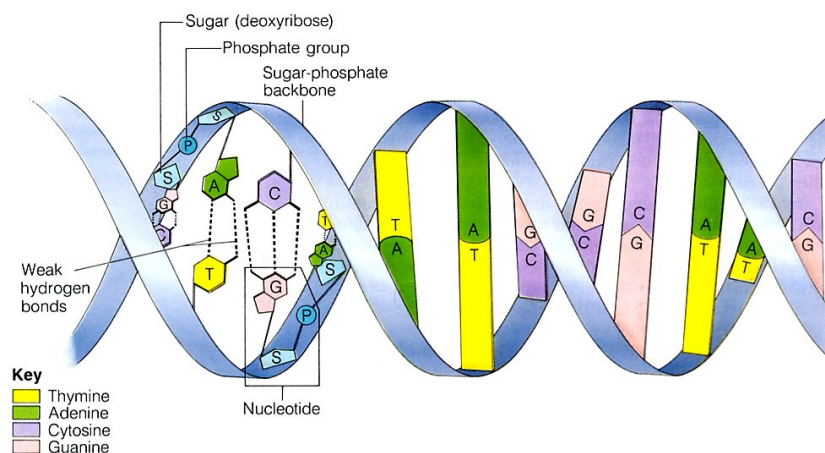


БИОХЕМИЈА

нерецензирана скрипта за студентите од
Земјоделскиот факултет при Универзитетот
„Гоце Делчев,, во Штип



Рубин Гулабоски

Лилјана Колева Гудева

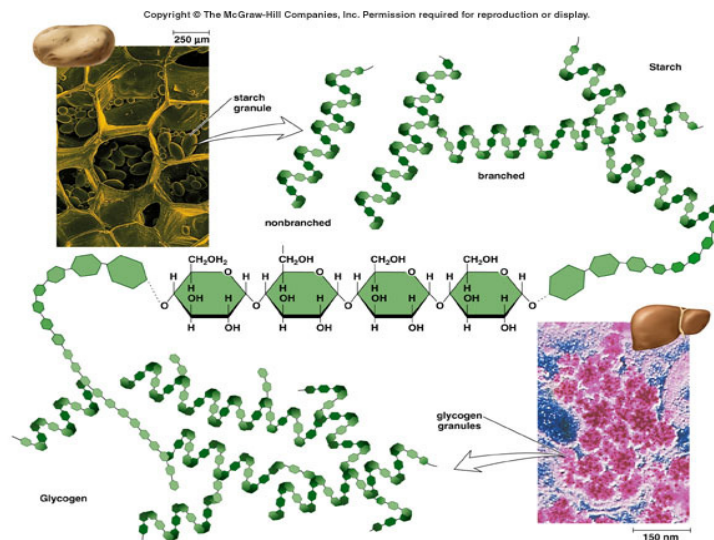
Билјана Балабанова

Биохемија

-Запамти: во биохемијата (скоро) сите процеси се поврзани со енергија и претворба на масата во енергија

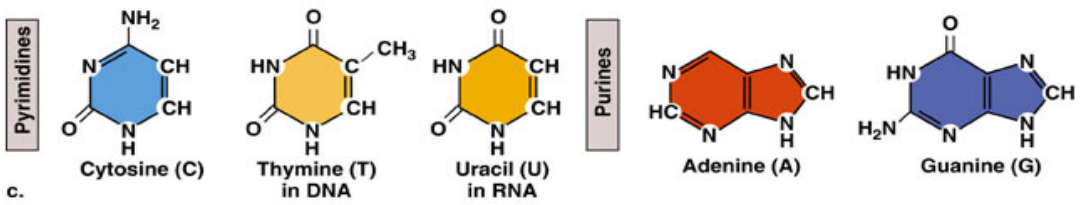
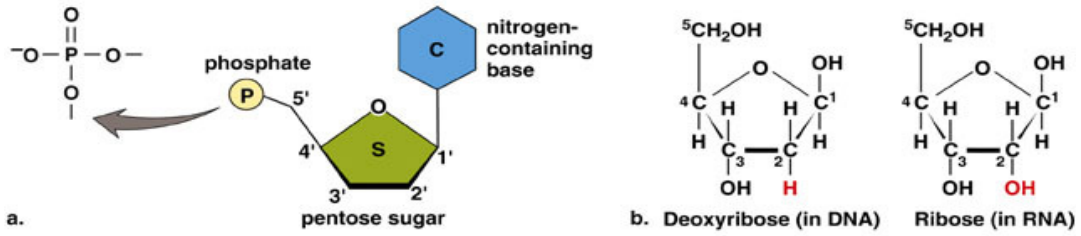
Вовед во биохемијата

Биохемијата е наука што ги проучува хемиските процеси што се одвиваат во живите организми. Биохемијата се занимава со изучување на структурите, механизмите на акција и функциите на клеточните супстанции како што се протеините, мастите, јаглехидратите и многу други органски молекули. Живите организми, чии процеси детално ги изучува биохемијата, се многу комплексни системи. На живите системи им се потребни милијарди хемиски реакции да се одвиваат истовремено и според точно определен редослед, со цел тие правилно се развиваат, опстанат и преживеат. Збирот на сите хемиски реакции што се одвиваат во живите организми е познат под името метаболизам. Кај биохемиските реакции што се одвиваат во живите системи, најголем дел од супстанците што земаат учество во тие реакции се од органска природа (органските соединенија, како што знаеме, се соединенија на јаглеродот). Значаен дел од органските соединенија во живите системи се т.н. макромлекули, односно молекулски системи составени од голем број на атоми и со релативно големи молекулски маси. Такви макромолекулски соединенија се протеините, мастите, нуклеинските киселини, јаглехидратите и сл. Во овој курс по биохемија ќе се фокусираме главно на структурите и функциите на овие макромлекули во живите организми, како и нивните интеракции со другите молекули. Хемиските реакции на овие макромлекули се понекогаш сосема различни од хемиските процеси што ги изучувавме во курсот по неорганска хемија. Хемиските реакции на главните макромолекулски соединенија се од особено значење за правилно функционирање и опстанок на живите системи. Со цел да добиеме некои основни претстави за комплексноста на макромолекулите, некои од овие макромлекули се дадени на следните слики.



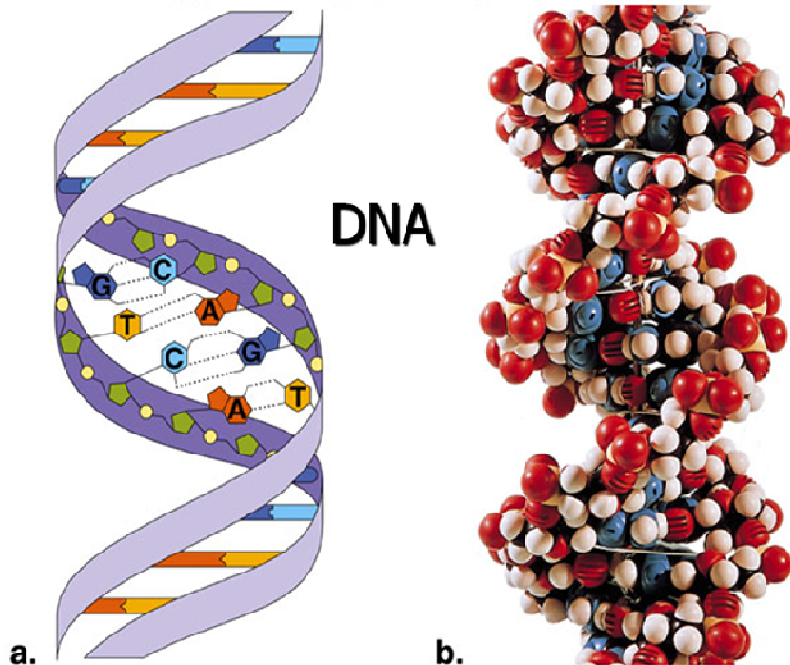
Приказ на молекула од полисахарид

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



леотиди и органски бази што влегуваат во состав на нуклеинските киселини Нук

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

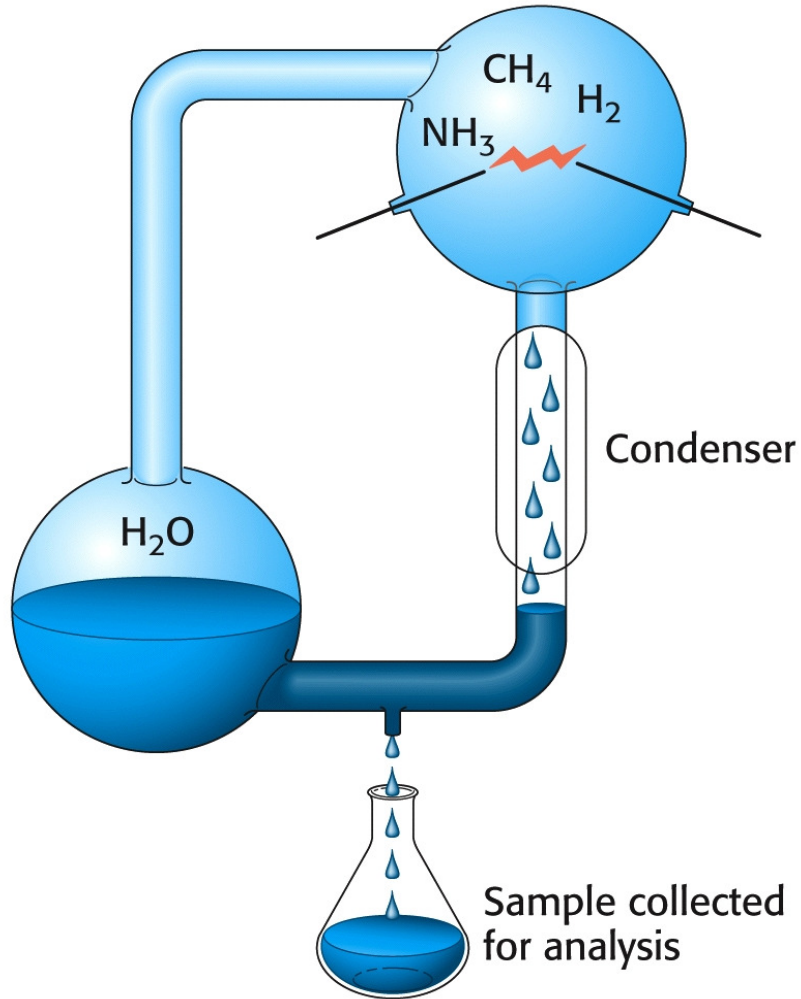


Дел од структурата на деоксирибонуклеинската киселина ДНК

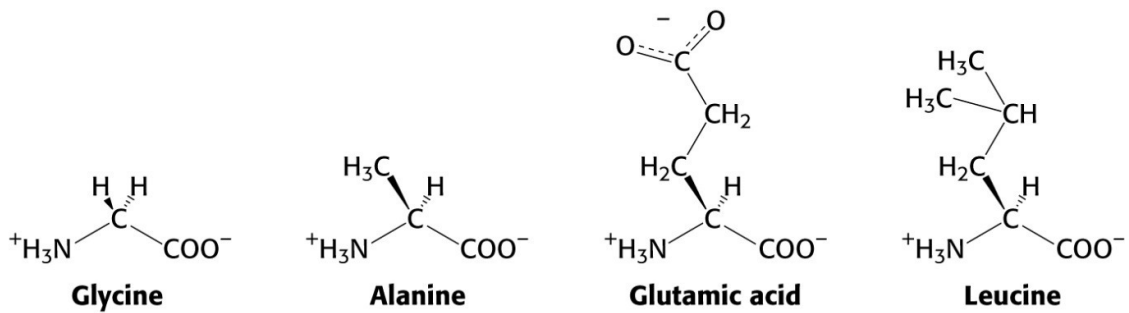
Настанување на основните органски молекули после настанувањето на Универзумот.

-Првобитни реакции после настанувањето на Универзумот: Експериментот на Urey-Miller, 1950

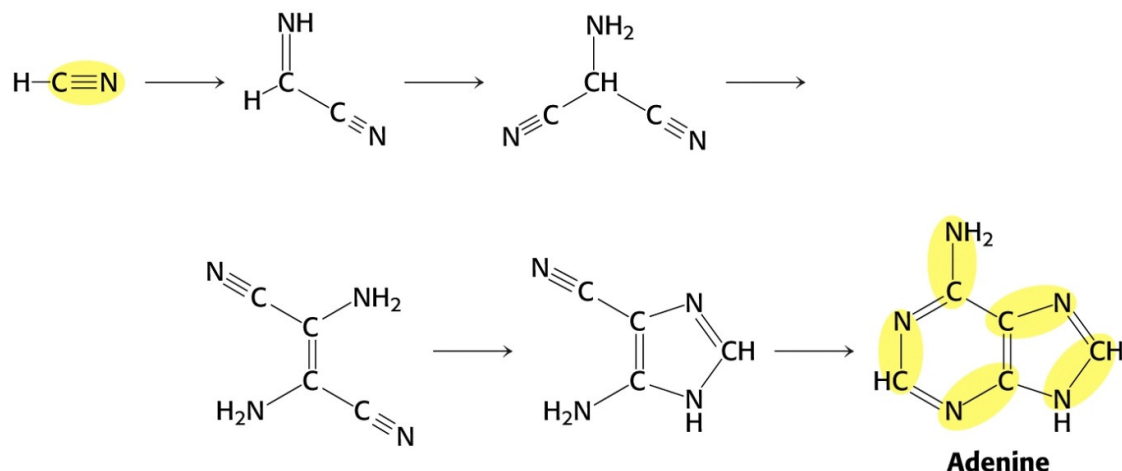
Една од најголемите мистерии при настанувањето на Универзумот и објаснувањето на настанувањето на животот на планетата Земја била како да се објасни настанувањето на молекулите што биле неопходни за настанувањето на животот. Во таа насока, првите резултати се направени во раните 50ти години на минатиот век од страна на двајца научници **Miller и Urey**. Имено, овие двајца научници сакале да ја проверат хипотезата за можноста од настанувањето на **биомолекули** во услови какви што владееле при настанувањето на универзумот. Во нивниот експеримент, овие научници ставиле во еден затворен сад едноставни хемиски супстанции како H_2O , CH_4 , NH_3 , H_2 и CO . Во тој систем научниците создале електрични искри, што требало да ги симулира електричните празнења од атмосферата што биле присутни после настанувањето на Универзумот. Откако отпочнале хемиските реакции во експерименталниот систем, Miller и Urey почнале да ги собираат продуктите од тие хемиски реакции, и да ги анализираат со помош на хроматографски методи. Притоа тие утврдиле дека околу 18% од молекулите на метан биле претворени во органски молекули. Како продукти од тој експеримент биле детектирани и голем број на есенцијални аминокиселини, што се главните составни компоненти во составот на протеините кои се едни од главните биомолекули неопходни за живот. Покрај тоа, биле детектирани и одреден број на органски бази (аденин, гванин) кои се главни составни компоненти на нуклеинските киселини. Овој експеримент на Miller и Urey покажал дека во условите што владееле на Земјата при нејзиното создавање било возможно да се синтетизираат (преку хемиски реакции) голем број од биолошки значајните молекули. Она што експериментот на Miller и Urey не можел да го покаже е како доаѓа до креирање на големи структури (макромолекули) во тој систем. Во секој случај, експериментот на Miller и Urey претставувал значаен придонес кон научната хипотеза дека создавањето на животот на Земјата бил возможен преку хемиски реакции од простите супстанции што тогаш постоеле. Овој експеримент на Miller и Urey бил повторен во 2008 година, и притоа биле детектирани уште 8 други аминокиселини што не можеле да се докажат при првобитниот експеримент на Miller и Urey во 50тите години на минатиот век. На долната шема претставен е прототипниот систем во кој Miller и Urey го извеле нивниот познат експеримент, а во долните табели дадени се некои од органските биолошки соединенија што биле детектирани како продукти при овој експеримент.



Аминокиселини добиени од Urey-Miller Експериментот

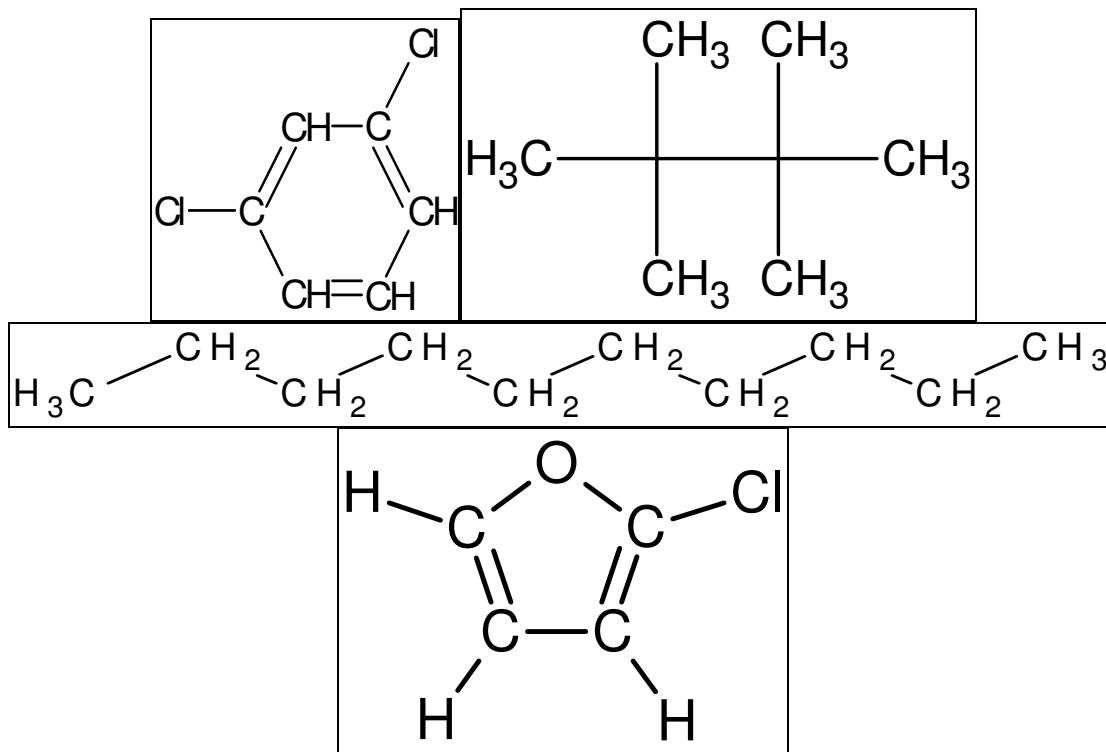


Настанување на аденин при експериментот на Miller и Urey со кондензација на HCN

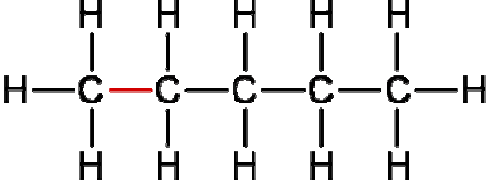
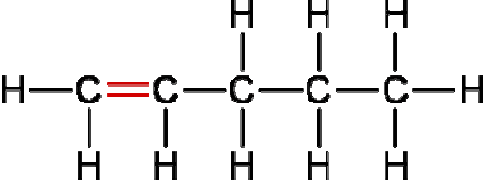
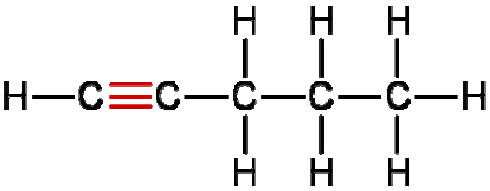
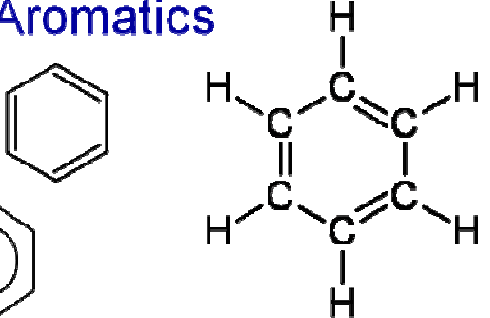


Краток преглед на функционалните групи во органската хемија

Едно од карактеристичните својства на јаглеродот е тоа што тој може да учествува во формирање на четири ковалентни врски помеѓу сопствените атоми, или со атоми од други елементи од периодниот систем. Треба да запамтите дека јаглеродот во сите соединенија е 4тири валентен, односно секој C-атом во органските соединенија е поврзан со четири врски со други истоимени или различни атоми. Некои од можните поврзувања на јаглеродните атоми во органските соединенија се дадени кај следните органски молекули:



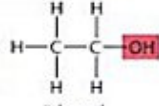
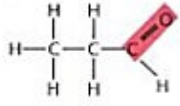
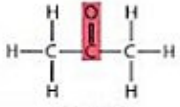
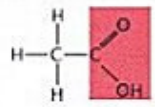
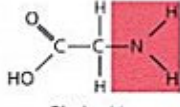
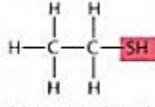
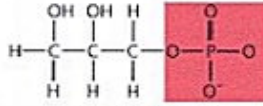
Некои карактеристични типови на органски соединенија на јаглеродот се дадени во следната табела

<p>Alkanes $C - C$</p> 	<p>Alkenes $C = C$</p> 
<p>Alkynes $C \equiv C$</p> 	<p>Aromatics</p> 

Функционални групи

Како што изучувавме во курсот по Органска хемија, секое органско соединение се разликува од другите органски соединенија според природата на **функционалните групи** што ги содржи во својот состав. Функционалните групи се специфични делови од дадена органска молекула кои ги даваат карактеристичните својства на целата органска молекула. Во природата постојат околу 100 различни функционални групи, а од нив за нашиот курс позначајни се 10тина. Така на пример, една карактеристична функционална група е хидроксилната **ОН** група. Оваа група е присутна кај соединенијата познати како алкохоли, и таа група им дава поларен карактер на алкохолите и ги прави овие соединенија да се добро растворливи во вода. Исто така треба да запамтиме дека својствата на органските соединенија како што се точката на вриење или на топење, нивната растворливост во вода или во масти се најмногу зависни од природата на функционалната група во нивната структура.

Неколку карактеристични функционални групи кај органските соединенија се дадени во следната табела.

FUNCTIONAL GROUP	FORMULA*	NAME OF COMPOUNDS	EXAMPLE
Hydroxyl	$R-OH$	Alcohols	 Ethanol (the drug of alcoholic beverages)
Carbonyl	$R-C(=O)H$ $R-C(=O)R$	Aldehydes Ketones	 Propanal  Acetone
Carboxyl	$R-C(=O)OH$ (non-ionized) $R-C(=O)O^-$ (ionized)	Carboxylic acids	 Acetic acid** (the acid of vinegar)
Amino	$R-NH_2$ (non-ionized) $R-NH_3^+$ (ionized)	Amines	 Glycine** (an amino acid)
Sulphydryl	$R-SH$	Thiols	 Mercaptoethanol
Phosphate	$R-O-P(=O)(OH)_2$	Organic phosphates	 Glycerol phosphate

*The letter R symbolizes the carbon skeleton to which the functional group is attached.

**The ionized forms of the carboxyl and amino groups prevail in cells. However, acetic acid and glycine are represented here in their non-ionized forms.

Да запамтите дека

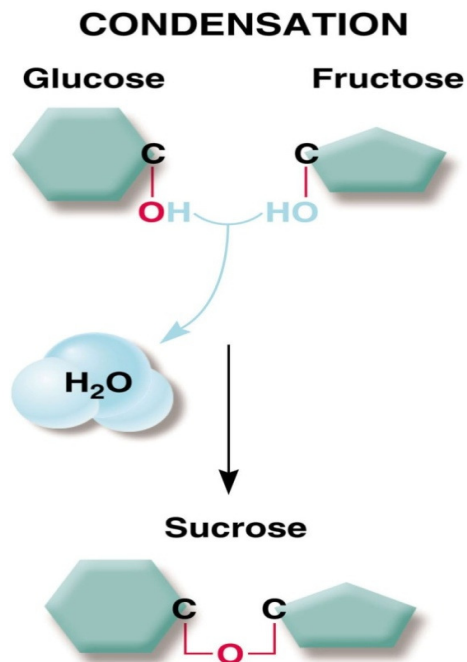
- “Хидроксилна група” е $-OH$ (алкохолите и фенолите ја содржат оваа група, а ја има и кај јаглехидратите)
- “карбонилната група” е $C=O$ (оваа група ја има кај алдеихидите и кетоните, а исто така и кај јаглехидратите)
- “карбоксилната група” е $COOH$ (оваа група ја има во составот на органските киселини и аминокиселините)
- Амино група NH_2 -ја има во составот на амините и на аминокиселините

Значајни термини што треба да ги запамтимо за органските биосоединенија

- Големите органски соединенија се составени од голем број од едноставни молекули наречени мономери (моно = еден)
- Мономерите може да се поврзуваат помеѓу себе и да даваат комплексни молекули наречени полимери (поли = многу).
- Полимерите се состојат од мономерни единици што редоследно се повторуваат, создавајќи на тој начин макромолекули
- Мономерите се поврзуваат меѓу себе и градат полимери во реакции што се наречени „реакции на кондензација„. При формирањето на полимерите, најчесто се формира вода како продукт.

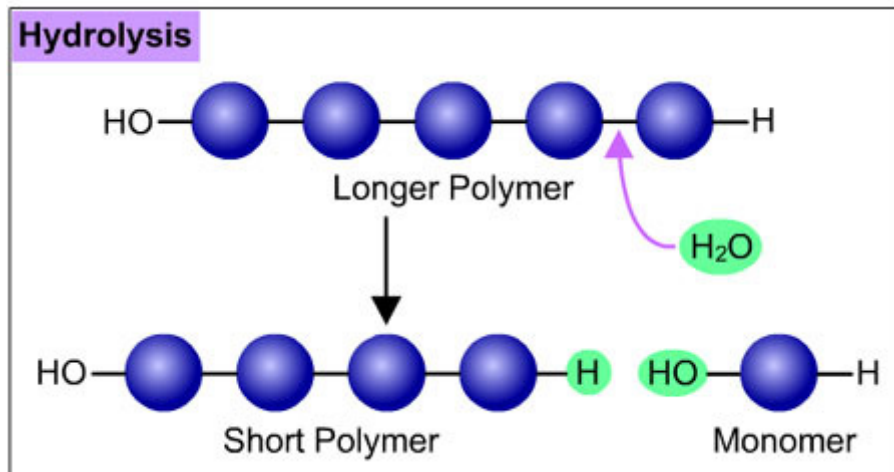
-Пример: при формирањето на сахарозата (обичен шеќер) доаѓа до комбинирање (кондензација) на глюкоза и фруктоза (тие се мономерни најпрости шеќери). Притоа се добива сахароза која е дисахарид.

Кај оваа хемиска реакција, молекулата на гликоза учествува во реакцијата со OH^- јон, додека молекулата на фруктоза дава протон H^+ . Така, OH^- и H^+ јоните се комбинираат и даваат молекула на вода, а притоа доаѓа до кондензација на молекулите на гликоза и фруктоза во една поголема молекула-сахароза.



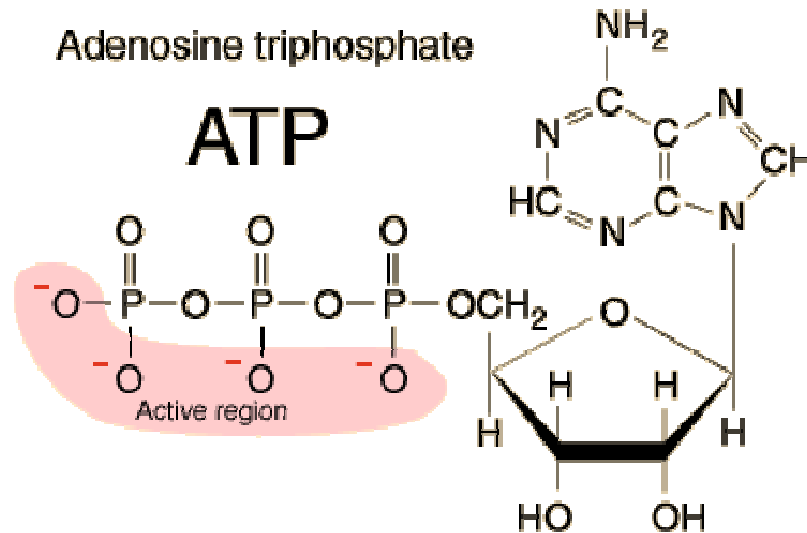
Разрушувањето на комплексните полимерни молекули најчесто се одвива преку процес наречен хидролиза.

Хидролизата е обратна реакција од реакцијата на кондензација. Притоа, доаѓа до адиција (додавање) на вода кон молекулите на полимерот што доведува до кинење на врските во структурата на полимерот. Притоа се ослободува енергија како резултат на кинењето на врските.



Молекули што се неопходни за животот

- Треба да запомнине дека (најмалку) четири класи на органски соединенија се есенцијални (неопходни) за одвивање на сите витални процеси кај живите организми, а тоа се: *Јаглехидратите*, *Мастите*, *Протеините* и *Нуклеинските Киселини* (DNA, RNA). Овие класи на соединенија се во најголем дел изградени во јаглерод, водород и кислород, при што овие елементи се појавуваат во различни односи кај 4-тите различни класи на соединенија.
- За успешно функционирање на клетките, потребна е **енергија** за правилно одвивање на хемиските реакции во клетките на живите организми. Неопходната енергија за одвивање на виталните процеси во клетките се обезбедува преку соединенијата што содржат големо количество на скриена потенцијална енергија во своите структури (односно во нивните хемиски врски). Во најголем број од хемиските реакции, енергијата за нивно правилно одвивање се добива од протеините, мастите и шеќерите. Сите овие соединенија се полимерни (макромолекули) и тие содржат голем број на хемиски врски во својата структура. При раскинувањето на тие врски се ослободува енергија што е неопходна за правилно функционирање на клетките. Покрај енергијата што се добива од протеините, мастите и јаглехидратите, друг главен извор на енергија е молекулата на аденозин трифосфат (АТФ), која во својата структура содржи огромна количина на енергија. Молекулата на Аденозин трифосфат е изградена од шеќер (рибоза), молекула на аденин и ланец од три фосфатни групи. Кога врските помеѓу фосфатните групи во молекулата на АТФ ќе се скинат, се ослободува голема количина на енергија што потоа бива употребена од клетките за одвивање на биохемиските процеси во нив.



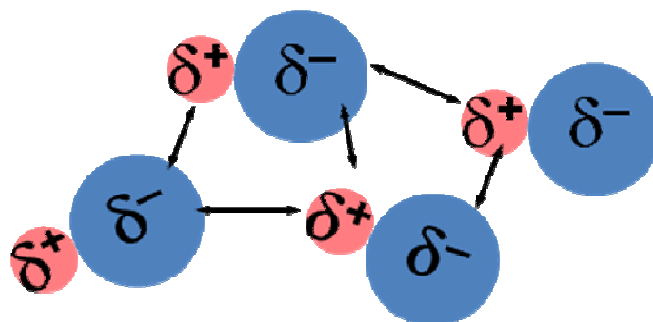
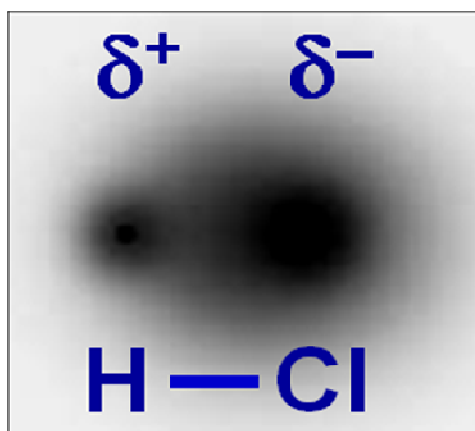
Структура на молекулата на аденозин три фосфат АТФ

Карактеристични видови на сили и интеракции во биохемијата

За да ги запознаеме полесно поголем дел од својствата на органските молекули, потребно е да ги знаеме основните сили и интеракции што може да постојат помеѓу истоимените и разноимените органски молекули. Силите помеѓу молекулите главно може да се поделат на *интрамолекуларни* и *интермолекуларни сили*.

- *Интрамолекуларните сили* се оние сили кои што постојат помеѓу различните атоми или атомски групи во рамките на една иста молекула. Тие сили се хемиските врски што постојат помеѓу атомите во рамките на една иста молекула и нив ги изушивме во курсот по општа хемија. Освен хемиските врски, во рамките на една иста молекула може да постојат и интеракции помеѓу (несоседни) атоми што не се директно поврзани со хемиска врска. Така на пример, доколку во рамките на една органска молекула постојат две поларни групи во непосредна близина, возможно е да постои интеракција (привлекување или одбивање) помеѓу тие две групи. Доколку пак една од групите содржи водород што е поврзан со некој поелектронегативен елемент (кислород или сулфур, на пример), тогаш возможно е да постои и водородна врска во рамките на една иста молекула. Вакви интрамолекуларни врски обично се среќаваат кај големите органски молекули, најчесто кај протеините.
- *Интермолекуларните сили* се оние сили кај кои постојат меѓусебни интеракции помеѓу атоми што припаѓаат на различни молекули. Вакви интермолекуларни сили се јонските интеракции, дипол-дипол интеракциите, Водородната врска, и Лондоновските (или вандервасловите) сили. Кај јонските и дипол-дипол интеракциите, постои

привлекување помеѓу атомите од различните молекули кај кои постои значајна сепарација на полнеж. Имено, доколку во рамките на едната молекула постои група (атом) која е позитивно наелектризирана, а во другата (различна по природа од првата) молекула постои негативно наелектризиран атом или атомска група, тогаш може да дојде до привлекување на позитивниот дел од првата молекула со негативниот дел од другата молекула. На овој начин ќе дојде до привлекување на двете различни молекули.



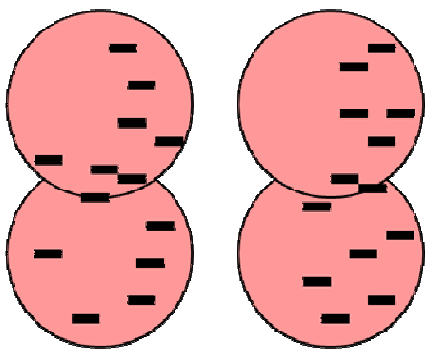
Пример за дипол и за дипол-дипол интеракции

Водородната врска е специјален тип на врска при која доаѓа до интеракции помеѓу различни молекули, доколку кај едната молекула постои водороден H атом што е поврзан за некој електронегативен атом како N, O, или F (т.е. атом што ги привлекува кон себе електроните од врската со водородниот атом, и така го остава водородниот атом со парцијален позитивен полнеж). Оваа водородна врска е делумно силна врска и е од поларен карактер.

Лондонските (или вандервалсовските) сили помеѓу различните молекули се во суштина дисперзиони сили. Имено, кога имаме неполарни молекули, кај нив не

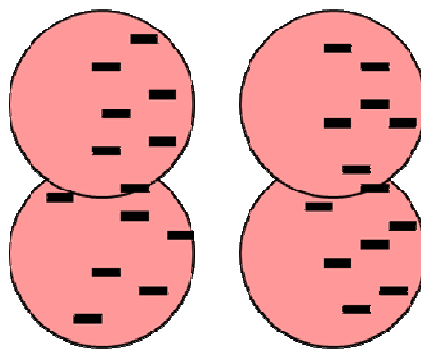
постојат диполи (поларни делови) што би можеле да влезат во меѓусебни интеракции. Меѓутоа, поради постојаното движење на електроните околу атомите што се поврзани со хемиска врска, можно е во одреден момент да дојде до моментално сконцентриравање на полнеж на едната страна од молекулата. Тоа ќе доведе во постоење во одреден дел од времето на на слаб диполен момент, Така, тој дипол од едната молекула ќе биде во можност да стапи во интеракција со спортивниот дел од диполот на друга неполарна молекула, и на тој начин може да дојде до привлекување помеѓу две неполарни молекули.

Instantaneous dipole:



Eventually electrons are situated so that tiny dipoles form

Induced dipole:



A dipole forms in one atom or molecule, inducing a dipole in the other

Пример за настанување на лондонски интеракции помеѓу неполарни молекули

Овие лондонски дисперзни сили се карактеристични кај најголем дел од неполарните органски соединенија, како алканите, алкените и ароматичните јаглеродороди.

Поим за клетка и структура на клетката



КЛЕТКА

-дефиниции, функции и структура-

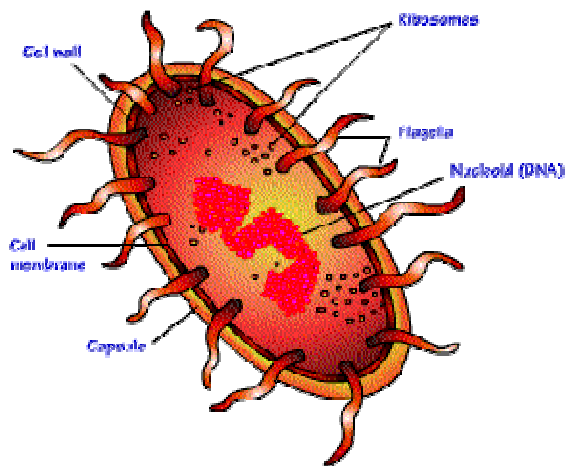
Клетка е основна структурна и функционална единица кај сите живи организми.

- Сите живи организми се изградени од клетки.
- Клетките се најмалите работни ќелии кај живите организми.
- Сите биохемиски процеси во живите организми се одвиваат во клетките.

Генерално постојат два типа на клетки и тоа

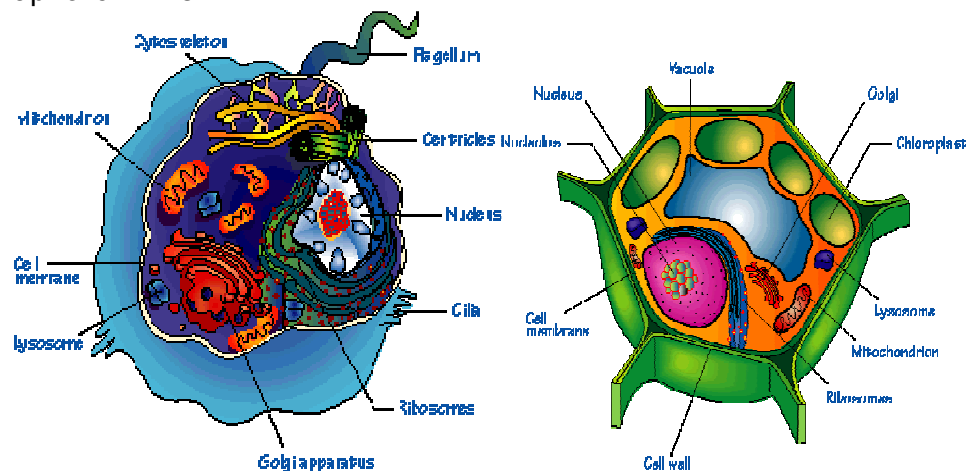
- Прокариотски и
- Еукариотски

Кај прокариотските клетки не постои структура што е обиколена со мембрана. Во нив има малку внатрешни структури. Од вакви клетки се изградени едноклеточните организми-бактериите



пример за прокариотска клетка

- За разлика од прокариотските клетки, еукариотските клетки одржат органели (телца во клетката со специфични функции) кои се обиколени со мембрани. Најголем број од живите организми се изградени од еукариотски клетки.



Структура на животинска (лево) и растителна (десно) еукариотска клетка

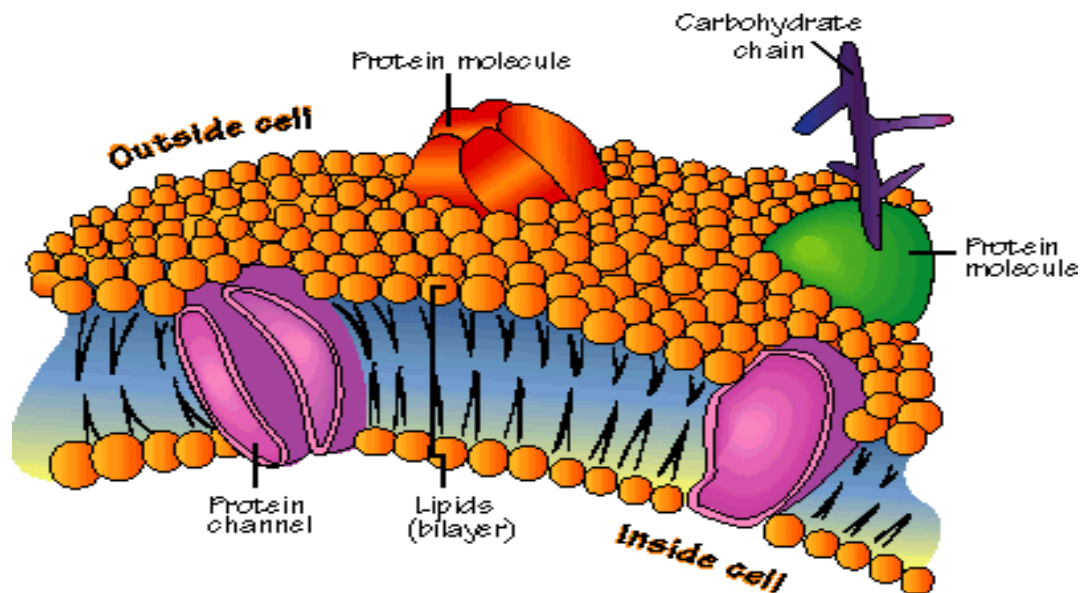
Структура на клетките

Генерално гледано, секоја клетка се состои од јадро, цитоплазма и клеточна мембрана. Во јадрото и во цитоплазмата се сместени поголем број на органели. **Органелите** се посебни форми во внатрешноста на клетката кои извршуваат специфични функции. Во овој дел накратко ќе ги претставиме деловите и некои од основните функции на сите позначајни делови од клетките.

Надворешна структура на клетките

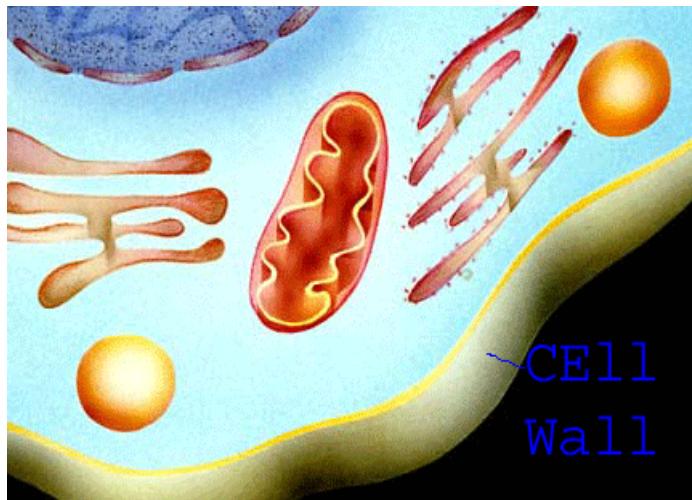
Клеточна мембрана

- Е надворешна мембрана на клетката што ги контролира движењата во и надвор од клетката
- Изградена е од двоен липиден слој, протеини, јаглехидрати... ептен сложена структура



Приказ на клеточна мембрана

- **Клеточен ѕид**
- Најчесто се среќава кај растителните клетки и бактериите
- Ги штити клетките (најчесто) од механички влијанија



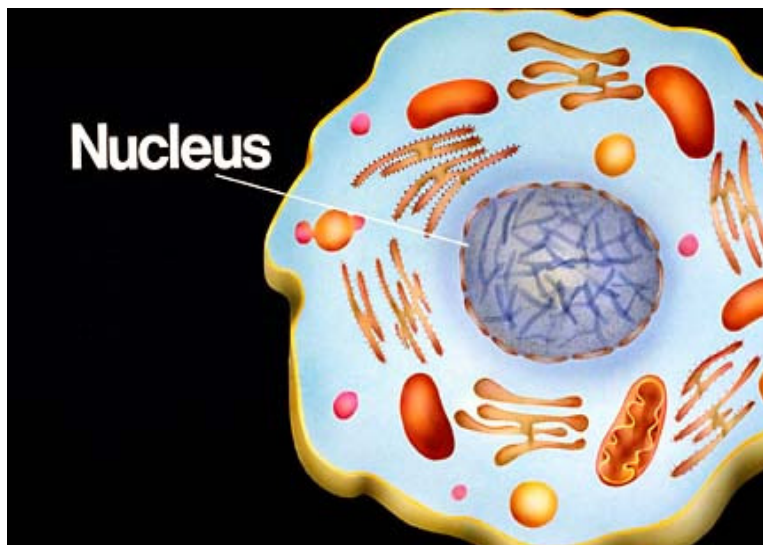
клеточен ѕид (cell wall)

Внатрешна структура на клетките

-се состои главно од јадро и цитоплазма

Јадро (Nucleus)

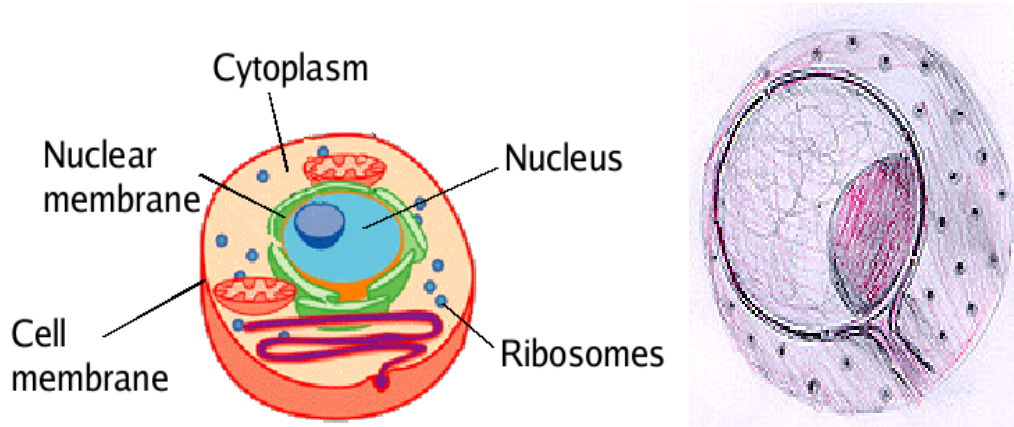
- Ги определува функциите и активностите на клетките
- Одделен е од цитоплазмата со јадрена мембрана
- содржи генетски материјал - DNA



приказ на јадрото

Мембрана на јадрото

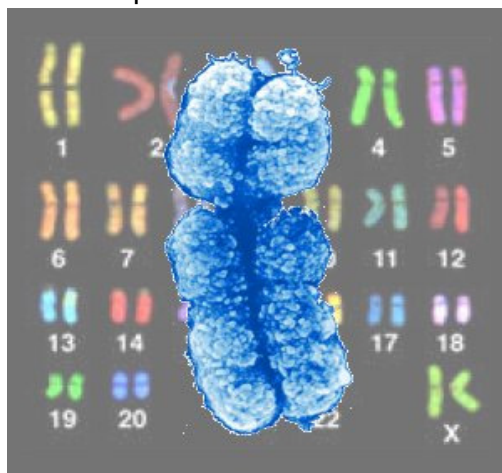
- Го обиколува јадрото
- Изградена е од два слоја
- Кога се отвора, тогаш овозможува материјал да влегува или да излегува од јадрото



Шематски приказ на јадрената мембрана

Хромозоми

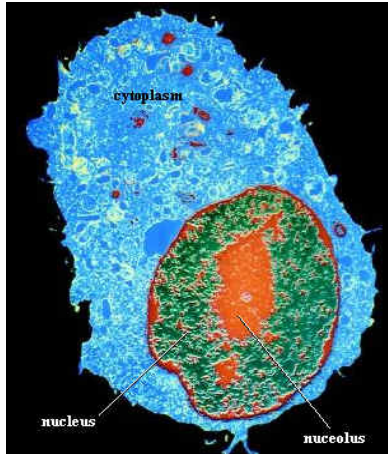
- се структури што се наоѓаат во јадрото
- Изградени се од DNA
- Содржат инструкции за карактеристиките и наследните особини кај живите организми



Приказ на хромозоми

Нуклеоли

- Се телца сместени во внатрешноста на јадрото
- Содржат RNA со чија помош може да се синтетизираат протеини во клетките

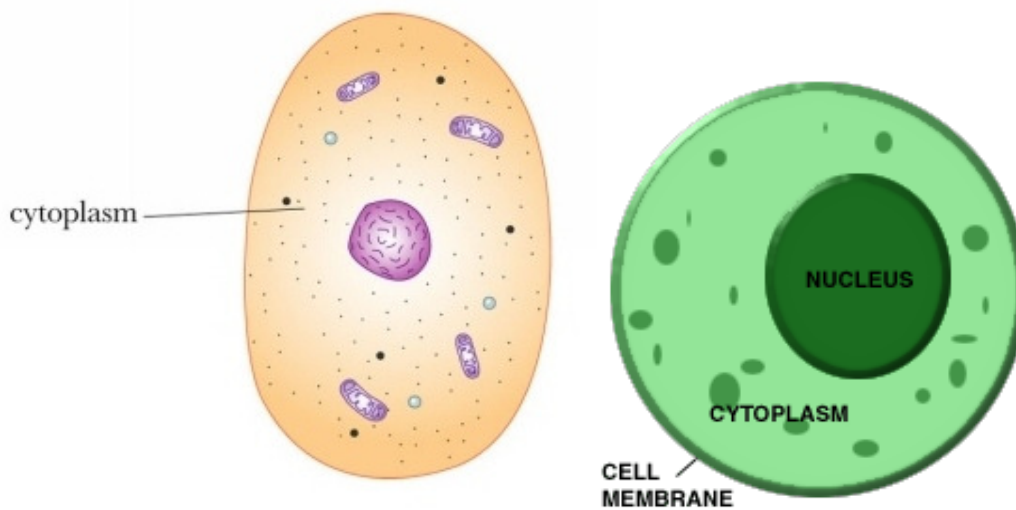


Приказ на нуклеолите во јадрото на клетката

Цитоплазма

- Волуминозна смеса што наликува на гел
- Обиколена е со клеточна мембрана
- Содржи „наследен„ материјал односно

супстанции што се одговорни за пренесување на наследните особини

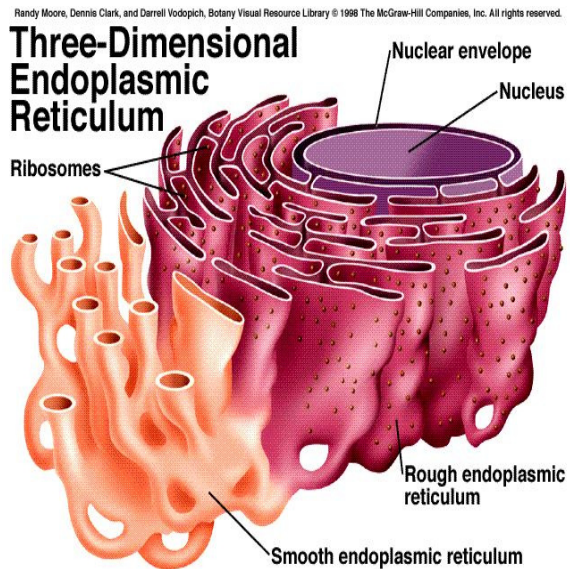


Шематски приказ на цитоплазмата

Органели во цитоплазмата

1. Ендоплазматичен ретикулум (ЕР)

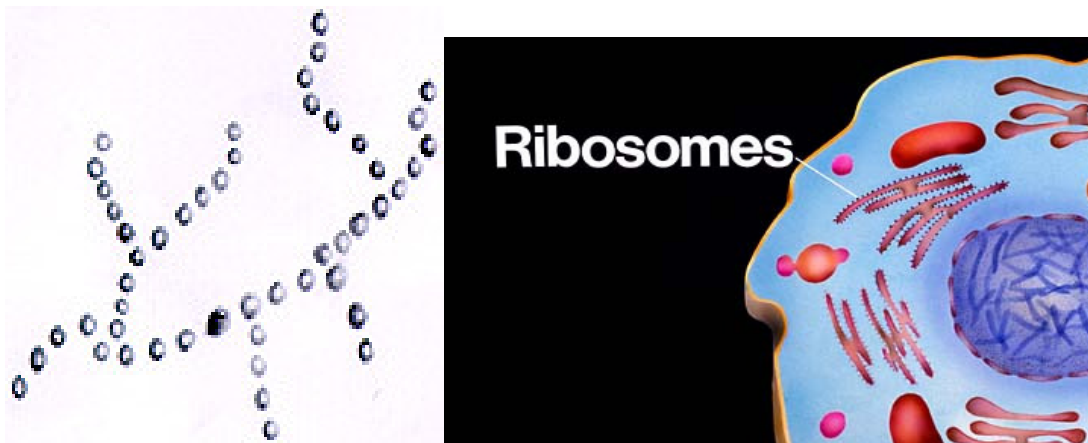
- Ги движи супстанците во клетката
- Мазен тип на ЕР: има недостаток од рибозоми
- Груп тип на ЕР: содржи рибозоми вметнати на површината



приказ на ендоплазматичен ретикулум

Рибозоми

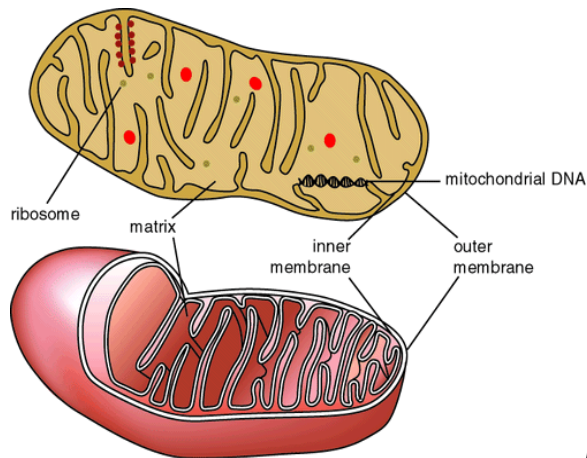
- Секоја клетка содржи илјадници рибозоми
- Тие се структурите кои помагаат во синтезата на протеините



Шематски приказ на рибозомите (фабрики за РНК)

Митохондрии

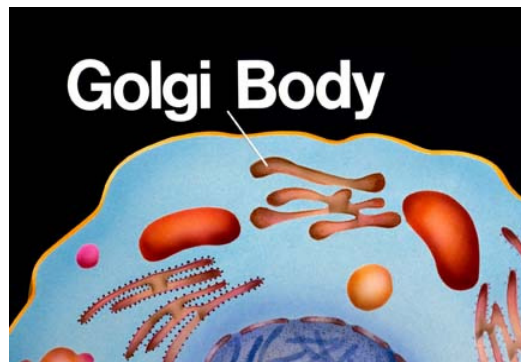
- Произведуваат енергија во форма на АТП преку биохемиски реакции на разградување на јаглехидратите и липидите
- Го контролира нивото на вода и други материи во клетките
- Ги рециклира и деградира протеините, липидите и јаглехидратите
- Има двојна мембрана во својот состав



приказ на митохондрија

Golgi тела

- Врши Protein 'пакување на протеините,, откако тие ќе бидат синтетизирани
- Ги движи супстанците низ клетката и надвор од клетката



приказ на голги телца

Лизозоми

- Тоа се „варивни фабрики,, за протеините липидите и јаглехидратите
- Ги транспортираат несварените и неразградените материи до клеточните мембрани за да бидат отстранети од клетката
- Клетките се распрскуваат доколку лизозомите пукнат



приказ на лизозомите

Вакуоли (кај растителните клетки)

- Тоа се „кеси,, врзани за клеточната мембрана што служат за складирање, варење и исфрлање на отпадот од клетките
- Содржат воден раствор
- Им помагаат на растенијата да ја сочуваат формата

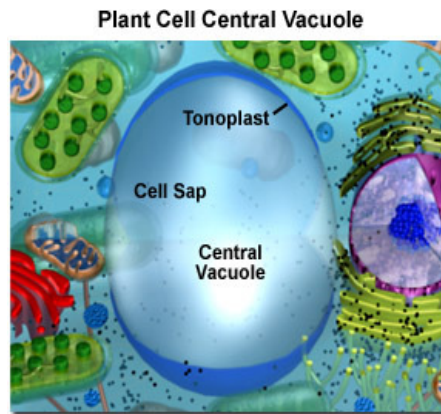
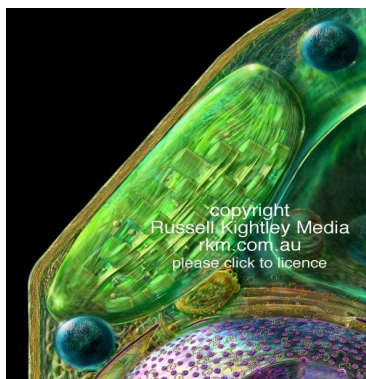


Figure 1 *приказ на една вакуола*

Хлоропласти

- Најчесто се присутни во растителните клетки
- Содржи зелен хлорофил
- Во овие органели се одвива процесот на фотосинтеза



приказ на еден хлоропласт

Основни класи на органски соединенија значајни во биохемијата. Карактеристики и функции

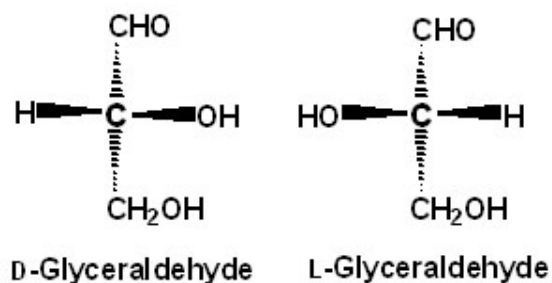
Јаглехидрати (шеќери)

Јаглехидратите се соединенија на јаглеродот кои содржат голем број на хидроксилни групи во својата структура. Во прво време, бидејќи според составот содржеле само јаглерод водород и кислород, се мислело дека тие се некои кристалохидрати на јаглеродот (т.е. соединенија на јаглеродот што содржат определен број на молекули вода), па затоа и го добиле името јаглехидрати. Подоцна се испоставило дека само случајно односот на водород и кислород во јаглехидратите бил идентичен како и во водата, и дека овие соединенија не се хидрати на јаглеродот туку имаат посебни специфични својства. Карактеристично својство за јаглехидратите е што содржат *алдехидна или кето група* во својата структура. Според тоа, дефиницијата за јаглехидрати би била: **јаглехидрати се полихидроксилни аледихиди или кетони**. Јаглехидратите може да се поделат на моносахариди, олигосахариди и полисахариди. **Моносахаридите се прости јаглехидрати** и кај нив е присутна само една проста јаглехидратна единица. Доколку имаме од 2 до 10 јаглехидратни структурни единици, меѓусебно поврзани со т.н. гликозидни врски, тогаш таквите јаглехидрати ги нарекуваме олигосахариди. **Полисахаридите се многу поголеми олигосахариди кои во својот состав содржат и повеќе од 100 структурни јаглехидратни единици**. Присуството на поларни хидроксилни групи ги прави јаглехидратите да можат да стапуваат во интеркации со молекулите од вода, и да градат водородни врски. Тоа пак, овозможува, најголем број од јаглехидратите да бидат доста добро растворливи во вода. Освен јаглерод, водород и кислород, постојат и јаглехидрати што во својот состав содржат и атоми на други елементи, како азот, фосфор или сулфур. Јаглехидратите може да стапуваат во хемиски реакции со липидите и протеините и да градат соединенија гликолипиди и гликопротеини.

Номенклатура на јаглехидратите

Најголем дел од јаглехидратите што се наоѓаат во живите организми се блиски според структурата со глицералдехидот, кој е јаглехидрат од групата алдотриози (алдотриози значи имаат алдехидна група и вкупно три С атоми во структурата). Доста голем дел од јаглехидратите во живите организми имаат структура блиска со структурата на дихидроксиацетонот, кој пак е шеќер од групата на кетотриози (има значи кето група во својот состав и вкупно три С-атоми). Карактеристично за *јаглехидратите* е *тоа што содржат најмалку еден асиметричен (или хирален) јаглероден атом*. Како што рековме, **хирален јаглероден атом е оној С атом кој е поврзан со четири различни функционални групи**. Присуството на хирален С атом во структурата на јаглехидратите ги прави овие соединенија да бидат *оптички активни соединенија*, односно да имаат својство да ја вртат рамнината на поларизираната светлина на лево и на десно. Тоа значи дека јаглехидратите може да постојат во една од двете можни конформации, што е определено од

ориентацијата на хидроксилната група околу хиралниот C-атом што е најоддалечен од C-атомот на функционалната карбонилна група. Така на пример, глицералдехидот може да постои како д-глицералдехид (кога OH групата на хиралниот C-атом е од десната страна) или како л-глицералдехид (кога OH групата на хиралниот C-атом е од левата страна). Со неколку исклучоци, јаглехидратите од физиолошка важност се скоро секогаш во д-конформација. Парот од д и л конформации, кои се однесуваат како предмет и лик во огледало, се нарекуваат *енантиомери*.



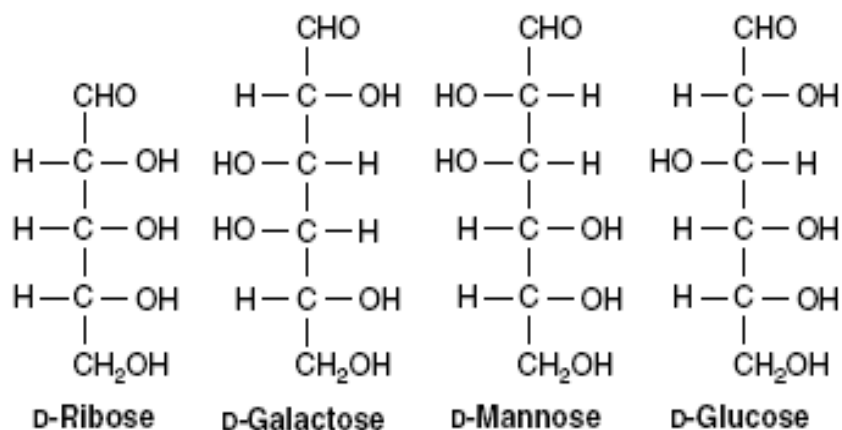
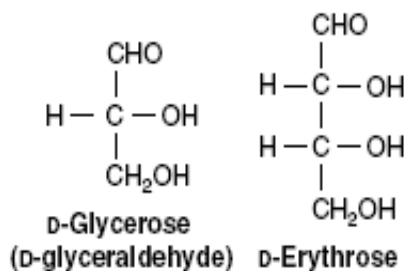
Моносахариди

Моносахаридите најчесто се именуваат според бројот на јаглеродните атоми што се во структурата на соодветниот јаглехидрат. Најважните моносахариди содржат 4 до 6 C атоми во својата структура. Некои од поважните моносахариди се дадени во следната табела:

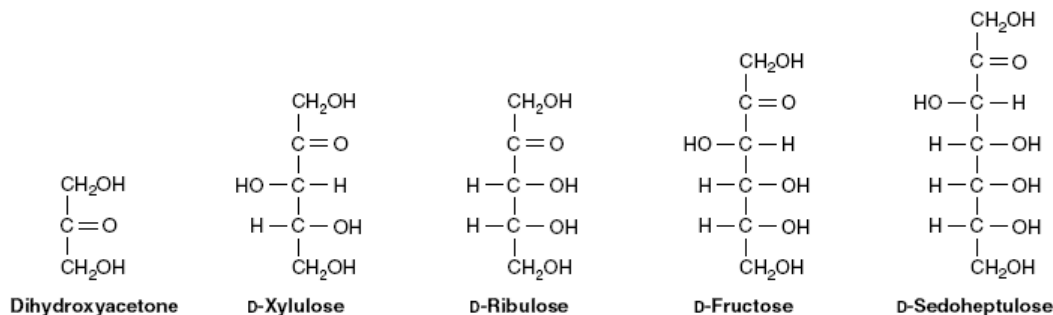
Класификација на јаглехидратите

# C-атоми	Име на категоријата	Релевантни примери
3	триози	Глицералдехид, дихидроксиацетон
4	тетрози	еритроза
5	пентози	Рибоза, рибулоза, ксилулоза
6	хексози	Глукоза, галактоза, маноза, фруктоза
7	хептози	седохептулоза
9	нонози	Неураминска киселина

Структурните формули на некои од позначајните моносахариди се дадени на следната слика:

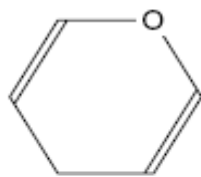


Структурни формули на некои моносахариди-алдози

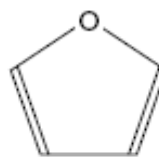


Структурни формули на некои моносахариди-кетози

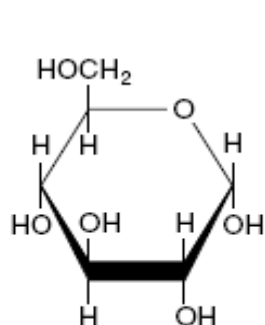
Битно е да се знае дека алдехидната или кето групата од структурата на еден јаглехидрат спонтано може да реагира со ОН алкохолната група што се најдува на претпоследниот С-атом во структурата, при што се создава една интрамолекуларна врска и се добиваат т.н. хемиацетали или хемикетали. Ваквата реакција ќе доведе до формирање на 5 или 6-члени прстени. Бидејќи петчлените јаглехидратни прстени наликуваат на органската молекула фуран, таквите јаглехидрати се наречени фуранози, додека бточлените јаглехидратни прстени наликуваат на молекулата пиран и се нарекуваат пиранози.



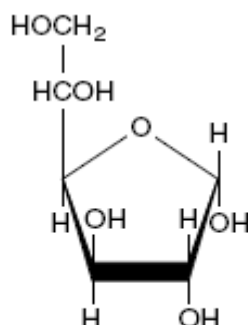
Pyran



Furan

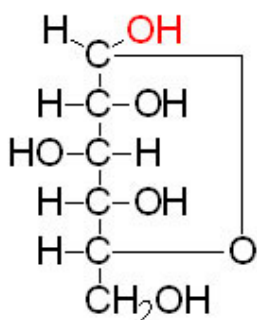


α -D-Glucopyranose

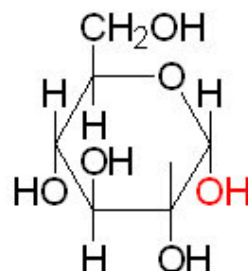


α -D-Glucofuranose

Структурите што притоа се добиваат може да се претстават со т.н. **Fischer-ови** или **Haworth-ови дијаграми**, како на шемите дадени подолу:

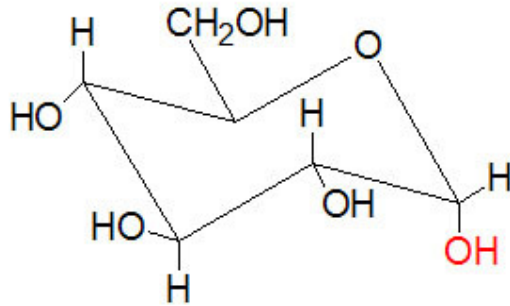


Циклична Fischer-ова проекција на α -D-глюкоза



Haworth-ова проекција на α -D-глюкоза

Доколку сакаме да ги претставиме просторно, најкоректен начин за претставување на фуранозите и пиранозите е во облик на т.н. столица или кајче. Столичната конформација на алфа-D-глюкозата е дадена на следната слика.

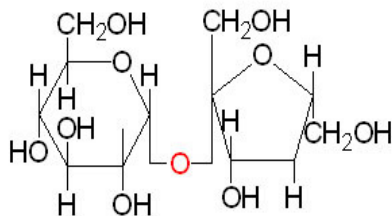


Столична форма на молекулата на α -D-глюкоза

Дисахариди

Дисахаридите се јаглехидрати кај кои што доаѓа до формирање на ковалентна врска во која учествува хидроксилната група од аномерниот C-атом (т.е. C-атомот на кој е сместена алдехидната или кето групата) на една јаглеводородна единица и друга алкохолна група од друга јаглеводородна единица (друга молекула). *Ваквиот тип на врска се нарекува гликозидна врска, а молекулите се нарекуваат гликозиди.* Значи, дисахаридите се јаглехидрати составени од две моносахаридни единици, поврзани меѓу себе со гликозидна врска. Некои од поважните дисахариди се сахарозата (обичен шеќер), лактозата (млечен шеќер) и малтозата.

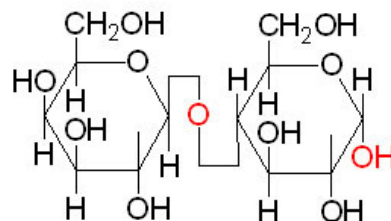
Сахарозата: ја има во шеќерната репка и во шеќерната трска и е составена од една структурна единка на фруктоза и една структурна единка на глюкоза, поврзани со гликозидна врска.



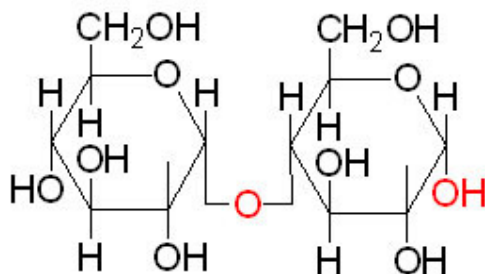
Сахароза

Лактоза: се наоѓа само во млекото на цицачите и е составена од една единка на глюкоза и галактоза, поврзани со гликозидна врска.

Лактоза



Малтоза: е главен производ при распаѓањето на скробот, и е составена од две мономерни единици на гликоза.



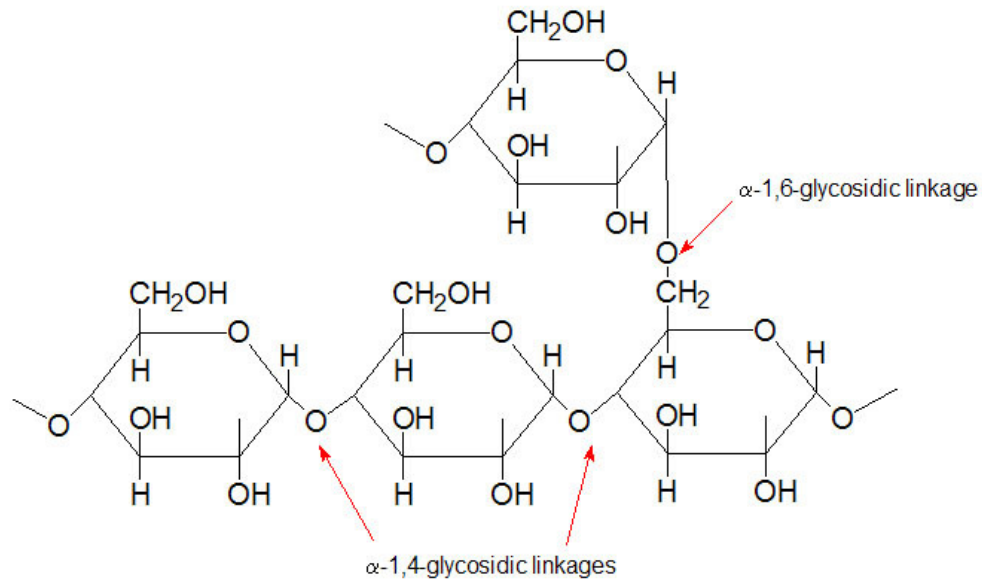
Малтоза

Полисахариди

Најголем дел од јаглехидратите што се присутни во природата се наоѓаат во форма на јаглехидрати со голема молекулска маса и се познати под името полисахариди. Мономерните единици што се во составот на полисахаридите може да бидат од различна природа, меѓутоа доминантна мономерна единка е д-гликозата. Кога полисахаридите се составени од идентични моносахаридни единици тие се наречени хомополисахариди. Полисахаридите пак кои се составени од различни моносахаридни единици се наречени хетерополисахариди.

Гликоген

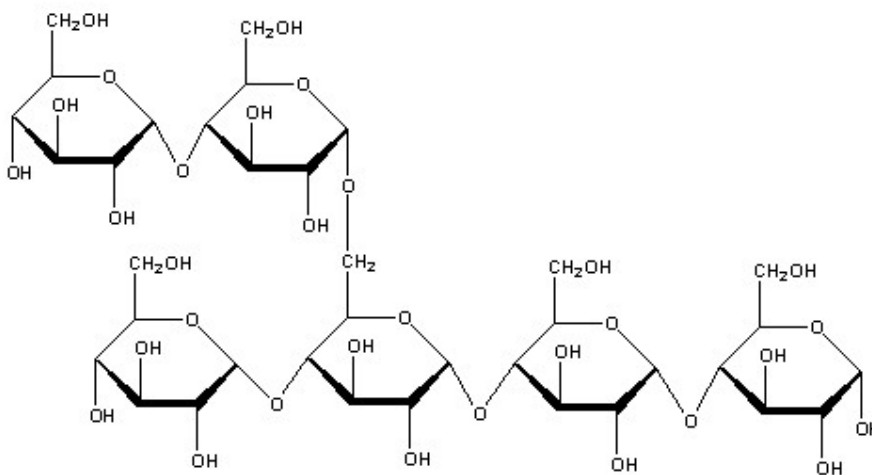
Гликоген е главниот јаглехидрат присутен главно како резервен шеќер во животинските организми. Гликогенот е хомополимер, изграден од мономерни единици на гликоза кои се α -(1,4) поврзани. Гликогенот е доста разгранета молекула, со α -(1,6) странични групи кои се појавуваат на секои 8-10 гликозидни резидуи. Гликогенот има компактна структура што е резултат на процесот на извиткување на полимерниот ланец од моносахаридни единици. Оваа компактност овозможува голема количина на енергијата на јаглехидратите да биде зачувана во мал волумен во клетките.



Дел од структурата на гликоген на која се претставени α -1,4- и α -1,6-глиозидните врски

Скроб

Скробот е главна форма на јаглехидратите што е складиран во клетките на растенијата. Неговата структура е многу слична со таа на гликогенот, со таа разлика што има многу помал степен на разгранетост во неговата структура (разгранетост има на секои 20-30 моносахаридни резидуи). Скробот кој не е разгранет се нарекува амилаза, додека разгранетата форма на скробот се нарекува амилопектин.



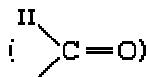
скроб

РЕАКЦИИ НА ЈАГЛЕХИДРАТИТЕ

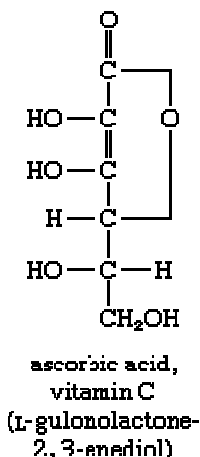
Оксидација и редукција

Реакциите на јаглехидратите може едноставно да се класифицираат како реакции на алдехидната и кето групата и реакции на хидроксилните групи.

Една од карактеристичните реакции на алдехидната и кето групата е нивната оксидација до карбоксилна група, при што јаглехидратите се претвораат во карбоксилни киселини. Во друга група на реакции, алдехидната група на глюкозата на



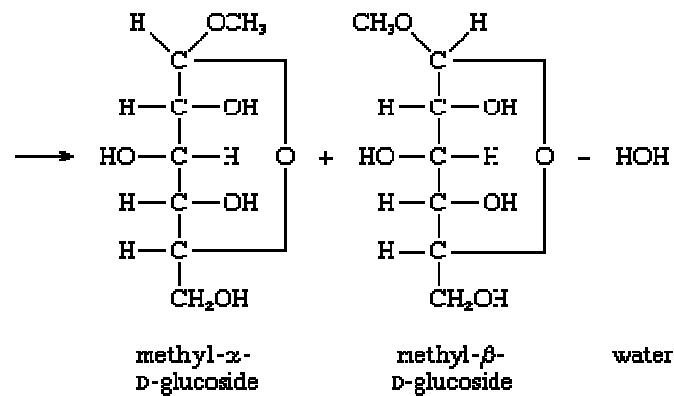
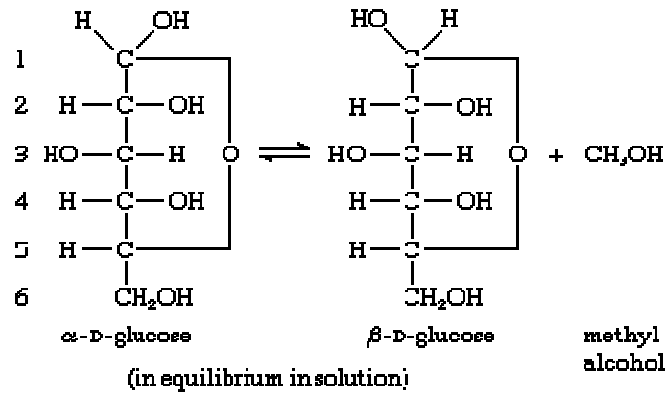
пример реагира со некои алкални јодиди (КИ на пример), при што се добиваат соединенија наречени алдонски киселини. Таква една алдонска киселина е Витаминот С (аскорбинска киселина). Овие реакции на се одвиваат кај шеќерите кои имаат кето група..



Алдехидната и кето групата на шеќерите може да стапи во реакција на редукција, при што се добиваат алкохоли. Така на пример, продуктот добиен со редукција на глюкозата се нарекува сорбитол. Овие алкохоли се комерцијално битни компоненти, што обично се употребуваат како вештачки засладувачи во гумите за цваќање на пример.

Формирање на гликозиди

Хидроксилната група што се наоѓа на аномерен С-атом (т.е. С-атом што содржи алдехидна или кето група) кај јаглехидратите покажува невообичаена реактивност во водени алкохолни раствори, при што се формираат деривати наречени гликозиди. Реакциите кај кои се формираат гликозиди ја вклучуваат –ОН групата на аномерниот С-атом (означен со број 1) и хидроксилната група од метил алкохол. Притоа, доаѓа до образување на метил-гликозид и на една молекула на вода (види ја реакцијата подолу).

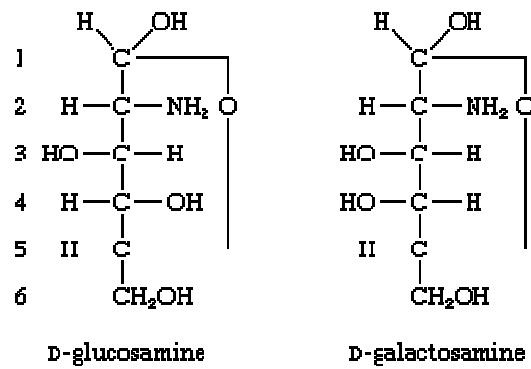


Гликозидите се соединенија застапени како пигменти во голем број на растенија. Исто така, голем број на природни антиоксиданти имаат гликозидна природа. Така на пример, најпознат гликозид-антиоксиданс е антибиотикот стрептомицин.

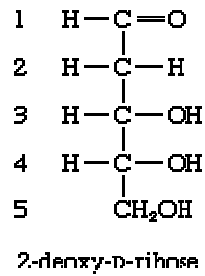
Хидроксилните групи од шеќерите што не се сместени на аномерниот Ц-атом може да стапат во разни хемиски реакции како на пример реакциите на естерификација. При овие реакции на естерификација, ОХ групите од шеќерите реагираат со карбоксилни киселини, при што се добиваат шеќерни естери. Таков еден шеќерен естер е на пример гликоза 6 фосфат, кој се добива при реакција на гликоза со фосфорна киселина. Овој естер гликоза 6 фосфат е еден од најзначајните естери (гликозиди) што учествуваат во процесот на енергетските метаболизми во живите организми.

Доколку терминалната С група од молекулата на гликозата биде оксидирана, продуктот на таа оксидација се нарекува уронска киселина. Така на пример, гликозидите што се формираат при реакција на глукуронската киселина и липидните соединенија наречени стероли обично се појавуваат во урината како нормални метаболитски продукти. Исто така, многу страни токсични супстанции што се внесени во живите организми многу често во црниот дроб се конвертираат во глукурониди, пред да бидат исфрлени од организмот.

Други карактеристични деривати на моносахаридите се тие кај кои една ОН група (обично таа што е на вториот С-атом) бива заменета со amino ($-\text{NH}_2$) група. Таквите соединенија се наречени amino шеќери и се доста распространети во природата. Таков amino шеќери се глюкозамин и галактозамин (види ги формулите подолу):



Во многу шеќери што се природно застапени, хидроксилните групи на некој С-атом биваат заменети со водороден Н атом. Таквите шеќери се наречени деокси шеќери. Најпознат таков шеќер е деоксирибозата, која е пентоза што се наоѓа во структурата на деоксирибонуклеинската киселина (ДНК). Кај деоксирибозата, ОН групата на вториот С-атом е супституирана со еден Н-атом:



Липиди (масти и масла)

Липидите се голема и разнолика група на органски соединенија што се среќаваат во разни продукти од растително и животинско потекло. **Заедничко својство за сите липиди е што се многу тешко растворливи во вода**, а се растворливи во органски неполарни растворувачи. Гледано од страна на нивните структури, липидите многу се разликуваат според нивната структура, и (главно) тие може да се поделат на неколку групи и тоа:

Масни киселини

Сапуни

Масти и Масла

Восоци

Фосфолипиди

Стероиди

Витамини растворливи во масла

1. Масни киселини

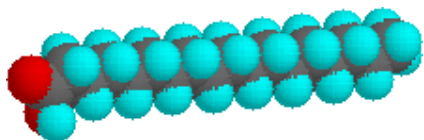
Најголем дел од **липидите се деривати на масните киселини**. Заедничко својство за овие соединенија (мастите, маслата и восоците) е дека тие се естери на масните киселини (киселини кои содржат долг ланец во својата структура) и некои алкохоли. При кисела или базна хидролиза на мастите, маслата и восоците, како продукти се добиваат масни киселини. Неколку примери за најчесто застапени масни киселини се дадени во следната табела. Имињата на масните киселини се најчесто тривијални (народски) и во најголем дел тие имиња потекнуваат од местото на наоѓање на соодветната киселина. Природните **масни киселини може да бидат заситени и незаситени**. **Незаситените масни киселини во својот состав содржат една или повеќе двојни врски**. Карактеристично својство, пак, за заситените масни киселини е што тие немаат двојни врски во својот состав, и имаат поголема температура на топење нд незаситените масни киселини, а обично се најдуваат во составот на мастите. Маслата пак, содржат воглавно незаситени масни киселини во својата структура.

Заситени масни киселини		
Формула	Име	Т на топење
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CO}_2\text{H}$	Лауринска киселина	45 °C
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{CO}_2\text{H}$	Миристинска киселина	55 °C
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CO}_2\text{H}$	Палмитинска киселина	63 °C
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CO}_2\text{H}$	Стеаринска киселина	69 °C
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{CO}_2\text{H}$	Архаидонска киселина	76 °C

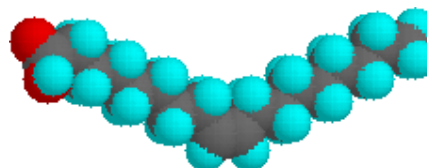
Незаситени масни киселини		
Формула	Име	Т на топење
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{CO}_2\text{H}$	Палмитоилска киселина	0 °C
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{CO}_2\text{H}$	Олеинска киселина	13 °C
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{CO}_2\text{H}$	Линолеинска киселина	-5 °C
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{CO}_2\text{H}$	Линолна киселина	-11 °C
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4(\text{CH}_2)_2\text{CO}_2\text{H}$	Арахидонска киселина	-49 °C

Повисоката температура на топење на заситените масни киселини е резултат на нивната униформна и компактна структура на нивните молекули. За разлика од заситените масни киселини, цис-двојната врска кај незаситените масни киселини придонесува за постоење на прекршена форма на молекулите кај овие киселини. Тоа пак, од друга страна придонесува да пакувањето кај овие киселини не биде компактно како кај заситените масни киселини, и затоа тие

имаат пониски температури на топење. Формите на молекулите од стеаринска (заситена масна киселина) и олеинска (незаситена масна киселина) киселина се дадени на следната слика:



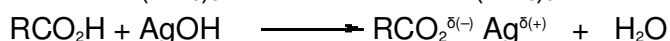
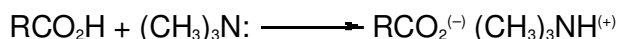
Стеаринска киселина



Олеинска Киселина

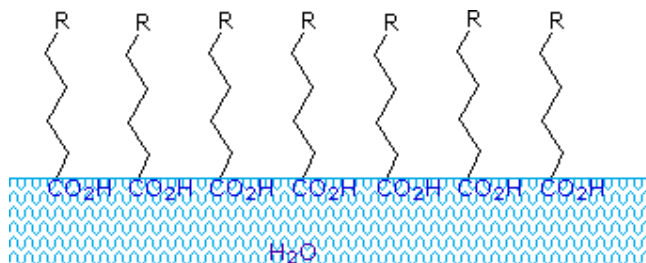
Две од незаситените масни киселини, *линолна* и *линолеинска*, се *есенцијални масни киселини*. Нивното отсуство во живите организми е поврзано со разни болести како на пример зголемена дехидратација, испукана кожа и успорено растење.

Поради нивната киселост, овие карбоксилни киселини реагираат со базите (хидроксидите), при што како продукти се добиваат соли.



2. Сапуни

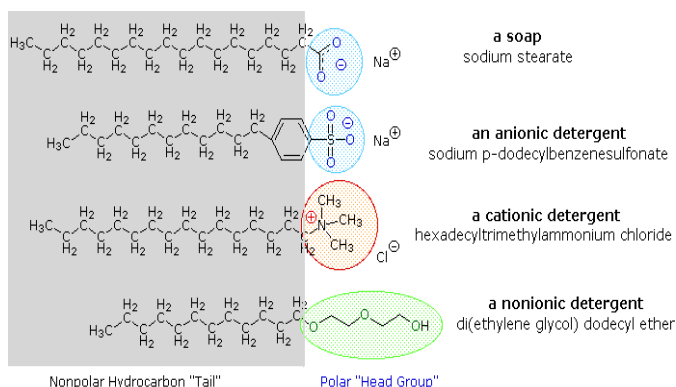
Карбоксилните киселини и солите на карбоксилните киселини што имаат алкални ланци со повеќе од 8-C атоми во својата структура покажуваат необични својства при нивно растворање во вода поради присуството на хидрофилна поларна COOH карбоксилна група и на хидрофобен неполарен алкил ланец. Ваквите молекули се наречени амфифилни соединенија **amphiphilic** (од грчкиот збор. *amphi* = двоен). Масните киселини составени од 10 и повеќе C-атоми се скоро целосно нерастворливи во вода, и поради нивната помала густина од водата, тие пливаат по површината на водата кога се присутни во водени раствори.



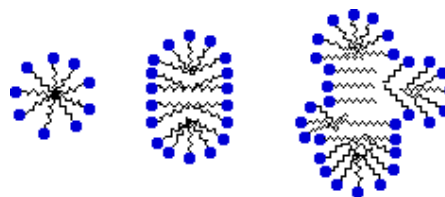
Овие киселини кога се ставаат во вода, на површината од водата се распространуваат и формираат мономолекуларни слоеви. Притоа, овие киселини со својот хидрофилен дел (со COOH групата) се ориентирани кон водата, каде што со водородни врски се поврзани со молекулите од вода, додека хидрофобниот дел (долгиот ланец со C-атомите) е надвор од водата. Ова својство е илустрирано погоре на сликата. Супстанците што се

акумулираат на површината од водата на ваков начин се наречени површинско-активни супстанции или сурфактанти.

Солите на алкалните метали со масните киселини се многу повеќе растворливи во вода отколку самите масни киселини, и амфифилните својства на овие супстанции ги прават многу подобри сурфактанти. Најдобри примери за вакви соединенија се сапуните и детергентите. Да запомниме дека секоја од овие молекули има неполарен синџир и поларна (јонска) група. Употребата на ваквите компоненти како средства за чистење на маснотии е огромна, поради нивната улога како сурфактанти. Притоа, тие го снижуваат површинскиот напон на молекулите на вода и со тоа овозможуваат молекулите на вода многу полесно да продрат и да ги натопат нерастворливите масни материи.



Многу мала количина од овие сурфактанти растворени во вода може да се дисперзираат внатре во внатрешноста на водените раствори. Меѓутоа, кога нивната концентрација е доволно голема, тогаш молекулите на сурфактантот се соединуваат и формираат полиагрегати наречени мицели. Кај мицелите, хидрофилните поларни центри се сконцентрирани во центарот на мицелата, а хидрофилните неполарни ланци се ориентирани во круг. Ваквата структура овозможува да мицелите многу лесно обиколат некоја нечистотија од масна природа, да ја солубилизираат нечистотијата, и на тој начин нечистотијата бива отсртрана од водата со промивање. Најстарото средство за чистење на маснотии е сапунот. Сапуните се изработуваат со базна хидролиза на масти од животинско потекло. Притоа, на мастите им се додава жежок натриум карбонат или натриум хидроксид.



micelle assemblies of amphiphiles

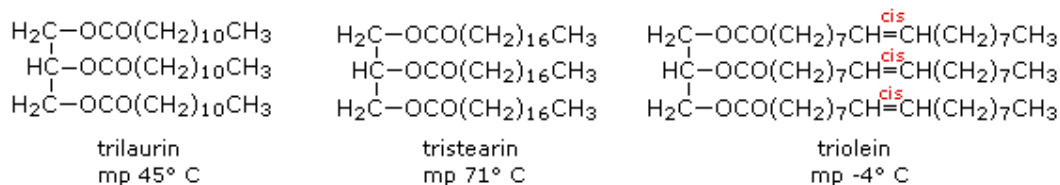
3. Масти и масла

Мастите и маслата се естери на трихидроксилниот алкохол глицерин (1,2,3-trihydroxypropane) со вишите масни киселини. Овие естери се наречени триглицериди или триацилглицероли, и тие се најдуваат и во растенијата и во животните. Мастите и маслата се едни од главните енергетски материи во

живите организми. Триглицеридите што се во цврста агрегатна состојба се наречени масти, додека тие во тешна агрегатна состојба на собна температура се наречени масла. Додека мастите се среќаваат главно кај животните, маслата ги има главно во растенијата. Во мастите главно се застапени заситените масни киселини, додека во маслата ги има најмногу незаситените масни киселини. Неколку примери за составот на карактеристични триацилглицериди се дадени во следнава табела:

Source	Заситени киселини (%)					Незаситени киселини (%)		
	C ₁₀ & и помалку	C ₁₂ лауринска	C ₁₄ миристинска	C ₁₆ палметинска	C ₁₈ стеаринска	C ₁₈ олеинска	C ₁₈ линолеинска	C ₁₈ незаситени
Животински масти								
путер	15	2	11	30	9	27	4	1
Човечка маст	-	1	3	25	8	46	10	3
Маст од харинга	-	-	7	12	1	2	20	52
Растителни масла								
Кокосов орев	-	50	18	8	2	6	1	-
пченка	-	-	1	10	3	50	34	-
Маслиново масло	-	-	-	7	2	85	5	-
Масло од палма	-	-	2	41	5	43	7	-
кикиритки	-	-	-	8	3	56	26	7

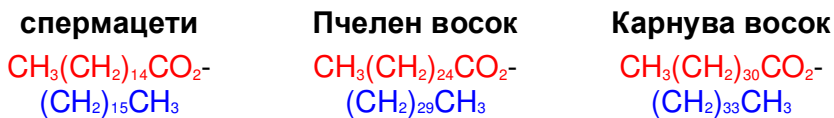
Како и што може да се очекува од својствата на заситените киселини, мастите имаат повисоки температури на топење во споредба со маслата. Триглицеридите што имаат три идентични киселински фрагменти, како на пример лаурин или стеарин се наречени едноставни масти или масла. Доколку, пак, киселинските фрагменти се различни, тогаш таквите триацилглицериди имаат хирален центар (вториот C-атом од молекулата на глицеролот) и таквите масла покажуваат хирална (оптичка) активност.



4. Восоци

Восоците се естери на вишите масни киселини со монохидроксилен алкохоли кои имаат долг јаглероден ланец во својата структура. Природните восоци се

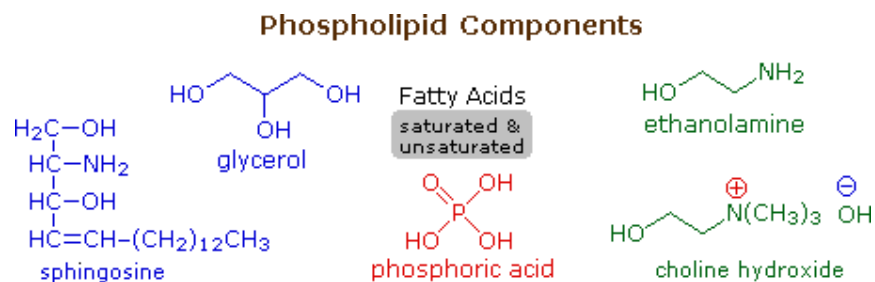
мешавина од вакви естери. Формулите на три најпознати восоци се дадени подолу:



Восоците се широко распространети во природата. Лисјата и овошните плодови од многу растенија содржат восоци кои најчесто ги штитат растенијата од дехидратација или од нападите на некои штетници.

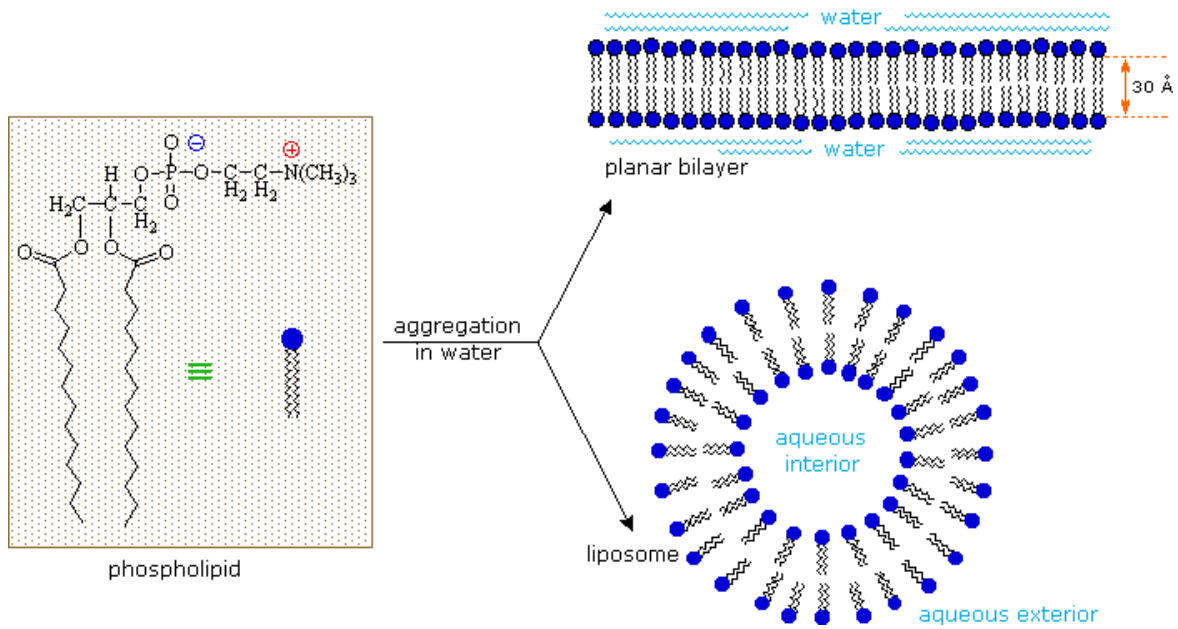
5. Фосфолипиди

Фосфолипидите се едни од најзначајните липиди, бидејќи тие се едни од главните конституенти на клеточните мембрани. По својата структура, фосфолипидите наликуваат на триглицеридите бидејќи тие се естери на глицеролот или сфингозинот со масните киселини и фосфорната киселина. Фосфорната група кај фосфолипидите е исто така естерифицирана со етаноламин, холин или со серин. На следниот дијаграм се прикажани некои од соединенијата што влегуваат во составот на фосфолипидите.



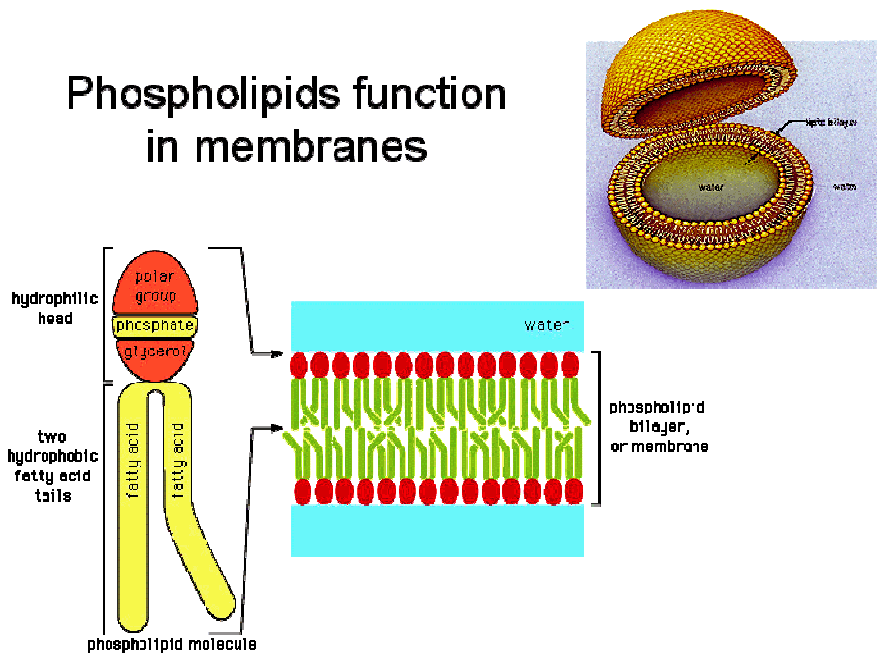
Фосфолипидите се јонски амфифили, и тие можат да се обединуваат во агрегати кога ќе бидат помешани со вода, но на различен начин отколку сапуните и детергентите. Поради тоа што кај фосфолипидите постојат два долги липофилни ланци, и повеќе поларни јонизирани групи, формирањето на мицели кај фосфолипидите е енергетски неповолно. Енергетски поповолна варијанта кај фосфолипидите е формирањето на еден таканаречен двоен слој. Доколку еден фосфолипид биде ставен во една мала дупка во која има ставено вода, фосфолипидот ќе формира еден двоен слој како што е прикажано на сликата подолу. Притоа, поларните (јонските групи) од фосфолипидите ќе бидат ориентирани кон водата, додека хидрофобните долги ланци од фосфолипидите ќе бидат ориентирани во внатрешноста и ќе се гледаат еден наспроти друг. Фосфолипидните молекули може слободно да се движат во својата половина на двојниот слој, но кај овој двослој постои значителна енергетска бариера што го попречува движењето и миграцијата на други молекули преку овој двоен слој. Тоа значи, фосфолипидите се една природна бариера кај мембраните на клетките што спречува да дојде до едноставно навлегување и дифузија на сите компоненти во внатрешноста на клетките. Ваква двослојна мембранска структура е присутна и кај липозомите.

Липозомите се микроскопски структури кај кои воден слој е затворен внатре во фосфолипиден слој. Липозомите се формираат кога фосфолипидите биваат интензивно мешани со вода. За разлика од мицелите, липозомите имаат вода во внатрешноста и надворешноста од нивната структура.



Треба да се нагласи дека сфинголипидите се исто така мембрански липиди. Тие се главни структурни компоненти на миелинските слоеви што ги обвиваат нервните влакна. Мултиплекс склерозата е болест при која настанува губење на овој миелински слој, при што обично доаѓа до парализа.

Phospholipids function in membranes

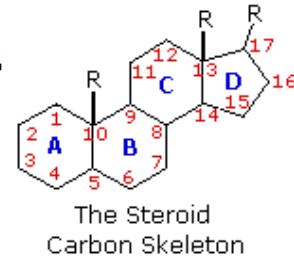


Структура на клеточните мембрани

во кои главни компоненти се фосфолипидите

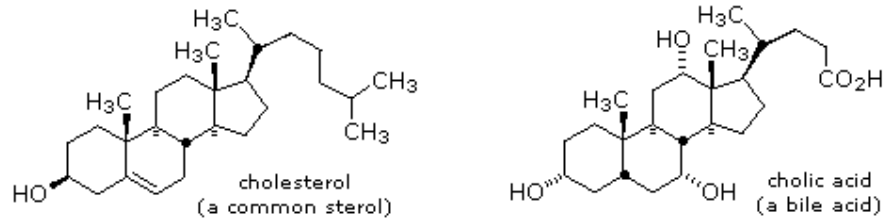
Стероиди

Една од најзначајните групи на липидите се стероидите. Стероидите се липиди што обично се препознаваат според нивниот тетра-циклишен секлет, како што е прикажано на сликата десно. Четирите прстени кај стероидите се означени со A, B, C и D. Групата означена со R обично е метил CH_3 група, или пак H атом. R групата на C и D прстените обично е метил група. Супституенто на C-17 атомот може да варира, и тој е обично поголем од метил групата. Најчестите локации на функционалните групи кај стероидите се C-3, C-4, C-7, C-11, C-12 & C-17. Прстенот A понекогаш може да е од ароматичен карактер. Стероидите се значително застапени кај животните, и таму тие имаат голем број на физиолошки функции. Примери на некои позначајни стероиди се дадени во следната табела:



Табела: Некои позначајни стероиди

Име	Број на C-атоми
холестерол	27
холна киселина	24
прогестерон	21
тестостерон	19
естрадиол	18



Typical Animal Steroids

Карактеристични животински стероиди

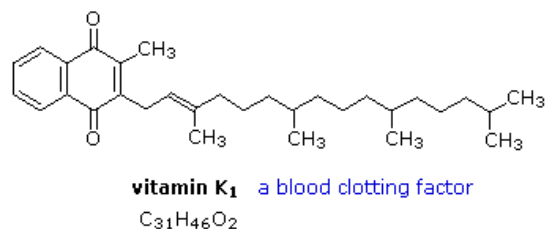
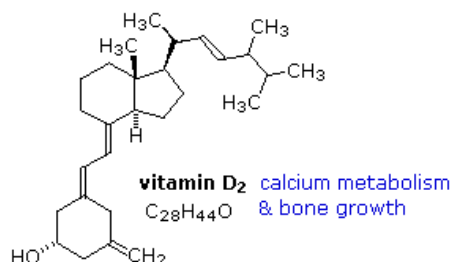
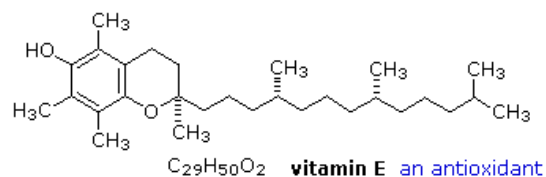
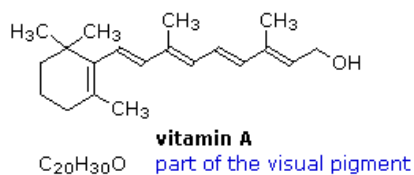
Треба да се напомене дека некои од најзначајните сексуални хормони како тестостерон, прогестерон и естрадиол се со стероидна природа. Овие хормони се од огромна важност во процесите на сексуалната различност и на репродукцијата кај луѓето. Стероидите се доста богати енергетски материји, и кога се во голема концентрација доведуваат до забрзано одвивање на физиолошките функции во организмот. Меѓутоа, нивното зголемено присуство во организмот доведува до нарушување на метаболизмот и до нарушување на нормалното функционирање на клеточните функции. Бидејќи стероидите се екстремно тешко растворливи во вода, конзумирањето на производи од животинско потекло што се богати со стероиди обично доведува во наталожување на стероидите во крвните садови. Тоа може често пати да предизвика запушување на крвните садови и е една од најголемите причини за зголемен крвен притисок и за појавите на срцеви удари и мозочни изливи. Таков еден штетен стероид е холестеролот на пример.

Витамини растворливи во масти

Витамините се есенцијални супстанции што се внесуваат преку исхраната, и тие обично се класифицираат како витамини растворливи во вода и витамини растворливи во масла и масти. Витамините се незаменливи супстанции што клетките на животинските организми мораат дневно да ги примаат преку исхраната, бидејќи тие не можат да се синтетизираат во клетките на луѓето. Обично витамините растворливи во вода како што е Витамин С на пример, може лесно да се отстранат од телото, и нивните дневни концентрации може да бидат и значително високи. Меѓутоа, витамините растворливи во масла и масти не се елиминираат така лесно од телото на луѓето, и тие можат да се акумулираат во клетките и да достигнат концентрации што се токсични за живите организми. Витаминот D, на пример, може да биде доста опасен отров, дури 100 пати поопасен од натриум цијанид, и често се употребува и како отров за глупци и други штетници. Такви витамини растворливи во масла и масти се:

Vitamin A; Vitamin D
Vitamin E; Vitamin K

Lipid Soluble Vitamins



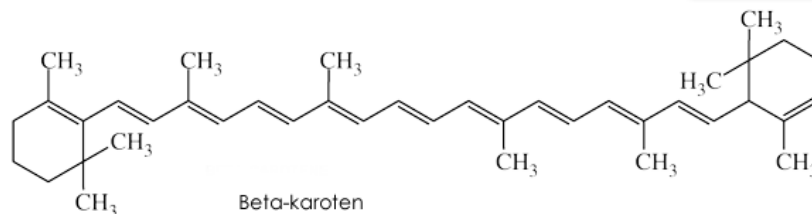
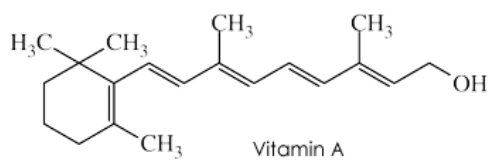
Од структурите прикажани на горната слика, може да се забележи дека витамините растворливи во масла имаат многу повеќе заедничко со липидите, освен нивната меѓусебна растворливост. Така, витаминот А има терпенска структура (терпените се исто така липиди), додека витамините Е и К имаат долги терпенски ланци што се поврзани на ароматични прстени. Структурата на витаминот D може да се опише како стероидна, при што прстенот В од стероидите е отворен, додека другите прстени од стероидната структура остануваат непроменети. За својствата на витамините ќе учиме повеќе во соодветните поглавја за Витамини.

ВИТАМИНИ

Витамините претставуваат голема класа на органски соединенија што се неопходни за правилно функционирање на сите живи клетки. Витамините најчесто се синтетизираат во растенијата или во животните, додека во човечкиот организам не можат да бидат синтетизирани, и тие мораат да бидат внесени преку исхраната. Витамините најчесто се делат на две големи групи и тоа-*витамини растворливи во вода* и *витамини растворливи во масла и масти*. Во принцип, витамините растворливи во вода не се задржуваат премногу долго во човечкиот организам. Тие, имено, откако ќе бидат употребени за одвивање на разните клеточни функции, бидејќи се растворливи во вода, лесно може да бидат исфрлени од телото преку урината. За разлика од нив, витамините растворливи во масла можат да се складираат во организмот, и доколку не се внимава и се земаат повеќе од дозволеното од ваквите витамини, тие можат да бидат исклучително штетни за живите организми, па дури и да доведат до смрт. Според структурата, сите витамини покажуваат посебни специфичности, и не може да се направи некоја поделба кај витамините според нивната структура. Едно карактеристично својство за сите витамини е тоа што тие се термолабилни соединенија, односно се распаѓаат при зголемени температури. Тоа доведува до губење на нивната основна функција, доколку тие бидат загреани над 50 или 60 степени °C.

Витамини растворливи во масла и масти

Витамин А



bioRxiv

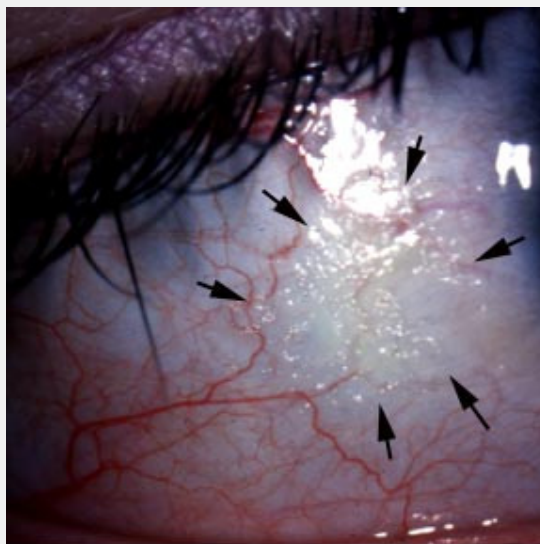
Структура на витамин А



Производи во кои најчесто се среќава витаминот А

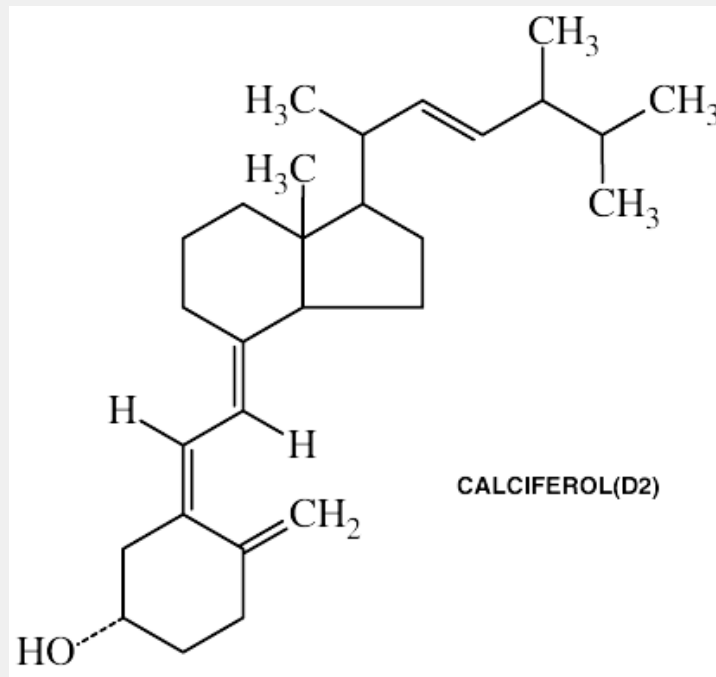
Витаминот А е првиот откриен витамин од класата на витамини растворливи во масла. Во 1913 година, две независни групи на американски научници откриле дека животните се разболуваат, кога во нивната исхрана не биле користени хранливи материи што не содржеле масти и масла во својот состав. Притоа, било забележано дека животните почнувале да не растат, почнувале да имаат проблеми со видот, и

страдале од голем број на инфекции. 10 години подоцна, еден дански научник забележал дека една честа болест кај децата, наречена херорhthalmia, што често доведува до појава на слепило, може да биде спречена доколку во нивната исхрана се употребуваат животински или растителни масла во поголеми количини. Витаминот А припаѓа на класата каротеноиди, кои се супстанции што се пигменти и го даваат жолтеникавото или портокаловото обојување кај некои земјоделски плодови. По хемиска структура, каротеноидите се составени од еден цикличен прстен, на кој има супституирано долг незаситен алкенски ланец со повеќе двојни врски, а на крајот содржат алкохолна ОН група. Имајќи ја предвид хемиската формула на витаминот А, може да се забележи дека овој витамин е во суштина алкохол, па од тука доаѓа и неговото име А-(Алкохол). *Тривијалното (народското) име на витаминот А е ретинол.* Каротеноидите се наречени и провитамина (прекурсори на витамините), бидејќи од нив потоа може да настане (да се синтетизира) витаминот А. Луѓето и животните не можат да го синтетизираат витаминот А, но може од каротеноидите да биде синтетизиран витамин А во црниот дроб. Познат каротен е и ликопенот, кој се наоѓа во домати, и е покажано дека поседува голем број на својства што влијаат врз здравјето на луѓето. Вишокот на витамин А, конзумиран преку храната, најчесто бива складиран во црниот дроб. Една од најголемите улоги на витаминот А кај живите организми е отсликана во развојот и одржувањето на правилниот вид. Недостатокот на витамин А кај луѓето и животните предизвикува разни заболувања, доведува до појава на слепило, болести на кожата и други аномалии кај новороденчињата, што се најчесто отсликани со забавен раст. Треба да се знае дека преголемата концентрација на витамин А може да предизвика и разни заболувања на црниот дроб (местото каде што овој витамин се складира), а тоа повлекува и дополнителни заболувања и пореметувања на метаболизмот кај луѓето. Витаминот А особено може да биде штетен за развојот на плодот во периодот на бременоста, и затоа најчесто се избегнува да биде применет за терапија на бремените жени. Дневната потребна доза од овој витамин е околу 1 до 3 микрограми.



Последици како недостаток од витамин А-слепило

Витамин D



Хемиска структура на витамин D



Продукти во кои е застапен витаминот D

Витамин D е витамин растворлив во масти и масла, и постојат повеќе форми на витамин D од кои само неколку се активни во човечкиот организам. Интересот за витаминот D значително се зголемува во последните неколку години, откако се откриени многу болести поврзани со недостатокот на овој витамин, како остеопороза, дијабетис, и различни канцерогени заболувања. Овој витамин е откриен во 1919 година, кога било најдено дека рибиното масло може да се употреби во лекувањето на рахитис, што била честа болест кај американските деца во тоа време. Дотогаш, научниците верувале дека витаминот A, кој исто така го има во рибиното масло, е тој што придонесувал за лекување овие болести. Неколку години подоцна американскиот научник McCollum утврдил дека и по уништувањето на витаминот A од рибиното масло, таквото масло се уште има својство да го спречи рахитисот. Дури по 12 години научниците утврдиле дека човечкото тело и самото може да синтетизира витамин D, и таа форма на витамин D е хемиски различна од формата на витаминот D што се добива од растенијата.

Витамин D: што претставува и каква функција има

Постојат неколку различни форми на витаминот D, и синтетизирањето на сите тие форми започнува со прекурсор на витаминот D, или провитамин. Сите од овие провитами е потребно да бидат изложени на ултравиолетово зрачење (UV) за да поминат во активна форма на витаминот D. Растенијата и бактериите можат да синтетизираат прекурсор на витаминот D, наречен ергостерол, кој потоа се трансформира во егокалциферол. Во оваа форма на егокалциферол, ние можеме да употребиме мала количина од дневните потреби на витаминот D. Најголем дел од витаминот D ние го внесуваме преку храната обогатена со овој витамин.

Во човечкото тело, прекурсор на витаминот D е еден стерол што е сличен на холестеролот. Во црниот дроб се создава прекурсор на витаминот D кој е наречен 7-дехидрохолестерол. Овој прекурсор потоа се испушта во крвта и бива пренесен до кожата. При изложување на кожата на сонце, UV зраците од сончевата светлина го конвертираат овој прекурсор во витамин D₃, кој потоа претрпува неколку дополнителни хемиски трансформации и од него се добива витамин D.

Главната функција на витаминот D во човечкото тело е во изградбата на коските и коскениот ткиво. Притоа, витаминот D има својство да го врзува калциумот и да го зголемува нивото на калциумот и фосфорот во крвта. Преку крвта, овие минерали (калциум и фосфор) можат да бидат пренесени до коскениот ткиво, и таму тие играат огромна улога во процесот на изградба и зацврстување на коските. Калциумот и фосфорот се главни градбени единки на коските, и млекото обогатено со калциум е еден од позитивните фактори за правилно формирање на коските кај плодовите и кај новороденчињата.

Недостаток на витамин D

Кога има недостаток од витамин D, тогаш коските ги губат минералните материи (пред се калциумот и фосфорот). Овој процес се нарекува деминерализација на коските, при што коските стануваат меки и лесно се извиткуваат. Ова извиткување на коските е наречено рахитис кај децата. При појавата на рахитис доаѓа до искривување на коските под дејство на тежината на детското тело. Притоа, доаѓа до перманентно искривување на коските кај децата, процес што е иреверзибилен и не може да се излекува. Кај

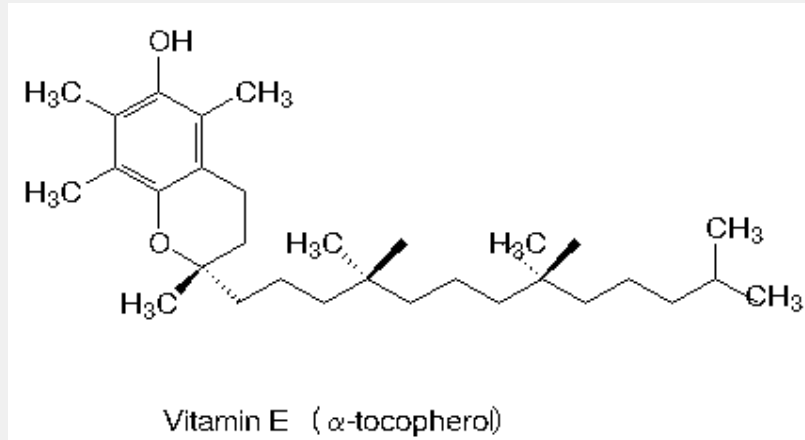
луѓето, овој феномен се нарекува остеомаластија, и се највува најчесто кај бремените жени кои имаат недостаток од витамин D. Други проблеми што настануваат поради недостаток на витамин D се поврзани со згрчување на мускулите поради недостаток на калциум во крвта.

Друга болест на коските настаната како резултат на недостаток на витамин D е остеопорозата. При оваа болест, поради деминерализацијата на коските, доаѓа до нагризување и дробење (распаѓање) на коските, при што коските стануваат лесно кршливи. Милиони луѓе во светот се заболени од оваа болест, а таа е резултат на недостаток на калциум. Земањето на доволна количина на храна богата со витамин D и секојдневното изложување на сонце се битни предуслови за создавањето на витаминот D, а со тоа ќе се спречи појавата на голем дел од коскените заболувања. Треба да знаеме дека само храната од животинско потекло содржи активни форми на витаминот D. Тука спаѓаат намирници како црн животински цигер, путер, масни риби, млечни продукти и жолчки од јајце. Како што рековме за сите витамини растворливи во масла и масти, и витаминот D може да биде штетен и токсичен доколку се зема во поголеми количини. При зголемена концентрација на витамин D доаѓа до зголемување на калциум во крвта и урината. Зголемената концентрација на калциум во крвта може да доведе до појава наречена хиперкалциурија, што може да доведе до наталожување на калциумот во срцето и во крвните садови. Ова може да доведе до иререверзибилна штета на срцето и бубрезите и до смрт.



Рахитис кај деца кај кои страдаат од недостаток на витамин D

Витамин Е



Структура на витаминот Е



Vitamin E is found in corn, nuts, olives, green, leafy vegetables, vegetable oils and wheat germ, but food alone cannot provide a beneficial amount of vitamin E, and supplements may be helpful

 **ADAM.** *Продукти во кои може да се сретне*

витаминот Е

Витаминот Е откриен е во 1922 година, и од тогашните научници му е дадено името *антистерилитетен витамин*. Во тоа време, главните научни истражувања околу овој витамин биле фокусирани на неговата врска во размножувањето на животните. Тоа довело до мислења дека витаминот Е ја зголемува сексуалната потенција кај луѓето, што се покажало како неточно. Во последно време, покажано е дека витаминот Е има многу важни функции во заштита на организмот од напади на разни вируси и рак. Притоа, витаминот Е се употребува и во лечењето на некои срцеви заболувања, многу очни болести, а успешно се користи и во третманите за лечење на Алхемировата болест.

Витаминот Е, во суштина, е група од повеќе структурно слични соединенија што припаѓаат на токоферолите и токоретинолите. Постојат и неколку оптички изомери на витаминот Е, и се смета дека оптичките изомери различно влијаат врз функционирањето на овој витамин. Од различните форми на витаминот Е, α -токоферолот е најсилниот антиоксидант. Тоа е и главната функција на витаминот Е-да ги лови штетните честички со голем оксидативен потенцијал кои можат лесно да ги оштетат липидите во составот на клеточните мембрани. Витаминот Е најчесто може да се сретне во мембраните на клетките, и таму ловејќи ги штетните оксидативни честички како штетни радикали, супероксиди и пероксиди ги заштитува мембраните од т.н. липидна пероксидација. При антиоксидативното дејство, тие се жртвуваат при ловењето на радикалните честички, и притоа преминуваат во оксидирана форма. Меѓутоа, тие потоа биваат вратени во првобитната состојба со некое друго средство присутно во организмот, и така ќе бидат способни повторно да ја вршат својата првобитна функција. Треба да се нагласи дека антиоксидансите од типот на витамините растворливи во масла ги штетат од оксидација липидните компоненти, додека пак витамините растворливи во вода (како витаминот D) ги штитат од оксидација супстанциите што се растворливи во вода и се наоѓаат претежно во крвта. Недостатокот од витамин Е најчесто се изразува во значително опаѓање на имунитетот, организмот лесно паѓа под влијание на разни болести, а многу често многу разни малигни заболувања се поврзани во недостаток од овој витамин. Некои очни болести, предвременото стареење и други болести на кожата се чести појави поради недостаток на витамин Е.

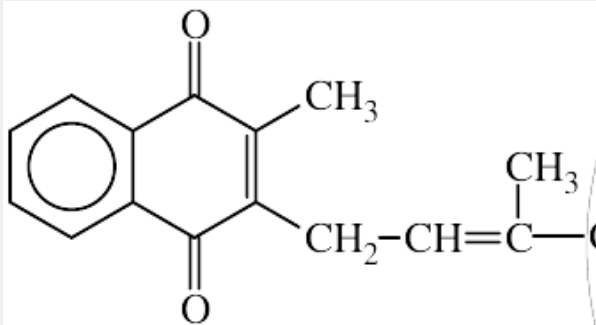
Преголемото конзумирање на витаминот Е може да доведе до штетни последици и да предизвика труења. Бидејќи вишокот на витамин Е се складира претежно во масните клетки и во црниот дроб, овие тела лесно можат да бидат оштетени од преголемите количини на витаминот Е. Препорачаната доза на витаминот Е е од 8 до 10 mg .

Витаминот Е го има најмногу во растителните масла, во сојата, во пченката, јајцата, путерот, а го има во значителна количина и во бадемите.



Последици како недостаток од витамин Е

Витамин К



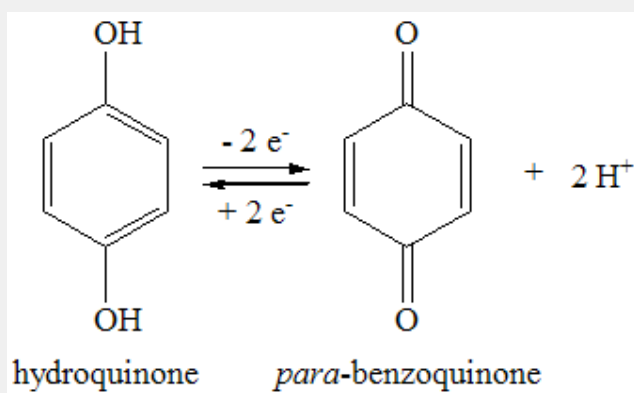
PHYLLOQUINONE (K1)

Хемиска формула на витаминот К



Витаминот К е најмалку познат од сите витамини растворливи во масла. Неговото име доаѓа од почетната буква на зборот Коагулација, што е неговата основна функција во живите организми-да ја помага коагулацијата на крвта. Витаминот К е откриен во 1935 година од данскиот научник Dam, кој го препознал како супстанца што се наоѓа во зелените листови. Во природата витаминот К се среќава кај два типа на соединенија-филокинони и менокинони. Овие две природни форми на витаминот К може да бидат произведени од многу бактерии, а и голем број на бактерии што се наоѓаат во интестиналниот тракт кај човекот се способни да ги произведат овие витамини. Коагулацијата на крвта преку витаминот К е овозможено со формирањето на протромбин и пет други протеини што играат важна улога во коагулацијата на

крвта. Постојат неколку супстанции што се наречени антагонисти (противници) на витаминот К. Антагонистите ја спречуваат функцијата на овој витамин бидејќи имаат многу слична хемиска структура со него, меѓутоа тие извршуваат различни функции од тие на витаминот К. Некои од тие супстанции се дикумарал, варфарин и тромексан. Дневната доза од витаминот К е 80 и 65 микрограми за возрасни мажи и жени, соодветно. Најчесто може да се најде и во форма на вештачки таблети, а во природните продукти го има претежно во зеленчуковите плодови како грашокот, целерот, брокулата компирот и сл. Меѓутоа, најголемата концентрација на витамин К во нашите организми доаѓа од интестиналните бактерии што се наоѓаат во цревата. Витаминот К е еден од таканаречените редокс витамини од кинонски тип. Неговата кинонска структура овозможува да овој витамин ги лови штетните реактивни радикали што ги напаѓаат липидите и другите липофилни соединенија во клетките. Притоа, хидрокинонската (редуцираната) форма на овој витамин е таа што ги редуцира реактивните радикални честички, и при таа реакција витаминот К се претвора во оксидирана (кинонска) форма. Потоа, со помош на други супстанции што се наоѓаат присутни во живите организми, витаминот К може пак да биде претоврен во неговата активна хидрокинонска форма. Реакцијата на претворање на витаминот К од кинонска во хидрокинонска форма е оксидо-редукциска реакција и таа може да се претстави со следната хемиска шема:



хидрокинон

кинон

Земањето на преголема количина од витамин К може да биде штетно, и притоа симптомите од предозираност со витамин К се манифестираат преку појава на жолтица, пожелтување на кожата, или пожелтување на белката на очите. Освен забавената коагулација на крвта, не се познати други посериозни болести што се предизвикани од недостаток на витаминот К.



From "Fundamentals of Clinical Nutrition" by R. L. Weinsier copyright 1993 by Mosby-Year Books N.Y.

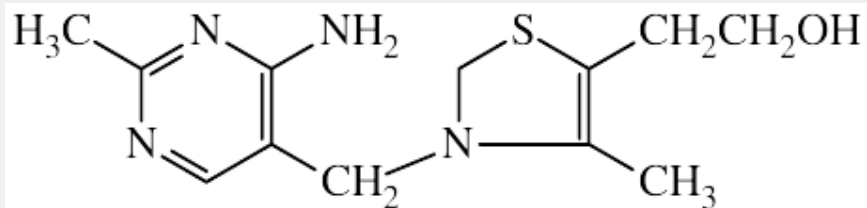
Fig. 6-5 Easy bruisability in vitamin K deficiency.

Последици како недостаток на витамин K во телото-брзо добивање на модринки и при најмал механички допир и неможност да се спречи крварење

ВИТАМИНИ РАСТВОРЛИВИ ВО ВОДА

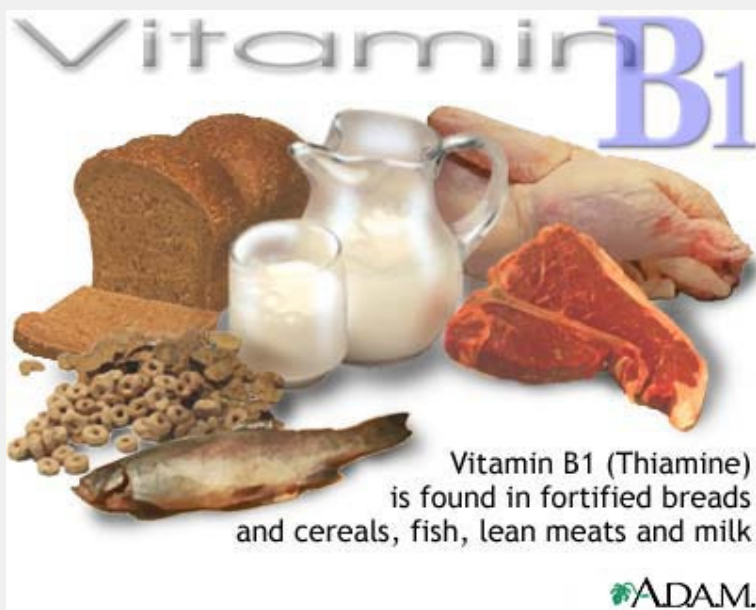
-тука спаѓаат витамините Б1, Б2, Б6, Б12, фолна киселина и витамин С.

Витамин В1 (тиамин)



THIAMINE

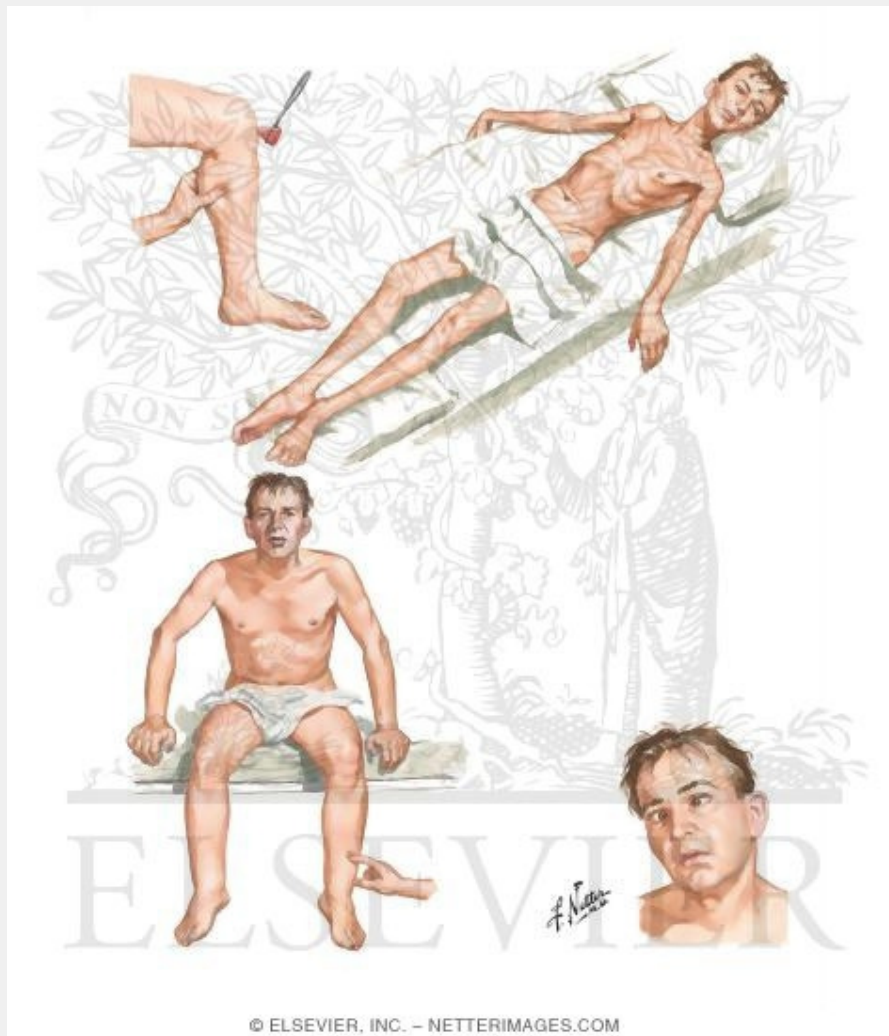
структура на витаминот Б1



продукти во кои се најдува витаминот Б1

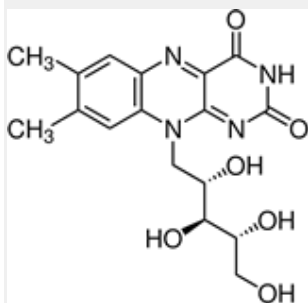
Витаминот Б1 (тиамин) за прв пат е излориан во 1926 година, меѓутоа болестите предизвикани од недостаток на витамин Б1 се познати од многу дамнешни времиња. Во една кинеска книга отпечатена за прв пат во 2697 година пред христос за прв пат се споменува терминот *берибери*, што е сега синоним за недостаток од витаминот Б1. Иинаку берибери во превод значи „не можам, не можам, а е поврзано со чудни движења на главата поврзани со оштетувања на нервите. Во 19тиот век, еден јапонски лекар за прв пат открил дека додавањето на интегрални (заедно со лушпа) зрна од пченка во исхраната (лебот) доведува до намалување на оваа болест бери-бери. Иако голем број на морнари починале од оваа болест, таа била најважниот чекор кон откривањето на овој витамин.

Изолиран за прв пат витаминот Б1 бил во 1920 година. Овој витамин игра важна улога во правилното функционирање на целиот нервен систем. Симптомите од недостаток на овој витамин се манифестираат преку неправилно функционирање на нервните клетки и нервниот систем, при што доаѓа најчесто до нервно растројство. Берибери болеста може да го нападне и срцето. Децата со недостаток на витамин Б1 се екстремно плачливи и плачењето варира од екстремно гласно плачење, па се до безгласно плачење. Овој витамин го има во лушките од житариците, во рибите месото и млекото. Пожелна е употреба на прехранбени интегрални производи (црн или ржан тип на леб) за луѓето што имаат недостаток од овој витамин. Дневната доза на овој витамин се движи од 1.1 до 1.2 милиграми. Земањето на вишок од овој витамин не е многу штетно, затоа што тој се раствора во вода и лесно може да биде исфрлен надвор од организмот преку урината.

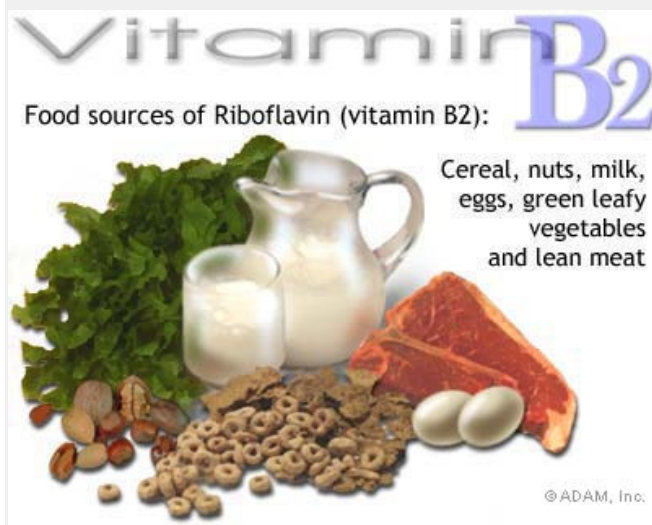


Последици што настануваат поради недостаток од витаминот Б1

Витамин В2 (рибофлавин)

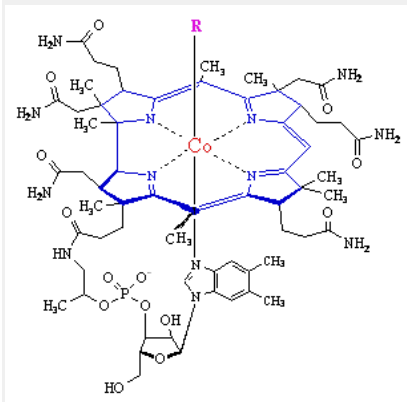


структура на витаминот Б2



Историски гледано, откривањето на витаминот Б2 е поврзано со неговата улога во лекувањето на болеста берибери, што подоцна се покажало како грешно. Рибофлавинот (витаминот Б2) е со интензивна портокалово-жолта флуоресцентна боја, и оваа боја им помогнала на научниците да го изолираат во екстрактите од голем број прехранбени производи. Витаминот Б2 е дел од два различни коензими во човечкиот организам, и неговата улога е значајна во продукцијата на енергија во човечкото тело, и во трансформацијата на аминокиселината триптофан во витамин Б-нијацин. Производи во кои е најчесто застапен витаминот Б2 се месото, живинарските производи, рибата, а го има и во млечните производи и во лиснати зеленчуци. За разлика од другите витамини, овој витамин не е многу осетлив на температурни промени, но е осетлив на светлина. Дневната потребна количина од овој витамин е 1.1 до 1.3 милиграми. Недостатоците од овој витамин се манифестираат преку појава на рани на грлото, воспалување на јазикот и устата, и забавено исфрлање на течностите од организмот. Показано е дека и појавата на мигрени е блиско поврзана со недостаток од овој витамин. Бидејќи млекото е главен извор на овој витамин, се препорачува тоа да се чува во пакувања што се отпорни на УВ светлина која може да го разгради овој витамин.

Витамин В12 (цијанокобалтамин)



структура на витаминот В12



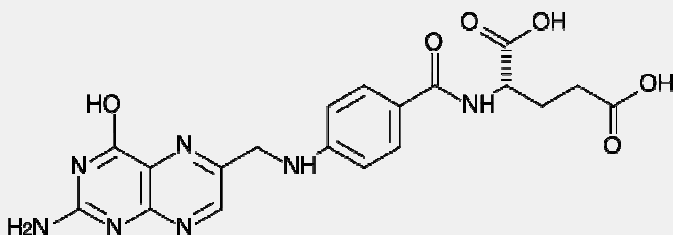
продукти во кои го има витаминот В12

Историјата на витаминот В12 е поврзана со настанот во кој милиони луѓе биле спасени од страшна смрт, а кои се поврзувале со некои видови на анемија. Недостатокот од овој витамин предизвикувал еден тип на макроцитозна анемија, во која црвените крвни клетки стануваат многу поголеми одошто при нормални услови. Овој витамин бил откриен при третманот на една Хинду бремена жена во Бомбај (Индија) која била заболена од ваква една макроцитозна анемија. Лекувањето било извршено со давање на екстракти од квасец, во кои се најдувал и витаминот В12. Витаминот В12 има најкомплексна хемиска структура од сите витамини. Неговото име—цијанокобалтамин потекнува од присуството на минералот кобалт во структурата на овој витамин. Кобалтот му дава карактеристична црвена боја на овој витамин. Функцијата на овој витамин е многу слична со таа на фолната киселина (следниот витамин што ќе го изучуваме). Една од основните функции на овој витамин е заштитата на на обвивките на нервните клетки, при што го забрзува растот на нервните клетки. Друга функција на В12 е во правилната активност на коскените клетки и на правилно одвивање на нивниот метаболизам, а игра и значајна улога во спречувањето на голем број на срцеви заболувања. Кожата обично е најосетлива при недостаток на овој витамин. Главни извори на В12 се јајцата, млекото и млечните производи, раковите и школките. Дневната доза на овој витамин е 2 до 2.4 микрограми.



Последици настанати поради недостаток од витамин Б12

Фолна киселина (фолат)



структура на фолната киселина



Продукти во кои е застапена фолната киселина

Во последните 20тина години, интересот за фолната киселина е се поголем поради тоа што е утврдено дека таа игра значајна улога во спречувањето на раѓање на деца со различни деформации и срцеви заболувања. Тоа доведе до енормна употреба на фолната киселина во индустријата за храна. Иако фолната киселина и витаминот B₁₂ работат заедно, фолната киселина си има свои сопствени функции. Хемиското име на фолната киселина е птероилгатна киселина. Фолната киселина најпрво е изолирана од спанакот, а ја има и во голем број на други земјоделски лиснати зеленчуци. Фолната киселина игра значајна улога во синтезата на DNA и RNA, а има дејство и во синтезата на голем број на аминокиселини и на одредени клеточни делови. Овој витамин е исто така вклучен и во метаболизмот на масните материи.

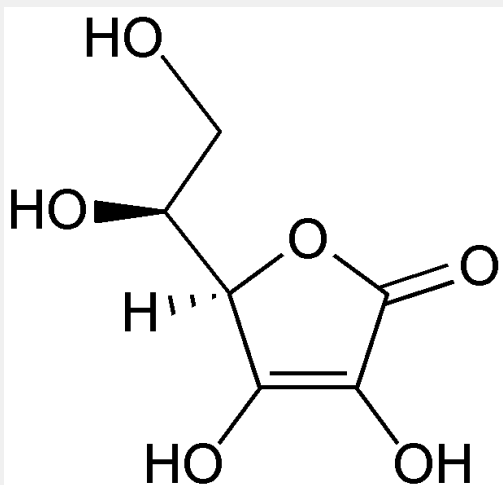
Проблеми од недостаток на фолна киселина обично се јавуваат кај бремените жени, и кај хроничните алкохоличари. Овој витамин е присутен во голем број на зеленчукови и зрнести растенија, а го има и во црниот дроб на животните. При приготвувањето на храната на повисоки температури, повеќе од 95% од фолната киселина може да биде уништена, и затоа се препорашува приготвувањето на храна да се одвива на пониски

температури. Дневната потребна количина од фолна киселина е околу 400 микрограми. Посебно се препорачува земањето на зголемени количини од фолна киселина кај бремените жени, со цел плодот правилно да се развие и да се заштити од одредени срцеви заболувања.



Да запамтите: Фолната киселина е неопходен витамин во текот на бременоста за да дојде до правилно развивање на фетусот

Витамин С (аскорбинска киселина)



хемишка структура на витаминот С

Vitamin C

Citrus fruits, green peppers, strawberries, tomatoes, broccoli and sweet and white potatoes are all excellent sources of vitamin C



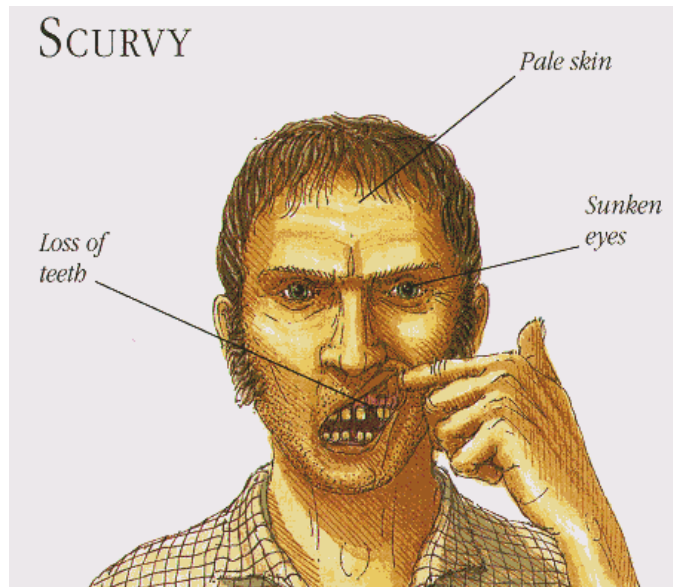
Употребата на витамин С е неизбежен сегмент во секојдневниот живот во борбата против разни настинки, грипovi и сл. Историски гледано, морнарите во долгите конквистадорски експедиции биле тие што станале први жртви од недостаток на витаминот С. Скорбутот - болест што најчесто се манифестира со опаѓање на забите и оштетување на кожата, била една од болестите што е директно поврзана со недостатокот од витамин С. Дневната доза на овој витамин е од 30 до 180 милиграми, а прекумерното земање на овој витамин не претставува никаква штета, бидејќи вишокот на овој витамин лесно се исфрлува преку флуидите (урината) надвор од човечкото

тело. Витаминот С го има во најголема количина во овошјето и зеленчукот, и тој се зема само преку конзумирање на овие продукти, или на производи добиение од овочје и зеленчук. Витаминот С е термолабилен витамин, така да приготвувањето на храна од производи богати со овој витамин не се препорачува да се одвива на многу високи температури. Имено, при повисоки температури ќе дојде до уништување на витаминот С и целосно ќе се изгуби неговата функција. Витаминот С е еден од најзначајните витамини неопходни за секојдневната борба на организмот против вирусите и бактериите кои се секаде околу нас. Витаминот С е еден од најефикасните природни антиоксиданси. Тој не може да помине преку клеточните мембрани и да навлезе во внатрешноста на клетките, туку неговата улога е во крвта, каде ги редуцира (и уништува) сите штетни вируси и бактерии што навлегуваат во организмот. На тој начин, витаминот С директно спречува појава на чести заболувања кај луѓето. Се смета дека витаминот С може дури да има и битна функција во превенцијата од некои канцерогени заболувања.



From "Fundamentals of Clinical Nutrition" by R.L. Weinsier copyright 1993 by Mosby-Year Books Inc. N.Y.
Fig. 2-5 Periodontal disease seen in scurvy.





Последици што настануваат како резултат на недостаток од витамин С

Минерални материи и микроелементи

Под поимот минерални материи се подразбираат соли на метали и неметали што не содржат јаглерод. Минералните материи, според тоа, спаѓаат во групата на неоргански материи. Карактеристично за минералните материи е тоа што не можат да бидат разложени или уништени во текот на процесот на варење на храната, а се доста отпорни на светлина и на температурни промени. Ова својство значително ги разликува од витамините. Голем број од минералните материи не се неопходни за живите организми, а се внесуваат во организмите преку храната и водата. Треба да знаеме дека минералните материи скоро без исклучок се внесуваат во облик на соли, ние не внесуваме во нашите организми елементи од перидониот систем што се во основна состојба, туку внесуваме соли на тие елементи. Откако ќе бидат внесени во организмот, овие соли може да дисоцираат и од нив ќе се добијаат соодветно количество на јони-катјони и анјони. Самите минерали не се енергетски материи, односно при нивно внесување во организмот, не се ослободува реакција како резултат на нивно разложување. Кога се внесуваат во организмот, минералите најчесто целосно се растворуваат директно во крвта.

Во зависност од тоа дали еден минерален елемент е неопходен или за правилно одвивање на функциите во човечкиот организам, минералите се делат на макро и микро елементи. *Оние минерални материи што се неопходни во нашата исхрана во количини поголеми од 100 милиграми на ден се нарекуваат макро елементи*, додека елементите чија дневна потребна количина внесена преку храната е помала од 100 милиграми на ден се нарекуваат микроелементи.

Главните функции на минералите во организмите се отсликуваат во правилното функционирање на метаболизмите, во правилниот развој на коските, во обезбедувањето на оптимален состав на крвта, а голем број од тие минерални материји дејствуваат и како антиоксиданси. Во наредниот дел ќе споменеме некои од позначајните минерални елементи и нивните функции во организмите.

Јод: Јодот претставува микро елемент, што е неопходен за правилно функционирање на *тироидните хормони*. Тироидните хормони обично ја регулираат телесната температура на телото и растот на телото, а со температурата се поврзани сите биохемиски реакции во живите организми. *Јодот во исхраната се внесува најчесто преку солта која е обогатена со натриум или калиум јодид*. Недостатокот од јод во организмот предизвикува неправилно функционирање на тироидната жлезда, а тоа се манифестира најчесто преку значителни отоци во пределот на гушката. Телото притоа не може да ја одржува телесната температура, а со тоа доаѓа до пореметување на многу битни функции во организмот. Недостатокот на јод може да доведе и до ментална ретардација кај плодот, доколку се случи во период на бременоста.

Селен: Селенот е микроелемент, потребен за правилно функционирање на тироидната жлезда, тој има улога и на антиоксидант, а го помага и функционирањето на витаминот Е. Најчесто го конзумираме преку растителните производи и месото. Растенијата го добиваат селенот од почвата. Недостатокот на селен во организмот предизвикува неправилна работа на срцето, појава на артритис и опаѓање на имунитетот.

Манган: Манганот е микро елемент, што обично се наоѓа присутен во интегралните зрнести плодови, и во некои овошни и зеленчукови плодови. Тој игра главна улога во правилно одвивање на многу метаболитски процеси, а има улога и на силен антиоксиданс. Учествува и во правилната градба на коскените ткива.

Хром: Хромот е микроелемент што во организмот има важна улога во мнетаболизмот на јаглехидратите. Присутен е во интегралните житарици, во печурките, во чоколадото за готвење и црвеното вино. Исправноста на крвта е тесно поврзана со соодветното присуство на овој елемент.

Железо: Железото е микроелемент кој во организмот доаѓа преку храната, и тоа најчесто преку месото (говедско месо и цигер), рибата, а го има и во голем број на зеленчукови растенија, во кои предначи спанакот. Железото е неопходно за правилно функционирање на целиот метаболизам, и за правилно функционирање на крвта, а се јавува и како силен антиоксиданс. **Во крвта, железото е во состав на хемоглобинот**, и таму може да го врзува кислородот и да го пренесува до клетките на кои им е потребен кислород за правилно функционирање. Дневната доза од овој елемент се движи од 8 до 30 милиграми на ден. Прекумерната концентрација од железо во организмите доведува до пореметување на централниот нервен систем, до забрзано отчукување на срцето и до оштетување на црниот цигер и бубрезите. Недостатокот на железо во организмот на човекот е поврзан со појавата на анемија, При оваа болест, значително се намалува продукцијата на црвени крвни клетки, а со тоа се намалува и

концентрацијата на хемоглобинот во крвта. При анемија доаѓа до битни пореметувања во организмот, се забележува омалаксаност, несоодветно функционирање на нервниот систем, а доаѓа и до побледување на кожата, што е прв предзнак за анемичност.

Цинк: Цинкот е микроелемент кој најчесто го има во интегралните житарици, месото, и во некои морски растенија. Цинкот игра многу важна улога во продукцијата на хемоглобин, а дејствува и како многу ефикасен антиоксиданс. Притоа, цинкот е битен минерал во правилното функционирање на имунолошкиот систем, а придонесува и за правилна ситнеза на протеините во организмот. Недостатокот на цинк во организмот најчесто се манифестира преку забавено растење, а цуциестиот раст е типична карактеристична болест поради недостаток на цинк.

Бакар: Бакарот е микроелемент што е одговораен за правилно функционирање на крвта, и е неопходен за транспортот на железото низ крвта. Во метаболизмот на живите организми, бакарот игра важна улога во реакциите што се поврзани со продукција на енергија неопходна за правилно функционирање на многу процеси. Учествува и во синтезата на колагенот, а со тоа игра битна функција во правилниот развиток на коските. Го има во поголеми количини во месото, морската храна и семките.

Калциум: *Калциумот е макроелемент* што е од витално значење за голем број функции во живите организми. Важен е, пред се, за правилно функционирање на крвта, и за *градбата на коскеното ткиво*. Го има во поголеми количини во млекото и млечните производи и во лиснатиот зеленчук. Калциумот е неопходен елемент во градбата на коските и забите, а тој е неопходен и за правилна функција на нервниот и мускулниот систем. Доколку не се зема во соодветни количини, калциумот се симнува (се раствара) од коските, со цел да го избалансира неопходното количество на калциум во крвта. Со тоа доаѓа до омекнување и кршење на коските и до ронење на забите. За правилна атсорпција на калциумот во организмот, внесен преку храната, неопходен е витаминот D. Способноста за атсорпцијата на калциум во организмот се намалува пропорционално со годините. Доколку го има во поголеми количини, калциумот може да се наталожи во крвта и да предизвика запушување на крвните садови, а можно е негово наталожување и во срцето, при што може да настане смрт. Кога е во поголеми количини, калциумот може да смета при апсорпцијата на другите катјони како магнезиум, железо или цинк.

Фосфор: Фосфорот е битен макроелемент што најмногу е застапен во млекото и млечните производи, во месото и во јајцата. Фосфорот игра важна улога во правилниот развој на коските, и тој е еден од составните елементи на коскеното ткиво. Една од најважните улоги на фосфорот е во цитоплазмата на клетките, каде е директно вклучен во синтезата на АТП (аденозин три фосфат). АТП е соединенија богато со енергија, и најголем дел од енергијата потребна за одвивање на процесите во живите организми се обезбедува преку АТП.

Магнезиум: Магнезиумот е макроелемент што е најчесто застапен во лиснатиот зеленчук, во интегрираните зрнести култури, во семето, во оревите и бадемите, а го

има и во морските плодови. Тој е одговорен *минерал за правилен развој на коските*, а многу често има битна улога и во забрзувањето на ензимските реакции. Игра главна улога и во процесите на синтеза на протеини во живите организми, како и во синтезата на АТФ.

Флуор: Флуорот е микроелемент што во организмот најчесто се внесува преку водата збогатена со флуор, преку готварската сол или преку млекото збогатено со флуор, а најчесто се нанесува на забите со употреба на забните паста. Тој *игра важна улога во изградбата на забите и коските*, а исто така има улога да ги штити забите од кариес. Препорачливо е да се внесува уште од најраниот период кај новороденчињата. Недоволната количина на флуорот во организмот се рефлектира преку интензивна појава на кариес и паѓање на забите.

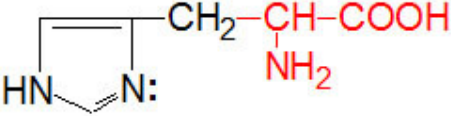
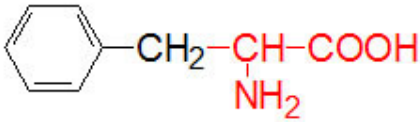
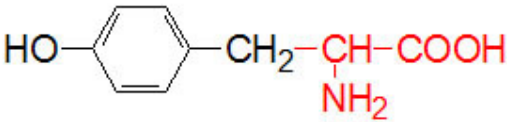
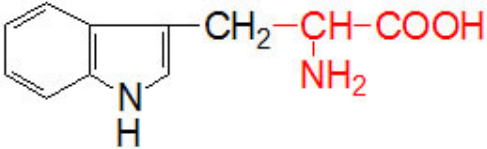
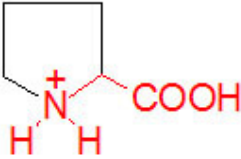
Амино киселини, пептиди и протеини

Едни од најзначајните соединенија кај живите организми се протеините. Протеините се едни од главните енергетски и градивни материи во сите живи клетки. Тие, имено, обезбедуваат енергија за одвивање на најголем дел на процесите во клетките, и се неопходни за опстанок и правилно функционирање на сите животински и растителни клетки. Покрај тоа, протеините се составен дел на клеточните мембрани, каде играат важна улога во регулирањето на материите што влегуваат и излегуваат во клетките. Огромен број на биолошки функции во живите организми се директно или индиректно поврзани со природата и структурата на голем број протеини. Голем број на хормони и ензими, на пример, се во суштина протеини. Протеините, според нивната структура се соединенија составени од 10 или повеќе пептидни единици. *Сите протеини, пептиди и полипептиди се полимери на аминокиселините.* Аминокиселините се органски соединенија што во својот состав содржат amino NH₂ група и карбоксилна COOH група што се наоѓаат сместени на еден ист тетраедрален C-атом (т.е. C-атом поцрзан со 4-тири различни атоми или атомски групи). Од тука доаѓа и нивното име аминокиселини, односно *тие се дефинираат како киселини што во својот состав содржат amino група.* Присуството на киселинската COOH група на аминокиселините им дава кисели својства, додека пак присуството на базната NH₂ група им дава алкални својства на аминокиселините. Според тоа, аминокиселините се специфична класа на соединенија кои во зависност од pH на растворите може да се однесуваат и како киселини и како бази. Во природата постојат 20 природни аминокиселини што се неопходни за формирањето на сите битни протеини кај цицачите. Имињата и формулите на овие 20 аминокиселини се дадени во следната табела:

Табела на аминокиселините што влегуваат во составот на сите значајни протеини

Амино киселина	симбол	структура	pK ₁ (COOH)	pK ₂ (NH ₂)
Алифатични аминокиселини				
глицин	Gly – G	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	2.4	9.8
аланин	Ala – A	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	2.4	9.9

валин	Val – V	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	2.2	9.7
леуцин	Leu – L	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	2.3	9.7
изолеуцин	Ile – I	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{H}_2\text{C} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	2.3	9.8
Неароматични аминокиселини што содржат OH групи во својот состав				
серин	Ser – S	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2$	2.2	9.2
треонин	Thr – T	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{HO}-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	2.1	9.1
Амино киселини што содржат сулфурни (тиолни) SH групи				
цистеин	Cys – C	$\text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2$	1.9	10.8
метионин	Met – M	$\text{H}_3\text{C}-\text{S}-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2$	2.1	9.3
Киселински и амидни аминокиселини				
Аспаргинска киселина	Asp – D	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2$	2.0	9.9
аспаргин	Asn – N	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	2.1	8.8

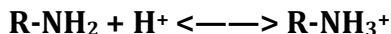
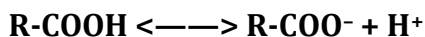
Глутаминска киселина	Glu – E	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	2.1	9.5
глутамин	Gln – Q	$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	2.2	9.1
Базни аминокиселини				
аргинин	Arg – R	$\underset{\text{NH}_2}{\text{C}}=\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	1.8	9.0
лизин	Lys – K	$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	2.2	9.2
хистидин	His – H		1.8	9.2
Ароматични аминокиселини				
фенилаланин	Phe – F		2.2	9.2
тирозин	Tyr – Y		2.2	9.1
триптофан	Trp – W		2.4	9.4
Имински аминокиселини				
пролин	Pro – P		2.0	10.6

Класификација на аминокиселините

Секоја од 20те аминокиселини што се сретнуваат во составот на протеините се разликува од останатите според R-супституентот на јалеродниот атом на кој се наоѓаат карбоксилната и аминокиселинната група. Најчесто, во зависност од тоа дали овој R-супституент е хидрофилен (дали лесно се раствора во вода) или е хидрофобен (дали тешко се раствора во вода), аминокиселините се поделени во две класи и тоа: хидрофилни и хидрофобни аминокиселини. Хидрофобните киселини имаат својства да ја одбиваат водата од својата околина, и најчесто тие се составен дел на внатрешноста на протеините. Хидрофилните аминокиселини, пак, имаат тенденција да стапат во интеракции со молекулите на вода (да градат водородни врски со водата) и главно се застапени во надворешната структура на протеините.

Киселинско-базни својства на аминокиселините

Карбоксилната α -COOH и аминокиселинната α -NH₂ групите на аминокиселините се способни да јонизираат (да дисоцираат) во водени раствори. Како резултат на таквата дисоцијација, следниве јонски рамнотежи може да постојат во водени раствори:



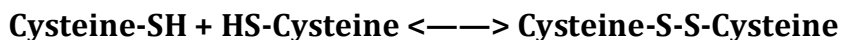
Како што може да забележиме од горните равенки, карбоксилната група од аминокиселините е киселинска група и таа може да даде протон во водени раствори, додека аминокиселинната група е со базни својства, бидејќи таа може да приме (да акцептира) протон. Меѓутоа, во водени раствори постои една рН вредност при која и карбоксилната група и аминокиселинната група се јонизирани, при што аминокиселината постои како структура која содржи во исто време и негативен и позитивен полнеж. Таквата форма на аминокиселините се нарекува *зwitterјон*, и најчесто тоа се случува при физиолошки рН од околу 7.4. рН вредноста на водените раствори при која вкупниот број на позитивни полнежи е еднаков на негативниот број на полнежи во структурата на една аминокиселина се нарекува изоелектрична точка. Присуството на киселинска и на базна група во составот на молекулите од аминокиселините прави овие киселини да се однесуваат и како киселини и како бази.

Влијание на R-супституентите врз својствата на аминокиселините

Својствата на аминокиселините кога се во водени раствори се главно диктирани од природата на R-супституентот што е супституиран на C-атомот на кој постојат карбоксилната и аминокиселинната група. Така на пример, спомнавме дека од хидрофилноста и хидрофобноста на R-супституентите зависи и тоа дали една аминокиселина ќе биде сместена во внатрешната или во надворешната структура на еден протеин. Притоа,

природата на R-супституентите определува и дали ќе биде возможна определена ензимска реакција врз протеинот или не. Имидазолниот прстен кај хистидинот овозможува да оваа аминокиселина се однесува и како киселина и како база во раствори со физиолошко рН од околу 7.0 до 7.4. Поради тоа хистидинот е аминокиселина што често се најдува во реактивниот центар кај протеините. Поради вквкитр својства, хистидинот е важен пуфер за H^+ јоните што доаѓаат од дисоцијацијата на карбоксилните групи кај хемоглобинот. Тоа својство на хемоглобинот овозможува размена на O_2 и CO_2 во клетките или во белите дробови.

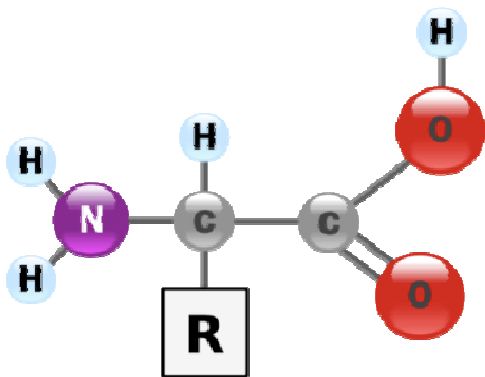
SH-тиолната група кај аминокиселина цистеин овозможува формирање на дисулфидни врски со други молекули на цистеин:



Формирањето на дисулфидна врска помеѓу молекулите на цистеин во протеините е од суштинско значење за дејствувањето и функцијата на голем број на протеини, и за елиминацијата на штетните реактивни честички на кислородот кои ги напаѓаат и уништуваат клетките.

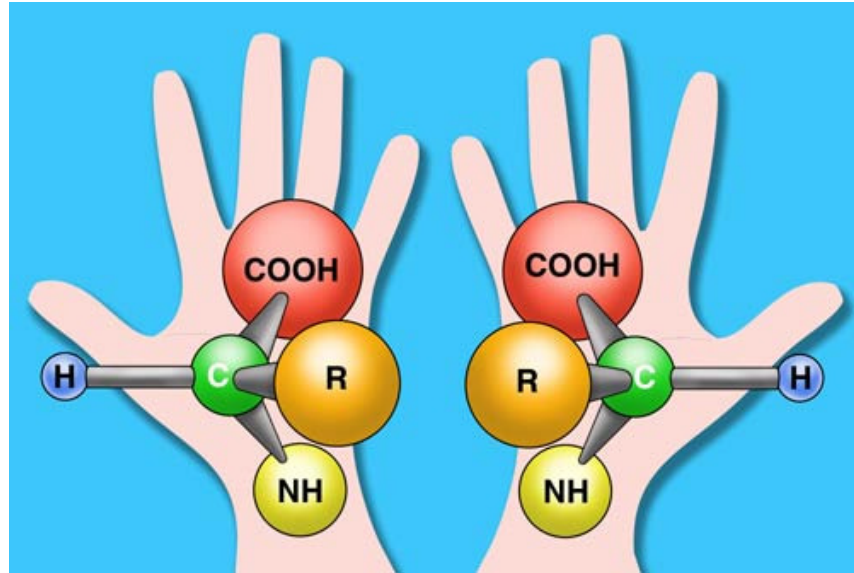
Оптички својства на аминокиселините

Присуството на тетраедрален хирален C-атом во структурата на аминокиселините (C-атом што е поврзан со четири различни групи) ги прави аминокиселините да покажуваат оптичка активност. **Единствена аминокиселина што не е хирална е таа на глициног.** Како што знаеме, хиралноста е својство што им овозможува на хиралните молекули да ја вртат рамнината на поларизираната светлина на лево или на десно. **Треба да се нагласи дека сите аминокиселини што се наоѓаат во составот на протеините имаат иста стерична конфигурација како L-глицералдехидот. Тоа значи дека сите аминокиселини во организмите се L-аминокиселини.** D-аминокиселините не се најдени во составот на протеините, иако D-аминокиселини се среќаваат во составот на полипептидните антибиотици. Ова својство на аминокиселините (хиралноста), во суштина, било одлучувачко својство за настанокот на животот на земјата.



Приказ-хиралната аминокиселина аланин. Хиралниот C-атом е тој што е поврзан со 4тири различни групи

Пример за десна и лева оптичка (хирална) форма на една аминокиселина



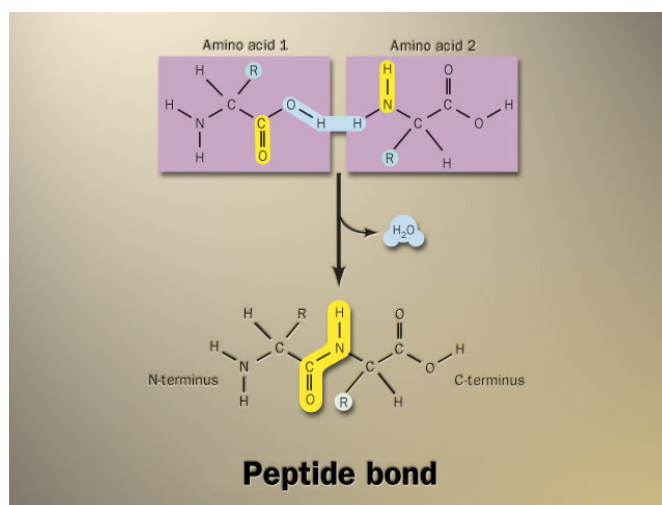
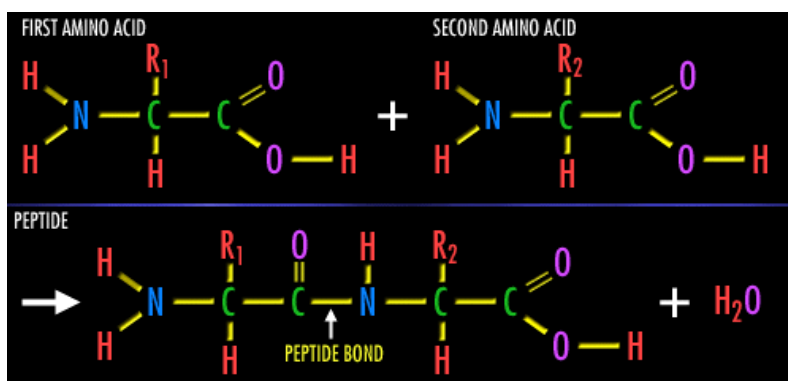
Пептиди

Пептидите се класа на органски соединенија што настануваат со меѓусебно поврзување на 2 или повеќе аминокиселини. Обично бројот на аминокиселини во структурата на пептидите се движи од 2 до 50. Пептидите составени од 2 аминокиселини се наречени дипептиди, пептидите составени од три аминокиселини се наречени три пептиди и т.н, додека *пептидите составени од 30 до 50 аминокиселински единици се наречени олигопептиди.* *Кога бројот на аминокиселините во пептидите е поголем од 50, таквите пептиди се наречени протеини.* Во последно време, пептидите предизвикуваат се поголемо внимание во медицината и во фармацевтската индустрија, поради нивните можности да служат како анти тела при спречувањето на одредени болести. Исто така, голем број на пептиди успешно се користат и како анти-тумор реагенси. Во полето на биохемијата, пептидите кои се главни фрагменти при распаѓањето на протеините, се употребуваат како супстанции преку кои се утврдува структурата на протеините. Треба да се нагласи дека и голем број на ензими и хормони имаат пептидна природа.

Пептидна врска

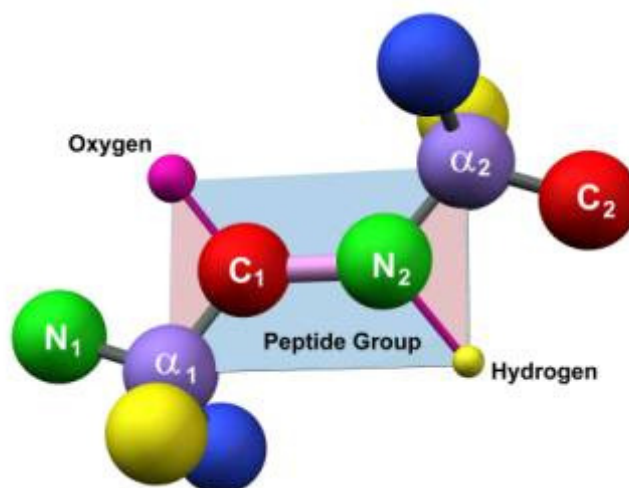
Пептидната врска е резултат на процес на кондензација (присоединување) на повеќе единици на аминокиселини, при што како продукти настануваат пептиди или протеини. Наједноставните пептиди се дипептидите. *Дипептидите содржат една пептидна врска, која што настанува како резултат на реакција на ОН групата од карбоксилната COOH група од едната аминокиселина со еден H атом од аминокиселината од другата аминокиселина.* Притоа настанува една пептидна врска, која по

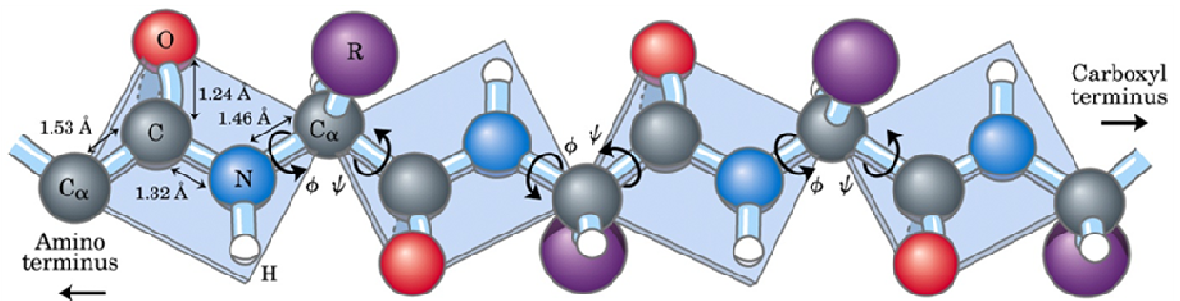
природа е амидна врска, и се ослободува една молекула на вода. Реакција на формирање на пептидна врска од две молекули на аминокиселини е прикажана на следната шема:



Настанување на пептидна врска од две аминокиселини

Треба да се нагласи дека пептидната врска е планарна врска, односно сите атоми што се околу пептидната врска лежат во една рамнина. Ова својство се должи на еден ефект што се вика резонанција. Резонанција е истовремено егзистирање на повеќе структури за едно исто соединение, а кај пептидите резонанцијата е резултат на флексибилноста на електроните од пептидната врска, кои може да припаѓаат на повеќе врски истовремено.





Приказ на планарниот карактер на пептидната врска

Протеини

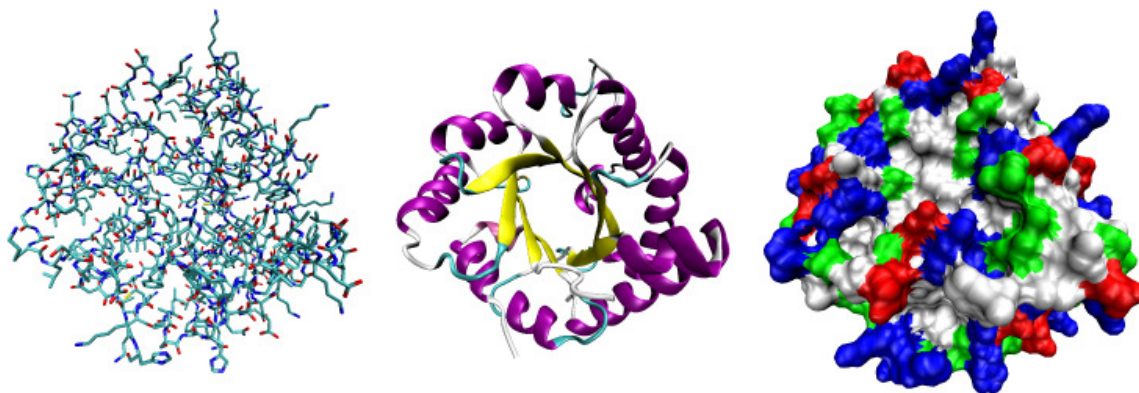
Како и другите биолошки макромолекули (полисахаридите и нуклеинските киселини, на пример), и *протеините претставуваат есенцијални компоненти кај живите организми и учествуваат во буквално сите биохемиски процеси во клетките*. Голем број од протеините се ензими, и тие ги катализираат (забрзуваат) биохемиските процеси во живите организми. Протеините имаат и градивна улога, при што голем број протеини се среќаваат како градивни единки што ја даваат формата на клетките. Голем број на протеини учествуваат и во пренесувањето на сигналите во клетките, во имунолошките одговори-кога организмите се нападнати од штетни честички или микроорганизми, а голем број на единки учествуваат и во регулацијата и пропустливоста на разни компоненти преку клеточните мембрани, каде тие заедно со фосфолипидите се едни од главните компоненти. Протеините се неопходни и во исхраната на животните, бидејќи животните не можат да ги синтетизираат во нивните организми сите неопходни аминокиселини, па затоа тие мораат да бидат надохранени преку храната. При процесот на варење на храната, протеините биваат разложени на аминокиселини, и тие аминокиселини потоа се главни компоненти во метаболизмот на животните.

Синтеза на протеините

Протеините главно се синтетизираат на два начини. Во живите организми, протеините биваат синтетизирани главно во рибозомите. Главна компонента при процесот на синтеза на протеините е рибонуклеинската киселина РНК. Покрај во живите организми, протеините може да бидат синтетизирани и по вештачки пат, со примена на хемиски методи познати како пептидна синтеза, при што се предизвикува поврвување на голем број на пептиди во големи полимерни (протеински) структури. Големината на синтетизираните протеини може да варира од неколку стотици до неколку илјади аминокиселински резидуи. Така, протеините од квасецот се едни од најмалите, составени од околу 460 аминокиселински остатоци, додека пак протеините познати како титини, кои се наоѓаат во мускулите, се составени од 27 000 аминокиселински остатоци. Моларната маса на протеините варира од 53 килодалтони (5300 g/mol) до 3000 килодалтони.

Структура на протеините

Структурата на протеините е доста сложена, а причина за тоа се големиот број на аминокиселини во составот на протеините, можностите за формирање на интрамолекуларни водородни врски во структурата на протеините, и интеракциите на аминокиселините од протеините со молекулите од вода, кога протеините се присутни во водени раствори. Три структури на протеинот триоза фосфат се дадени на следната слика:



На левата страна се дадени атомите присутни во овој протеин, при што атомите се претставени со различна боја. Во средината е поедноставената форма на овој протеин, каде што е прикажана структурата на рбетот на протеинот, додека на десната страна се прикажани деловите од протеинот што може да стапат во интеракции со молекулите од вода, кога овој протеин се наоѓа во водени раствори.

Кај огромен број од аминокиселините го среќаваме процесот на извиткување (или обвиткување) кога тие се присутни во водени раствори. Тоа е резултат на

интрамолекуларните водородни врски помеѓу самите аминокиселини што влегуваат во составот на определен протеин, или пак тоа е резултат на интеракциите помеѓу аминокиселините и молекулите од вода. Кога зборуваме за структурата на протеините, обично се разликуваат четири структурни типови и тоа:

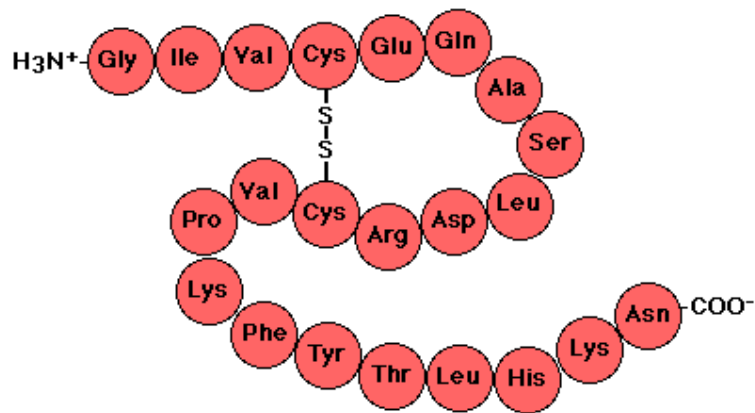
-Примарна структура на протеините-ни ја покажува секвенцата (редоследот) на аминокиселините во рамките на структурата на даден протеин;

-Секундарна структура на протеините-кај оваа структура се прикажуваат деловите (локалните структури) на аминокиселините што се стабилизирани со интрамолекуларни водородни врски;

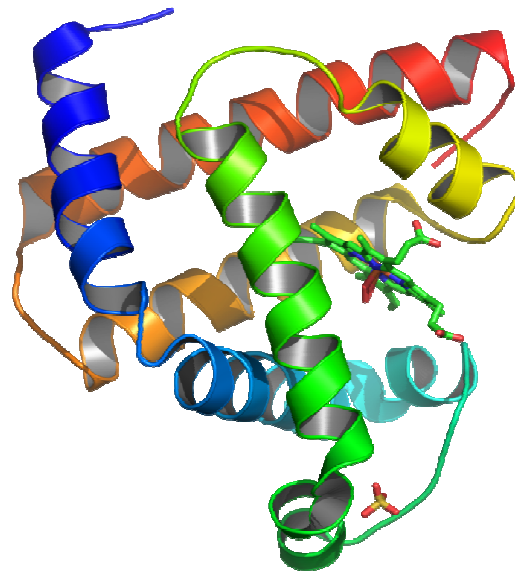
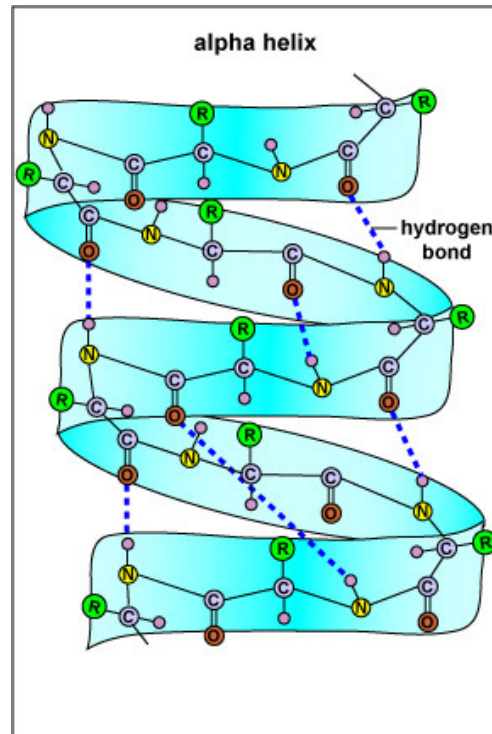
-терциерна структура на протеините-ни ја прикажуваат целата форма на една протеинска молекула.

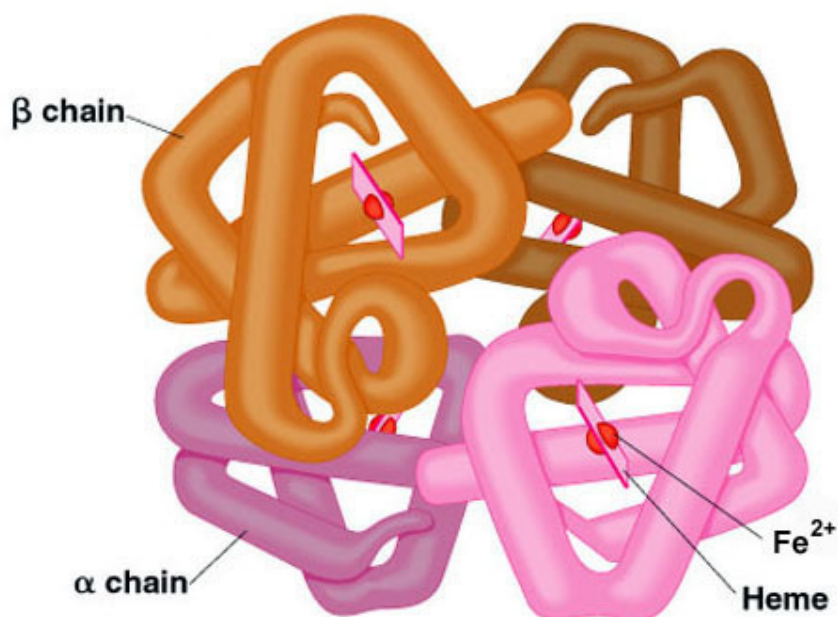
-квартерна структура на протеините-е структурата образувана од неколку молекули на протеинот.

Примери за погоре наведените структури на протеините се дадени на следната слика:



Приказ на примарна структура на протеините





Квартерна структура кај протеините

Класи на протеини

Ензими—ензимите се најголема класа на протеини што најчесто дејствуваат како катализатори на разни биохемиски реакции во живите организми. Скоро секоја биохемиска реакција што се одвива во клетките на живите организми е забрзувана од некој тип на ензим. Ензимите се именуваат најчесто според типот на реакцијата што тие ја забрзуваат (катализираат). Познати ензими се трипсин, хемотрипсин, лактоза, глюкозаоксидаза, инсулин и сл.

Регулаторни протеини- овие протеини ги регулираат процесите во клетките, а тоа го прават најчесто преку нивната способност да се врзуваат (комплексираат) со важни макромолекули како DNA, RNA, и сл. Познат ензим од овој тип е инсулинот. Инсулинот е хормон што го регулира метаболизмот на глюкозата. Инсулинот е релативно мал протеин.

- **Транспортни протеини** – добро познат пример за овој тип на протеини е **хемоглобинот**. Хемоглобинот е протеин што учествува во транспортот на кислородот до сите клетки. Постојат и други протеини од овој тип, и тие најчесто се мембрански протеини, сместени се во мембраните на клетките и таму влијаат врз транспортот на голем број на хранливи материи (гликоза, витамин, аминокиселини) во внатрешноста на клетките.

- **Резервни протеини** – ова се специјални протеини што можат да се разложат до аминокиселини, со цел да се добие поголема количина на азот во клетките. Азотот е често лимитирачки елемент што битно влијае врз процесите на растење. Овие протеини можат да врзуваат и метални јони, и да ги пренесуваат во внатрешноста на

клетките. Таков еден протеин е феритин, кој е протеин што може лесно да го врзува железото.

- **Структурни протеини** – овие протеини влегуваат во составот на градбата на клетките, и тие им даваат цврстина на клетките, а во исто време ги заштитуваат клетките од разни механички и хемиски влијанија. Тие се практично нерастворливи во вода. Такви протеини се кератините (главни протеини во составот на кожата, ноктите и косата), потоа колагенот кој е составен протеин во коскените клетки и сл.

- **заштитни протеини** – овие протеини имаат задача да ги лоцираат и неутрализираат молекули и материите што не припаѓаат на клетките, или да го помогнат непреченото одвивање на процесите што се битни за правилно функционирање на имуниот систем. Такви се на пример имуноглобулините и антителата-протеини што ги неутрализираат непријателските материји и токсините. Протеините тромбин и фибриноген влијаат врз згрутчувањето на крвта, и спречуваат да дојде до значителни губитоци на крв кога имаме повреда и крварење. Постојат и т.н. антифриз протеини кои помагаат крвта на арктичките риби да не се смрзне

Ензими

Ензимите се биомолекули кои што ги катализираат (забрзуваат) хемиските реакции во биолошките системи. По хемиски состав, (скоро) сите ензими се протеини. Во ензиматските реакции, молекулите што постојат на почетокот на хемискиот процес се наречени **супстрати**, кои потоа со помош на ензимите биваат претворени во крајни производи. **Ензимите се специфични супстанции, а тоа значи дека еден ензим може најчесто да дејствува само врз даден супстрат**, а не врз било која супстанца. Речиси кај сите процеси што се одвиваат во живите организми потребни се ензими со цел да се одвиваат со разумна и соодветна брзина. Треба да се напомене дека ензимите може да катализираат хемиска реакција што во нормални услови (без присуство на ензим) се одвива споро, но *тие не можат да катализираат хемиска реакција што е невозможно да се одвива.*

Уште на почетокот на 19тиот век биле познати многу процеси како што се варењето на месото во стомакот и претворањето на скробот (полисахарид) во дисахарид со помош на некои растителни екстракти. Она што не било тогаш познато бил механизмот според кој се одвивале горенаведените реакции. Во 19тиот век, студирајќи ги процесите на ферментацијата на шеќерот во алкохол со помош на квасец, Louis Pasteur дошол до заклучок дека овој процен на ферментација бил катализиран од страна на некоја витална сила што била присутна во квасецот наречена фермент. Пастер напишал дека алкохолната ферментација е процес што е во корелација со животот и организацијата на клетките во квасецот. Во 1878 година германскиот физиолог Wilhelm Kühne (1837–1900) прв го употребил терминот ензим, што доаѓа од грчкиот збор *ενζυμιον* а значи "во живот". Зборот ензим подоцна бил употребен и за супстанции што може да се најдат и надвор од живите организми, како ензимот пепсин на пример, а зборот фермент се употребувал за да ја опише хемиската активност произведена од живите организми. Она што треба да се знае за ензимите е дека хемиските реакции што се одвиваат во присуство на ензими се неколку милиони пати побрзи во однос на соодветните реакции кои би се одвивале без присуство на ензими. Како и сите други катализатори, ензимите не се уништуваат и хемиски не се претвораат во текот на ензиматските реакции, туку секогаш на крајот од ензиматската реакција ензимите остануваат во првобитната состојба. Она што ги разликува ензимите од другите катализатори е тоа што ензимите се доста специфични, односно тие може да катализираат само (најчесто) една дадена хемиска реакција. Исто така, дејството на ензимите може да биде намалено или спречено од страна на други молекули кои се наречени инхибитори. Спротивно од инхибиторите, постојат и супстанции кои ја зголемуваат активноста на ензимите и тие се наречени активатори. **Активноста на ензимите зависи и од температурата, од природата во која се наоѓа ензимот, од видот на растворот во кој се одвива хемиската реакција, од рН на растворот и слично.** Голем број на ензими се користат и за комерцијални употреби, во синтезата на

антибиотици на пример. Голем број на ензими се користат и во домаќинствата, така на пример во прашоците за перење многу често се додаваат ензими што ги разложуваат масните или протеините што се наоѓаат нафатени на валканите алишта.

Номенклатура на ензимите

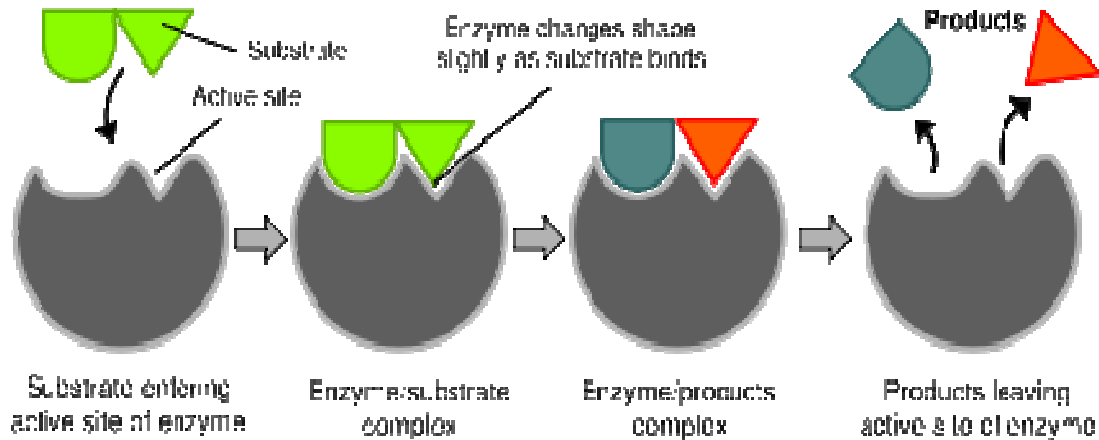
Ензимите најчесто се именуваат според видот на реакцијата што ја катализираат. Најчесто имињата ги добиваат така што се додава суфиксот „аза“, кон името на супстратот чија реакција ја катализираат. Така на пример лактаза е името на ензимот што ја катализира реакцијата на деградација на лактозата.

Структура и хемиски состав на ензимите

Ензимите се воглавно глобуларни протеини, и бројот на аминокиселини во нивниот состав може да се движи од 62 па се до 2500. Активноста на ензимите е главно определена од нивната тридимензионална структура. Голем број на ензимите се многу пати поголеми од супстратот на кој тие делуваат, и притоа само еден мал дел од ензимот (3-4 аминокиселини) се вклучени директно во процесот на катализа. Регионот на ензимот што ги содржи тие аминокиселини се поврзува директно со супстратот и така доведува до катализа на хемиската реакција на супстратот. Тој дел од ензимот се вика активен дел на ензимот. Ензимите поседуваат и места во нивната структура каде што може да се врзуваат т.н. кофактори што се неопходни за процесот на катализа. Голем број од ензимите може да бидат денатурирани. Притоа, под влијание на несоодветно рН (многу кисела или многу базна средина) или висока температура може да дојде до декативирање на ензимот, при што доаѓа до уништување на неговата тридимензионална оригинална структура. Оваа денатурација може да биде реверзибилна или иреверзибилна, што главно зависи од условите при кои е извршена денатурацијата и од видот на ензимот.

Специфичност на ензимите-модел на клуч и брава

Како што претходно беше потенцирано, ензимите се доста специфични супстанции, и еден ензим може да катализира само точно определена (а не било која) хемиска реакција. Ензимите се специфични кон одредени супстрати поради тоа што геометриската структура на ензимот и супстратот е комплементарна (се надополнува). Ова комплементарно својство помеѓу ензимите и супстратите често се нарекува модел на „клуч и брава“. Еден шематски приказ за реакција помеѓу ензим и супстрат е даден на следната слика.



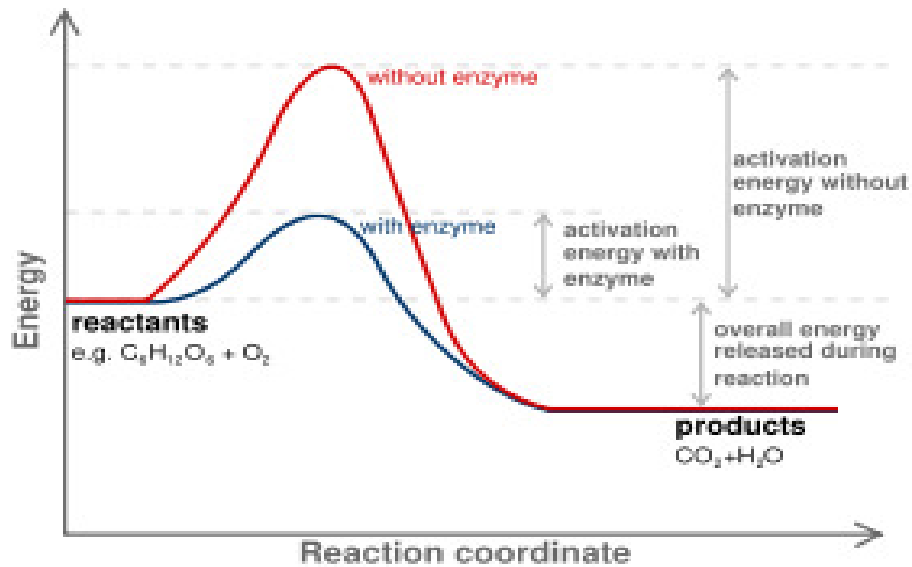
Приказ на реакција помеѓу ензим и супстрат. Механизам на „ключ и брава“.

Кофактори и коензими

Голем број на ензими можат да функционираат во нивната нативна форма, без било каква помош од други молекули, Меѓутоа, постојат и огромен број на ензими за чие правилно и соодветно функционирање се потребни други (непротеински) молекули. Овие супстанции што се неопходни за правилно функционирање на ензимите се наречени *кофактори*. Кофакторите може да бидат од неорганска природа (како на пример некои метални јони, или кластери од железо и сулфур), а може да бидат и од органска природа (флавин и хем на пример се кофактори кои често учествуваат во оксидоредукциските реакции на ензимите). *Коензимите*, пак, се органски молекули што најчесто служат да трансферираат други органски молекули или јони помеѓу ензимите вклучени во некој хемиски процес. Такви коензими се никотинамид динуклеотид, коензим Q10 и други коензими што се најчесто вклучени во процесите во митохондриите каде се добива соединението аденозин трифосфат. Аденозин трифосфатот е едно од најзначајните соединенија во клетките, неопходен за снабдување со енергија на голем број процеси во клетките.

Термодинамика кај ензимските реакции

Како што на почетокот од беше потенцирано, ензимите може да катализираат само хемиски реакции што во отсуство на ензим би се одвивале со многу мала брзина. Ензимите не може да катализираат хемиски реакции што се термодинамички невозможни. На следниот график е прикажан енергетскиот профил на една хемиска реакција што би се добил при една некатализирана реакција, и енергетскиот профил на истата реакција во присуство на ензим. Како што може да се забележи од сликата, енергијата на преодната состојба (максимумот на потенцијалната енергетска бариера) е далеку помал кога имаме присуство на ензим во хемиската реакција.

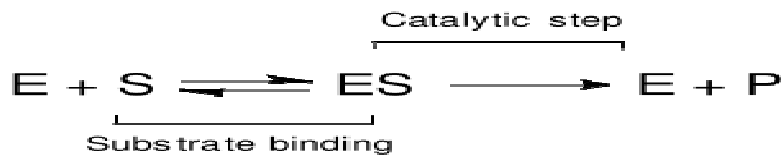


Енергетски профили во различни состојби на една хемиска реакција. На супстратите им треба голем енергија за да дојдат до преодната состојба (состојба што одговара на максимумот на кривата). Кога ќе ја достигнат таа преодна состојба, тогаш тие се претвораат во продукти.

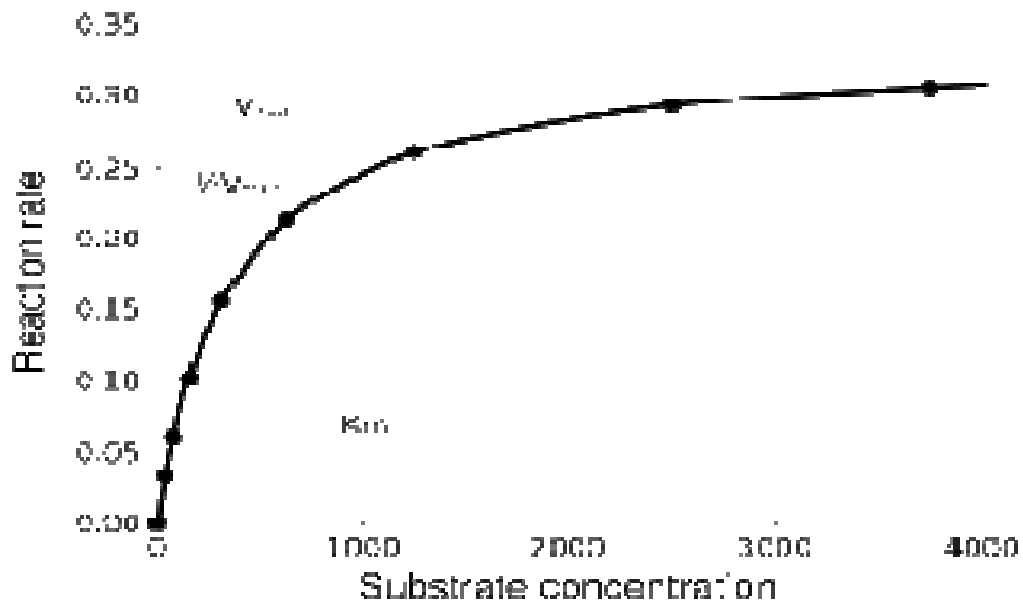
На горниот график, гледаме дека ензимите ја стабилизираат преодната состојба, намалувајќи ја енергијата што е потребна за да се добијаат продукти. Како и сите други катализатори, ензимите не ја менуваат состојбата на рамнотежа кај хемиските реакции. Обично, во присуство на катализатор реакцијата се одвива во иста насока како што би се одвивала и без присуство на ензим, само што се одвива далеку побрзо.

Кинетика на ензимските реакции

Ензимската кинетика е испитување на механизмот на поврзување на ензимот со супстратот и добивањето на крајните продукти. Ензиматските реакции најчесто ги претставуваме со модел во кој ензимот (E) се поврзува со супстратот (S) и дава продукт (P) како на долната шема:



Во 1902 **Victor Henri** го предложил механизмот според кој ензимските реакции би се одвивале во две фази, како на шемата погоре. Во првата фаза супстратот се поврзува на ензимот, формирајќи притоа еден ензимско-супстратен (E-S) комплекс. Овој тип на комплекс понекогаш е наречен **Michaelis** комплекс. Втората фаза е создавање на краен продукт од тој ензимско-супстратен комплекс, при што се добива и првобитната форма на ензимот.



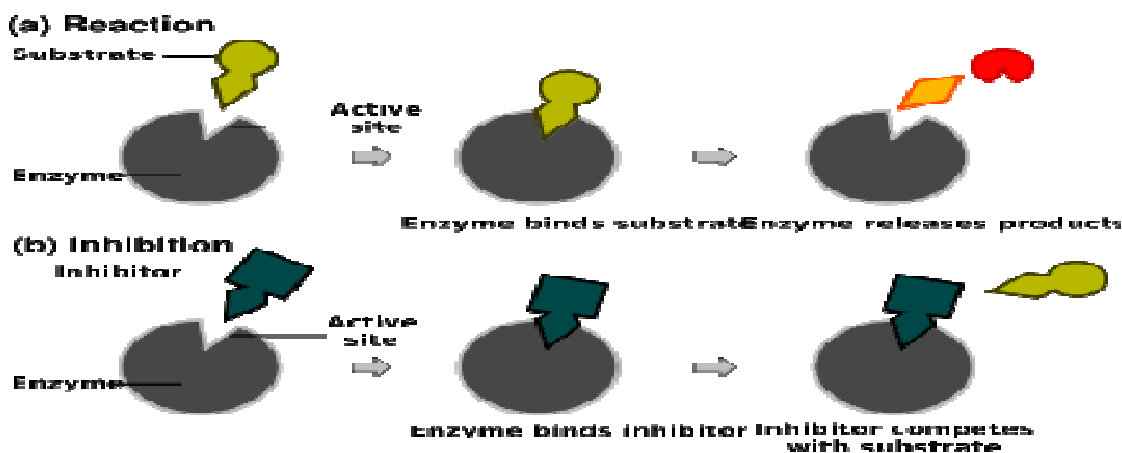
Зависност на брзината на ензиматската реакција од концентрацијата на супстратот

На горната слика е прикажано како брзината на хемиската реакција зависи од концентрацијата на супстратот. Кога брзината на ензиматската реакција повеќе не се менува при зголемување на концентрацијата на супстратот, тогаш настанал процес на заситување на ензимот, при што се формирале максимален број на молекули од ензимско-супстратен (E-S) комплекс. Колку и да даваме супстрат понатаму, не постои повеќе ензим за кој молекулите на супстратот би се поврзале. Поради тоа, брзината на хемиската ензиматска реакција не се менува понатаму. Брзината на ензимската реакција зависи од условите во кои се одвива реакцијата и од концентрацијата на супстратот, но не зависи од концентрацијата на ензимот. Концентрацијата на супстратот што е неопходна за да се постигне половина од максималната брзина на ензиматската реакција се нарекува михаелисова константа и се означува со K_m . Ова е карактеристична константа за секоја реакција на даден ензим со определен супстрат.

Инхибитори

Инхибитори се супстанции кои може да ја спречат активноста на ензимите и да ги направат нефункционални за да ја извршуваат нивната основна функција. Инхибиторите се најчесто молекули со слична геометриска структура на супстратите врз кои делува даден ензим, и тие лесно може да го блокираат активниот дел на ензимот. Притоа, доаѓа до ситуација во која активниот дел на ензимот не може да го врзе супстратот поради присуството на инхибиторот во неговата „брава,. Голем број

на лекови најчесто може да бидат инхибитори. Приказ на една ситуација во која инхибитор се врзува за активниот дел на ензимот е прикажан на следната шема.



Приказ на сврзување на инхибитори во активните места на ензимите

Конвенција за именување на ензимите

Според интернационалната унија за Биохемија, направена е конвенционална номенклатура за ензимите според т.н. **ЕС броеви**; секој ензим е опишан со секвенца од четири броја пред симболот "ЕС". Првиот број го класифицира ензимот според неговиот механизам во кој тој ензим е вклучен.

Еве како изгледа таа класификација:

- ЕС 1 **Оксидоредуктази**: ги катализираат реакциите на оксидација/редукција .
- ЕС 2 **трансферази**: учествуваат во трансферот на функционални групи (фосфатни групи на пример)
- ЕС 3 **хидролази**: го катализираат процесот на хидролиза на разни врски
- ЕС 4 **лиази**: овие ензими учествуваат во кинењето на разни врски
- ЕС 5 **Изомерази**: овие ензими ги катализираат процесите на изомеризација во рамките на една молекула (цис транс у сл.)
- ЕС 6 **Лигази**: овие ензими придонесуваат кон катализирање на процесите на две молекули со ковалентни врски.

Недостаток од ензими

Голем број на болести и пореметувања во метаболизмот се предизвикани од недостаток или од грешно функционирање на ензимите. Албинизмот на пример е болест што е предизвикана од отсуство на ензимот тирозиназа. Тирозиназата е ензим

што е неопходен за синтезата на клеточните пигменти. Болеста phenylketonuria (PKU), која може да доведе и до појава на ментална ретардација кај децата, е предизвикана од недостаток на ензимот phenylalanine hydroxylase.

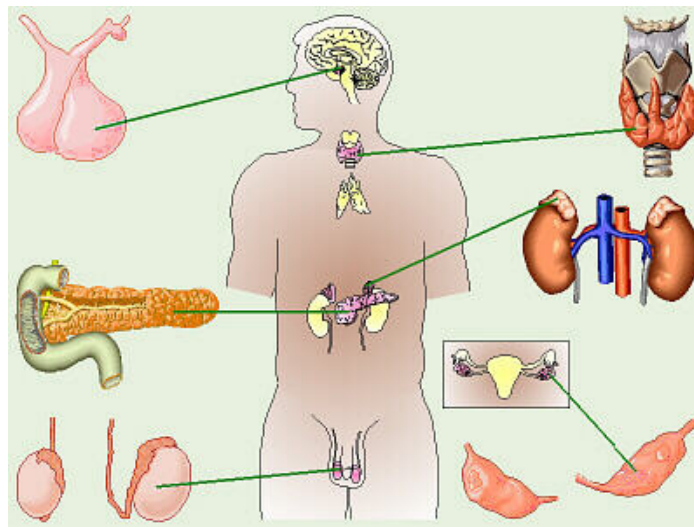


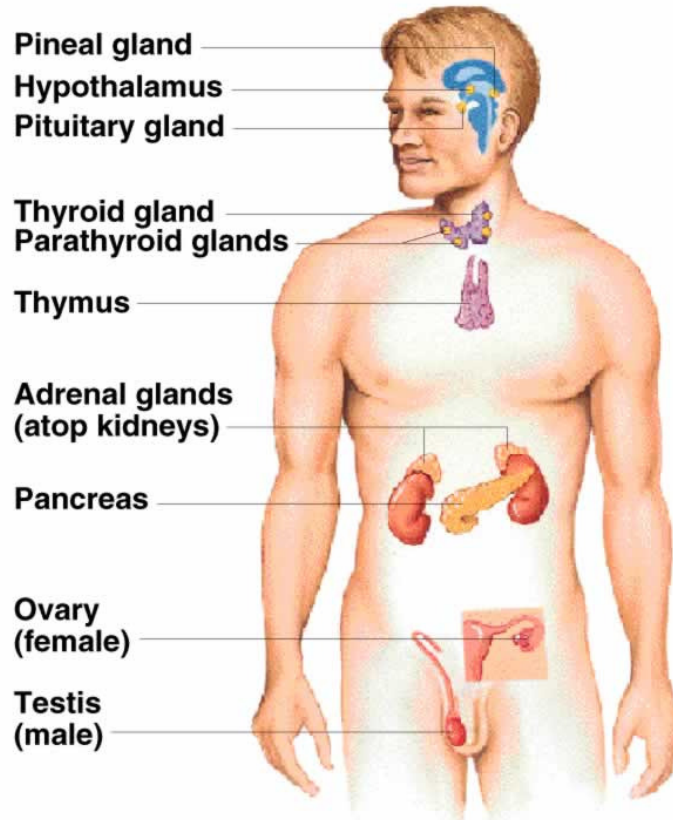
Појави на албинизам поради недостаток на ензимот тирозиназа

ХОРМОНИ

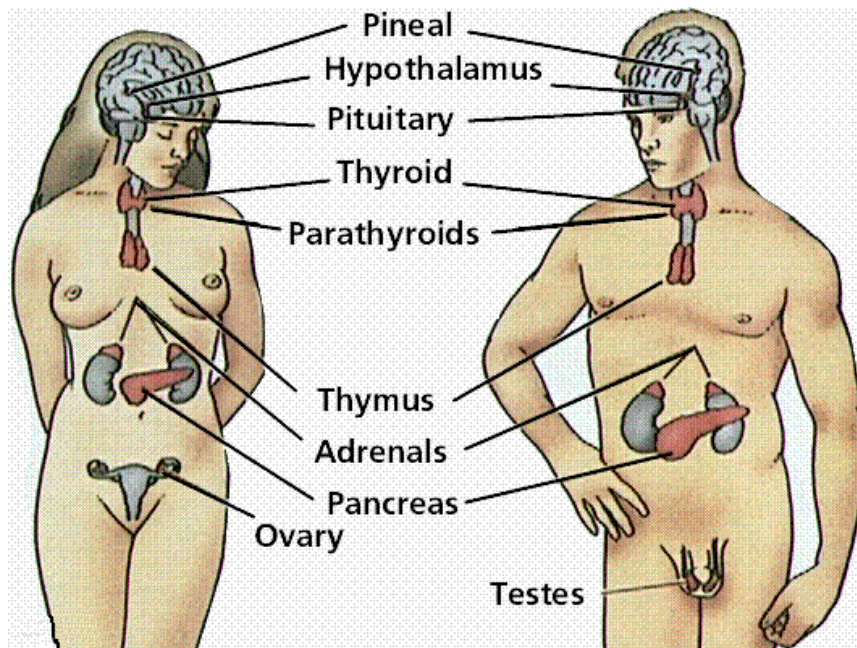
Познато е дека нервниот систем може да креира електрични импулси и да испраќа пораки со кои се конотрира и координира телото кај животните и човекот. Нервниот систем, во спрега со ендокриниот систем е одговорен за контролата на сите физиолошки процеси кај живите организми. Функцијата на ендокриниот систем (*ендокрин систем е системот на жлезди со внатрешно лачење*) е слична со таа на нервниот систем, со таа разлика што кај ендокриниот систем хемиските супстанции се материјата што комуницира помеѓу различните клетки. Овие супстанции што се синтетизираат во жлездите со внатрешно лачење се наречени хормони. **Под поимот хормон се подразбираат специфични молекули кои се преносници на сигнали во живите организми.** Хормоните се синтетизираат во жлездите со внатрешно лачење и од таму директно се исфрлаат во крвта. Преку крвта, хормоните се пренесуваат до целните органи и клетки каде што тие дејствуваат. За да може даден хормон успешно да ја извршува својата функција, во секоја клетка мора да постојат рецептори (супстанции врз кои ќе делува хормонот). Значи, хормоните се хемиски месинџери (преносници на сигнали) во нашето тело. Хормоните обично дејствуваат споро, а влијаат врз голем број на различни процеси во организмот, како на пример растењето и развојот, метаболизмот (начинот на кој нашите тела примаат енергија преку продуктите што ги косумираме при исхраната), ги контролираат сексуалните функции, размножувањето, расположението и многу други процеси.

Жлездите со внатрешно лачење (или ендокрините жлезди), кои претставуваат специфична група на клетки, се местата каде што се синтетизираат хормоните. Главните жлезди со внатрешно лачење се хипофизата (pituitary) и хипоталамус, епифизата, градната жлезда (thymus), тиродината жлезда, адреналинската жлезда и панкреасот. Дополнително, кај мажите хормони се синтетизираат (добиваат) во тестесите, додека кај жените во оварните жлезди. Шематски приказ на местата во човечкото тело каде се сместени жлездите од кои се добиваат хормони е даден на сликите подолу.





©Addison Wesley Longman, Inc.



Хормоните се многу моќни соединенија. Потребно е само мала концентрација од хормони за да се предизвикаат големи промени во клетките и во целото тело. Дури и мала количина на хормони во организмите може да биде штетна по здравјето и да доведе до пореметувања во целокупниот метаболизам и неправилно функционирање на

клеточниот систем. Бидејќи хормоните се главно присутни во крвта а се исфрлаат и преку телесните течности, хормонското пореметување во организмите лесно може да се докаже преку анализата на хормоните во крвта или урината. Бременоста на пример лесно се докажува преку хормонски тестови во урината.

Жлезди со внатрешно лачење и хормони

1. Хипоталамус и хипофиза

Хипофизата е позната и под името „главна жлезда“, но нејзината функција е контролирана од хипоталамусот. Заедно, овие две жлезди можат да контролираат голем број на функции во клетките. Овие жлезди може да излучуваат неколку хормони, од кои некои се битни за процесите како менструалниот циклус кај жените, бременоста, раѓањето и излучувањето на млекото кај жените. Еден од хормоните што се излучуваат кај овие жлезди е фоликулно стимулативниот хормон (**follicle-stimulating hormone** FSH), кој го стимулира растот и развојот на фоликулите во оварните жлезди кај жените. Друг значаен (несексуален) хормон што се излучува од овие жлезди е антидиуретскиот (**antidiuretic hormone** или **ADH**). Овој хормон спречува да дојде до изфрлање на вишок на вода од бубрезите. Етанолот (алкохолот) е супстанца што го спречува исфрлањето на ADH, и на тој начин етанолот може да предизвика зголемени загуби на вода од организмот. Друга група на хормони што е значајна а се излучува од хипофизата се ендорфинските хормони (**endorphins**), кои припаѓаат на категоријата супстанции наречени опијати. Овие хормони служат за умртвување (смирување) на рецепторите што предизвикуваат болка. Овие хормони се слични на морфиумот, и воглавно ги ублажуваат болките во организмот .

2. Тироидна жлезда

Од тироидната жлезда се лачат тироидните хормони. Тироидните хормони го регулираат метаболизмот во човечкиот организам, а со тоа влијаат врз регулацијата на телесната температура и на тежината на луѓето. *Тироидните хормони содржат јод во својот состав, и јодот е неопходен елемент без кој тироидната жлезда не би можела да лачи хормони.* Доколку постои недостаток од јод, тогаш тироидната жлезда нема да биде во состојба да произведува хормони. Поради тоа, за да го анулира недостатокот од јод, тироидната жлезда ќе функционира со зголемен обем отколку во нормални услови, со цел да излучи доволен број на тироидни хормони што се потребни за телото. Тоа ќе доведе до зголемување на тироидната жлезда, што се отсликува во појава на оток или гушка околу вратот каде што е сместена тироидната жлезда. Заради правилна работа на тироидната жлезда потребно е во храната да се внесуваат доволни количини на јод, а најчест извор на јод е солта (која е најчесто јодирана) и морските производи.



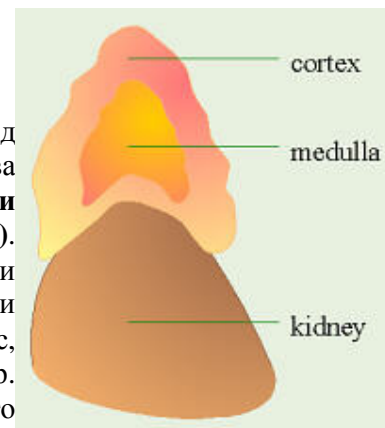
Пореметувања на тиродината жлезда настанати поради недостаток на јод во исхраната

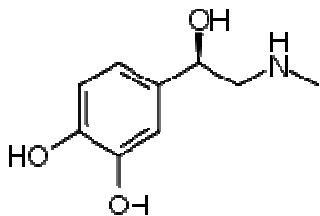
3. Панкреас

Овој орган има две функции: 1. тој излучува дигестивни ензими во цревата, кои помагаат во процесите на варењето на храната и 2. *Панкреасот излучува хормони инсулин и глукагон* кои го регулираат количеството на јаглехидрати (шеќери) во крвта. Неправилната работа на панкреасот и недостатокот од хормонот инсулин е директно поврзана со болеста дијабетис (зголемена концентрација на шеќер во крвта).

4. Адреналинска жлезда

Оваа жлезда е сместена на горната страна од бубрезите. Адреналинската жлезда се состои од два дела/внатрешен дел наречен кортекс (**cortex**) и надворешен дел наречен медула (**medulla**). Медулата излучува хормони адреналин или епинефрин **epinephrine** (= **adrenaline**) и други слични хормони како одговор на состојби во кои постои стрес, студ, страв, кофеин или ниски концентрации на шеќер. Кортексот лачи кортикостероидни хормони, како што е хормонот кортизон. Кортикостероидите се познати како антиинфламаторни хормони и се препишуваат како средства за третман против разни болести при кои доаѓа до воспалување на некои органи и повишена температура.





структура на адреналинот

5. Сексуални органи и жлезди

Сексуалните хормони се лажат од жлездите кај жените наречени овариите (**ovaries**), додека кај мажите се тестесите (**testes**). Излучувањето на сексуалните хормони е под директна контрола на хормоните на хипофизата како што е фоликулно стимулативниот хормон FSH. Типични хормони за машката популација се андоргените хормони, од кои најпознат е тестостеронот, додека кај жените типични сексуални хормони се естрогените хормони од кои познати се естроген и прогестерон.

6. Епифиза (**pineal**)

Оваа жлезда е сместена во централниот дел на мозокот кај луѓето, и нејзината функција е стимулирана од очните нерви. Кај некои животни, епифизата е сместена поблиску до кожата и нејзиното функционирање е директно стимулирано од сончевата светлина. *Епифизата го излучува хормонот мелатонин* и тоа најчесто во вечерните часови кога е темно. Според тоа, епифизата е најактивна во зимскиот период. Хормонот мелатонин го промовира спиењето (не прави да се чувствуваме спани). Мелатонинот влијае и врз работата на сексуалните жлезди, а влијае и врз работата на тироидната и адреналинската жлезда. Кај некои животни мелатонинот влијае врз пигментацијата на кожата.

Механизам на дејствување на хормоните

Како што претходно кажавме, хормоните најчесто дејствуваат врз точно дефинирани супстанции во клетките кои се наречени рецептори. Рецепторите на хормоните се хемиски супстанции што се сместени најчесто во мембраната од клетките или во цитоплазмата. Во најголем број од случаите, за да може да се поврзат со нивните рецептори, хормоните мора да преминат преку мембраните на клетките и потоа во цитоплазмата хемиски да се поврзат со молекулите на рецепторите. Кога ќе се поврзат молекулите на хормонот и молекулите на рецепторот, се создава еден хормон-рецепторски комплекс кој што се движи преку јадрената мембрана и преминува во јадрото на клетката. Таму, овој хормонско-рецепторски комплекс се поврзува на специфични места на молекулата од ДНА. Поврзувајќи се за молекулите на ДНА, хормонско-рецепторскиот комплекс активно учествува во синтезата на некои гени или протеини, а може да влијае и врз функцијата на голем број важни супстанции. Треба да се напомене дека голем број на хормони може комерцијално да се произведуваат од страна на фармацевтските компании. На тој начин, недостатокот на определен број на хормони што се јавува како резултат на неправилно функционирање на жлездите со внатрешно лачење вештачки може да се надолжни. Такви хормони што се добиваат и по комерцијален пат се на пример инсулинот, адреналинот, стероидните хормони, сексуалните хормони и сл.

Земањето на синтетичките хормони е причина за голем број на спортски скандали со допингувани „спортисти,, а често зголеменото конзумирање на хормони е пропратен и со хормонални пореметувања и промена на полот.



Некои „славни,, но прехормонирани допингувани спортисти



Еве како Heide Krieger (фрлачка на ђуле од ДДР) стана Andreas Krieger

Нуклеински киселини

Иако на прв поглед изгледа дека различните живи организми значително се разликуваат од макроскопска гледна точка, сепак кај сите живи организми постојат огромни сличности на молекуларно ниво. Така на пример, структурата и метаболитските процеси кај сите живи организми се резултат на идентични молекули, како што се тие на аминокиселините, липидите, јаглехидратите и нуклеотидите, како и на полимерните форми на нуклеотидите-нуклеинските киселини.

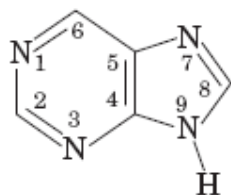
Нуклеотидите се инволвирани во скоро секој аспект на животот. Конкретно, тие учествуваат во реакциите на оксидација и редукција, во трансферот на енергија, во процесите на интрацелуларна сигнализација, како и во реакциите на биосинтеза во клетките. Нивните полимери-нуклеинските киселини ДНК и РНК, се едни од најважните соединенија што учествуваат во процесите на складирање и декодирање на генетските информации. Нуклеотидите и нуклеинските киселини, исто така, играат значајна улога во голем број на каталитички процеси во клетките. Ниту една друга класа на молекули не учествува во такви разновидни функции или толку многу функции што се неопходни за живот како што се нуклеинските киселини.

Според еволуционистите, појавата на нуклеотидите била неопходниот чекор во еволуцијата на живите организми. Присуството на нуклеотиди ги направило клетките на организмите способни да ја искористуваат енергијата од нивната околина, и што е најважно, тие биле способни да прават копии на самите себе. Иако почетокот на животот е предмет на шпекулации, непобитен факт е дека животот е неразделно поврзан со хемијата на нуклеотидите и нуклеинските киселини.

Во ова поглавје, ние кратко ќе ја проучиме структурата на нуклеотидите и нуклеинските киселини РНК и ДНК. Притоа, ќе го проучиме и начинот на кој овие молекулите може да пренесуваат биолошки информации во клетките. Една ваква информација е изразена со транскрипција на еден сегмент од ДНК на родот РНК. Потоа, молекулата на РНК преку процес на транслација креира (синтетизира) даден протеин.

Нуклеотиди

Нуклеотиди се општо-присутни структурни молекули во секој жив организам кои поседуваат значителна разноликост. Постојат осум сорти на нуклеотиди, и **секој нуклеотид е составен од азотни бази што се поврзани со определени јаглехидрати (моносахариди)**. Во структурата на нуклеотидите постои етерски поврзана најмалку една фосфатна група на молекулата од моносахаридот. Базите што се вклучени во структурата на нуклеотидите се планарни, ароматични, хетероциклични молекули, кои се деривати на соединенијата од пурински (purine) или пиримидински (pyrimidine) тип. Сите бази што влегуваат во структурата на нуклеотидите содржат азот во својот состав.

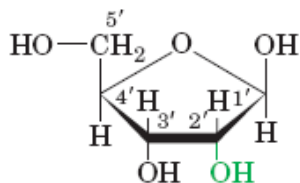


Purine

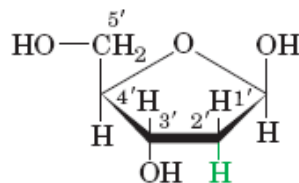


Pyrimidine

Најчестите пурински бази се adenine (A) и guanine (Г), а главни пиримидински бази се cytosine (C), Урацил (U), и Тимин (Т). Пуринските бази формираат врски со петочлени јаглеродни (пентоза) преку нивните азотни атоми на N9 позицијата, додека пиримидинските бази го прават тоа преку нивните N1 атоми. Во *рибонуклеотидите*, *пентозниот шеќер што влегува во составот на нуклеотидите е **рибоза***, додека во *оксирибонуклеотидите* (или само деоксинуклеотиди), шеќерот што влегува во нивниот состав е ***2-деоксирибоза*** (кај овој шеќер, на јаглеродот во позиција 2 му недостасува една хидроксилна група (види на сликата подолу).

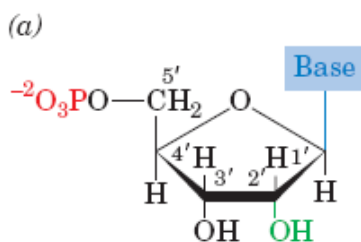


Ribose

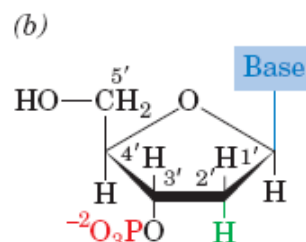


Deoxyribose

Треба да запамтите дека во структурите кај нуклеотидите, броевите со прим (') се однесуваат на атоми на пентозите (шеќерите); додека броевите без прим (') се однесуваат на атомите од азотните бази. Во *рибонуклеотидите* или *деоксирибонуклеотидите*, една или повеќе фосфатни групи се поврзани на C3_ атомот или на C5_ атомот од пентозата и притоа се формира 3-нуклеотид или 5-нуклеотид, соодветно.



5'-Ribonucleotide

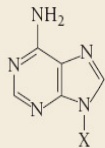
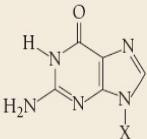
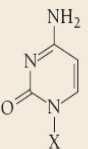
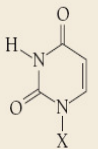
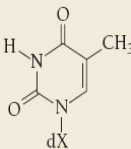


3'-Deoxynucleotide

Хемиска структура на нуклеотиди (a) 5_-ribonucleotide and (b) 3_-deoxynucleotide. Пуринските и пиримидинските бази се поврзани за C1_ атомот на пентозите на чии C5_ атоми има поврзано најмалку една фосфатна група. Ако нема фосфатна група, тогаш таквата молекула составена само од азотна база и пентоза се нарекува нуклеозид..

Табела: Имиња и кратенки на азотните бази, нуклеозидите и нуклеотидите

Table 3-1 Names and Abbreviations of Nucleic Acid Bases, Nucleosides, and Nucleotides

Base Formula	Base (X = H)	Nucleoside (X = ribose ^a)	Nucleotide ^b (X = ribose phosphate ^a)
	Adenine Ade A	Adenosine Ado A	Adenylic acid Adenosine monophosphate AMP
	Guanine Gua G	Guanosine Guo G	Guanlylic acid Guanosine monophosphate GMP
	Cytosine Cyt C	Cytidine Cyd C	Cytidylic acid Cytidine monophosphate CMP
	Uracil Ura U	Uridine Urd U	Uridylic acid Uridine monophosphate UMP
	Thymine Thy T	Deoxythymidine dThd dT	Deoxythymidylic acid Deoxythymidine monophosphate dTMP

^aThe presence of a 2'-deoxyribose unit in place of ribose, as occurs in DNA, is implied by the prefixes "deoxy" or "d." For example, the deoxy-nucleoside of adenine is deoxyadenosine or dA. However, for thymine-containing residues, which rarely occur in RNA, the prefix is redundant and may be dropped. The presence of a ribose unit may be explicitly implied by the prefix "ribo."

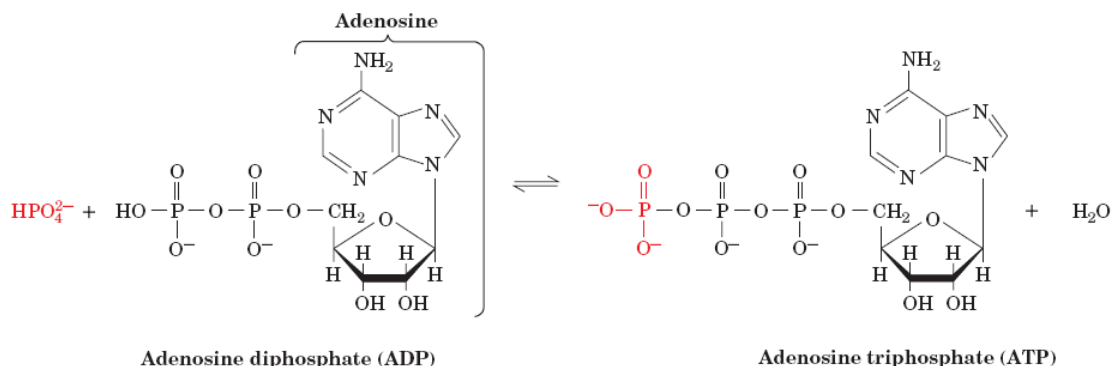
^bThe position of the phosphate group in a nucleotide may be explicitly specified as in, for example, 3'-AMP and 5'-GMP.

Кога фосфатната група е отсутна од структурата, тогаш таквото соединение се нарекува **нуклеозид**. Нуклеотидите најчесто содржат една до три фосфатни групи на C5_ позиција и се нарекуваат нуклеозид монофосфати, нуклеозид дифосфати, или трифосфати, соодветно. Структурите, имињата и кратенките на основните азотни бази, нуклеозиди, и нуклеотиди, се дадени во горната табела. Рибонуклеотидите се наоѓаат во составот на РНК (рибонуклеинската киселина), додека деоксинуклеотидите се наоѓаат во составот на ДНК (деоксирибонуклеинската киселина). Базите Adenine, guanine, и cytosine може да се сретнат во структурите и на рибонуклеотидите и деоксинуклеотидите. Базата **Урацил** може да се најде само во рибонуклеотидите, а базата **тимин** се среќава само во структурата на деоксинуклеотидите. Треба да напоменеме дека слободните нуклеотиди, кои се негативно наелектризирани (анјонски молекули), обично се поврзуваат со со магнезиум Mg²⁺ јоните во клетките.

АТФ и Нуклеотидни деривати

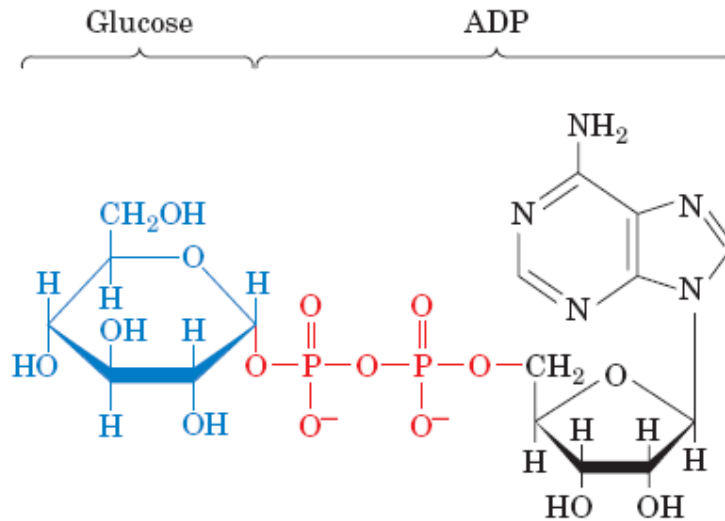
Најголем број од нуклеотиди во секоја клетка се наоѓаат во нивните полимерни форми-ДНК или РНК. **Основните функции на молекулите на ДНК и РНК се складирање и трансфер на информации.** Покрај што влегуваат во составот на нуклеинските киселини, слободните

нуклеотиди и нуклеотидните деривати вршат огромен број на други метаболички функции кои не се поврзани со управувањето на генетските информации. **Еден од најдобро познатите нуклеотиди е аденозин трифосфат (АТФ).** АТФ е нуклеотид што содржи adenine, рибоза и три фосфорни групи. АТФ е една од молекулите што е неопходен извор на енергија за хемиските процеси во клетките. АТФ се формира од аденозин дифосфат (АДП), а таа синтеза е потпомогната од процесите на метаболитското деградирање на енергетските материи како што се јаглехидратите и мастите. Едноставната реакција на конверзија на АДП во АТФ е прикажана на следната шема:



АТФ може лесно да дифундира низ клетките и таму тој обично обезбедува енергија за одвивање на голем број на биохемиски процеси како што се реакциите на биосинтеза, транспортот на јони низ мембраните и сл. **Хемиската потенцијална енергија на АТФ се обезбедува како резултат на кинењето на фосфатните етерски врски.** Таквиот процес при кој АТФ се разложува до АДП или до аденозин монофосфат е резултат на реакција на хидролиза (види ја сликата погоре). При тие реакции се ослободува енергија која е неопходна за да се одвиваат голем број на други процеси во клетките. Енергијата најчесто е изразена во вид на топлина, која се користи за забрзување на голем број на хемиски процеси во клетките.

Нуклеотидните деривати учествуваат во широк спектар на метаболичките процеси во клетките. Така на пример, синтезата на скроб во растенијата при која доаѓа до поврзување на голем број гликозни единици е тесно поврзана со една молекула која е составена од АТФ и гликоза. Други нуклеотидни деривати, како што ќе видиме подоцна, содржат функционални групи што подлежат на оксидација или редукција.



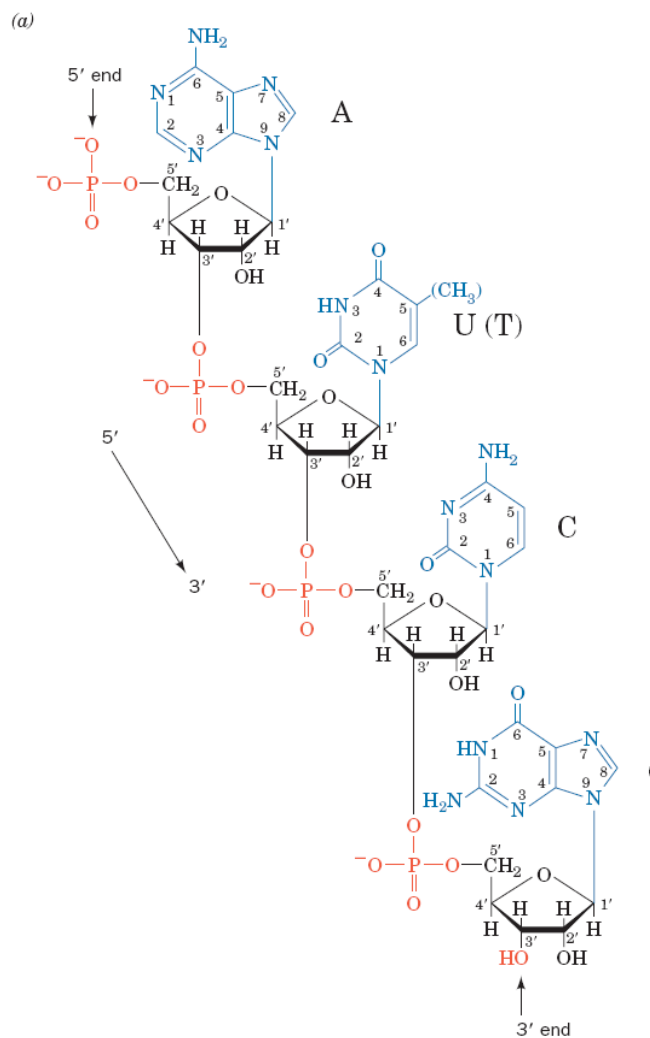
Приказ на АДП–глюкоза нуклеотид.

Структура на нуклеинските киселини

Нуклеотидите имаат својство да се поврзуваат една со друга и да формираат полимери кои се познати под името рибонуклеинска киселина РНК и деоксирибонуклеинска киселина ДНК. Нуклеинските киселини се синџири од нуклеотиди кај кои постојат фосфатни мостови на 3_ и 5_ позициите на соседните рибозни единици (види ја сликата подолу). Фосфатните групи на овие полинуклеотиди имаат кисел карактер, па во раствори со физиолошки рН, нуклеински киселини се присутни како полианјони (анјони што содржат повеќе негативни полнежи во својата структура).

Начинот на поврзување помеѓу одделните нуклеотиди е познат како фосфо-диестерско поврзување. Така е наречен поради што фосфатот е естерифициран на две рибозни единки. Треба да напоменеме дека секој нуклеотид што е во составот на еден полинуклеотид е познат како нуклеотиден остаток. Терминалните остатоци, чии C5_ атоми не се поврзани нуклеотидно се нарекуваат 5_ терминали, а остатоци кај кои терминалниот C3_ атом не е поврзан со друг нуклеотид се нарекува 3_ терминал.

Својствата на нуклеинската киселина може да бидат многу различни од особините на поединечните единици или мономери пред полимеризацијата. Како што големината на полимерот се зголемува од dimer, trimer, tetramer, и така натаму преку oligomer (грчки: oligo, неколку), така и физичките својства како полнежот и растворливоста на тие новонастанати полимери може значително да се менуваат.



Хемиска структура на

нуклеинските киселини

Типови на азотни бази во составот на ДНК

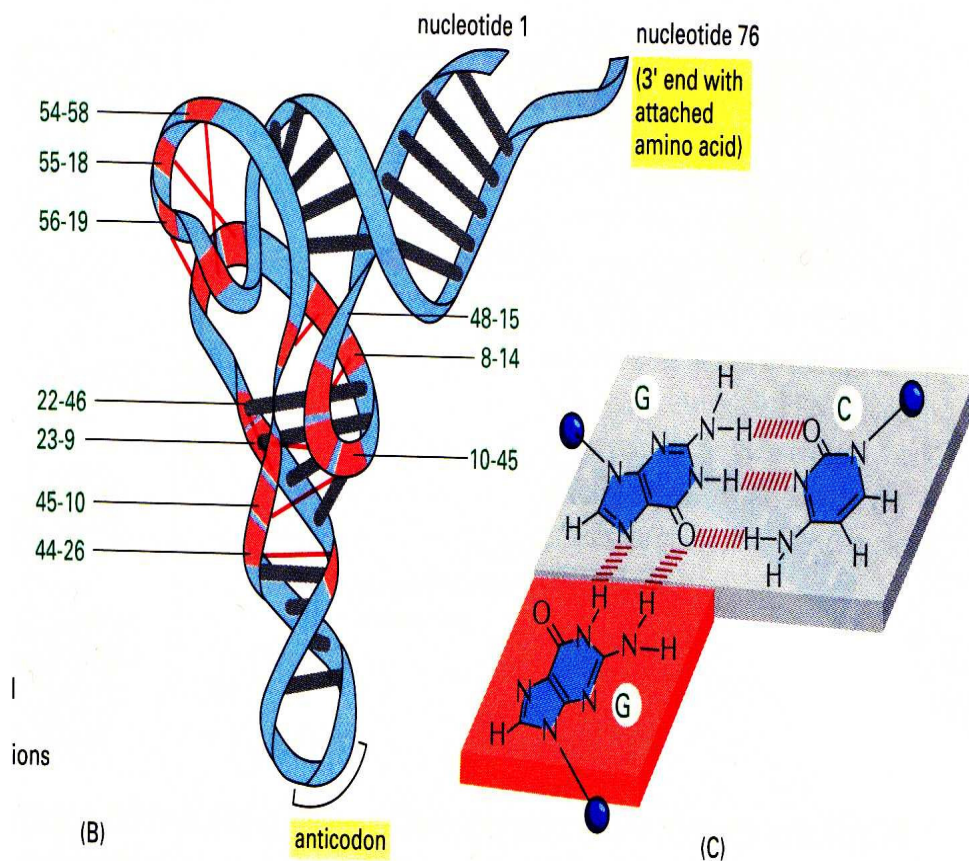
Иако се чини дека нема правила со кои се регулира составот нуклеотидите во молекулите на РНК, кај молекулите на ДНК сепак постои голема правилност во застапеноста на азотните бази во нејзината структура. Имено, кај ДНК има еднаков број на adenine и тимин остатоци (A=T) и еднаков број на guanine и cytosine остатоци (G=C). Овие односи на базите, познати како правилата на Chargaff, биле откриени во доцните 1940-ти од Ервин Chargaff, научник кој го пронашол и првиот сигурен квантитативен метод за анализа на составот на ДНК.

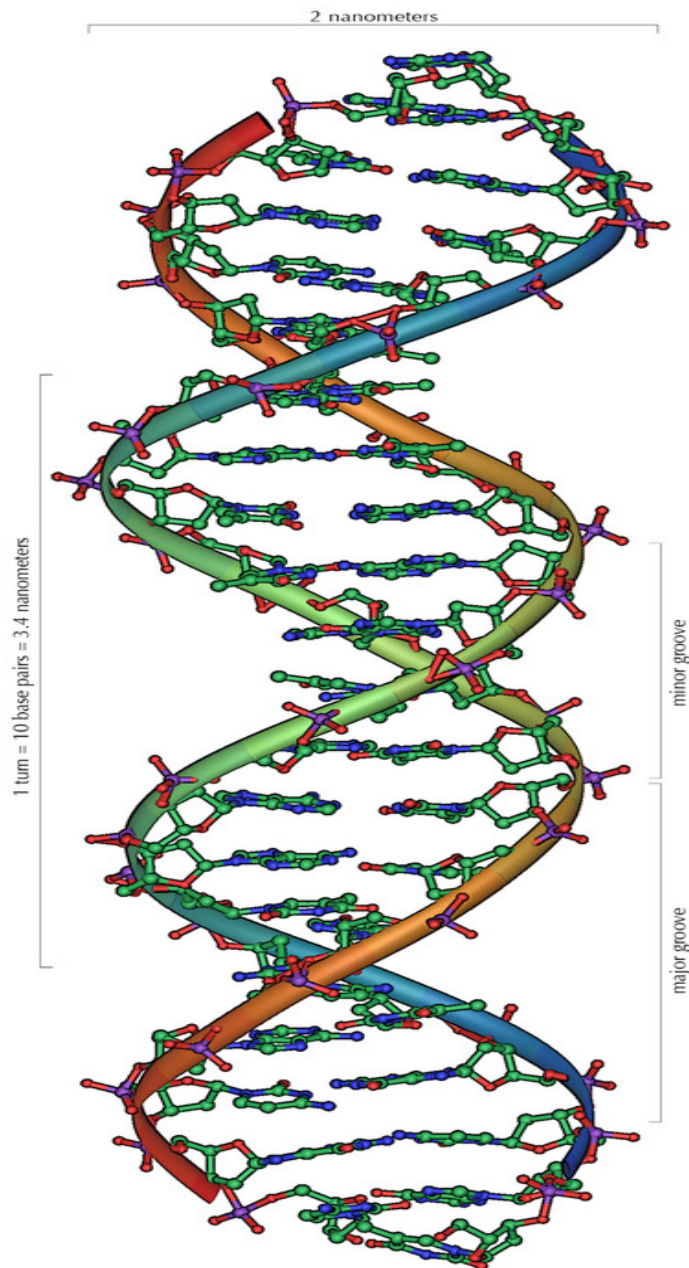
Двоен Хеликс модел за структурата на ДНК

Денот на определувањето на структурата на ДНК од страна на нобеловците Џејмс Вотсон и Френсис Крик во 1953 година е датумот на раѓањето на модерната молекуларна биологија. Вотсон-Крик не само што покажале дека ДНК е централната молекула на животот, туку тие сугерирале дека *наследноста* е резултат на молекуларните механизми во кои е вклучена ДНК. Со експерименти со рендгенски зраци, Вотсон и Крик покажале дека ДНК е спирална молекула.

Според моделот наа Вотсон-Крик, молекулата на ДНК има ги има следниве основни карактеристики:

1. Молекулата на ДНК е составена од два полинуклеотидни синџири што се намотани околу заедничка оска и формираат двоен хеликс (види ги двете слики подолу).





Тридимензионални структури на молекулата на ДНК

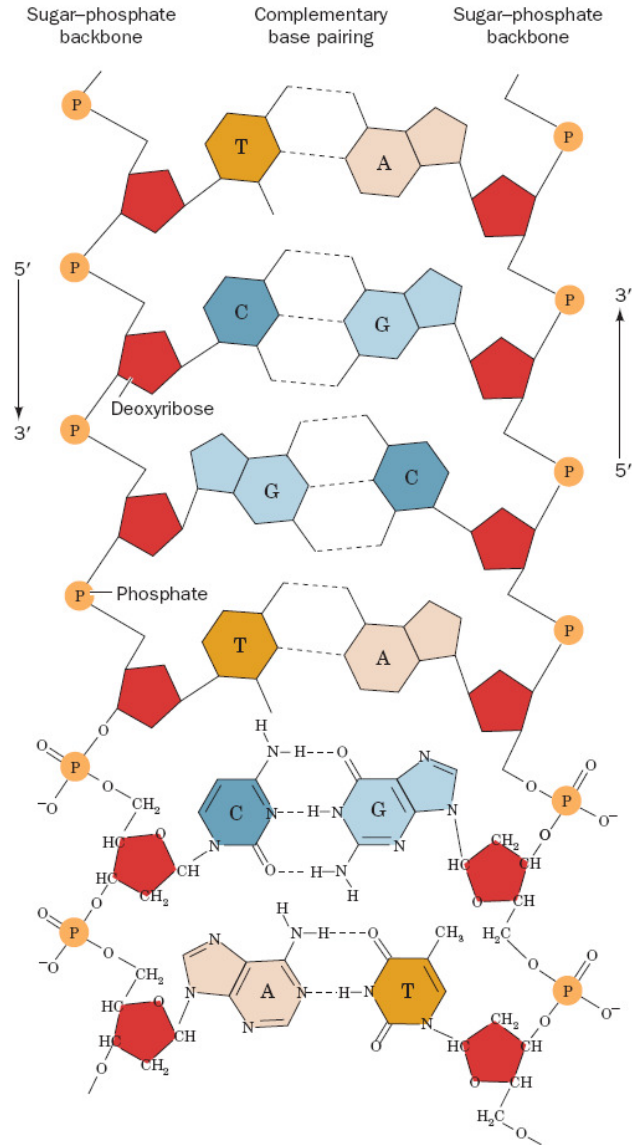
2. Двете насоки на синцирите од кои е составена молекулата на ДНК се антипаралелни (тие се ориентирани во спротивни насоки). Постојат две форми на хеликс-лев и десен хеликс. Разликата помеѓу десниот и левиот хеликс е прикажана подолу.



Приказ на двата хеликси од кои е изградена молекулата на ДНК

3. Азотните бази се сместени во јадрото на секој хеликс, додека шеќер-фосфатните синџири се сместени на периферијата на ланците. На тој начин доаѓа до минимизирање на одбивните интеракции помеѓу фосфатните групи кои имаат негативен полнеж.

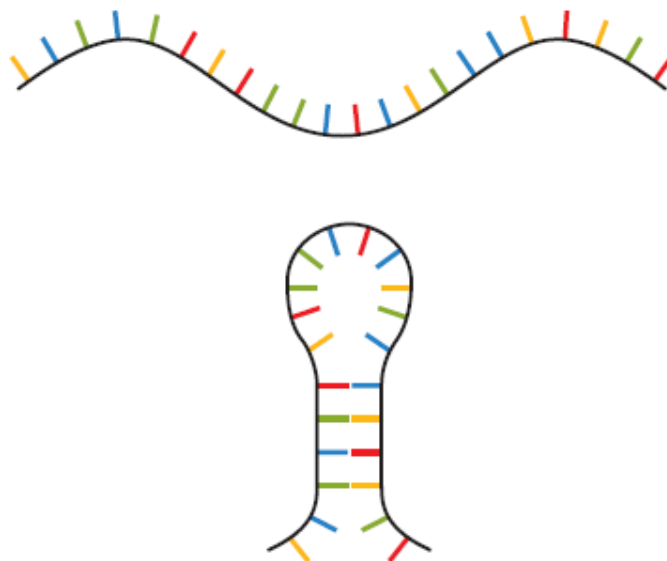
4. Секоја база од едниот хеликс е поврзана со водородна врска за соодветна база во спротивниот ланец. На тој начин се формира пар од планарни бази. Според структурата на Вотсон-Крик, во молекулата на ДНК можат да се сместат само два вида на базни парови. Така, секој **аденински остаток од едната страна на ланецот може да се спарува само со тимински остатоци од другиот ланец и обратно**. Исто така, **базата гванин од едниот ланец на хеликсот на ДНК може да се спарува само со цитозин базите од спротивниот ланец** и обратно (види ја сликата подолу). Базите од едниот и другиот ланец на ДНК кои се поврзуваат преку водородни врски се наречен комплементарни бази. Ваквото водородно поврзување помеѓу комплементарните бази резултира со здружување на двата синџири во еден т.н. двоен хеликс. На тој начин, според структурата на Вотсон-Крик за ДНК, може да дојде до поврзување на базите на еден полинуклеотиден ланец, со базите на друг полинуклеотиден ланец, само ако во спротивниот ланец има низа на бази што се комплементарни на базите од првиот ланец. На овој начин, секој ланец на ДНК може да дејствува како основа за синтеза на друг комплементарен ланец. Тоа значи дека наследните информации се кодираат во низа на бази на двата ланци на ДНК молекулата.



Приказ на комплементарните бази и водородното поврзување во двата хеликси од молекулата на ДНК

Повеќето од молекулите на ДНК се многу големи, во согласност со нивната улога како складишта на генетски информации во клетките. Должината и бројот на бази во молекулите на ДНК се пред се зависни од типот на клетките и организмите во кои тие се наоѓаат. Треба да се напомене дека ДНК молекулата може да постои (многу ретко) и во единечен ланец (а не како двојно извиткана молекула. За разлика од ДНК, молекулата на РНК е обично присутна во единечен ланец. **Кај ланецот на РНК, може да дојде до спарување на бази аденин со урацил, и на гванин со цитозин (базата тимин се среќава само кај ДНК, а не кај РНК).** Во ланецот на РНК може да дојде до интрамолекуларно поврзување на бази преку водородни врски (Н-врски помеѓу бази од еден ланец). Ваквото поврзување доведува свиткување на ланецот на РНК. Од резултатите на голем број на студии покажано е дека молекулите на РНК може да поврзуваат голем број на мали органски молекули, и да ги катализираат хемиските реакции на тие молекули. Овие експериментални факти претставуваат важни факти за теориите

што претпоставуваат дека голем број од есенцијалните процеси за настанокот на животот започнале преку хемиската разноликост во реактивноста на малите нуклеотиди.



Формирање на свиткана (јазол) структура кај молекулата на РНК и приказ на поврзувањето на комплементарните бази во молекулата на РНК.

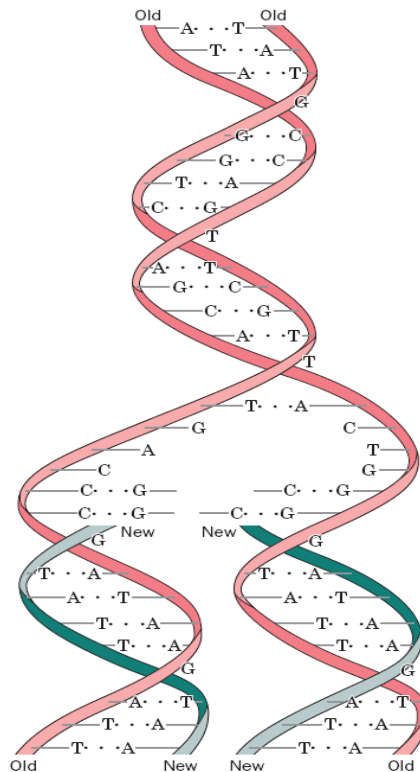
Функции на нуклеинските киселини

ДНК е носител на генетски информации во сите клетки и во многу вируси. Сепак, и по повеќе од 50 години од откривањето на структурата на ДНК, се уште не се познати многу детали за тоа како генетските информации се изразуваат и се пренесуваат на идните генерации. Во клетките, под поимот „ген,, се подразбира дел од молекулата на ДНК што содржи „кодирана,, секвенца која определува што може да прави генот, и „некодирана,, секвенца што определува кога генот може биде активен.

До 1940 година, било општо прифатено дека гените се составени од протеини. Тоа било така бидејќи во тоа време протеините биле единствените соединенија со екстремно комплексна структура, и биле претпоставено дека тие се главни што се преносници на наследните особини. Нуклеинските киселини, кои првпат биле изолирани во 1869 година, се верувало дека се составени од монотонно повторување на нуклеотидни секвенци, и тие не биле сметани за веројатни кандидати за пренесување на генетските информации. Дури после експериментите на Oswald Avery, Колин MacLeod, и Maclyn McCarty било покажано дека ДНК носи генетски информации. Нивните експерименти во 1944 година покажале дека непротеинска ДНК, екстрахирана од патогената бактерија *Diplococcus pneumoniae* е супстанца што може да го трансформира непатогенскиот во опасен вид на вирус.

Двојно-извитканата или дуплекс природа на ДНК ја олеснува нејзината **репликација**. Така, кога една клетка се дели, секој ДНК ланец може да функционира како основа за синтетизирање на комплементарен ланец (види ја сликата подолу). Следствено, секоја клетка ќерка содржи комплетарна ДНК молекула (или збир на молекули на ДНК). На тој начин молекулата на ДНК учествува во процесите на репликација во клетките. *Важно е да се напомене дека процесите на*

репликација се возможни само во присуство на специфични ензими, кои најпрво мора да ги раскинат водородните врски помеѓу двата ланци од ДНК. Така, ќе се створат слободни нуклеотидни ланци кои ќе можат да се поврзат со други комплементарни нуклеотиди.



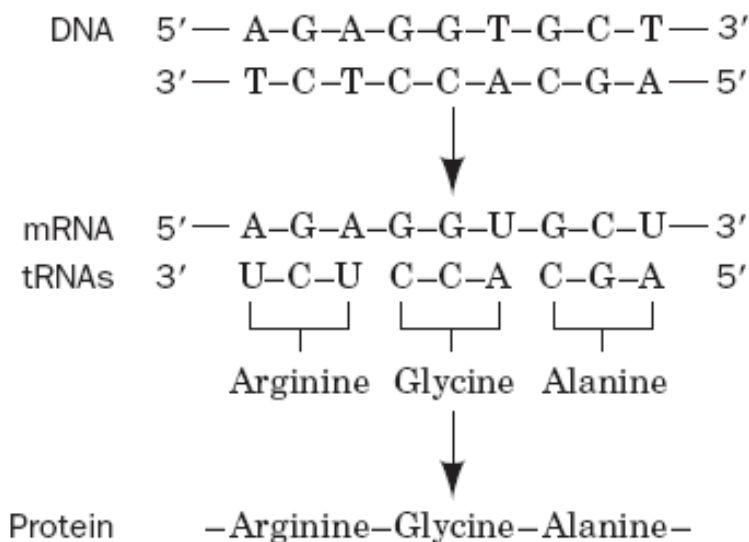
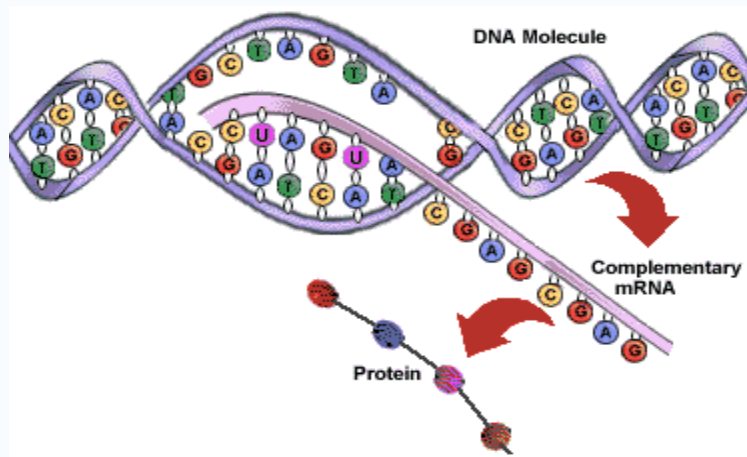
Приказ на процес на репликација во молекулата на ДНК. Секој ланец од матичната ДНК (означени со црвена боја) може да биде основа за синтеза на комплементарен ланец потомок (означен со зелена боја). Така со овој процес на репликација се добиваат идентични молекули на ДНК.

Процес на Транскрипција-пренесување на генетска информација и директна синтеза на протеини

Процесот на транскрипција, или синтеза на РНК, е процес на креирање на една молекула на РНК, која е копија на секвенцата од базите во молекулата на ДНК. При процесот на транскрипција, секвенцата од азотните бази во молекулата на ДНК може да биде прочитана од страна на ензими од типот РНК-полимерази. Притоа доаѓа до синтеза на комплементарен антипаралелен РНК ланец на тој од молекулата на ДНК. Спротивно од процесите на репликација, при транскрипцијата доаѓа до синтеза на комплементарна молекула на РНК што содржи база урацил на сите места каде што во молекулата на ДНК постои азотната база тимин.

Транскрипцијата е прв чекор кон процесот на генетско пренесување. Имено, при процесот на транскрипција, секвенцата од ДНК се пресликува во соодветна молекула на РНК. Така, со овој процес на транскрипција доаѓа до декодирање на најмалку еден ген од молекулата на ДНК. При

овој процес, доаѓа до синтеза на соодветни протеини преку процес наречен транслација. При процесот на транслација, синтетизираната молекула на РНК која го копира кодот од молекулата на ДНК се одвојува од неа и заминува во органели во клетката наречени рибозоми. Таму доаѓа до формирање на еден комплекс од рибозом и овие т.н. месиџери-РНК молекули. Кон ваквиот комплекс се поврзуваат други транскрипциски РНК молекули кои содржат точно определена секвенца на бази во својот состав. Овие т.н. транскрипциски молекули на РНК во својот состав може да имаат врзано точно определени аминокиселини. Така, кога транскрипциската РНК ќе се поврзе на месинџерската РНК, доаѓа до синтеза на точно определени протеини од поединечните аминокиселини. Синтезата на специфични протеините е директна последица на генетскиот код содржан во молекулите на ДНК. Процесите на транскрипција и транслација кај молекулите на ДНК се прикажани на следните слики:



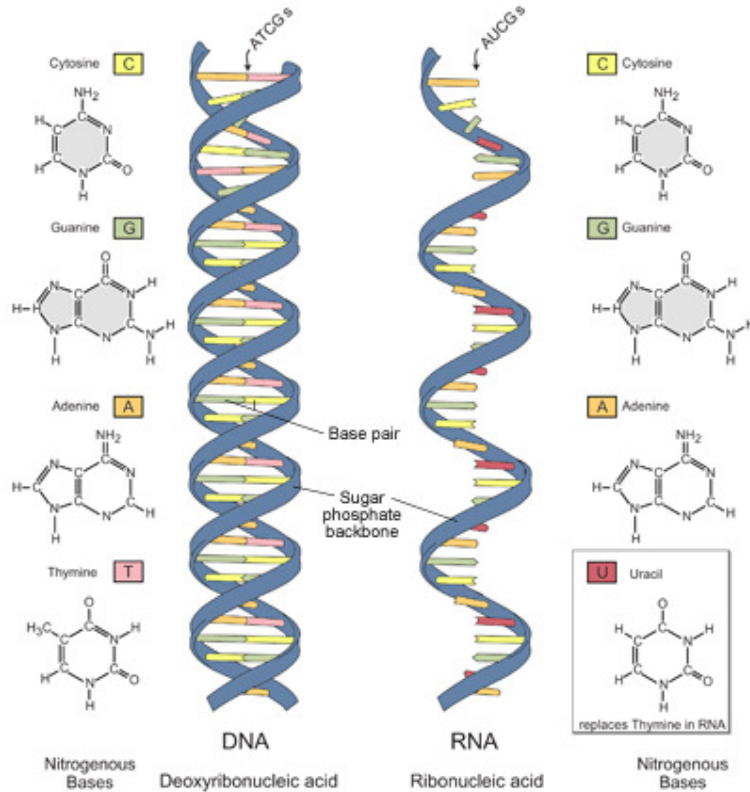
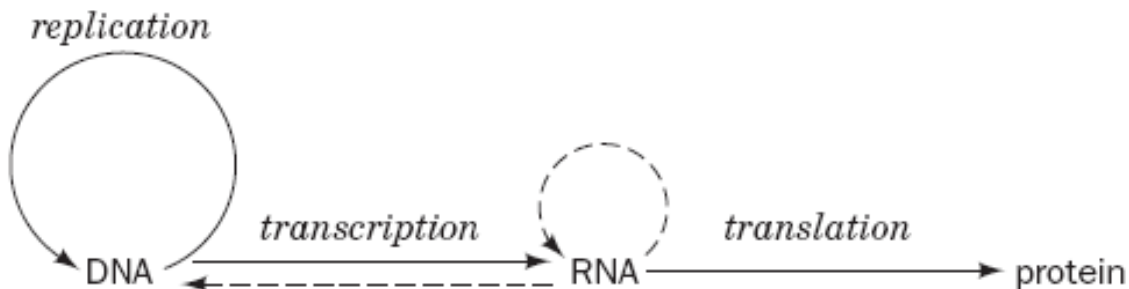
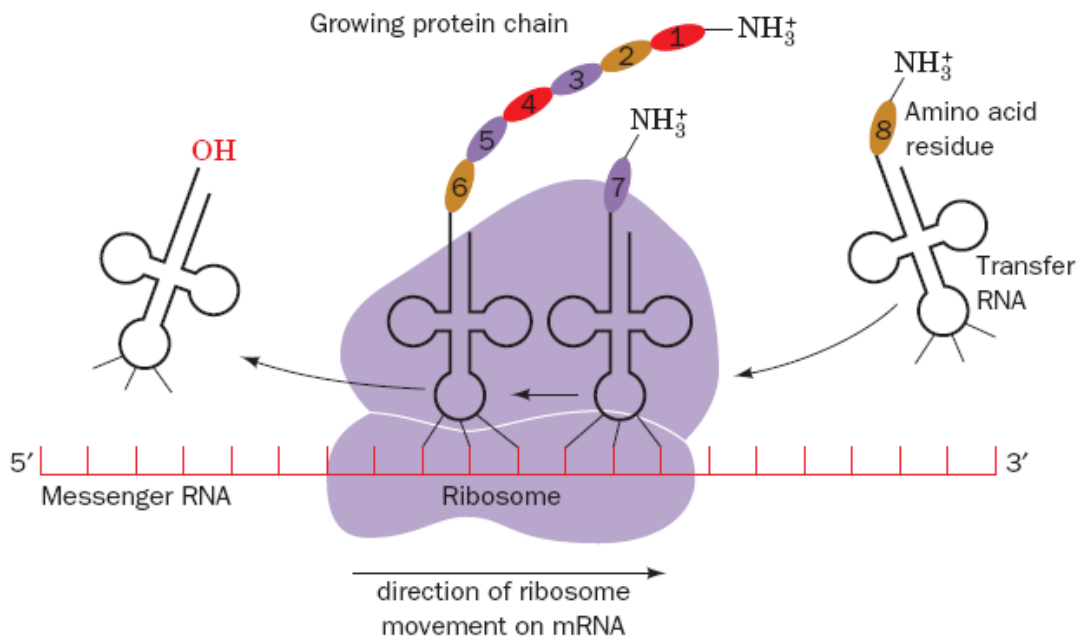


Image adapted from: National Human Genome Research Institute.

Приказ на процес на транскрипција и транслација. Секвенцата од матичната ДНК може да биде прочитана и транскриптувана во молекула на РНК, која потоа може да служи како основа за синтеза на соодветни протеини



Централната догма на молекуларната биологија. Стрелките означуваат вид на информација што може да се пренесе во клетките. ДНК молекулата може да направи самата од себе репликација и да направи нова идентична молекула на ДНК. ДНК молекулата може да биде транскриптирана во молекула на РНК, а молекулата на РНК може да биде транслатирана во протеин.



Приказ на процес на транслација и синтеза на протеини од молекулите на РНК

Главни заклучоци

1. Нуклеотидите се молекули составени од пурински или пиримидински бази поврзани со јаглехидратите (моносахаридни единици) рибоза или деоксирибоза. На молекулите од моносахаридите поврзани се една до три фосфатни групи. Молекулата на РНК е изградена од единици наречени рибонуклеотиди (нуклеотиди што содржат шеќер рибоза), додека молекулата на ДНК е изградена од деоксирибонуклеотиди (кои содржат 2-Деоксирибоза).
2. Молекулата на ДНК е составена од два антипаралелни синцири на нуклеотиди поврзани со фосфо-диестерски врски во т.н двоен хеликс. Двата синцири во молекулата на ДНК се држат заедно преку водородни врски помеѓу комплементарните бази: А со Т, Г и У со Ц.
3. Молекулата на ДНК носи генетски информации во својата низа од нуклеотиди. Кога молекулата на ДНК се репродуцира, секоја ланец служи како основа за синтеза на друг

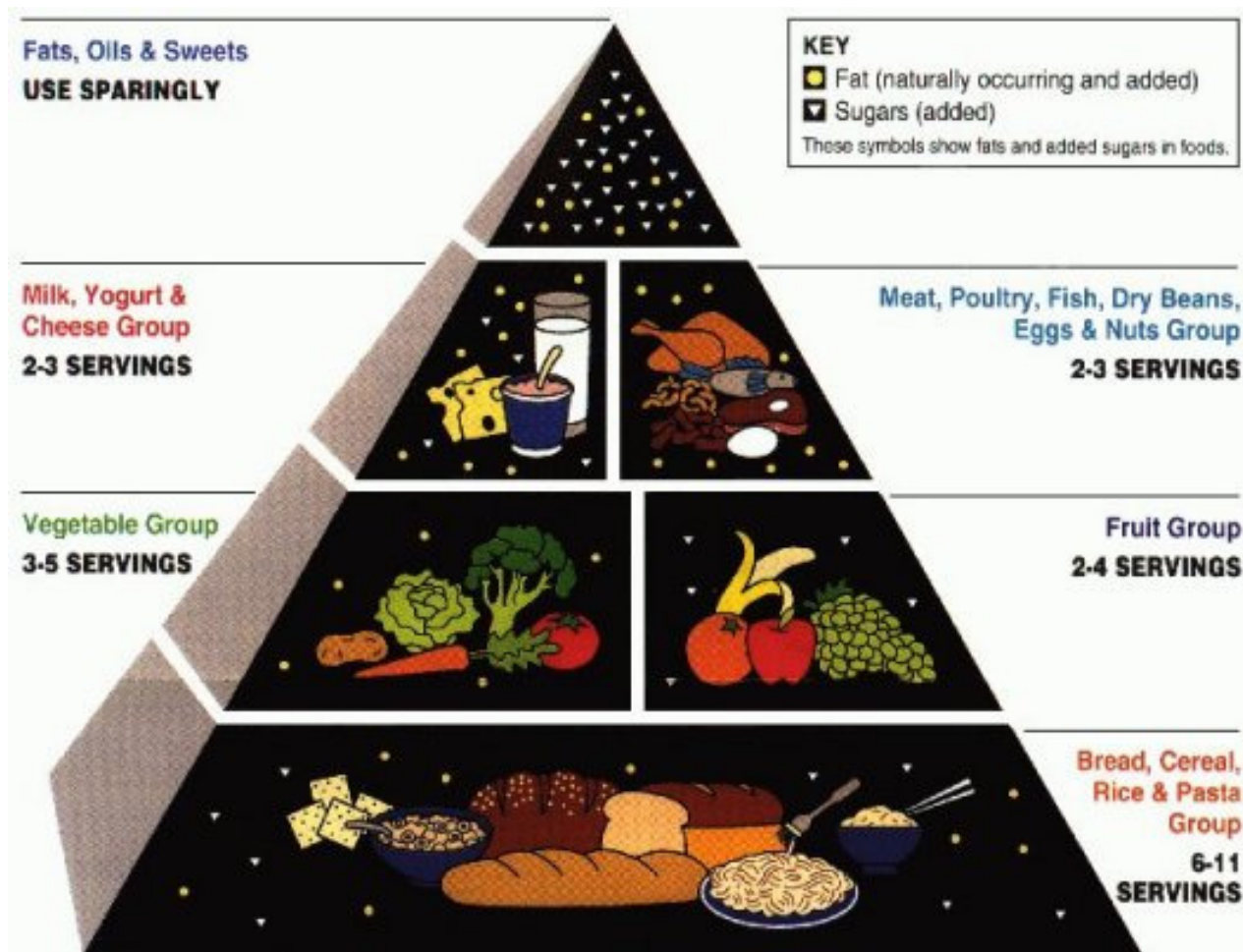
комплементарен елемент.

4. Според централната догма на молекуларната биологија, еден синџир од молекулата на ДНК е во суштина ген што може да биде транскрибиран во молекула на РНК. Таквата молекула на РНК може потоа да учествува во синтеза на протеини од дадени аминокиселини. Таквиот комплекс од РНК и протеини се нарекува рибозом.

5. Мутации и другите промени на ДНК се основа за еволуцијата на организмите.

6. Рекомбинантните ДНК методи се користат за производство на wildtype или селективно мутирани протеини во клетките во живите организми

И С Х Р А Н А



Главен предуслов за правилно функционирање на целокупниот биохемиски механизам во секоја клетка во живите организми е правилната исхрана. Навременото и правилно конзумирање на сите главни нутриенти овозможува правилна функција на секоја една клетка. Тоа од друга страна ќе доведе до правилен развој на организмот, и до значително намалување на ризиците од различни болести. Под поимот нутриенти подразбираме есенцијални супстанции што му се потребни на нашиот организам за да може да се развива правилно и да биде здрав. Генерално гледано, постојат шест категории на нутриенти (хранливи материи), а тие се:

- Јаглехидрати

- Протеини
- Минерали
- Витамини
- Масти
- Вода

Јаглехидрати

Како што веќе изучивме претходно, јаглехидратите се едни од главните енергетски материи кај живите организми. Најголемиот дел од енергијата неопходна за одвивање на процесите во живите организми се обезбедува со разложување на јаглехидратите. Главен извор на јаглехидратите се растенијата. Како што знаеме, постојат прости јаглехидрати и сложени јаглехидрати. Простите јаглехидрати (гликозата, фруктозата, лактозата) се шеќери со едноставна хемиска структура кои лесно се разложуваат во организмите и обезбедуваат инстантна енергија при нивното разложување. Главни извори на прости јаглехидрати се овошјето, зеленчукот, млекото, медот и сл. Сложените јаглехидрати (полисахаридите) се полимерни големи молекули, главно составени од поголем број на мономерни единици од прости јаглехидрати гликозидно поврзани помеѓу себе. Сложените јаглехидрати (како скробот на пример) главно се складираат во организмите и се користат како резервни материи кога организмот има потреба од нив. Главни извори на полисахариди се оризот, мешункастите растенија, компирите и сл.

Протеини

Протеините се макромолекуларни соединенија изградени од голем број на аминокиселини кои што меѓу себе се поврзани со пептидни врски. Протеините се главни енергетски материи во клетките на живите организми, а дополнително се вклучени и во огромен број на други витални функции. Тие се градивни материјали во мембраните на клетките, а учествуваат и во изградбата на голем број ткива и органи. Во природата постојат 20 аминокиселини од кои се изградени протеините, а 9 од тие аминокиселини се есенцијални. Есенцијалните киселини не може да се синтетизираат во човечкиот организам и тие мора да бидат внесени преку исхраната. Главни извори на протеини се млекото, рибите, јајцата, сирењето, зеленчукот, житариците и месото.

Масти

Мастите се соединенија што се нерастворливи во вода, и тие се материи што во телото го обезбедуваат главното количество на енергија потребно за одвивање на биохемиските процеси. Енергетска вредност на мастите е многу поголема од таа на јаглехидратите и на протеините. Мастите се главно резервни енергетски материи, тие ги штитат механички многу од виталните органи, а се складираат во организмот и го изолираат телото. Се искористуваат главно кога во телото не пристигнуваат

неопходните енергетски материји преку храната. Главните компоненти што влегуваат во составот на мастите се масните киселини. Постојат два типа на масни киселини-незаситени (содржат двојни врски во својот состав) и заситени масни киселини. Прекумерното количество на масти во организмот доведува до проблеми и неправилно функционирање на крвниот систем. Имено, бидејќи мастите се нератворливи во вода тие се нафаќаат на ѕидовите на крвните садови и може да доведат до нивно запушување. Земањето на храна богата со масти обично предизвикува големи срцеви заболувања. Главни извори на мастите се маслото за јадење, маслата од кикиритки, месото, јајцата, млекото и млечните производи.

Калории

Што се тоа калории?

Многу често во секојдневниот живот се среќаваме со поимот енергија и калорија. Обично, енергијата што се добива при согорувањето на јаглехидратите, мастите и протеините се изразува во калории. Значи калорија е мерка за енергетската вредност на материите што се разложуваат во човечкото тело. На примерот подолу дадено е колкава е енергетската вредност на поделните енергетски материји изразени во калории.

Пресметување на калориите

- Јаглехидрати 1g = 4 calories
- Протеини 1g = 4 calories
- Масти 1g = 9 calories
- Алкохоли 1g = 7 calories
- 1 калорија = 4.184 J/мол

Дали знаеме која е најважната хранлива материја за живите организми?

ТОА Е ВОДАТА!

- 60%-80% од човечкото тело е составено од ВОДА!
- Функции на водата: го помага транспортот на сите материји низ телото на тој начин што врши нивно растворање; помага за одржувањето на температурата на телото; го помага разложувањето на храната во дигестивниот систем.
- Главни извори на храна што содржат вода: зеленчук, овошје, млеко.

Микронутриенти

Минералите и витамините обично се нарекуваат микронутриенти (или микроелементи) бидејќи тие на организмот му се неопходни во многу мали количини. Минералите и најголем број од витамините што се неопходни за правилен развој на човечкото тело

најчесто се внесуваат исклучително преку храната, бидејќи телото не може да ги синтетизира.

Минералите се НЕОРГАНСКИ супстанции што се неопходни за правилен развој и раст на организмот. Некои од поважните минерални материи се:

- Калциум, железо, калиум, магнезиум,
- Функции на Калциум: Помага во изградбата на цврсти коски и заби, го регулира згрутчувањето на крвта.
- Храна богата со калциум: млечни производи, зеленолисен зеленчук.

Железо

- Функции на железото: Учествува во структурата на хемоглобинот кој е главниот транспортер на кислородот во црвените крвни клетки.
- Храна богата со железо: месото, јајцата, интегралните житарици, спанакот

Калиум

- Функции на калиумот: Ја регулира рамнотежата на течностите во телото, го помага нормалното функционирање на мускулите и нервите
- Храна богата со калиум: бананите, морковите, млекото

Магнезиум

- Функции на магнезиумот: Вклучен е во метаболизмот на протеините и јаглехидратите, го помага растењето на коските, а е вклучен и во правилната работа на мускулите.
- Храна богата со магнезиум: млеко, месо, лушпести овошки

Витамини

Витамините се група на комплексни соединенија што му помагаат на организмот во регулациските механизми на метаболизмот, и што го помагаат нормалниот развој и растот на телото. Витамините се делат во две големи групи и тоа 1. Витамини растворливи во вода и 2. Витамини растворливи во масти.

Од витамините растворливи во вода најпознат е витаминот С. Тој има значајна улога во борбата против инфекциите и вирусните заболувања, и во зајакнувањето на крвните садови. Главни извори на овој витамин се јужно-медитеранското и тропското овошје, доматиите, и лиснатиот зеленчук. Друг познат витамин од групата на витамини

растворливи во вода е Витаминот В Complex/Фолна киселина. Овиј витамин има важна функција во спречувањето на дефектни појави кај новороденчињата, а игра и значајна улога во формирањето на црвените крвни клетки и во синтезата на нуклеинските киселини. Главни извори на овој витамин се брокулата, авокадото, месото од мисирка,

Витамини растворливи во масти и масла:

Карактеристично својство за овие витамини е што тие се многу липофилни и многу тешко се раствораат во вода, а лесно се растворливи во масти и масла. Овие витамини најчесто се складираат во масното ткиво, во црниот дроб или во бубрезите. Имаат многу важни функции во развојот и зацврстувањето на коските и забите (витаминот Д), и во одржувањето на правилен вид (витамин А). Најголем дел од витамините растворливи во масти се силни антиоксиданси и може да се борат против штетните супстанции во клетките. Бидејќи овие витамини се нерастворливи во вода, лесно се наталожуваат во организмот и нивното прекумерно конзумирање може да доведе до несакани штетни последици и до смрт. Главни извори на витамините растворливи во масти и масла се зеленчукот, млечните продукти, јајцата и месото, а ги има и во интегралните житарици.

Кога се зборува за исхранувањето, ВАЖНО Е ДА СЕ ЗНАЕ дека секогаш треба да се направи добар и балансиран избор при секојдневната исхрана и да се зема исхрана што ќе ги задоволи дневните потреби од неопходните супстанции.

– Примери за здрави варијанти на исхрана:

- Печено пилешко
- Нормален хамбургер
- Овошје и јогурт
- Печени компири
- Салата

– Штетни опции на храна:

- Пилешки стекови
- Кроасани и сендвичи за доручек Croissant breakfast sandwiches
- Големи француски сендвичи

Физички активности

- Со цел да се потроши вишокот на хранливи материи што дневно се внесуваат во организмот, потребно е да се практикуваат секојдневни физички активности и вежби. Ваквите вежби вклучуваат секојдневно одење, цогирање, искачување по стрмнини или по скали, играње на спорт.

- Насоки за вежбање:
 - Навикни се да вршиш физички активности во траење од 30 минути на ден.
 - Вклучи ги вежбите во твојот секојдневен живот
 - Слушај музика или гледај телевизија додека вежбаш

Придобивки од регуларно вежбање и од регуларни физички активности

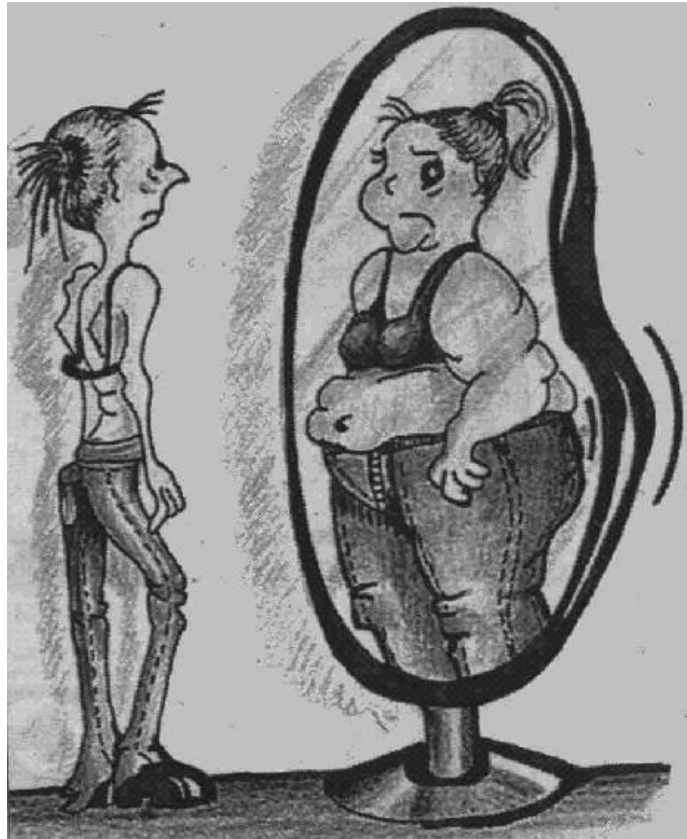
Помага за ослободување од стресот и депресијата

- Се намалуваат ризиците од заболувања на срцето и се продолжува животот. Се намалуваат ризиците од појава на рак, дијабетис или висок крвен притисок.
- Се одржува нормална тежина со топење на вишокот на калории, што резултира со губење на масните материи што се наталожуваат во телото.
- Се развиваат мускулите на телото

Карактеристични болести од недоволна или неправилна исхрана

Анорексија

Анорексија е физиолошко пореметување што настанува како резултат на недоволно внесување на хранливи материи во организмот. Анорексијата најчесто е резултат на интенцијата на одредени луѓе да изгладнуваат со цел да го сузбијат психолошкиот ефект од стравот што го имаат за нивно здебелување или завист од храна.



Знаци за предупредување од анорексија:

- Се јаде екстремно мала количина на храна во текот на денот
- Грешна претстава за сопствената слика на телото
- Зависност од вежбање

Штетни ефект:

- Оштетувања на срцето
- Прекумерно губење на телесна
- негативно се одразува на имунитетот
- Смрт

Булимија



Оваа болест е резултат на физиолошки пореметувања настанати кај луѓето што се прејаднуваат, а потоа на вештачки начин (преку хемиски средства или со присилно повраќање на храната) се обидуваат да ја исфрлат внесената храна во организмот, со цел да не доб psychological дјаат вишок на килограми на телото. Луѓето што страдаат од оваа болест обично имаат грешна претстава за сликата на сопственото тело, и тие перманентно се трудат да добијаат “перфектно тело.”

Штетни ефекти:

- Паѓање на забите
- Оштетување на бубрезите
- Дехидратација
- Смрт

Зависност од храна (опседнатост со храна)



Оваа болест е физиолошко пореметување што настанува како резултат на опседнатост и недоволна контрола врз внесените количини на храна во текот на денот, помогнато со многу мала физичка активност.

Ризици по здравјето:

- Многу ниско ниво на самодоверба
- Висок крвен притисок
- Блокирање на артериите
- дијабетис
- рак

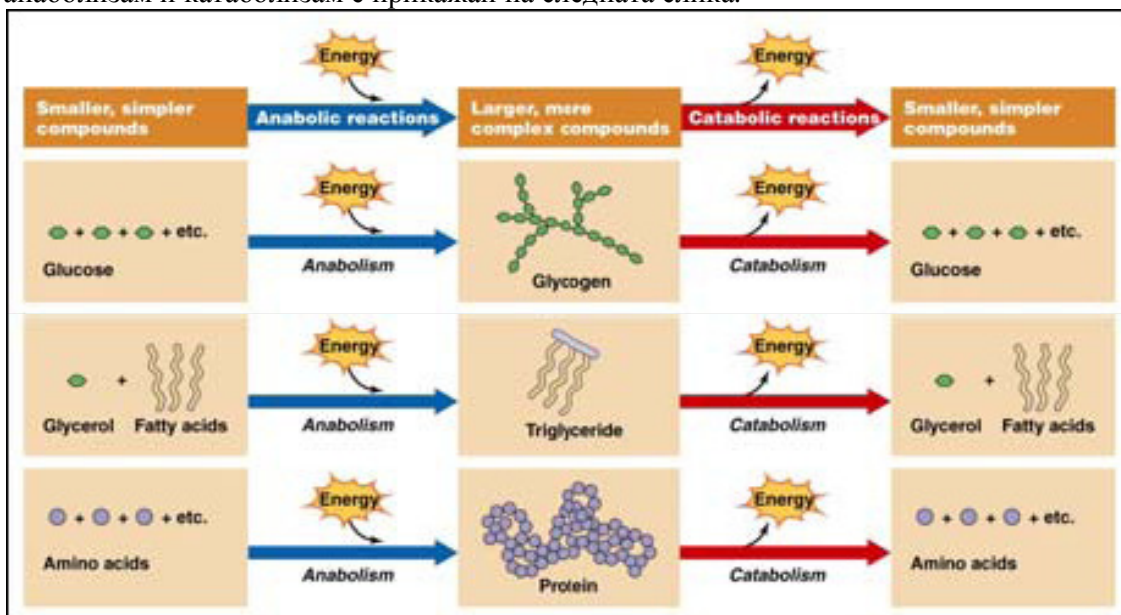
Кај овие болести битно е да се знае дека: Медикаментите не им помагаат на луѓето да ја намалат телесната тежина. Медикаментите имаат повеќе штетни одошто корисни ефекти. Од медикаментите може да се стане зависен и тие може да

доведат до значителни пореметувања на метаболизмот и на целиот систем кај луѓето. Избегнувајте ги колку можете повеќе.

МЕТАБОЛИЗАМ

Поим и дефиниции

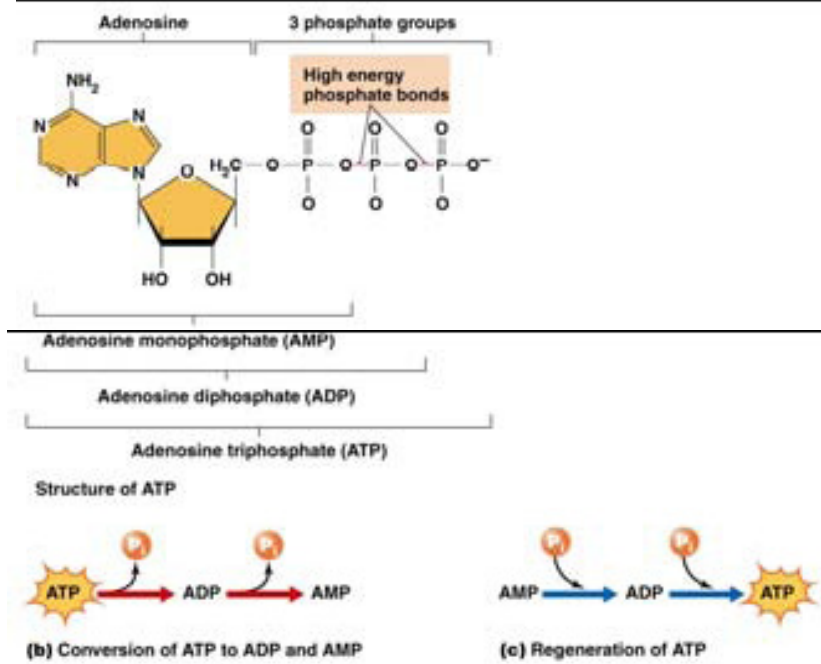
Под поимот метаболизам се подразбира збир од сите хемиски и физички процеси преку кои телото ги гради или ги разложува молекулите (пред се од енергетските материи) што се внесуваат или синтетизираат кај живите организми. Како што знаеме од курсот по хемија, при одвивањето на хемиските реакции секогаш се ослободува или се акумулира енергија. Енергијата што се ослободува при одвивањето на некои реакции е неопходна за правилно одвивање на други биохемиски реакции на кои им е потребна енергија. Енергијата е неопходниот сегмент за правилно функционирање на сите биохемиски процеси во живите организми, без енергија нема живот. Таа енергија главно се ослободува преку хемиските реакции на разложување на високомолекулските молекули како протеините, јаглехидратите или мастите. Процесот при кој доаѓа до формирање на нови поголеми молекули од помали молекули е наречен анаболизам. Анаболизам е процес што е особено важен за процесите на растењето и обновувањето на клетките и ткивата. За одвивањето на процесите на анаболизам скоро без исклучок е потребно одредено количество на енергија што се обезбедува преку разложување на некои од високомолекулските енергетски материи во организмот. Овој процес на разложување на комплексните молекули на поедноставни се нарекува катаболизам. При процесите на катаболизам, во дигестивниот систем доаѓа до деградирање (разложување) на високомолекулските молекули (протеините, липидите и јаглехидратите) на многу поедноставни молекули. При овие процеси на разложување се ослободува енергија што е потребна за процесите на анаболизам, и се добиваат поедноставни и помали молекули како продукти. Шематски проиказ на процесите на анаболизам и катаболизам е прикажан на следната слика.



Аденозин трифостат (АТФ)

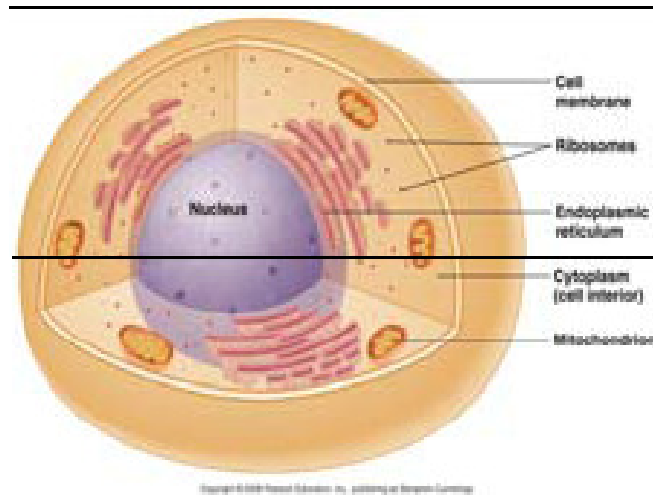
Аденозин трифостатот АТФ е органска молекула што е еден од најголемите извори на енергија во клетките на живите организми. Аденозин трифостатот е нуклеотид

составен од азотната база аденин, шеќерната компонента рибоза на која естерски се поврзани три фосфатни групи. Естерските врски преку кои се поврзани трите фосфатни групи во молекулата на АТП се доста лабилни, меѓутоа содржат во себе огромна количина на енергија. Скоро целокупната енергија во молекулата на АТП е складирана во фосфатните групи на оваа молекула. Кога естерските врски во молекулата на АТП се кинат, тогаш доаѓа до ослободување на големо количество енергија. Оваа енергија потоа може да биде употребена од клетките за правилно одвивање на биохемиските процеси во нив. Шематски приказ на молекулата на АТП и на процесите на нејзино разложување е прикажано на следната слика. Обично, при процесите на разложување, молекулата на АТП се разложува до аденозин дифосфат или до аденозин монофосфат.



Метаболитски патишта (начин на одвивање на хемиските реакции во биолошките системи)

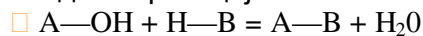
Метаболитските патишта се хемиски реакции што секвенционално (последователно) се одвиваат во биолошките системи со цел да се реализира одредена функција. Овие хемиски реакции се одвиваат во точно определени делови на клетката, а може да се одвиваат и само во специфични органи или ткива. Главниот дел од клетките во кои се одвиваат процесите при кои се добива енергија се митохондриите. Митохондриите се органели (мали телца) сместени во внатрешноста (цитоплазмата) на секоја клетка. Приказ на внатрешната структура на една клетка е даден на следната слика.



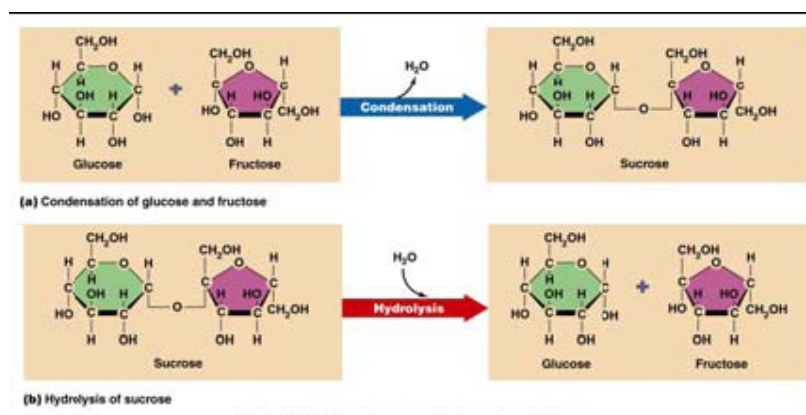
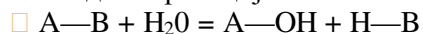
Реакциите што се одвиваат во клетките, и преку нив доаѓа до ослободување на енергија се:

Реакции на кондензација и Хидролиза

Процесот на кондензација е анаболички процес. При процесот на кондензација доаѓа до агрегација (спојување или кондензирање) на две молекули во една поголема молекула. Притоа, во процесот на кондензација доаѓа до ослободување на вода како спореден продукт. Процесот на кондензација шематски може да се прикаже со следната реакција:



Хидролиза е (најчесто) катаболитски процес. При процесот на хидролиза доаѓа до разрушување на структурата на една голема молекула, во кој процес директно учество земаат молекулите на вода. Шематски процесите на хидролиза може да се претставата со следната реакција:



Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Шематски приказ на процесите на кондензација и хидролиза на некои јаглевихидрати

Фосфорилација

Под поимот фосфорилација се подразбира адиција на фосфатни групи кон структурата на дадена супстанца. Фосфорилацијата е процес што најчесто се среќава при хидролизата на аденозин трифосфатот. Имено, кога двете естерски врски помеѓу фосфатните групи во молекулата на АТФ ќе хидролизираат (ќе се раскинат под влијание на водата), тогаш се ослободува енергија, а се ослободуваат слободни

фосфатни групи (негативно наелектризирани) кои може да бидат трансферирани на други молекули. Обично ваквите фосфатни групи се трансферираат потоа кон молекулите на некои јаглехидрати (најчесто кон молекулите на глукоза).

Оксидационно-редукциски реакции

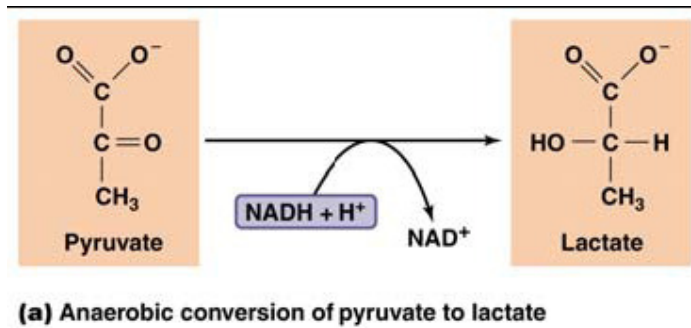
Како што знаеме од курсот по Општа хемија, најголем број на процесите во живите организми се одвиваат со размена на електрони. Хемиските реакции во кои доаѓа до размена (испуштање и примање) на електрони се нарекуваат оксидо-редукциски (или редокс) реакции. Притоа, под поимот оксидација се подразбира испуштање на електрони, додека редукција е процес на примање на електрони. Оксидацијата и редукцијата се неразделни процеси и секогаш одат заедно. Не е можно да постои оксидација доколку истовремено нема и процес на редукција, и обратно. Со други зборови, не е возможно една супстанца да испушти електрони, доколку не постои друга супстанца што би ги примила тие испуштени електрони. Оксидо редукциските процеси се едни од најважните процеси што доведуваат до правилно функционирање на целиот систем кај живите организми. Најкарактеристични соединенија што учествуваат во оксидо-редукциските процеси во живите организми се ензимите. Ензимите се протеини што ги забрзуваат биохемиските реакции, и во нивната структура најчесто постои еден активен редокс центар што може да разменува електрони со даден супстрат. За да можат правилно да функционираат на ензимите им се потребни т.н. коензими. Коензимите се супстанции од непротеинска природа (најчесто витамини) што се неопходни за правилно функционирање на даден ензим. Освен коензими, за правилно функционирање на ензимите потребни се и т.н. кофактори. Кофакторите се неоргански елементи како железо, цинк, и магнезиум без чие присуство функцијата на ензимите е скоро невозможна.

Енергија од јаглехидратите

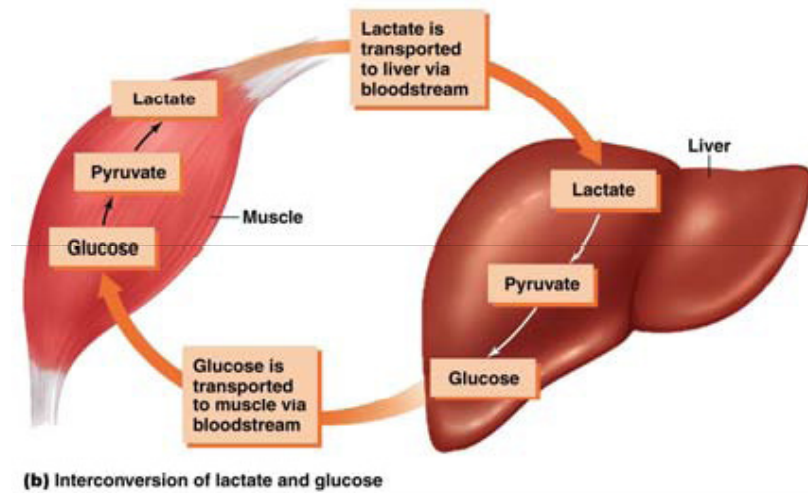
Една од компонентите што најмногу придонесува за снабдување на организмот со неопходното количество енергија е глукозата. Глукозата е јаглехидрат (моносахарид) што постојани и секојдневно се внесува во нашите организми преку храна. Кога ќе биде внесена во организмот, гликозата најчесто се транспортира во црниот дроб. Во црниот дроб, гликозата може да биде фосфорилирана и да подлежи на метаболитски реакции при кои се ослободува енергија неопходна за правилно функционирање на други биохемиски процеси, или пак да биде складирана (како резервна материја) во форма на гликоген во црниот дроб. Гликозата може да биде претворена и во масни киселини, доколку се наоѓа во големи количини, и може да биде складирана во форма на триацилглицериди во ткивата.

Претворањето на гликозата во други соединенија најчесто се одвива преку процес наречен гликолиза. При гликолизата доаѓа до претворање на гликозата во пируват ($\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$). Овие процеси се одвиваат во цитозолот (внатрешниот течен дел на клетката). Процесите на претворање на гликоза во пируват се одвиваат во анаеробни услови (во отсуство на кислород). Процесот на гликолиза е реверзибилен процес, и преку процесите на гликогенеза може од пируватот повторно да се добие гликоза.

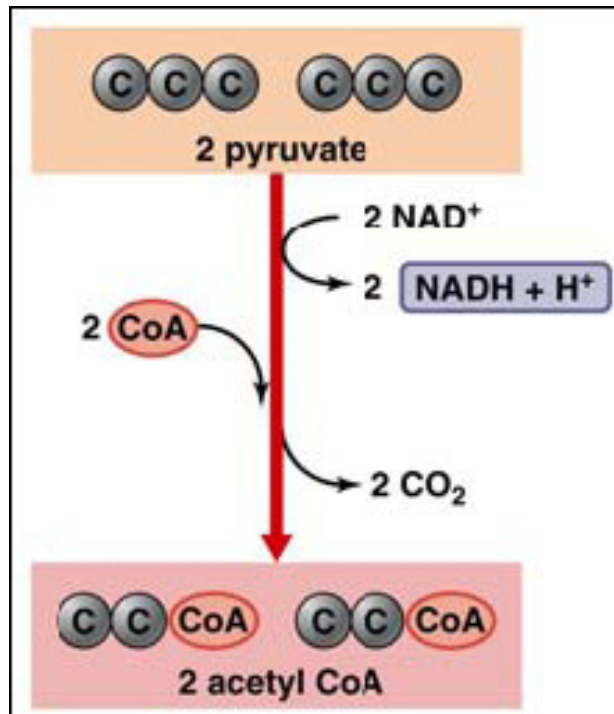
Пируватот, во отсуство на кислород може со помош на ензимот NAD (никотинамид динуклеотид) да се конвертира во млечна киселина (лактат). Присуството на лактат во поголеми количини е штетно за одвивањето на другите процеси во живите организми бидејќи лактатот се таложи во мускулните ткива и доведува до блокирање на голем број други функции.



Процесите на гликолиза во наједноставна форма се шематски прикажани на следната слика: (ливер е термин за црн дроб).



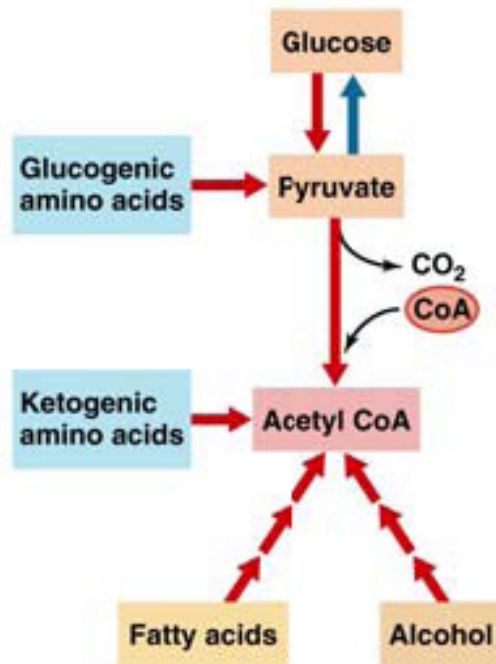
Кога процесите на гликолиза се одвиваат во присуство на кислород, тогаш пируватот што се добива како продукт на гликолиза може да биде директно транспортиран во митохондриите таму бива трансформиран во ацетил коензим А (acetyl CoA). Овој ацетил коензим А, како и водородните протони што се ослободуваат при процесот на гликолиза, директно учествуваат во процесот на синтеза на АТП во митохондриите.



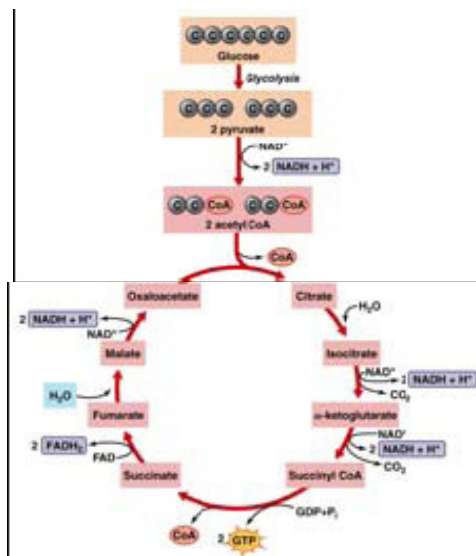
Метабоилитска крстосница – “Сите патишта водат кон Рим, односно кон синтеза на ацетил коензим А”

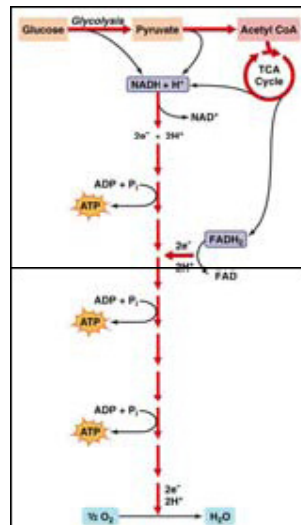
Кога во клетките имаме присуство на доволни количини на кислород, тогаш од сите продукти што се добиени како резултат на распаѓање на енергетските материи (јаглевхидратите, мастите и масните киселини, аминокиселините и алкохолите) се добива

acetyl CoA (види ја сликата подолу). Треба да знаеме дека Acetyl CoA е една од најбитните молекули што директно учествува во наредните циклуси од кои се добива АТФ (а АТФ е главниот извор на енергија во организмите).



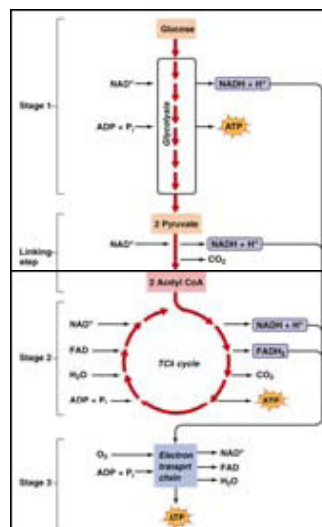
Ацетил коензим А е супстанцата што директно учествува во првиот чекор од т.н. синџир на трансфер на електрони што се одвива (главно) во мембраните на митохондриите. Овој циклус е главниот циклус во кој земаат учество голем број на ензими и протеини, а крајниот резултат од реакциите на тој синџир на трансфер на електрони е редукција на кислородот што доаѓа во клетките и продукција на богатото со енергија соединение аденозин трифосфат. Шематски процесите што се одвиваат во тој синџир на трансфер на електрони во митохондриите се прикажани на следните слики:





Приказ на процесите на електрон трансфер во митохондриите при кои доаѓа до формирање на АТФ како краен и значаен продукт

Шематски приказ на целиот процес на гликолиза е даден на следната слика:

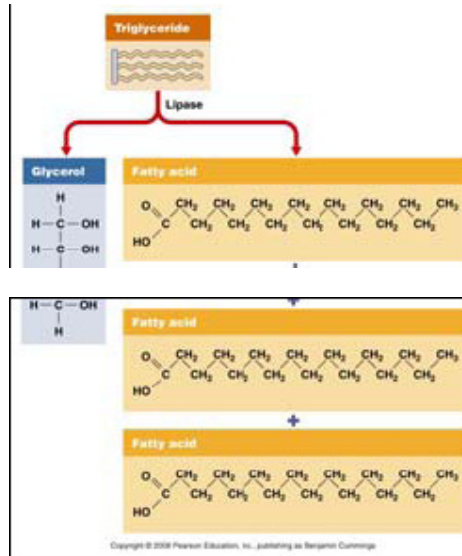


Што е најважно да запамтите: гликозата и јаглехидратите се енергетски материи, кои во организмот може да се разложат до пируват и до acetyl CoA. Молекулите на супстанции директно учествуваат во процесите на синтеза на аденозин трифосфат АТФ. АТФ е молекулата од која се добива најголемото количество енергија во организмот, потребно за одвивање на голем број биохемиски процеси. Вишокот на гликоза може да се складира во црниот дроб во форма на гликоген.

Енергија од масните и маслата

Липидите, што по хемиски состав се естри на тривалентниот алкохол глицерол со вишите масни киселини, може да хидролизираат во присуство на ензими наречени липази. Притоа, како продукти на таа ензимска реакција се добиваат глицерол и три

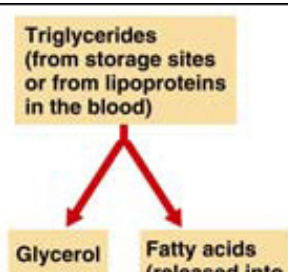
масни киселини. Масните киселини што се добиваат при овие реакции може да се разложат и енергијата при таа реакција да се употреби за одвивање на други процеси во организмот. Глицеролот, пак, кој е исто така продукт од разложувањето на липидите, може да биде претворен во пируват, а потоа во acetyl CoA кој е неопходен продукт за одвивање на реакциите во кои се добива АТФ.

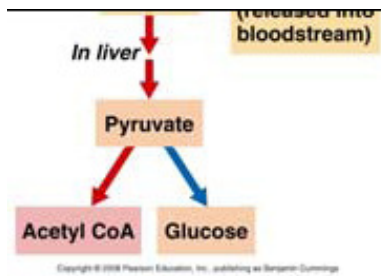


Приказ на процесите на разложување на триацилглицериди (липиди)

Конверзија на глицеролот во пируват

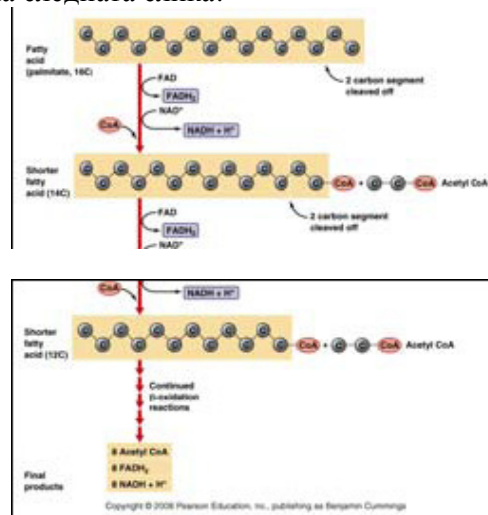
Глицеролот, кој е 3-хидроксилан алкохол (има 3-ОН групи поврзани на 3 C-атоми) е единствениот дел од триацилглицеридите што може да се конвертира во пируват. Масните киселини што се добиваат при хидролиза до триацилглицеридите не може да бидат конвертирани во пируват. Тоа е единствена причина зошто масните киселини не може да бидат претворени во гликоза.





***β*-оксидација на масните киселини**

Масните киселини што се добиваат при хидролизата на триацилглицеридите најчесто биваат транспортирани во клетките на кои им треба енергија (такви се на пример црниот дигер и мускулните клетки). Во вакви случаи, масните киселини мора да бидат активирани со ензимот *Coenzyme A* пред да бидат префрлени преку мембраната на митохондриите. Таму, масните киселини може да бидат разложени на два јаглеродни сегметни, и од овие два јаглеродни сегменти може да се добие *acetyl CoA*. Ова разложување на масните киселини до *acetyl CoA* што се случува во митохондриите, се одвива во присуство на кислород (процесот е, значи, оксидација на масните киселини до *CoA*). Тоа значи дека оксидацијата на масните киселини до *CoA* е начин на кој од масните киселини пак може да се добие енергетски богатата супстанца АТФ. Овие процеси се прикажани на следната слика:

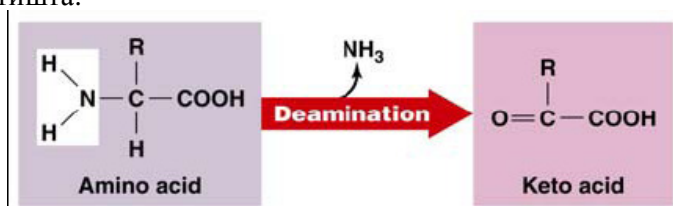


Енергија од протеините

На нашето тело им требаат јаглехидрати и масти (липиди) за да со нивно разложување се добие неопходна енергија. Протеините се супстанции што се неопходни за одвивање на останатите метаболитски функции кои не можат да бидат помогнати од другите енергетски материи. Такви функции се на пример изградбата и обновата на ткивата. Протеините се користат како енергетски материи само во ситуации кога примањето на јаглехидратите и липидите во човечкото тело е ниско.

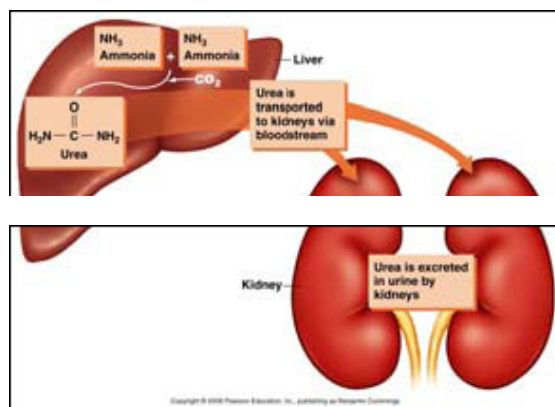
Кога ќе бидат внесени во организмот, протеините од хранта се разложуваат до аминокиселини или до помали пептиди. При хидролизата на протеините, добиените аминокиселини се транспортираат во црниот дроб. Таму тие повторно може да бидат употребени за синтеза на други протеини, или да бидат испуштени во крвта од каде може да бидат употребени во другите клетки за вршење на функции во изградбата или обновата на клетките. Доколку во телото внесуваме вишок на протеини, вишокот на протеини може да биде конвертиран во масни киселини.

Кога имаме ситуација на недостаток од внесување на храна во организмот (гладување), тогаш телото ги употребува протеините од резервите за да се добие неопходната енергија за одвивање на биохемиските процеси во телото. Еден од патиштата по кои може да се разградат аминокиселините (и протеините) е процесот на деаминација на аминокиселините. При овој процес, кој се одвива во црниот дроб, доаѓа до отстранување на аминогрупата од структурата на аминокиселините. Притоа, се добиваат како продукти амонијак и кето киселини (киселини кои во својот состав содржат кето група). Овие кето киселини може да бидат искористени во многу други метаболитски патишта.



Процес на деаминација на аминокиселините

Кога ќе настане деаминација на некоја аминокиселина или протеин, тогаш еден од продуктите на таа реакција е амонијак. Бидејќи концентрации на амонијак поголеми од нормалните се токсични и штетни за организмот, амонијакот во црниот дроб може да реагира со јаглерод диоксидот и бидејќи конвертиран во уреа. Уреата е далеку помалку штетен продукт отколку самиот амонијак. Откако ќе биде формирана, уреата се транспортира до бубрезите од каде може да биде исфрлена од организмот. Шематски приказ на процесот на синтеза на уреа е даден на следната слика.



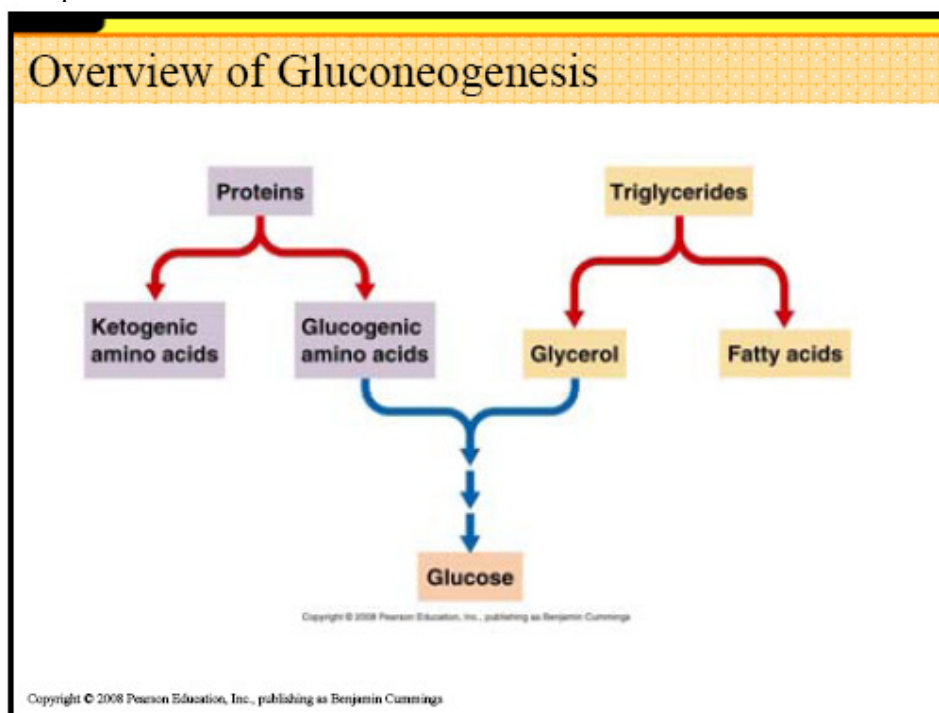
Приказ на процесите на синтеза на уреа

Енергија од резервни материи

Внесувањето на вишок од енергетски материи во организмот (јаглехидрати, липиди и протеини) најчесто е проследено со складирање на вишокот на енергетските материи. Притоа, тоа складирано количество на енергетски материи може да служи како извор на енергија во периодите на спиењето, движењето или вежбањето. Вишокот на енергија во организмот може да биде складирана во форма на

- Јаглехидрати, кои во ограничени количини може да се складираат во црниот дроб и мускулите во форма на гликоген;
- масти (триацилглицериди) во *неограничени* количини, додека пак
- во човечкиот организам не постои механизам за складирање на аминокиселините или на азотот и азотните компоненти.

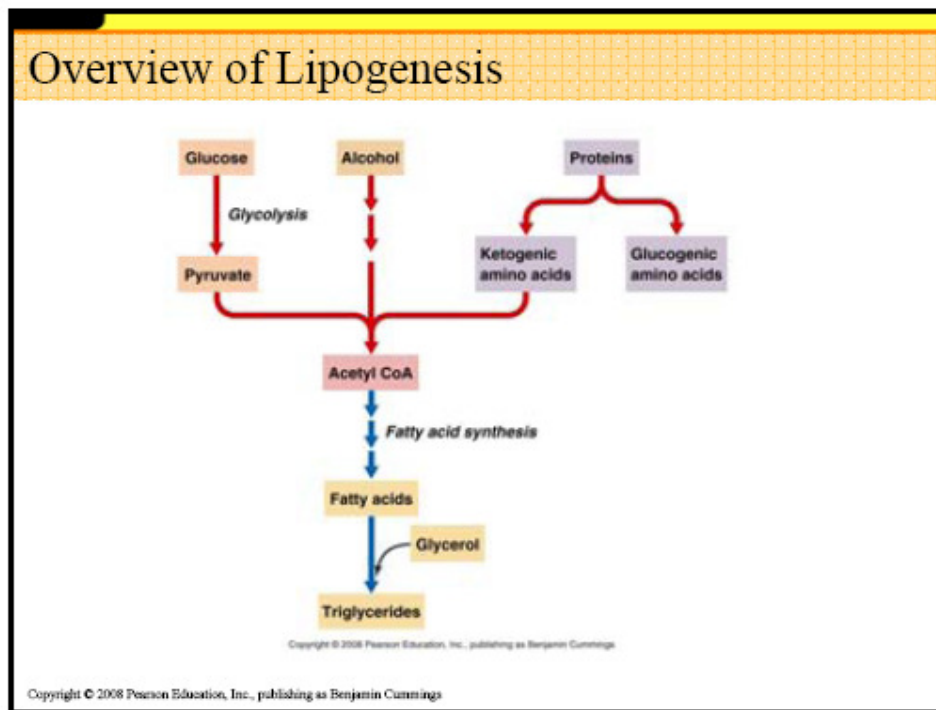
Синтеза на макронутриенти (хранливи материи) во живите организми
 Во човечкиот организам често доаѓа и до синтеза на одредени енергетски материи, во процеси во кои учествуваат голем број на други супстанции присутни во организмот. Така на пример, глюкозата може да се синтетизира во живите организми од супстанции што се различни по структура од неа. Овој процес на синтеза на гликоза од негликозни супстанции се нарекува гликогенеза. Притоа, како главни молекули од кои се добива гликоза се аминокиселините, пируватот или глицеролот кој се добива од хидролизата на триацилглицеридите. Синтезата на дополнителни количини на гликоза е битен процес за снабдување на организмот со неопходните количини на гликоза кои се потребни во периодите на спиење, болести или пак дополнителни физички активности. Приказ на процесите на гликогенеза е даден на следната шема:



Процеси на гликогенеза-синтеза на гликоза од негликозни супстанции

Мастите покрај тоа што се внесуваат преку храната, тие, како и гликозата, може да бидат синтетизирани во организмот преку хемиски реакции од супстанции што по природа не се липиди (такви се а пример аминокиселините, јаглехидратите или алкохолите). Ова се случува кога во организмот се внесуваат вишок на енергетски материи (пред се јаглехидрати и протеини). Притоа, неопходна компонента за синтеза на липидите е ацетил CoA кој помага во синтезата на масните киселини. Откако ќе бидат синтетизирани масните киселини, тие потоа реагираат со глицеролот и така се добиваат триацилглицеридите (липиди). Овие процеси најчесто се одвиваат во црниот

дроб. Овие процеси на добивање на липиди од нелипидни молекули се наречени процеси на липогенеза. Шематски приказ на процесите на липогенеза е даден на следната слика:



Приказ на процесите на липогенеза-синтеза на липиди од нелипидни молекули

Синтеза на аминокиселини

Процесот на синтеза на аминокиселини во организмот е од витално значење за правилно одвивање на голем број биохемиски функции. Треба да знаеме дека во човечкото тело може да бидат синтетизирани само неесенцијалните аминокиселини, додека есенцијалните аминокиселини мора да бидат внесени преку храната. При синтезата на неесенцијалните аминокиселини, неопходните аминокиселински групи доаѓаат преку процесите на трансминација. Синтезата на неесенцијални аминокиселини во организмот се случува само во услови кога во клетките постои доволна енергија и азот.

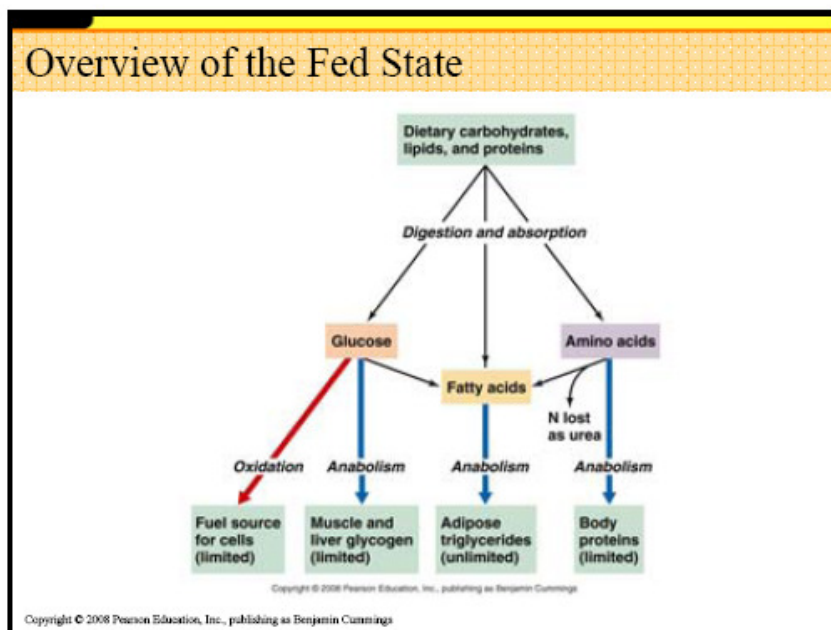
Хормоните се регулатори на метаболизмот

Сите процеси што се одвиват во живите организми се директно или индиректно поврзани со активноста на одредени хормони. Главен анаболитички хормон (хормон што учествува во процесите на разложување) е инсулинот. После секое конзумирање на храна, концентрацијата на инсулинот во крвта се зголемува. Инсулинот има функција да ги активира ензимите што се неопходни за процесите на складирање на резервните материи во организмот. Инсулинот има и функција да врши пренос на сигнали до клетките за тие да примат во себе гликоза, масни киселини или аминокиселини.

За разлика од инсулинот, гликогенот, епинеprinот и кортизолот се катаболитички хормони. Овие хормони помагаат во разложувањето на складираните триацилглицериди, гликогенот и протеините со цел од нив да се добие неопходна енергија.

Метаболитски патишта при состојба на прехранетост и заситеност

Кога во организмот е внесена поголема количина на храна од потребната, тогаш во крвта имаме присуство на зголемени концентрации на гликоза, масни киселини и аминокиселини. При ваквите ситуации доаѓа до активирање на дополнителни механизми со кои се складира вишокот на енергетски материи. Така, вишокот на гликоза може да биде претворен во гликоген и да биде зачуван како резервна материја во црниот дроб. Кога количините на гликоген се заситени, тогаш гликозата ќе биде конвертирана во масни киселини и ќе биде зачувана во форма на триацилглицериди во организмот. Вишокот на триацилглицеридите најчесто се складира во масните (адипозни) ткива. Вишокот пак на масни киселини биваат деаминирани, додека неесенцијалните аминокиселини може да бидат претворени во масни киселини и да бидат складирани како триацилглицериди. Приказ на метаболитските патишта што се одвиваат при процесите на прехранетост и презаситеност е даден на следната шема:



Приказ на метаболитските процеси кога организмот е во состојба на презаситеност со храна

Метаболитски патишта во состојба на преграднетост (недостаток на хранливи материи)

Кога во организмот имаме недостаток на хранливи материи, тогаш во телото се активираат механизми на опстанување во услови на преграднетост. Притоа, гликозата од крвта бива употребена за поддршка на правилно функционирање на мозочните и црвените крвни клетки. При недостаток на хранливи енергетски материи, во организмот доаѓа до намалување на температурата на телото, а со тоа и до намалување на

активните метаболитски патишта. При вакви ситуации масните киселини се главен извор на енергија за организмот, а протеините од мускулите дополнително се разложуваат и од нив се добива неопходното количество на гликоза. На тој начин организмот се бори со дополнителни механизми да го надополни недостатокот од енергетски материи.