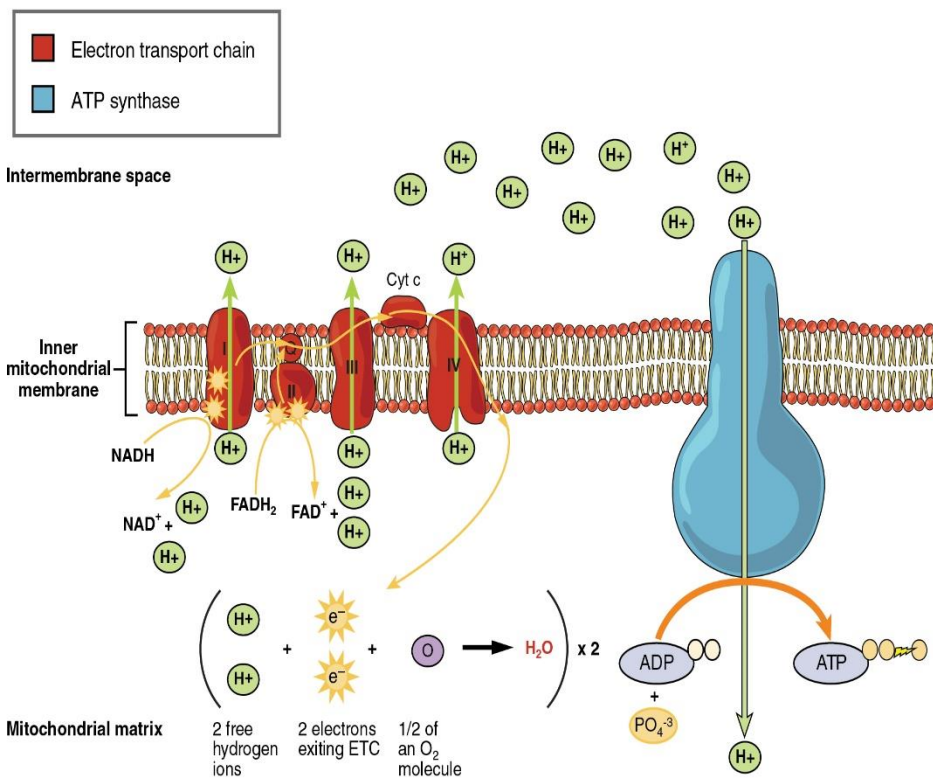
# Эд эсийн энерги хадгалалт

- ▶ АТФ нь бие махбодийн энергийн хангамжид голлох үүрэгтэй.
- ▶ АТФ-ээс фосфатын нэг радикал салахад 31 Ккалори энерги чөлөөлөгдөн АДФ үүснэ.

АТФ



# Электрон дамжуулах гинжин хэлхээ



- ❖ Анаэроб ба аэроб исэлдэлтийн явцад үүссэн **НАД, ФАД** нь устөрөгчийн электроныг зөөж митохондрийн крист дээр явагдах электрон дамжуулах гинжин урвалын ферментүүдэд өгнө.
- ❖ Исэлдэн ангижирах процессоороо өөр 4 комплекс фермент нь АТФ-ийн нийлэгжилтыг хурдасгадаг фермент юм.
- ❖ 4 комплекс ферментийн потенциалын зөрүүнээс болж ихээхэн сул энерги үүсэх бөгөөд тэдгээр нь дараах урвалд зарцуулагддаг.
 
$$\text{АДФ} + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{АТФ} + \text{H}_2\text{O}$$
- ❖ Энэ АДФ-ээс АТФ үүсч фосфоржих үзэгдэл нь исэлдэлт болон хүчилтөрөгчтэй холбоотой учир “**Исэлдэн фосфоржих урвал**” гэж нэрлэдэг.
- ❖ Дээрхи дамжлагын урвалаас ирсэн устөрөгчийн 2 электрон хүчилтөрөгчтэй нэгдэж ус үүсгэнэ.
 
$$2\text{H}^+ + 0,5 \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}$$

# Эсийн хооллолт.



Автотроф

Гетеротроф

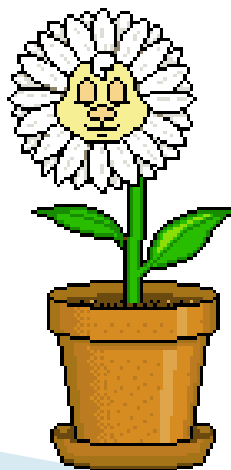
Фото -  
троф

Хемо -троф

Ногоон  
ургамал

Цианобактери

Бактери



Мөөг

Амьтан



Олон зүйлийн бактери

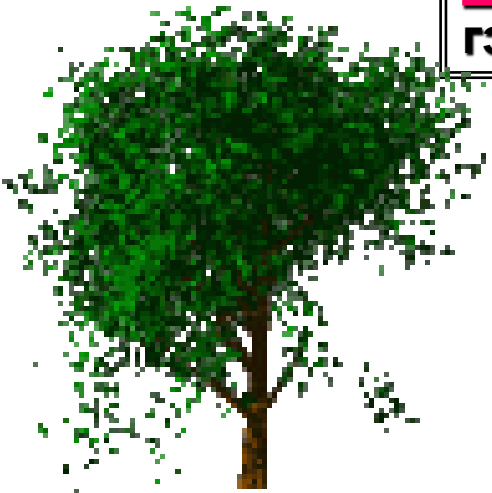


Автотроф – Шим бус бодисоос шим бодисыг өөрөө нийлэгжүүлэх чадвартай амьд биес.

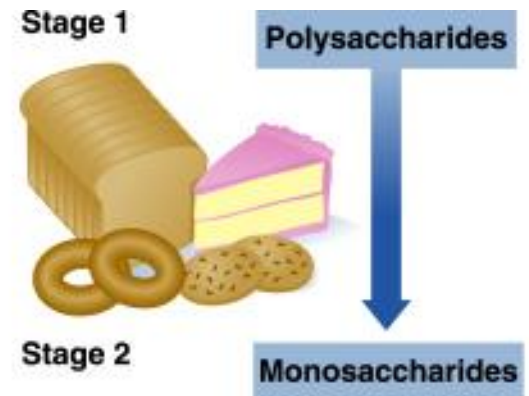
Фототроф .Шим бодис нийлэгжүүлэхдээ нарны гэрлийн энерги ашигладаг

Хемотроф Шим бодис нийлэгжүүлэхдээ химийн холбооны энерги ашигладаг.

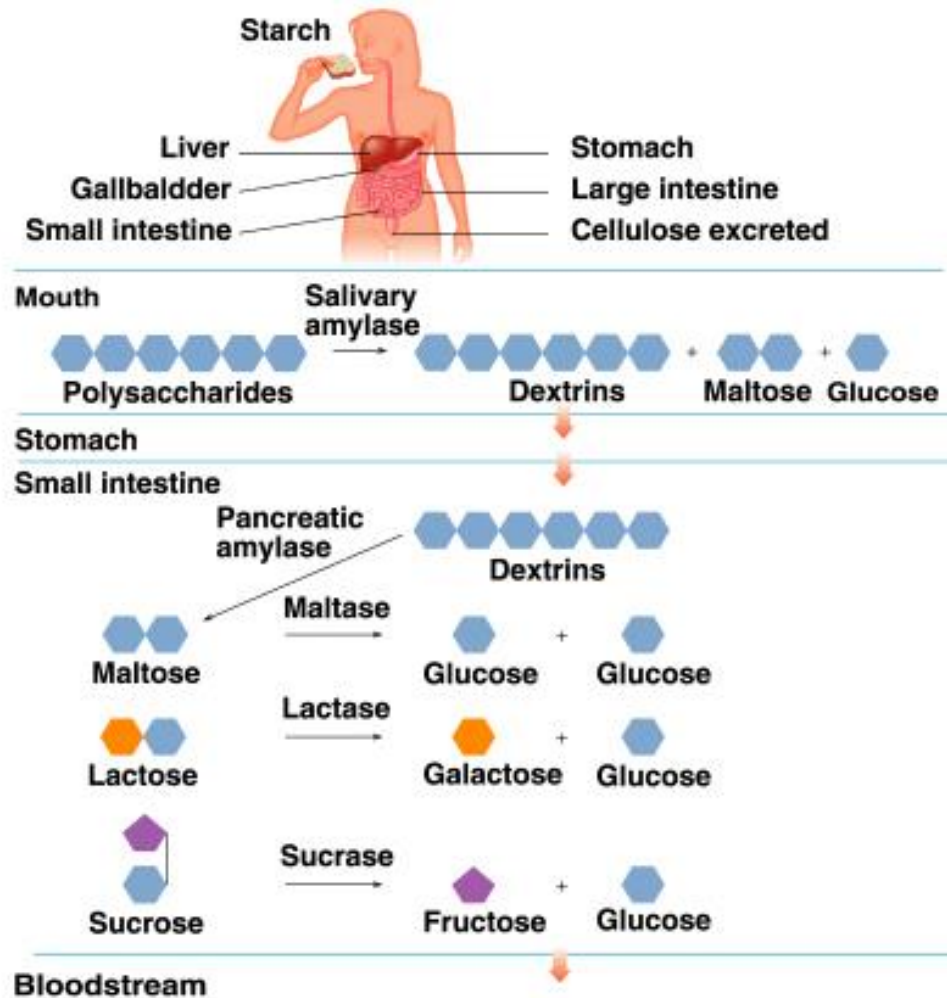
Гетеротрофы – Өөрөө шим бодис нийлэгжүүлэх чадваргүй учраас бэлэн шим бодисоор хооллодог.



# ▶ Нүүрс усны солилцоо



# Digestion of Carbohydrates



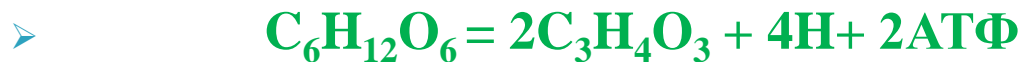
# Эсийн амьсгал

- ▶ *Эсийн амьсгал гэдэг нь амьд организм дотор ферментийн оролцотойгоор явагддаг исэлдэн - ангижрах урвалын цогц урвал юм.*
- ▶ *Аэроб исэлдэлт - хүчилтөрөгчтөй*
- ▶ *Анаэроб – хүчилтөрөгчгүй исэлт*

# Глюкозын задралын 4 шат

1. Гликолиз
2. Ацетил Коэнзим-А үүсэх
3. Кребсийн мөчлөг
4. Электрон дамжуулах хэлхээ

➤ **Гликолиз** гэдэг нь глюкоз цитоплазмд шат дараалласан 10 урвалд орж задран 2 молекул пируват ( усан үзмийн хүчил) болж задарна. Энэ үед электрон хүлээн авагч нь НАД байдаг. Энэ үед глюкоз устөрөгчийн 4 атомоо алдаж байгаа юм. Устөрөгчийн электроныг 2НАД катион хүлээн авч мөн 2НАД.Н үүснэ.



$C_3H_4O_3$  - пируват



# Хүчилтөрөгчгүй орчны исэлдэлт

- Эсийн дотор хүчилтөрөгчгүй юмуу дутагдалтай бол глюкозоос үүссэн 2 молекул пируват цаашдаа 2НАД.Н-ийн оролцоотой ангижирч лактат (сүүний хүчил) үүсгэнэ. Үүнд:



- Ингэж анаэроб гликолиз төгсөх бөгөөд глюкоз бүрэн бус исэлдэхэд зөвхөн 2 молекул АТФ үүсдэг.

# Хүчилтөрөгчтэй орчны исэлдэлт

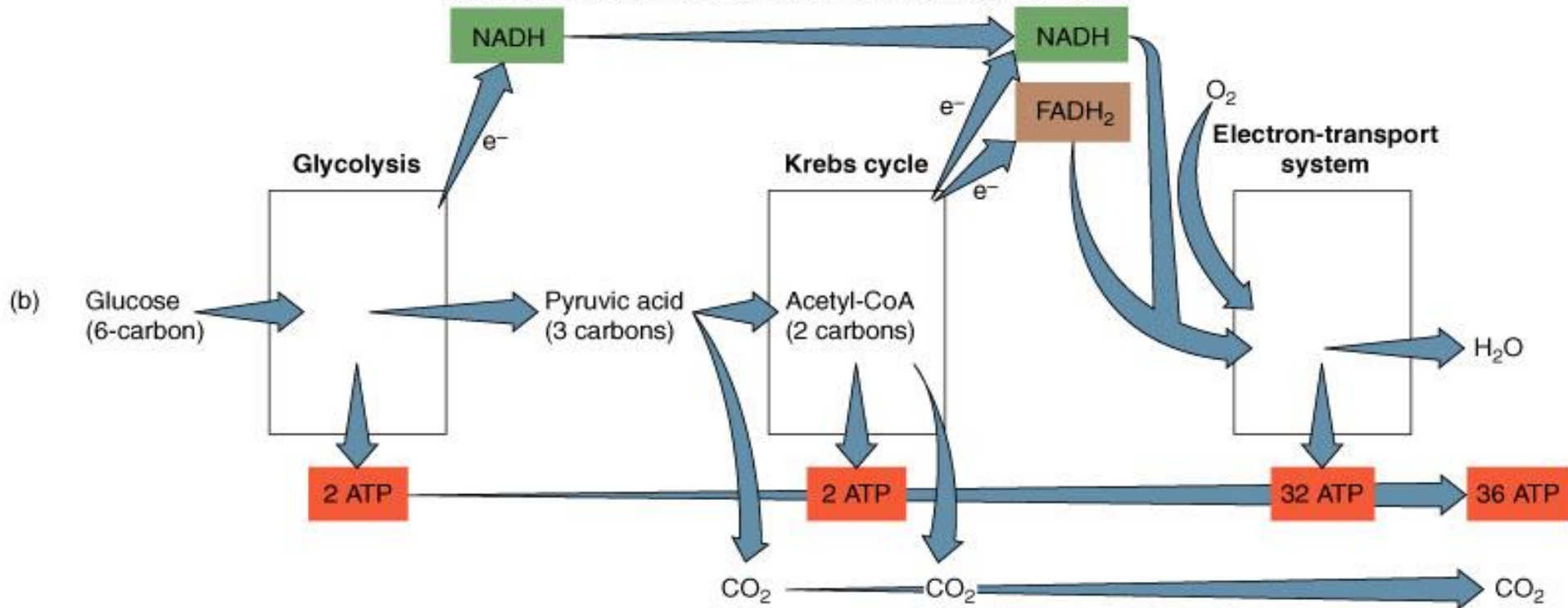
- Хүчилтөрөгч хангалттай бол 2 молекул пируват цитоплазмаас митохондрийн матриксд ирж исэлдэхэд 1 молекул НАД<sup>+</sup> ангижирч НАД.Н үүсэх бөгөөд нэг атом нүүрстөрөгч исэлдэж нүүрсхүчлийн хий (CO<sub>2</sub>) үүснэ.
- Үүний үр дүнд пируватаас 2 нүүрстөрөгч бүхий идэвхижсэн цууны хүчил үүснэ. Үүнийг Ацетил Коэнзим А гэдэг. Ацетил Ко-А нь кребсийн мөчлөгийн гинжин урвалд орж аажмаар бүрэн исэлдэж дуусдаг.



# ▶ Аэроб исэлдэлт нь 3 хуваагддаг:

- Гликолиз
- Кребсийн мөчлөг
- Электрон дамжуулах хэлхээ

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

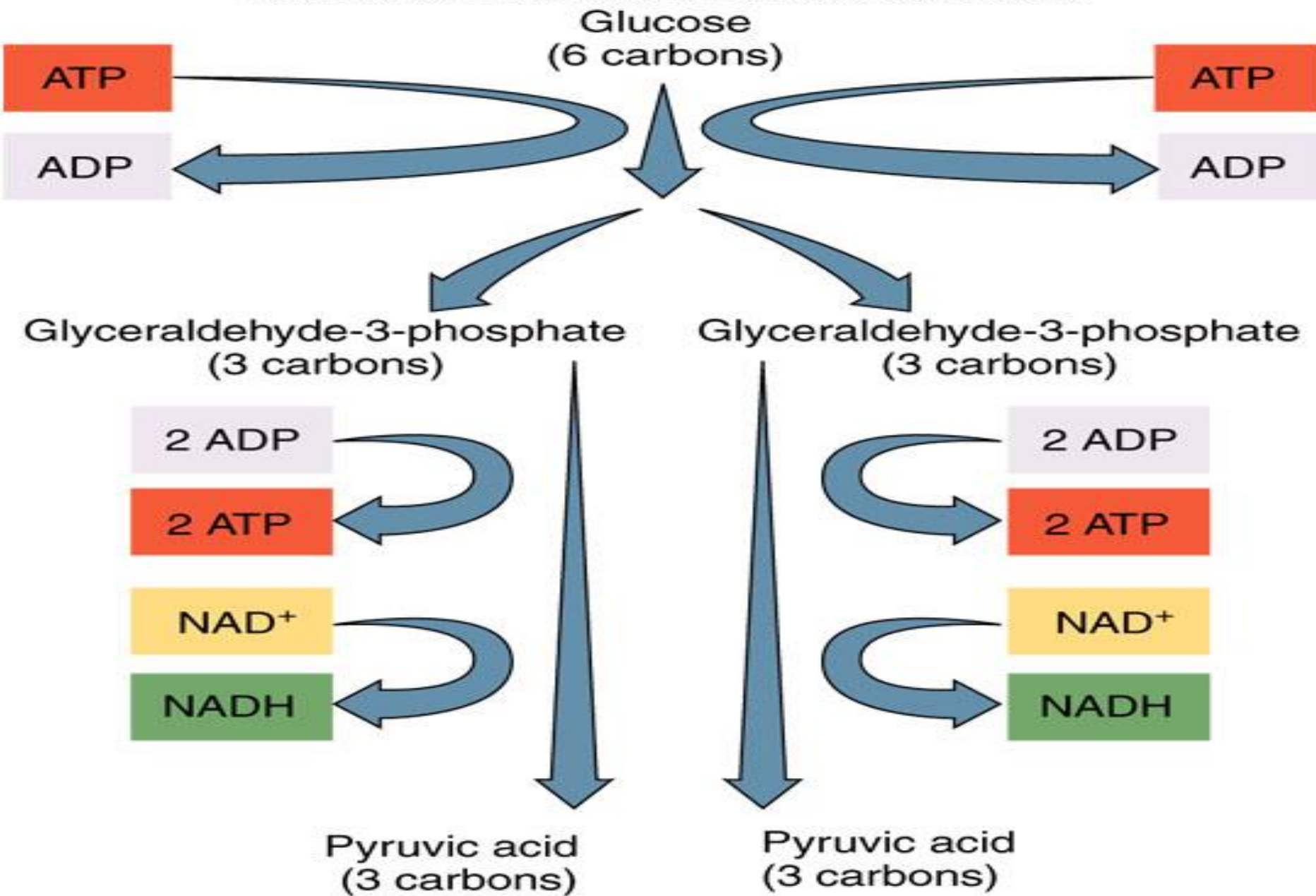


# Гликолиз

▶ Glycolysis (*glyco*-sugar, *lysis*-split)



- Цитоплазмд явагддаг
- Эхлүүлэхэд 2 АТФ шаардлагтай байдаг
- Нийтдээ 2 АТФ үүсдэг.

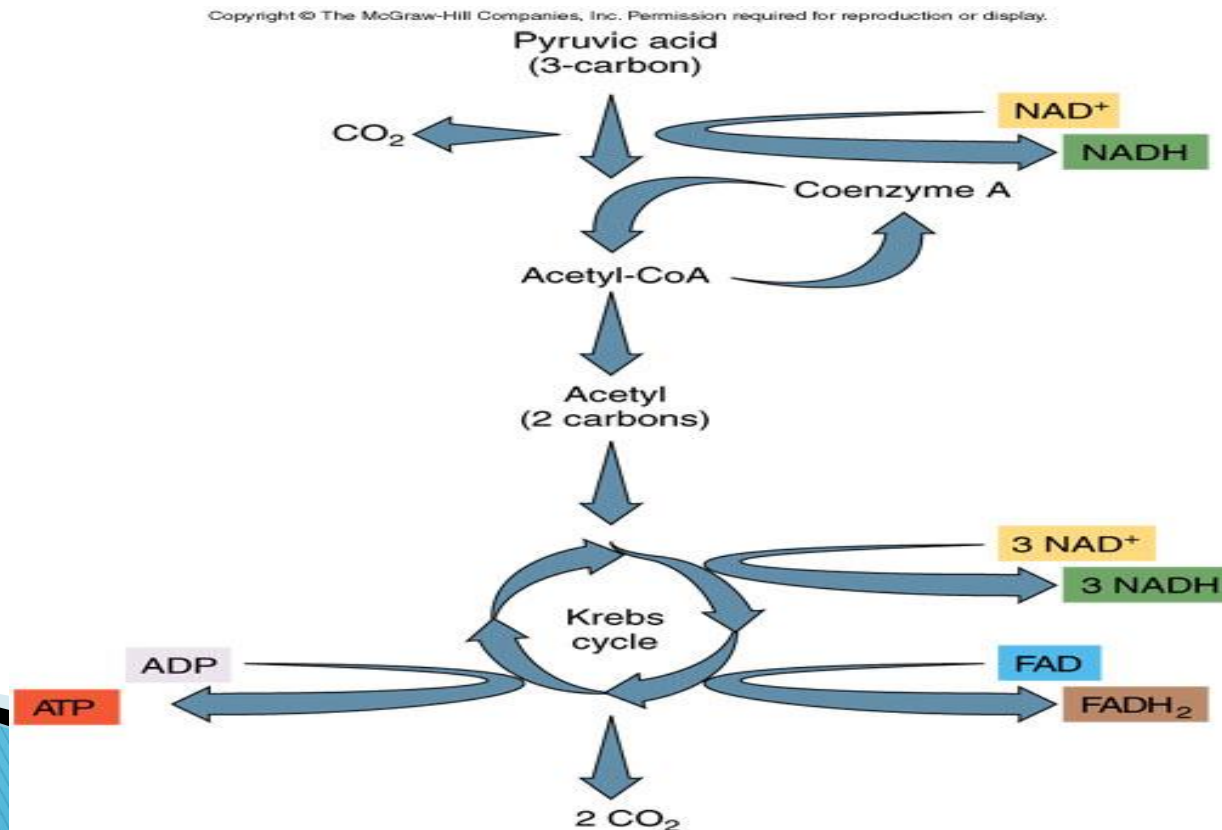






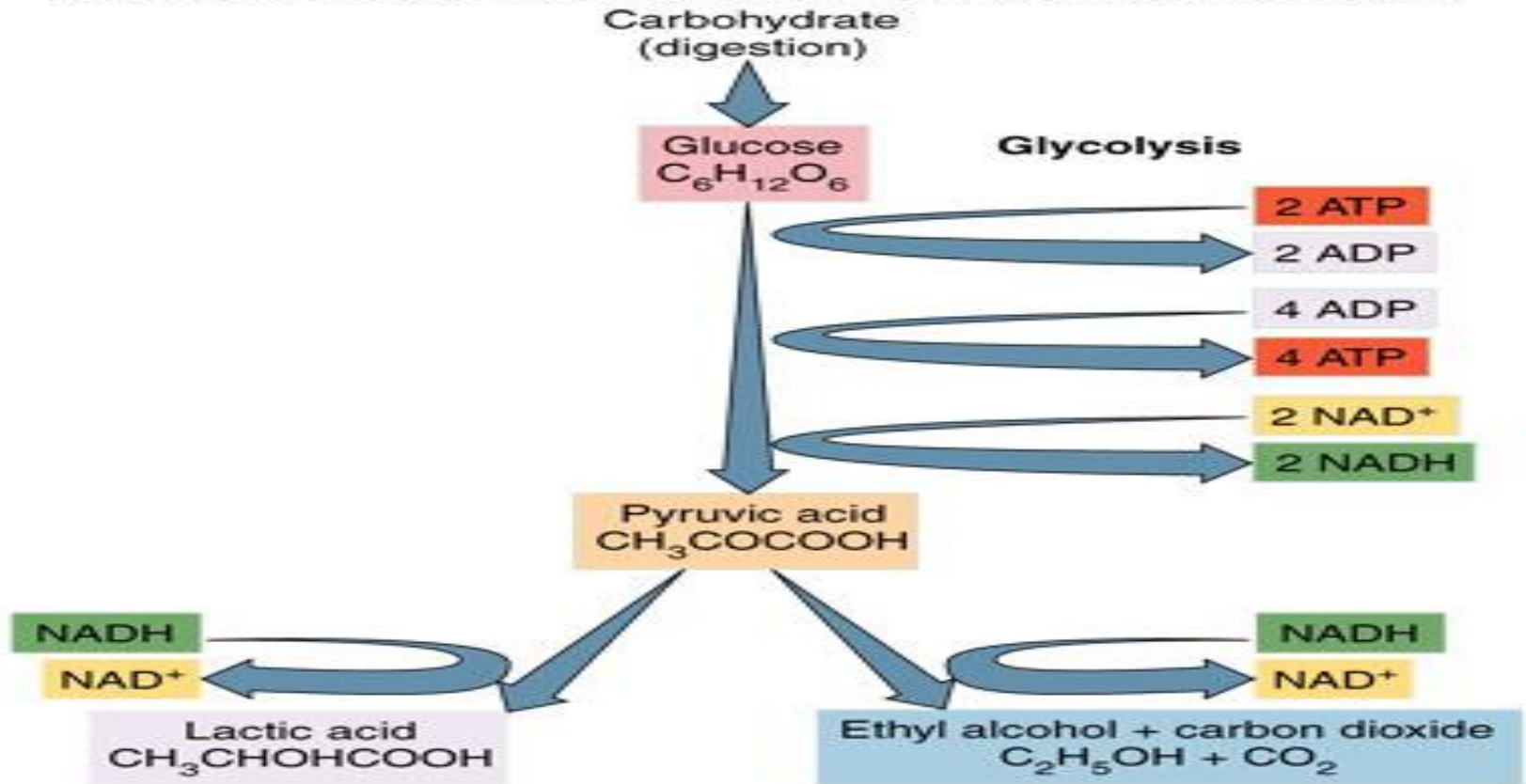
# Кребсийн мөчлөг

- ▶ Pyruvic Acid + ADP + 4NAD<sup>+</sup> + FAD → 3CO<sub>2</sub> + 4NADH + FADH<sub>2</sub> + ATP (for each pyruvic acid)  
Нимбэг хүчлийн цикл



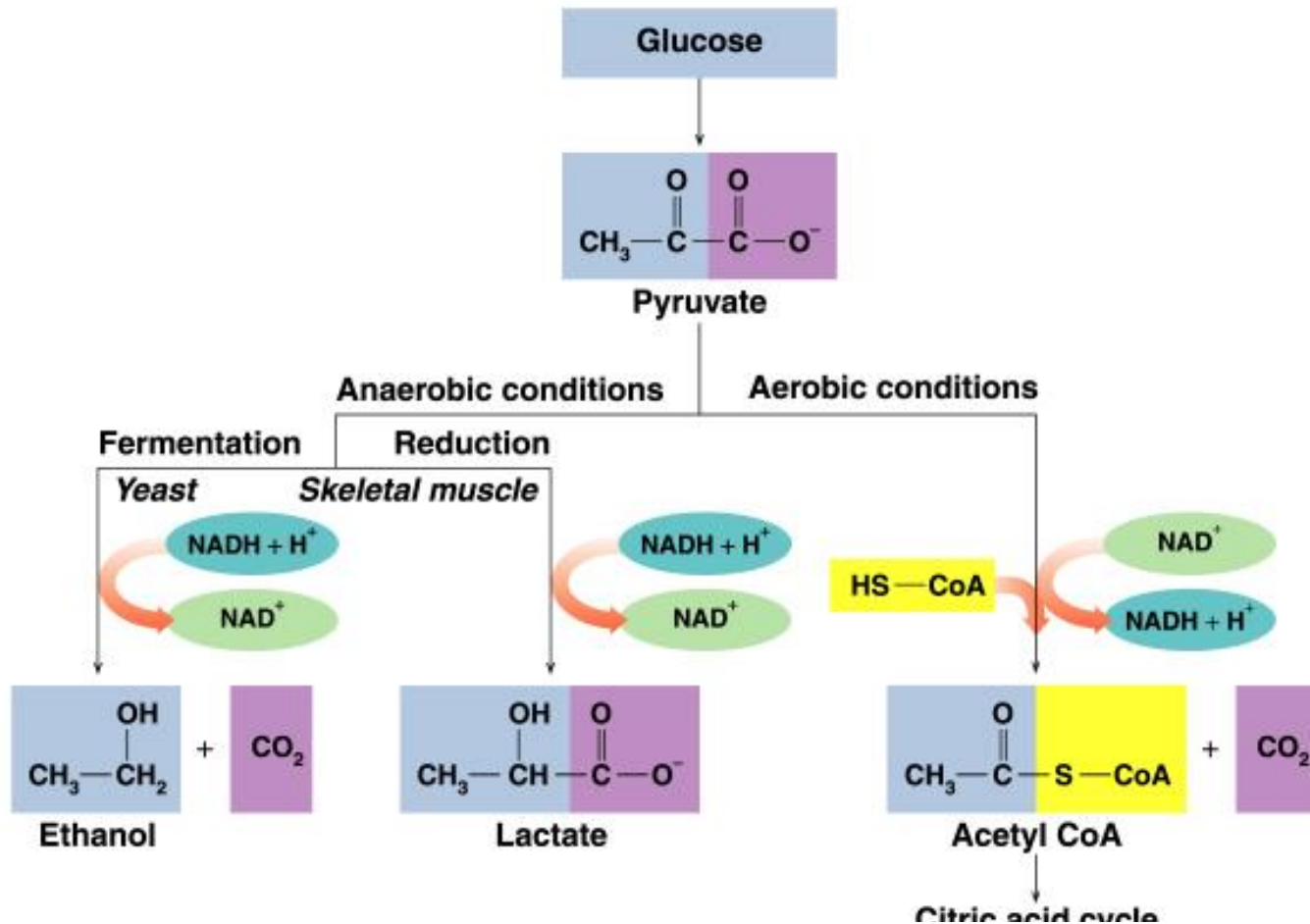
# Хүчилтөрөгчгүй исэлдэлт

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



Fermentation Product	Possible Source	Importance
Lactic acid	Bacteria: <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Aids in changing milk to yogurt
	<i>Homo sapiens</i> Muscle cells	Produced when $O_2$ is limited; results in pain and muscle inaction
Ethyl alcohol + $CO_2$	Yeast: <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Brewing and baking

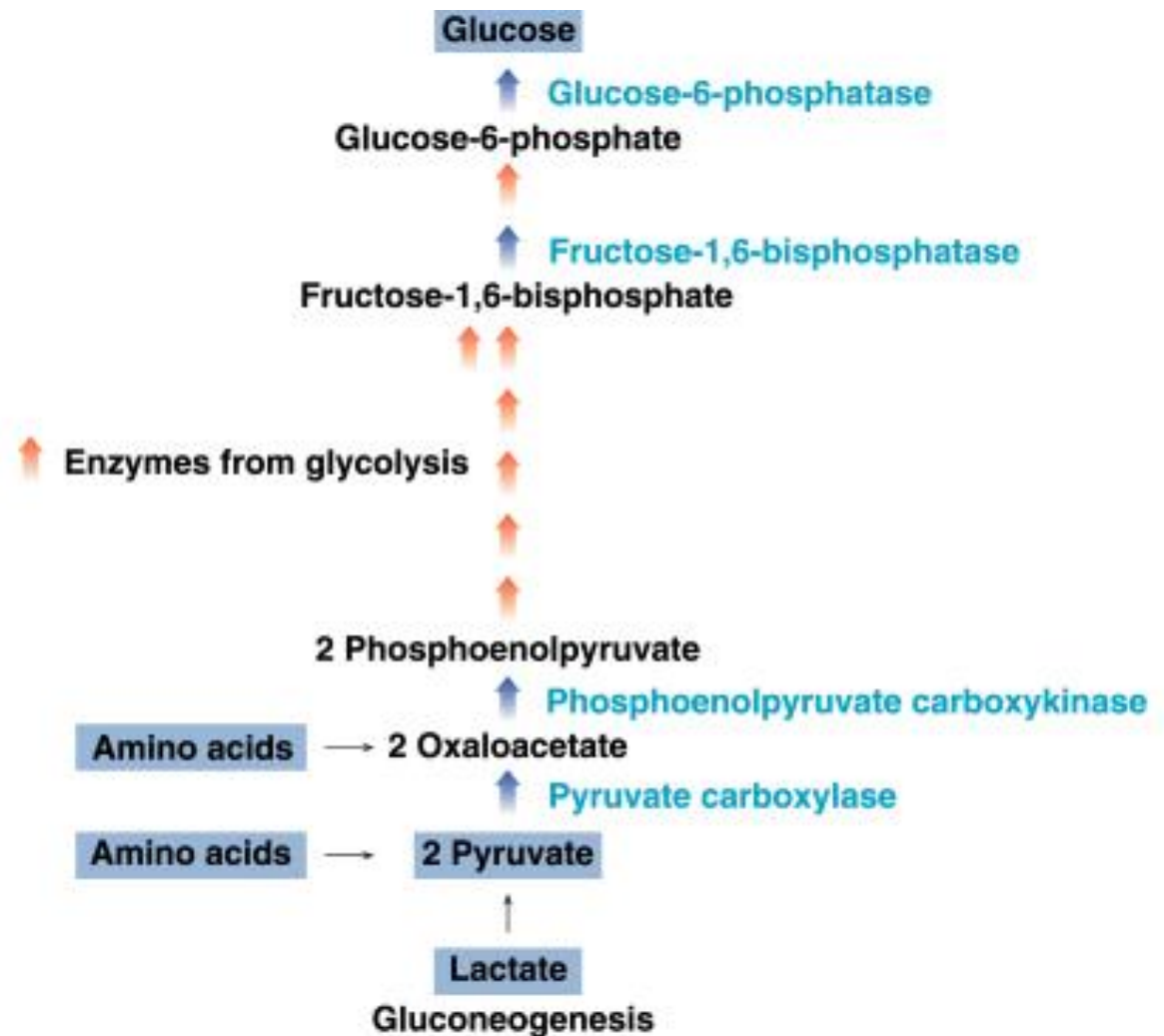
# Пировинограддын хүчил бол бодисын СОЛИЛЦООНЫ ЗАНГИЛАА ЮМ



Copyright © 2007 by Pearson Education, Inc. Publishing as Benjamin Cummings

# Глюконеогенез

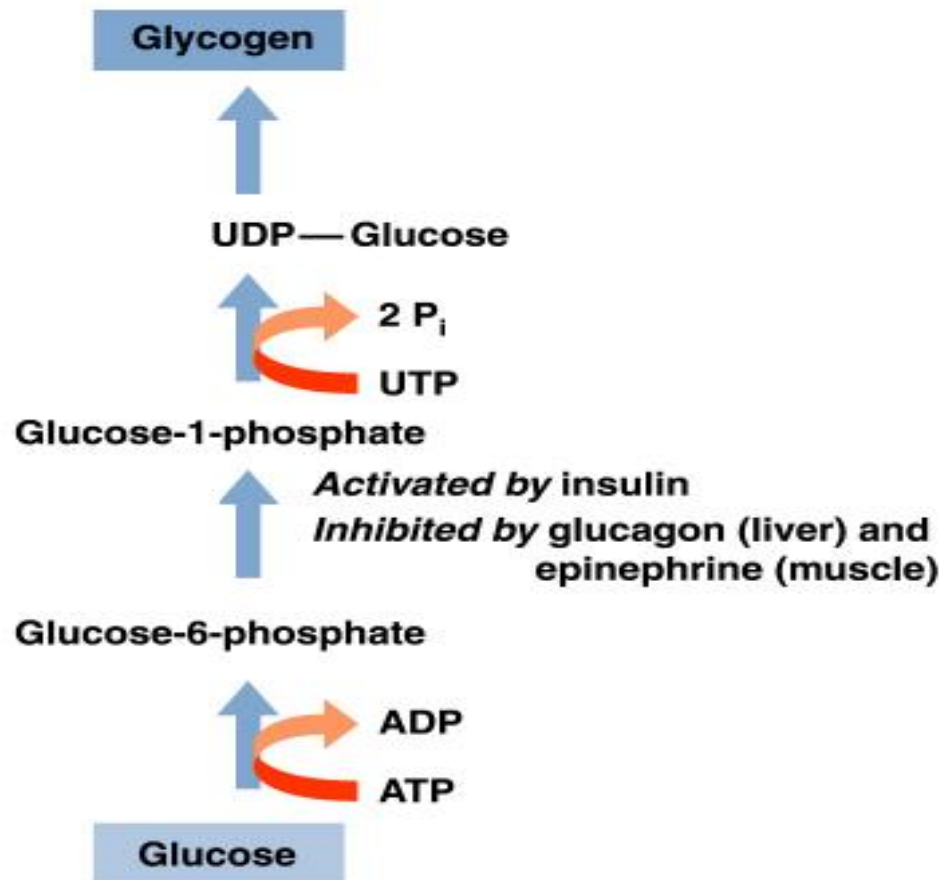
- ▶ Нүүрс усны бус нэгдлүүдээс глюкоз үүсэх урвал. Үүний тулд кребсийн цагирагийн аль нэг бүтээгдэхүүн болох шаардлагатай.





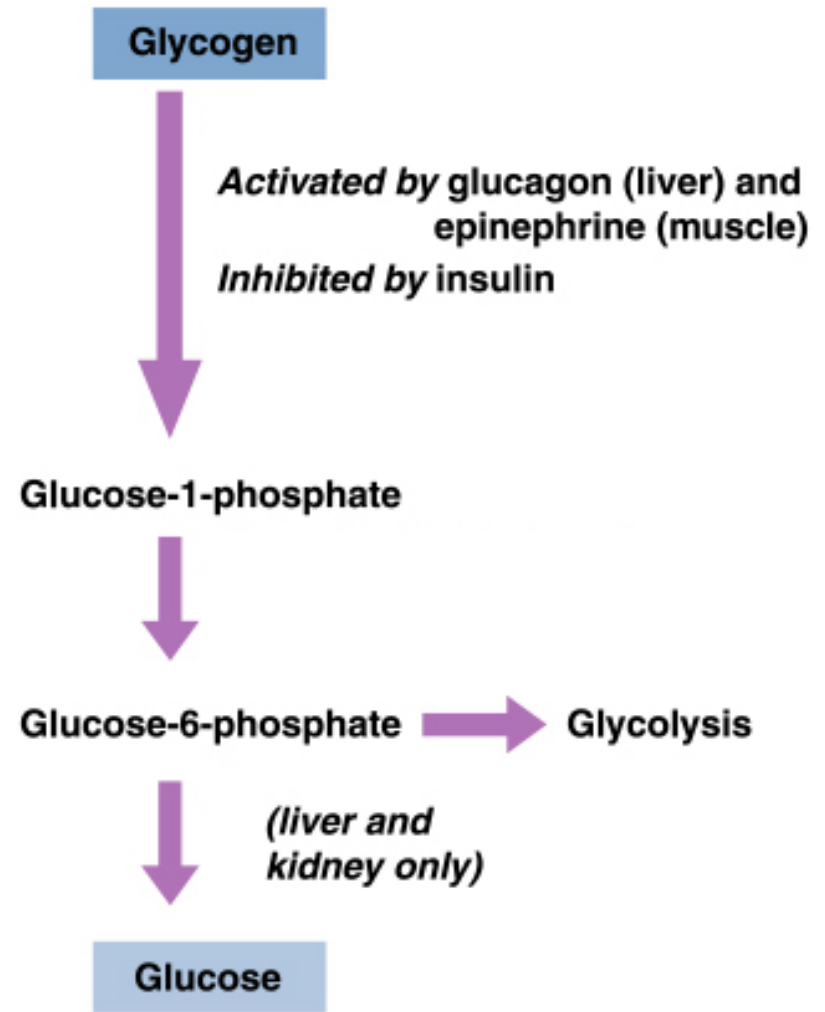
# Гликогены нийлэгжил

- ▶ Гэдэсний ханаар шимэгдсэн моносахарууд нь цусаар дамжин элэг болн булчинд очин гликоген болж хувирдаг.



# Гликогены задрал

Шаардлагатай үед  
гликоген глюкоза болж  
задардаг.  
Глюкозын молекул нэг  
нэгээрээ гликогены  
молекулаас салдаг.



# ДҮГНЭЛТ

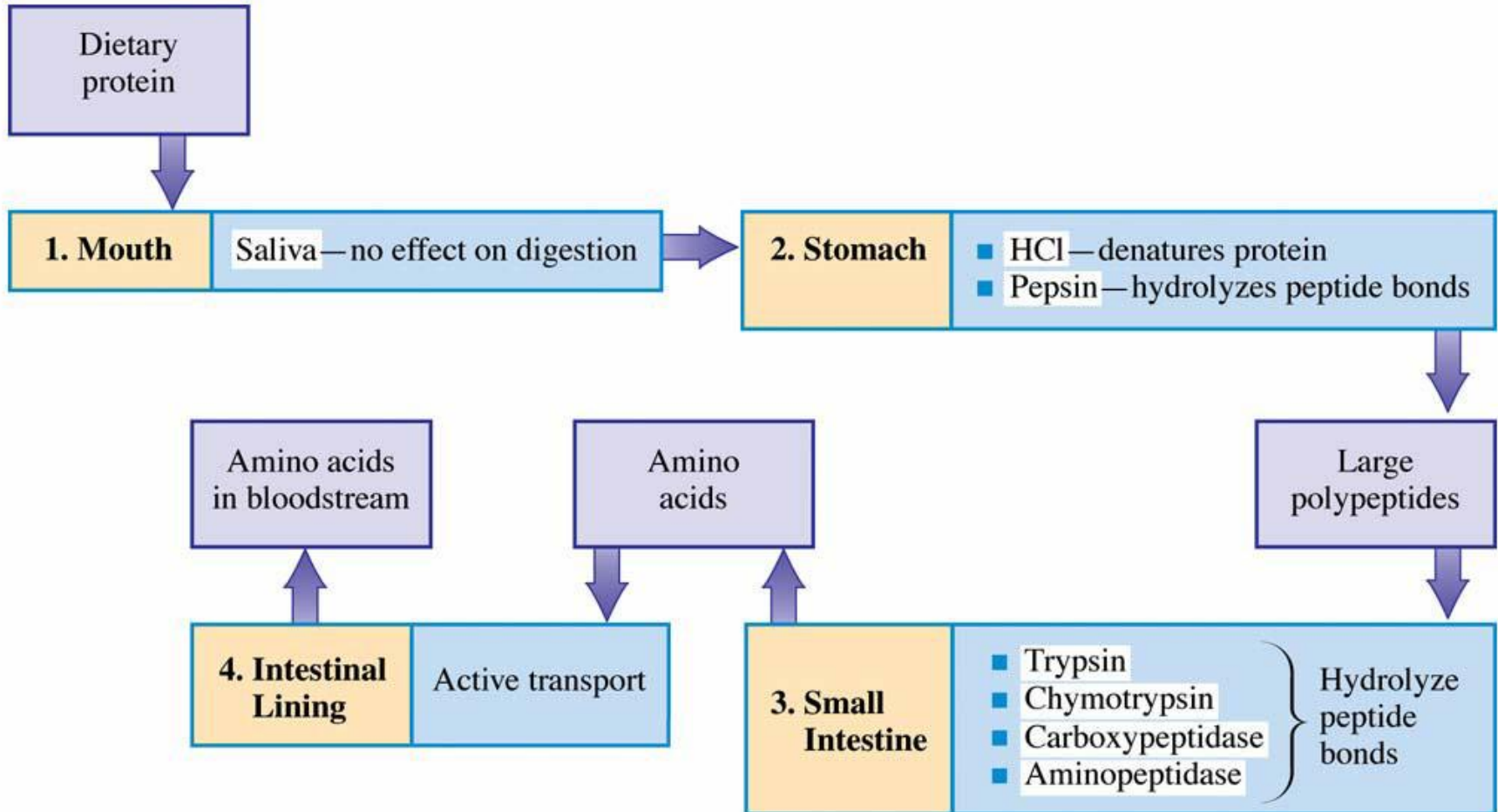
- 1 молекул молекул глюкозын хүчилтөрөгчтэй болон хүчилтөрөгчгүй орчны задралын нийлбэрийг авч үзье:



- Ингэж глюкозын бүрэн задралын үед үүсэх:
  - $\text{CO}_2$  кребсийн мөчлөгөөр
  - $\text{H}_2\text{O}$  нь электрон дамжуулах хэлхээний үр дүнд тус тус үүснэ.

Уургийн солилцоо

# Уургийн задрал



## Чөлөөт амин хүчлүүд цусанд шимэгдэн орно



### Чөлөөт амин хүчлийн эх үүсвэрүүд:

1. Хоол хүнсний задарсан уураг
2. Элгэн дэхь амин хүчлийн биосинтез
3. Уургийн ахин шинэчлэлт

## **Уургын ахин шинэчлэлт гэдэг нь организмын уураг задран ахин нийлэгжих процесс :**

- хучин эд
- эвдэрсэн
- фермент гормоны ахин ашиглалт



## Эд эсэд амин хүчлүүд хувирах

Амин хүчил болгон өөрийн гэсэн хувиралын замтай байдаг. Гэсэн хэдийн ч амин хүчил болгонд нийтлэг байдаг 3 үндсэн процесс байдаг.

1. Амин бүлгээ солилцох
2. Амин бүлгээ алдах
3. Карбоксил бүлгээ алдах

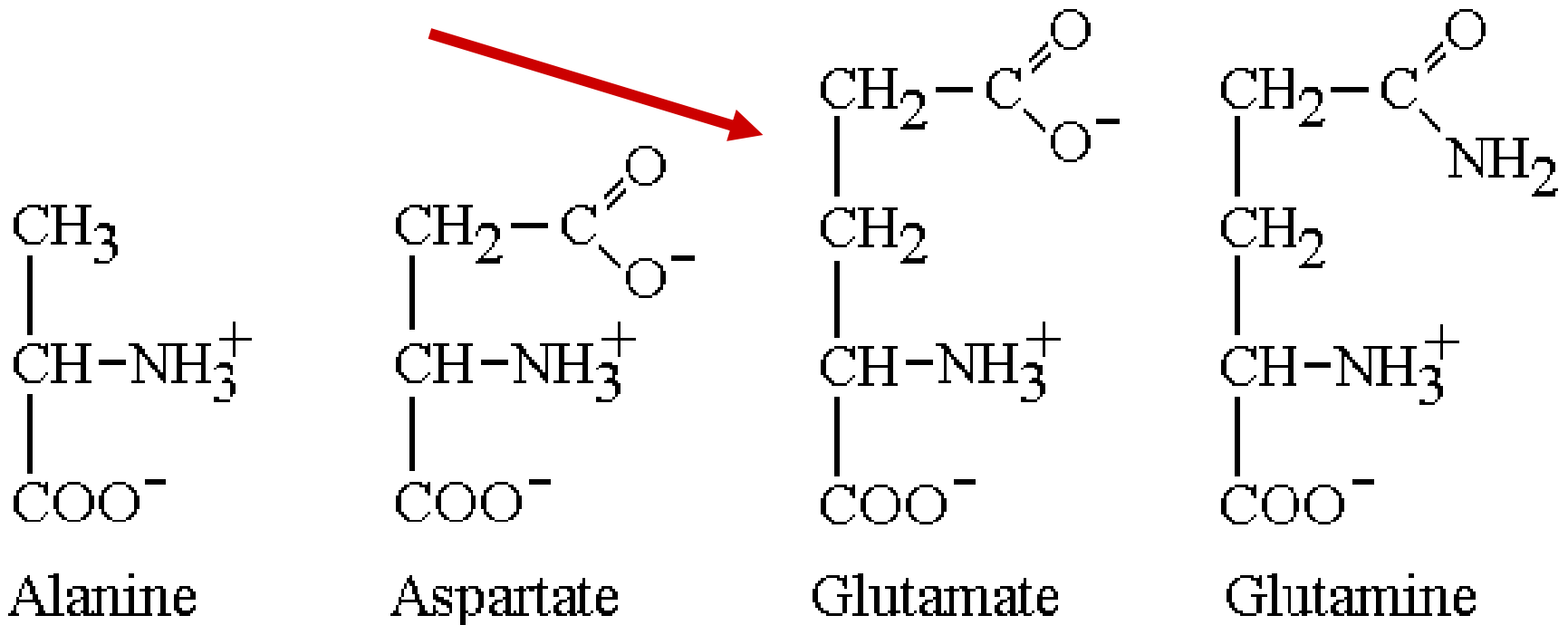
# Central role of glutamate:

Amino acids:

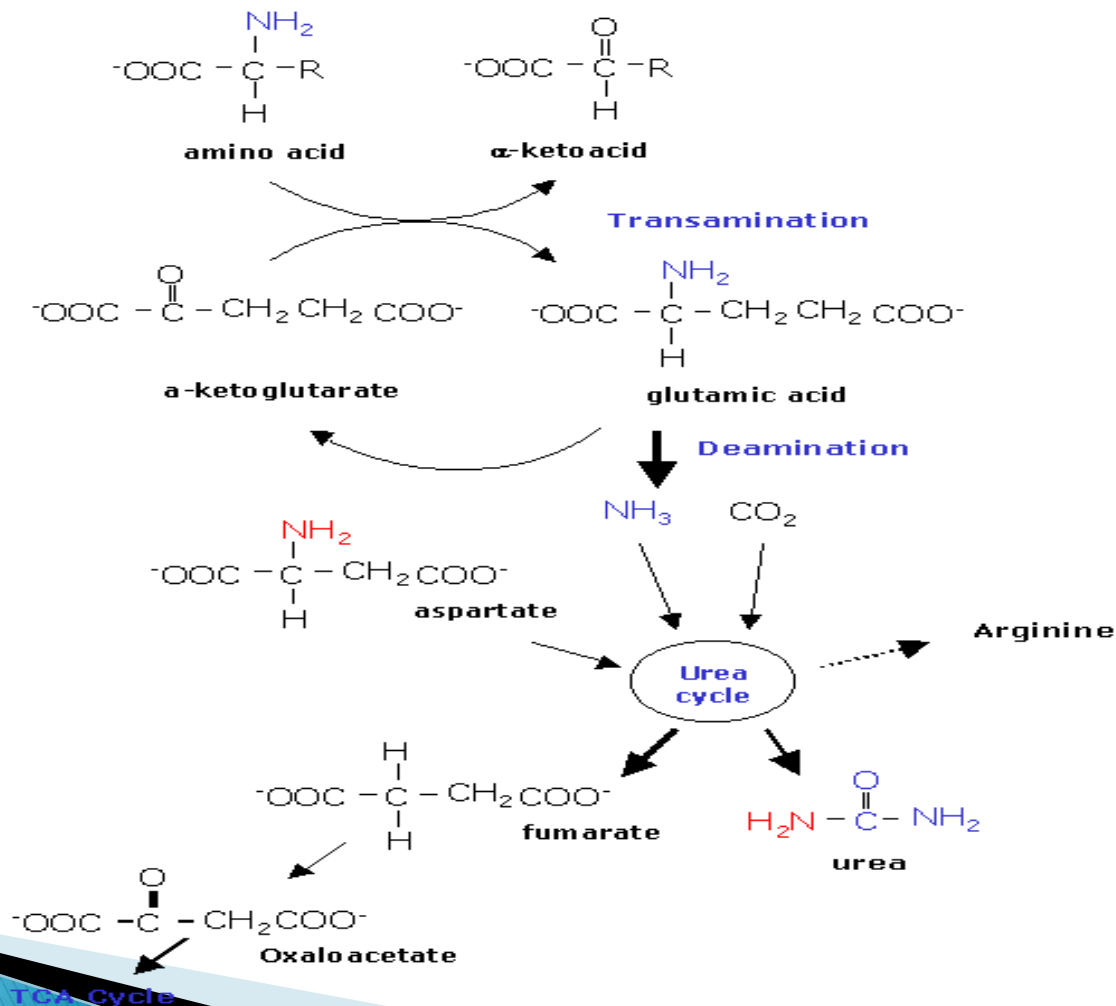
**Glutamate**, **aspartate**, **alanine** & **glutamine**

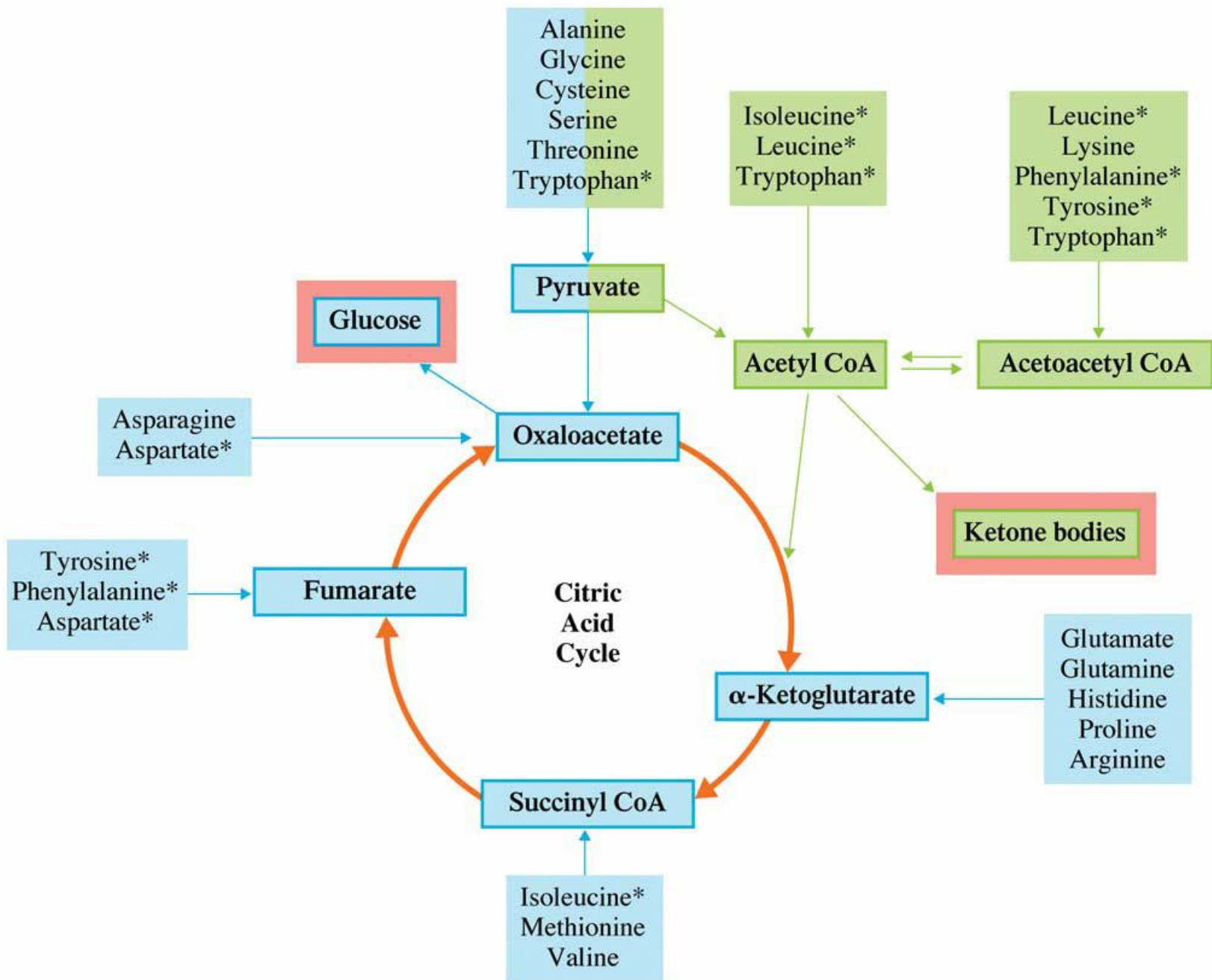
зэрэг амин хүчилүүд нь бүх амин хүчлийн 80 орчим хувь байдаг. .

**Glutamate** бол хамгийн чухал бодисын солилцооны амин хүчил юм.



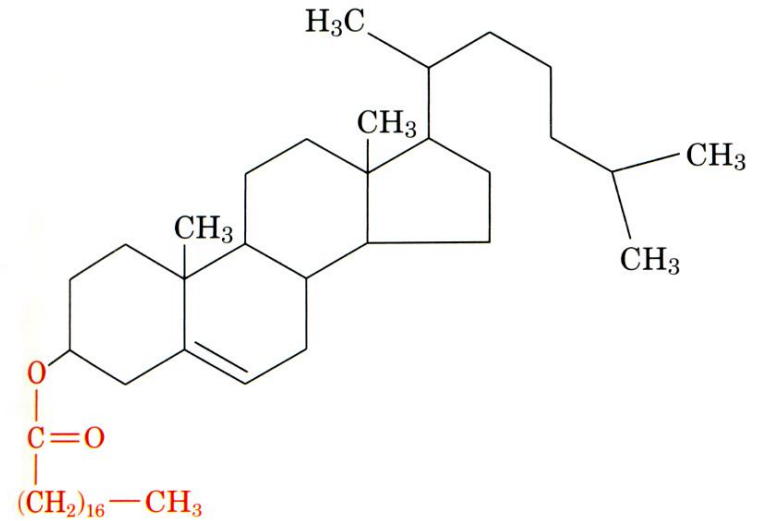
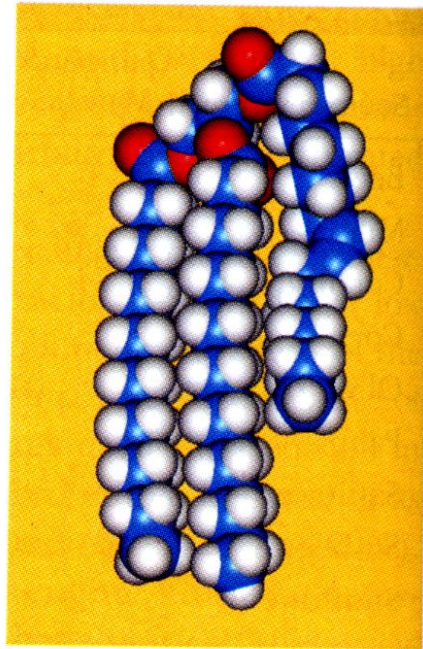
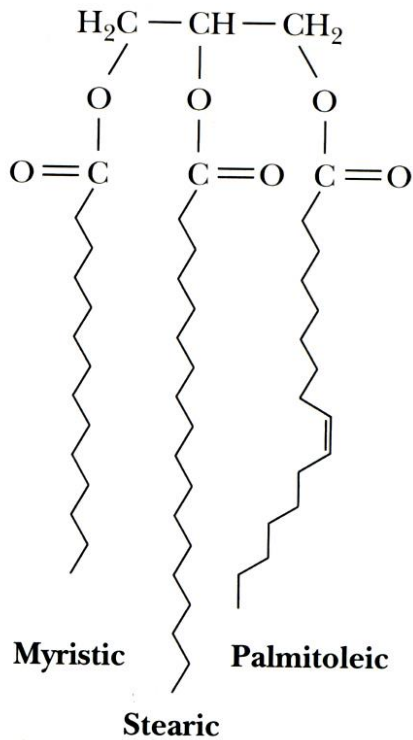
Амин хүчлийн солилцооноос ихээхэн хэмжээний амиак үүсдэг бөгөөд энэ амиакийг бидний бие организм мочевин болгон хувиргадаг.





Өөх тосны солилцоо

Липидүүд нь бие дотор үндсэндээ 2 хэлбээрээр байдаг.  
**TRIACYLGLYCEROLS AND CHOLESTERYL ESTERS.** (This is in an approximate ratio of 9:1.)



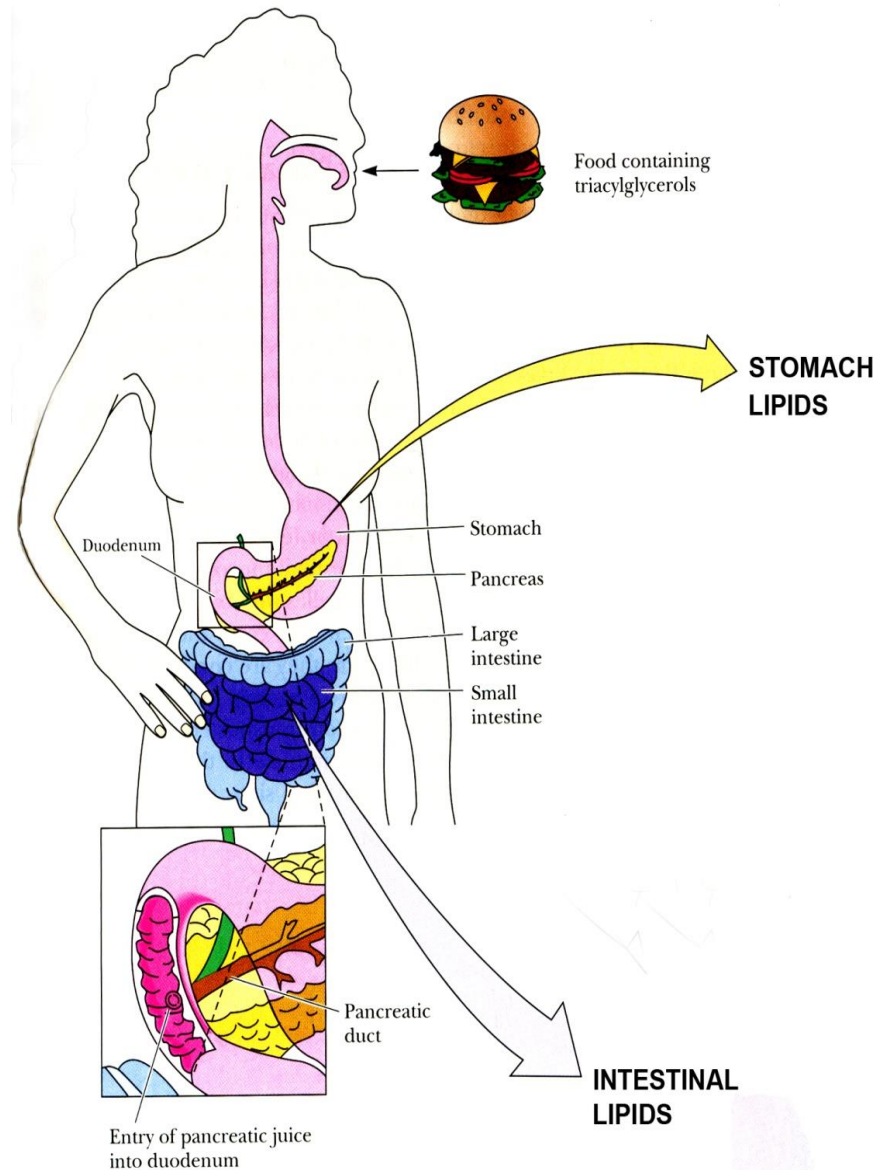
**Cholesteryl stearate**

**A mixed triacylglycerol**



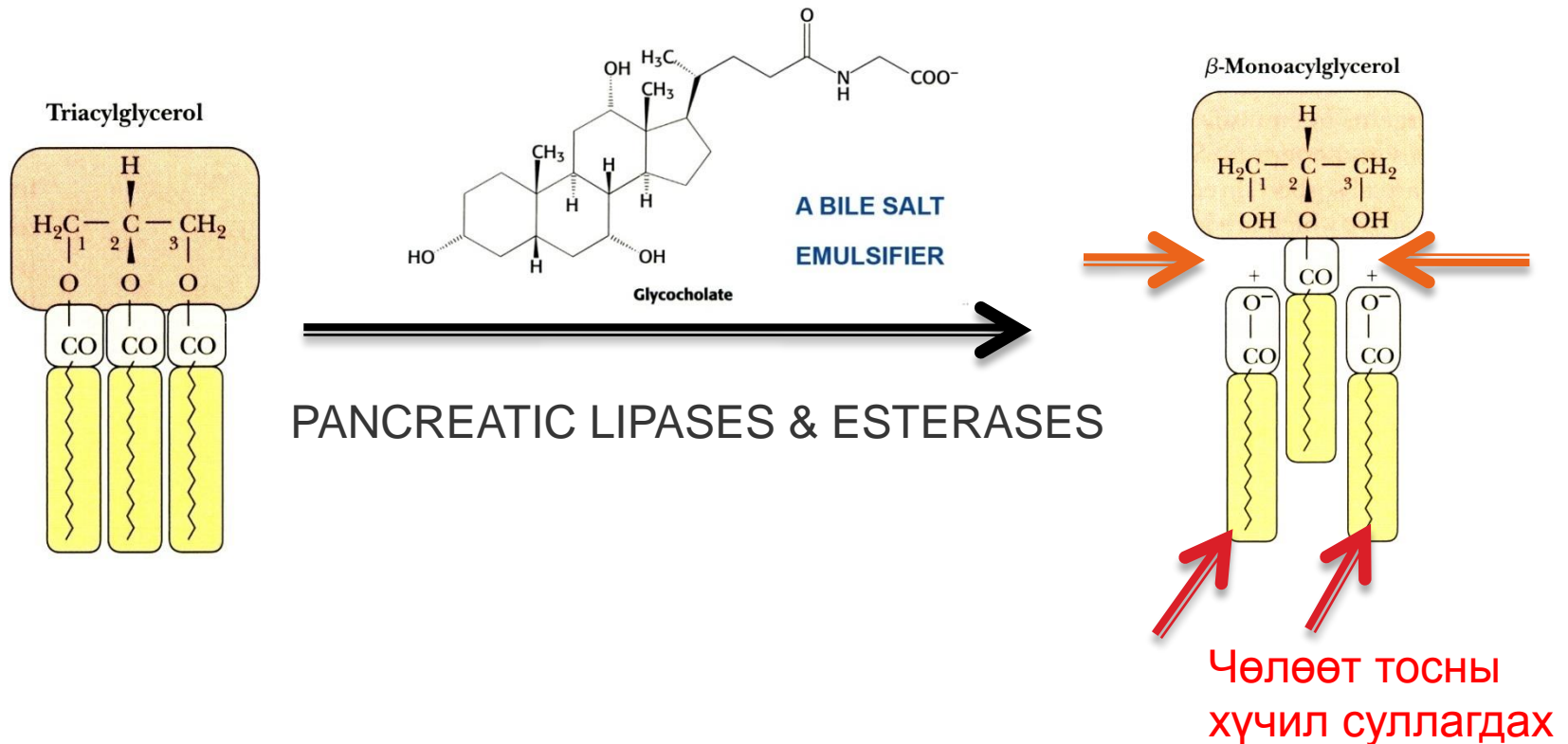
Ходоодонд тослог олигтой задардаггүй бөгөөд нарийн гэдсэнд орсон өөх тос цөс, нойр булчирхай болон гэдэсний шүүрлийн нөлөөгөөр задрана. Липаза ферментийн нөлөөгөөр гэдсэнд глицерин ба өөхний хүчил болтлоо задрах ба өөхний хүчил нь цөстэй нэгдэн гэдэсний цэлмэнгээр нэвтрэн гэдэсний хананд орно. Түүнчлэн зарим хэсэг нь нарийн дисперс үүсгэн задралгүйгээр шимэгддэг.

- A: ходоод
- B: 12 хуруу гэдэс
- C: гэдэсний хана



# THE DUODENUM

CONTAINS ALKALINE PANCREATIC & GALL BLADDER SECRETIONS MADE UP OF PANCREATIC LIPASES, ESTERASES & BILE SALTS TO BREAK DOWN TRIACYLGLYCEROLS & CHOLESTERYL ESTERS.

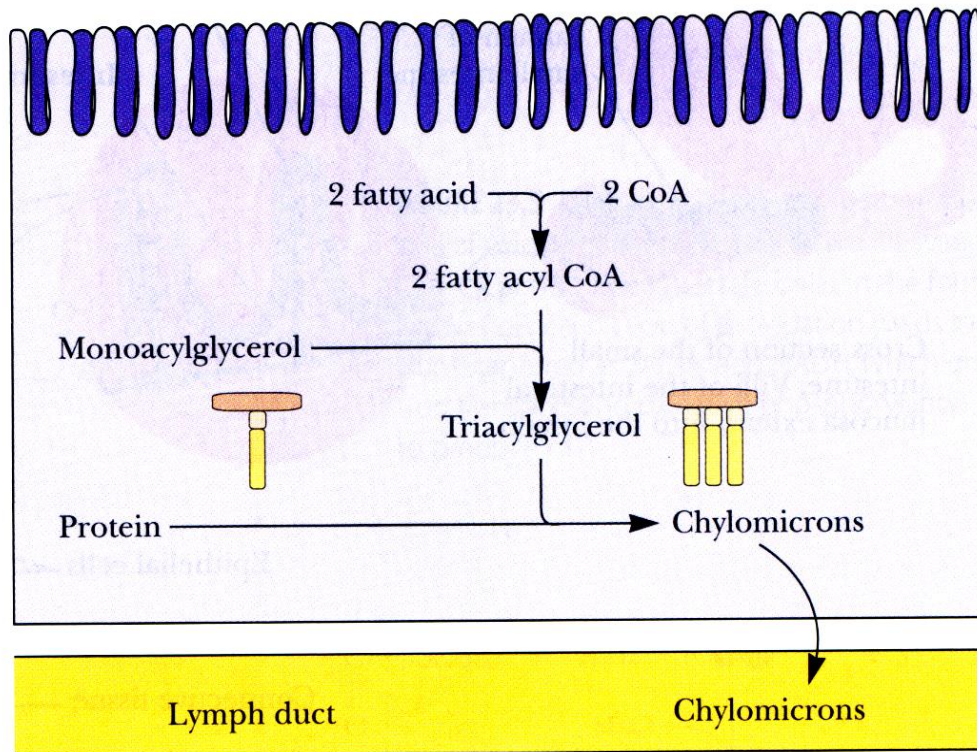


# Гэдэсний хана

1) Бага урттай тосны хүчил гэдэсний ханаар шууд шимэгддэг (10).

2) Өөхний хүчил ба глицериний ихэнх хэсэг нь (70%) гэдэсний ханын эсэд ахин нийлэгжин триглицерид болж, бага хэмжээний уурагтай нэгдэн липопротейдын нэг хэлбэр хиломикроныг үүсгэнэ. Түүнчлэн бусад хэлбэрийн липопротейдууд бага хэмжээгээр үүснэ.

Үүний дараа тунгалгийн судсанд орж, тэндээсээ цусны эргэлтэнд орно. Өөх тосны бусад нэгдлүүд зонхилон цусны судсанд орно.

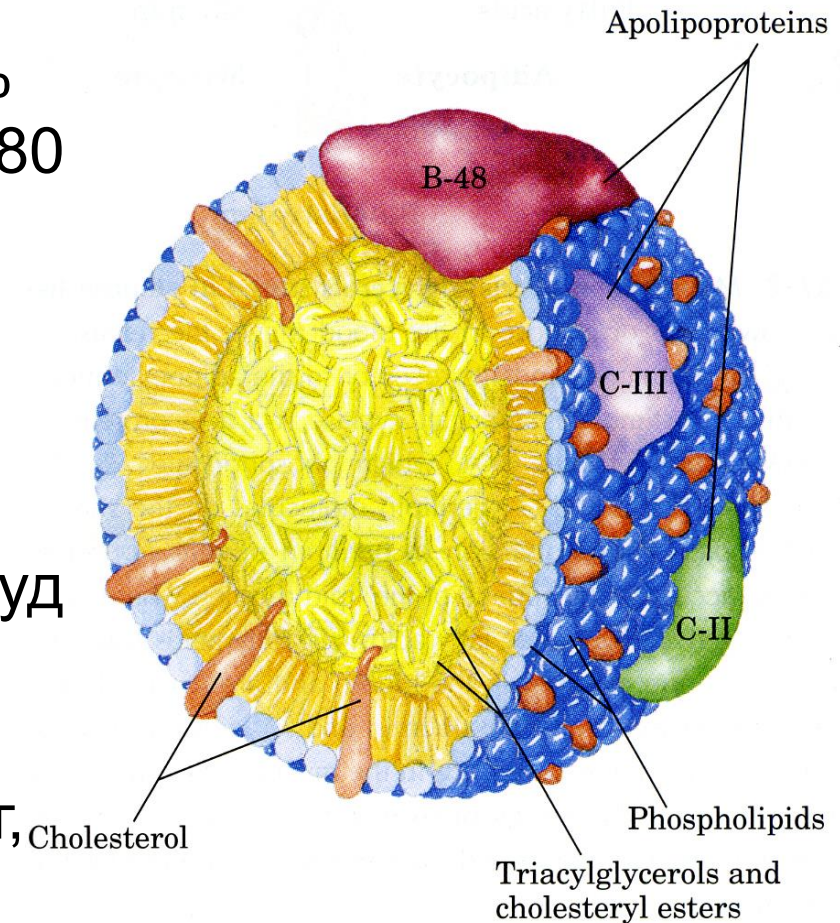




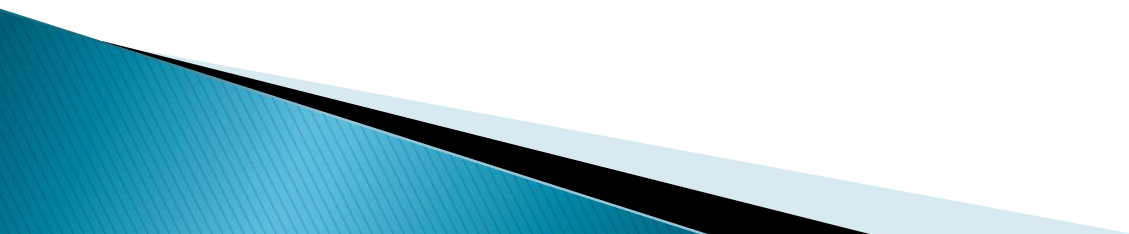
# Зөөвөрлөлт

Хиломикроныг – 2% уураг, 7% фосфолипид, 8% холестерин, 80 гаруй % нь триацил глицерид байдаг.

Цусанд липопротейдлипаза ферментийн нөлөөгөөр хиломикрон ба липопротейдууд хэсэглэгдэн жижиг хэсгүүд болж задарна. Өөх тосны нэгдлүүд цусанд ороод уушиг, элэг, болон захын эрхтнүүдэд зөөвөрлөгдөнө.



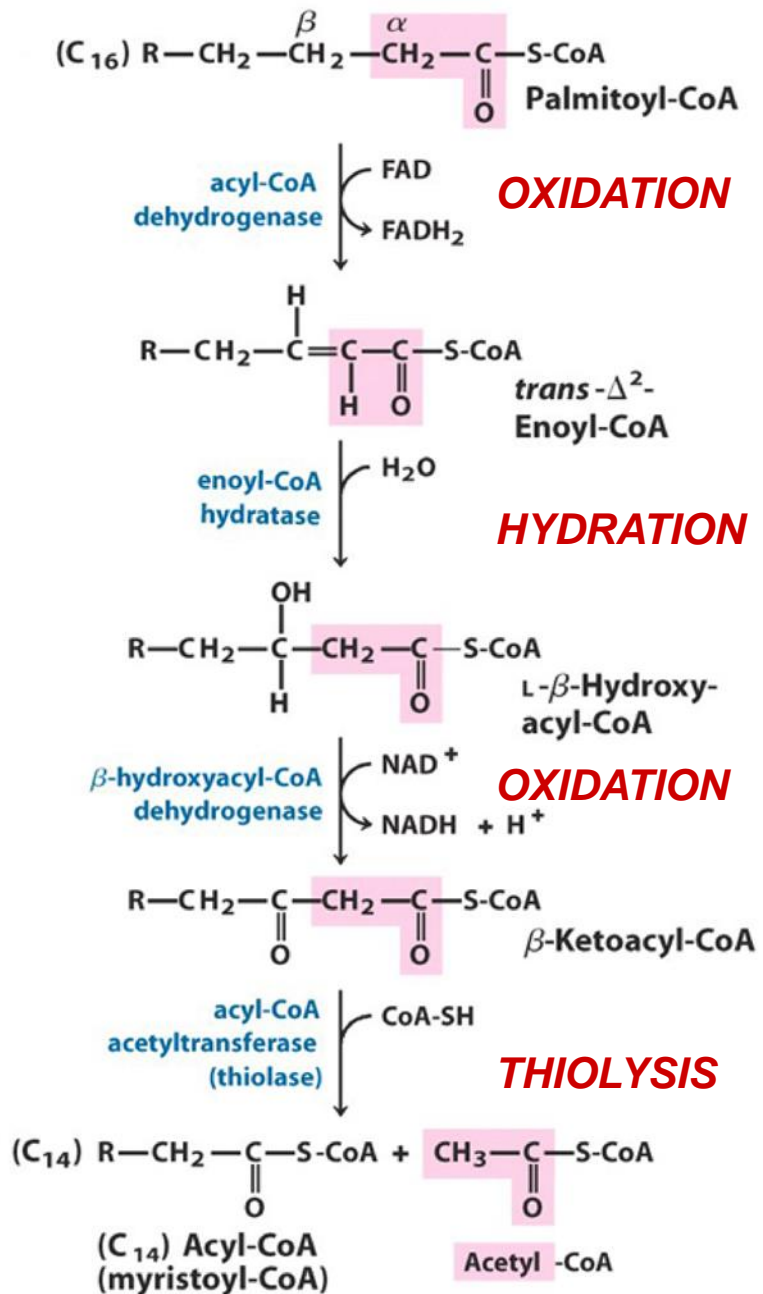
цусанд орж байгаа хиломикроны зарим хэсэг цусны хялгасан судасны ханаар нэвчин өөхний эдэд орж хадгалагдах ба зарим нь элгэнд очиж уурагтай нэгдэн липопротейдыг үүсгэнэ. Энергийн солилцоонд ороогүй тосны хүчил элгэнд очиж глицеринтэй нэгдэн триглицеридийг үүсгэнэ.



# Тосны хүчлийн $\beta$ исэлдэлт

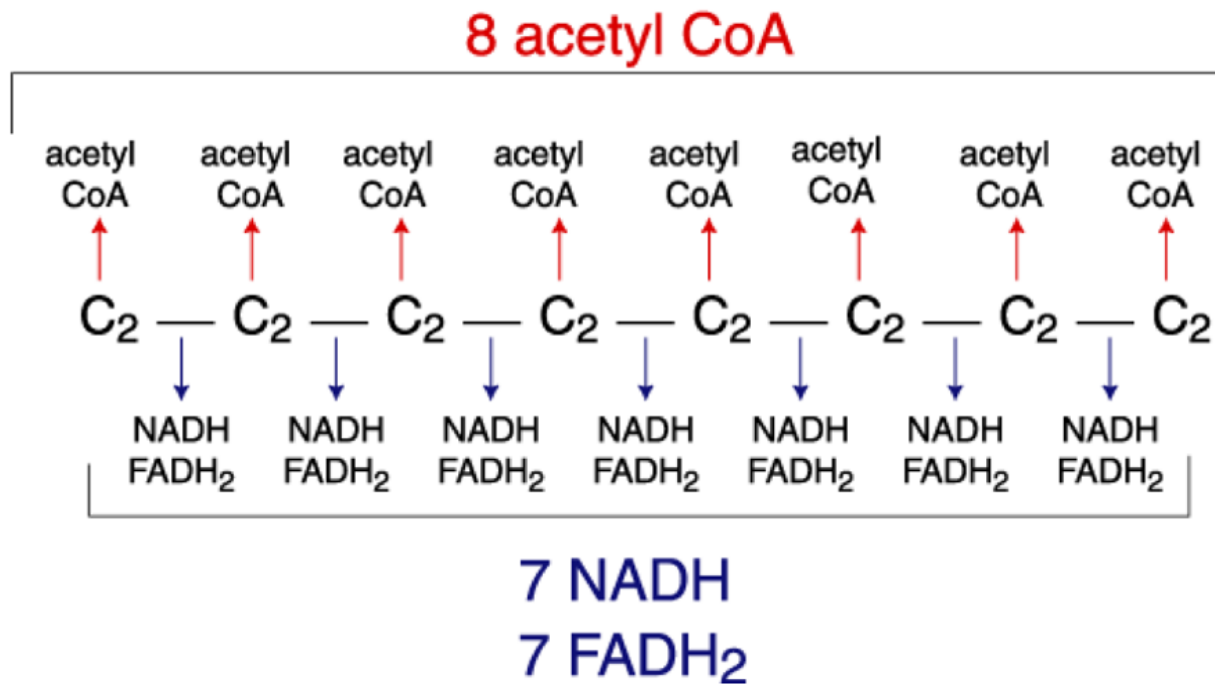
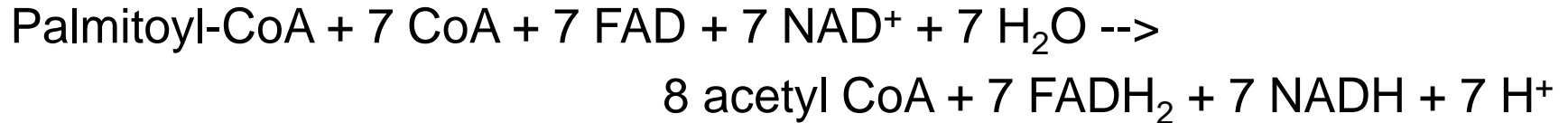
Тосны хүчлийн бетта исэлдэлт гэдэг нь тосны хүчлийн гинжин хэлхээ 2, 2 оороо ферментийн үйлчилгээгээр тасардаг урвал юм.

Тосны хүчил задрахын өмнө ацил-КоА хувирдаг.





# $\beta$ -oxidation reactions for palmitate (C<sub>16</sub>)



## **ATP currency exchange ratios**

31 NADH (31 x ~2.5 ATP) = ~77.5 ATP

15 FADH<sub>2</sub> (15 x ~1.5 ATP) = ~22.5 ATP

For a grand total = **100 ATP**

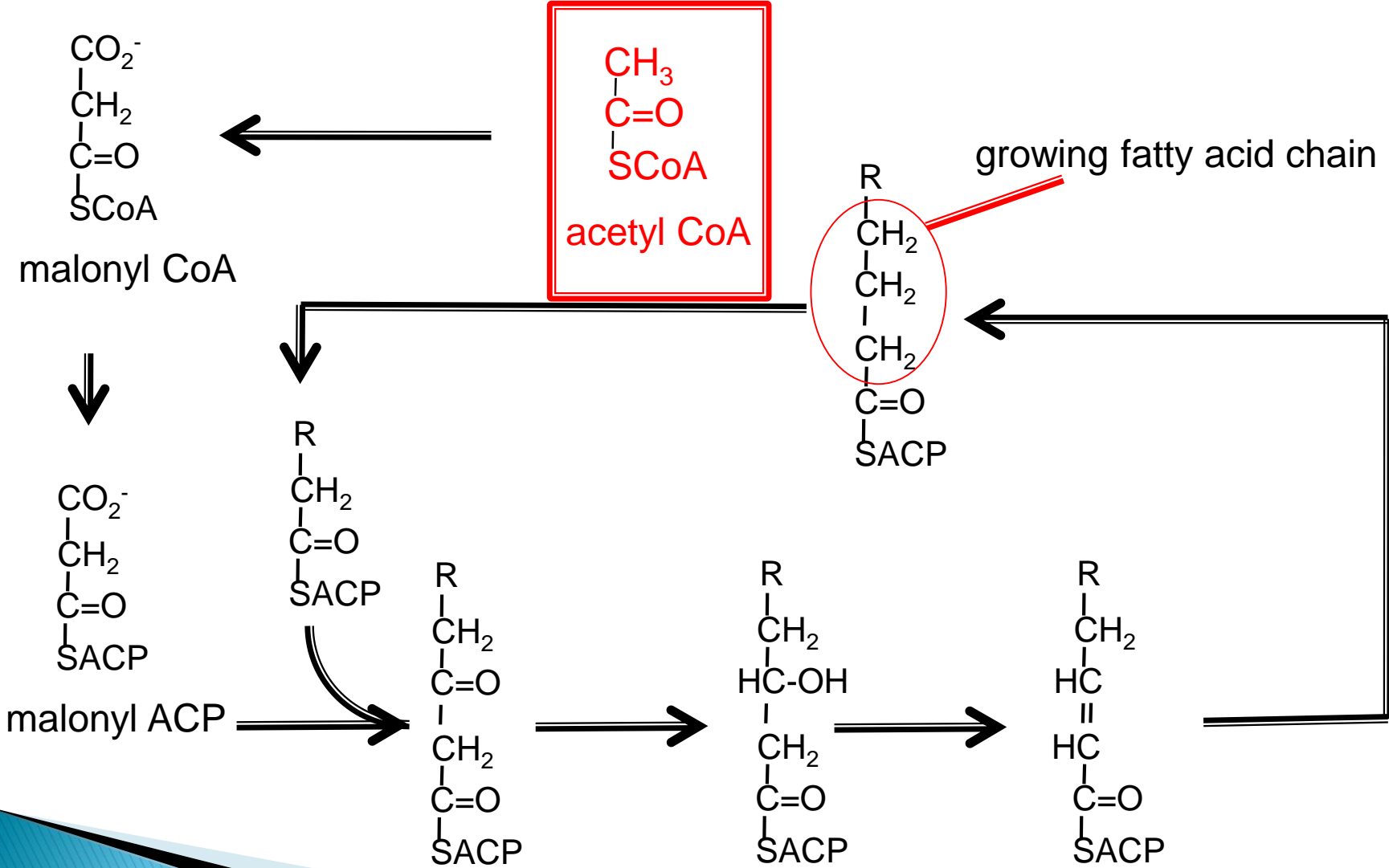
*After subtracting the 2 ATP required for fatty acyl CoA activation (AMP --> PP<sub>i</sub>)*

*And adding the 8 ATP obtained from eight turns of the citrate cycle;*

**The total payout for the complete oxidation of palmitate is 106 ATP**

**Мөн х хэмжээний ус үүсдэг**

# FATTY ACID SYNTHESIS FROM ACETYL CoA



# Metabolism Summary

