

Органска хемија

Примарни биомолекули



Проф. др Недељко Манојловић

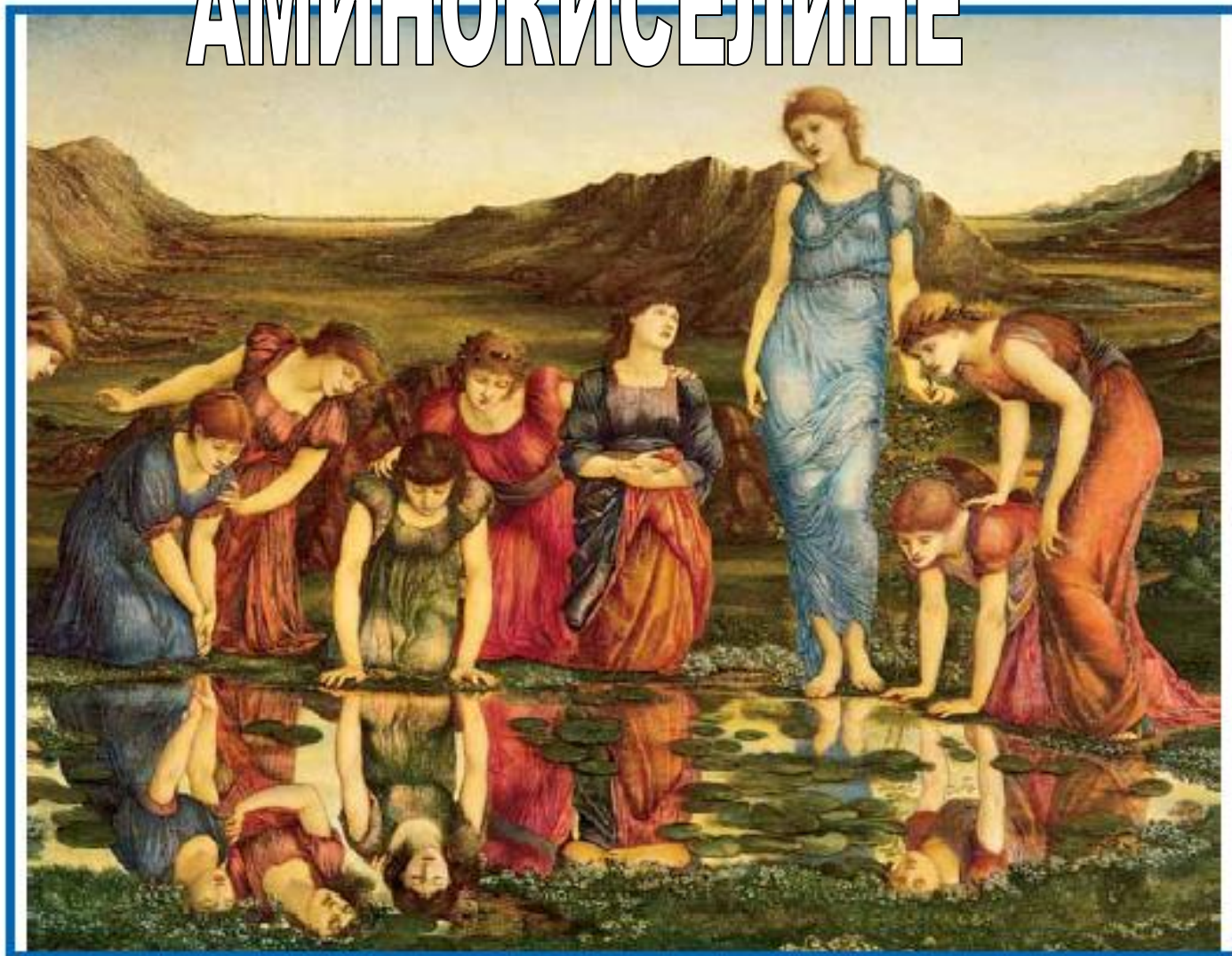
Примарни биомолекули

- угљени хидрати
- аминокиселине
- протеини
- липиди
- витамини

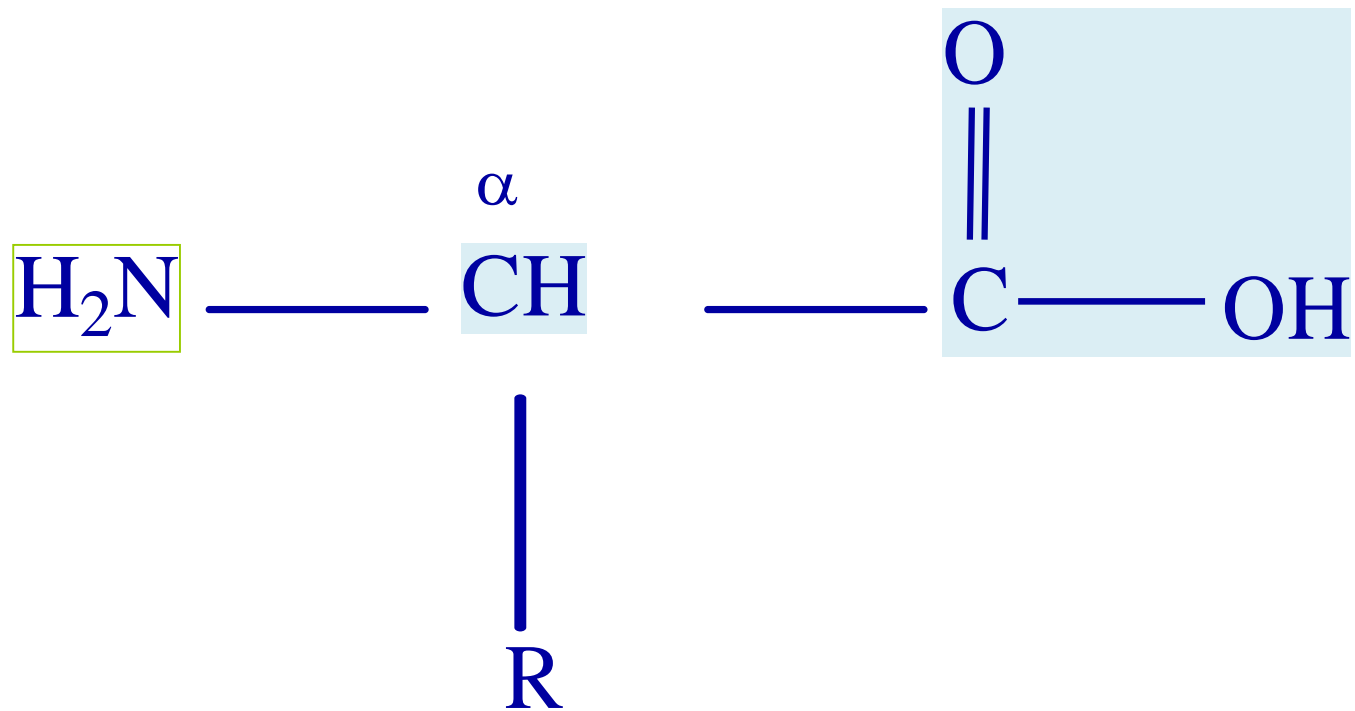


"The Discovery of Honey"—Piero di Cosimo (1462). (Courtesy of the Worcester Art Museum)

АМИНОКИСЕЛИНЕ



All objects have mirror images. Like many biomolecules, amino acids exist in mirror-image forms (stereoisomers) that are not superimposable. Only the L-isomers of amino acids commonly occur in nature. (The Mirror of Venus (1898), Sir Edward Burne-Jones/Museu Calouste Gulbenkian Lisbon/The Bridgeman Art Library)



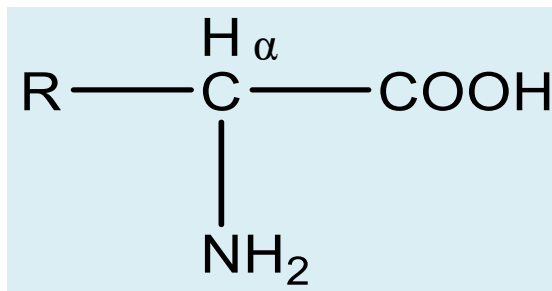
Општа формула
амино-киселина



Аминокиселине и протеини

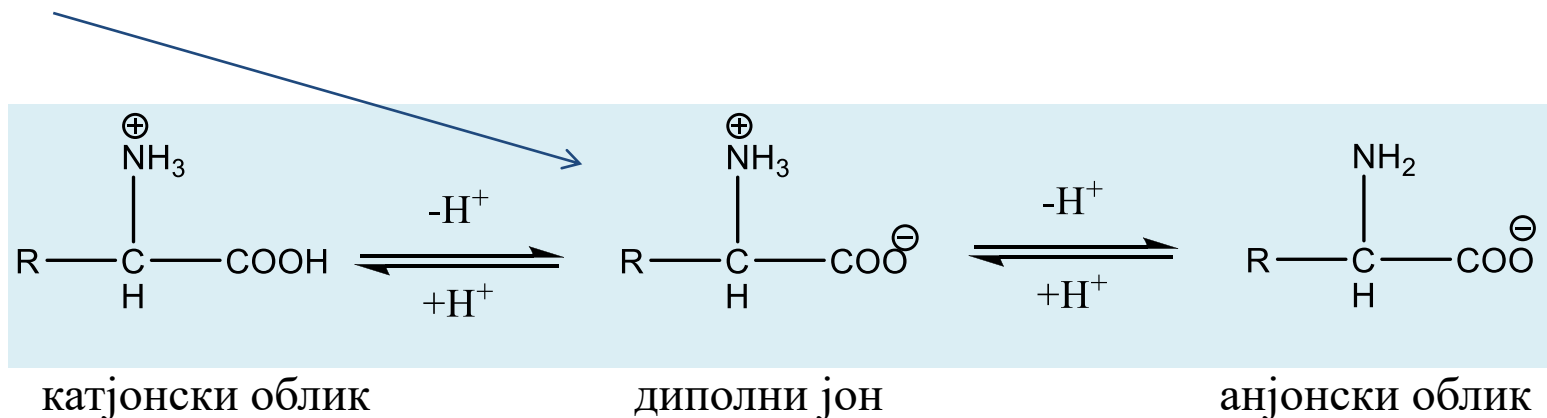
Аминокиселине

- Аминокиселине су једињења која садрже амино ($-\text{NH}_2$) и карбоксилну групу ($-\text{COOH}$)
- У природи постоји велики број аминокиселина, али се за синтезу протеина користи око 20.
- Есенцијалне аминокиселине - људски организам не може да их синтетише, већ их мора унети храном
- α - аминокиселине





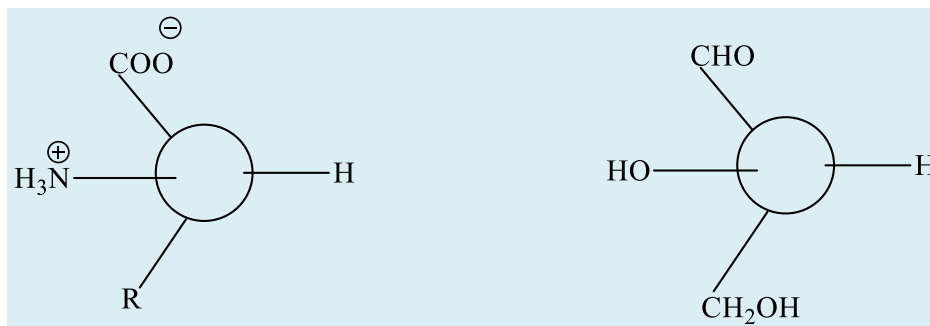
- Аминокиселине су амфотерна једињења, јер због функционалних група могу реаговати и као киселине ($-\text{COOH}$) и као базе ($-\text{NH}_2$)
- Због негативног индуктивног ($-I$) ефекта $-\text{NH}_2$ групе, аминокиселине су јаче киселине од карбоксилних киселина, а слабије базе од примарних амина - последица $-I$ ефекта $-\text{COOH}$ групе
- У воденом раствору се налазе у облику диполног јона (цвистер јона) или соли





- У ком облику ће се аминокиселина наћи у воденом раствору зависи од:
 - природе аминокиселине
 - рН вредности - у веома киселим растворима аминокиселине се налазе у катјонском облику, а у јако базним у анјонском облику
- Изоелектрична тачка - рН вредности на којој је концентрација диполног јона максимална, док су концентрације катјонског и анјонског облика веома ниске и једнаке

Конфигурација природних аминокиселина



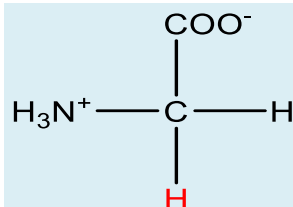
L-аминокиселина

L-глицералдехид

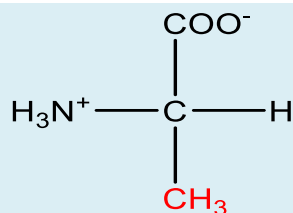


Подела аминокиселина према поларносрти –R остатка

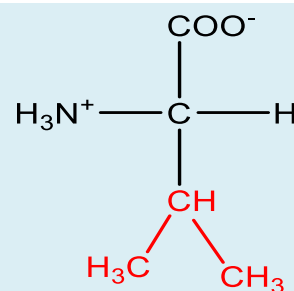
- Неполарне аминокиселине- алифатична –R група



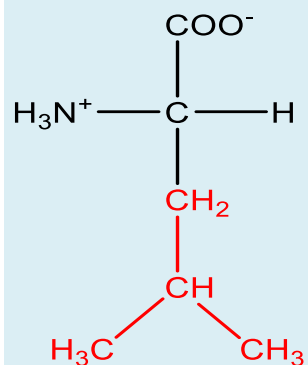
Глицин



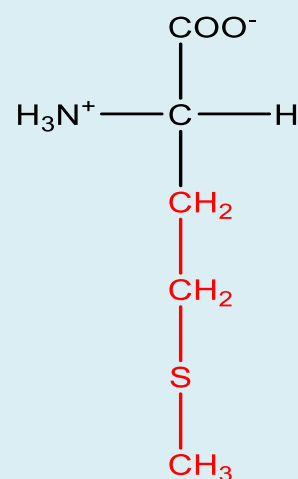
Аланин



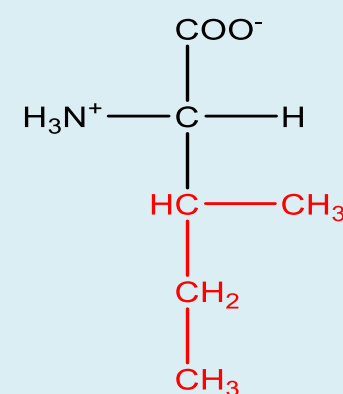
Валин *



Леуцин *



Метионин *

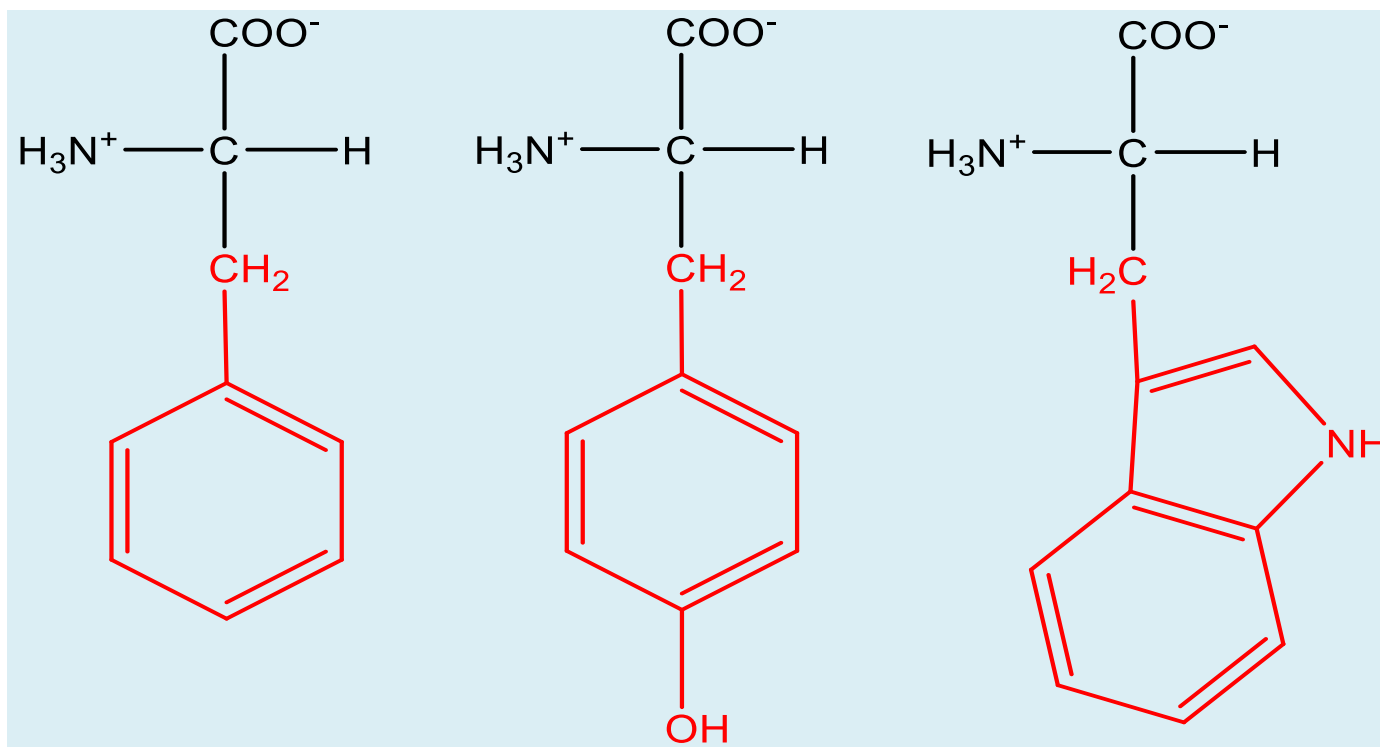


Изолеуцин *

*- есенцијална
аминокиселина



- Неполарне аминокиселине- ароматична –R група



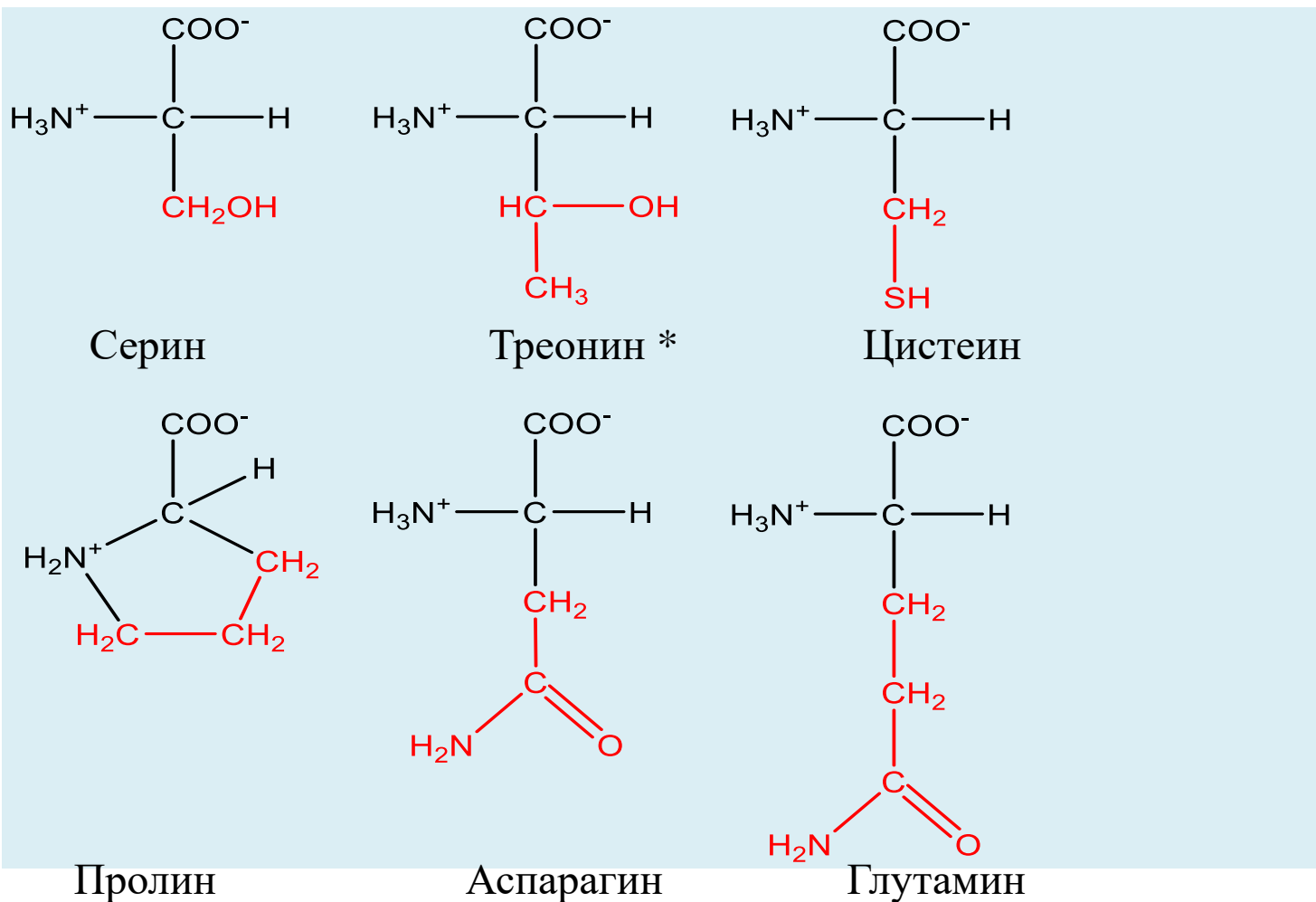
Фенилаланин *

Тирозин

Триптофан *

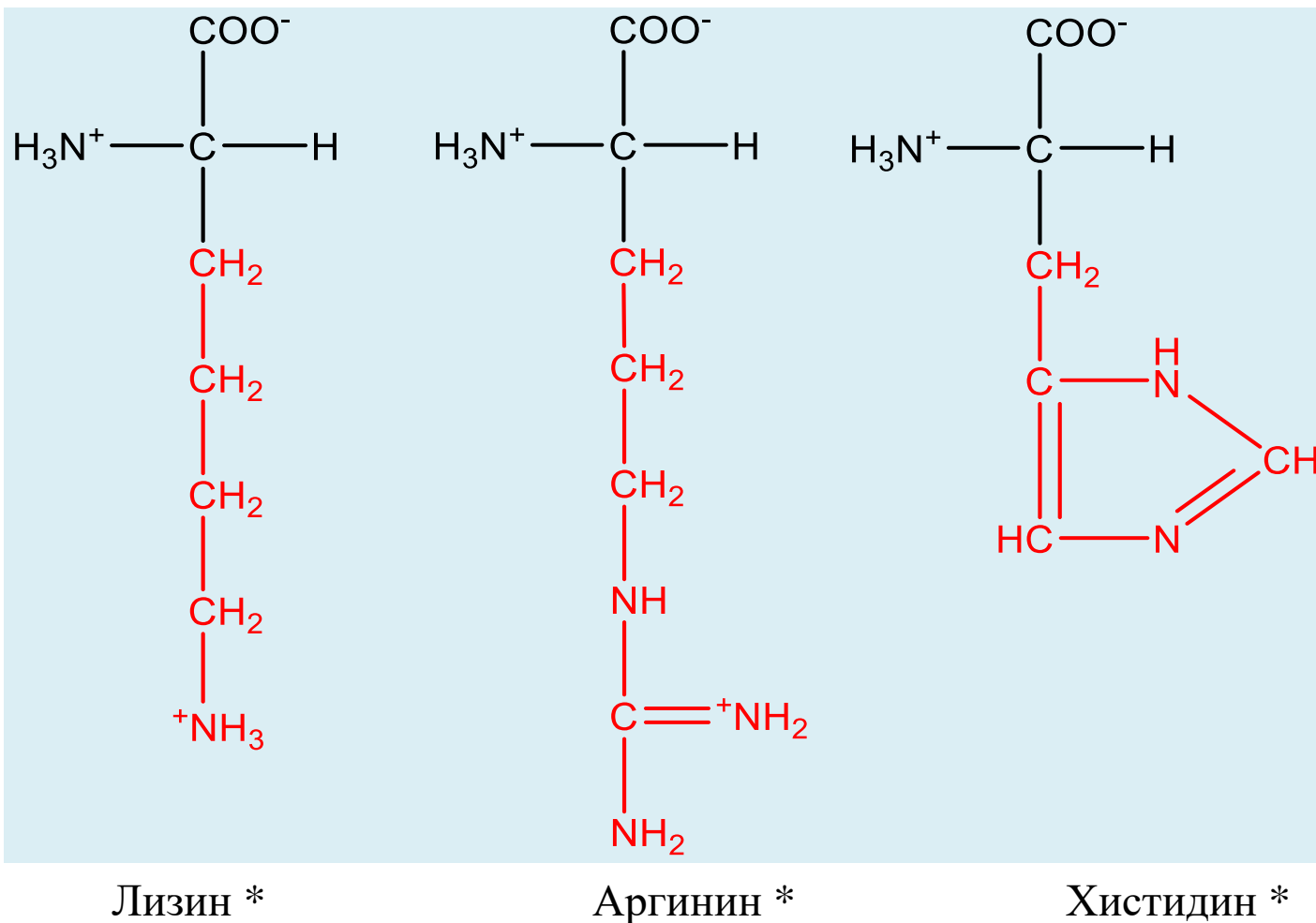


- Поларне аминокиселине- ненаелектрисана –R група



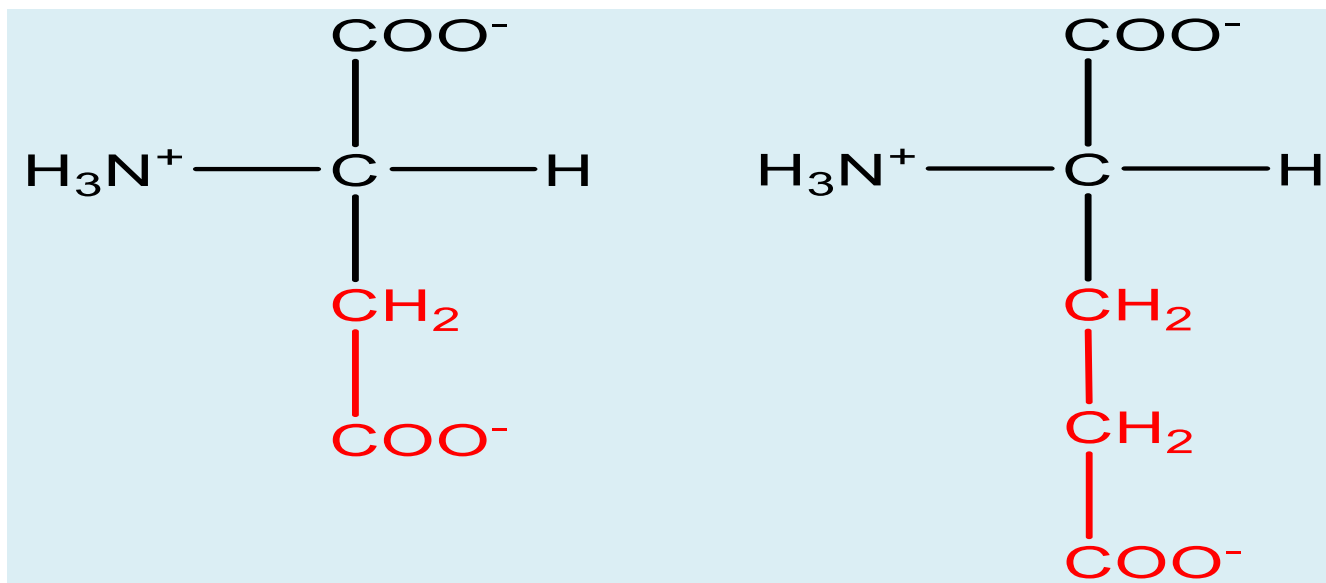


- Поларне аминокиселине- позитивно наелектрисана –R група





- Поларне аминокиселине- негативно наелектрисана –R група



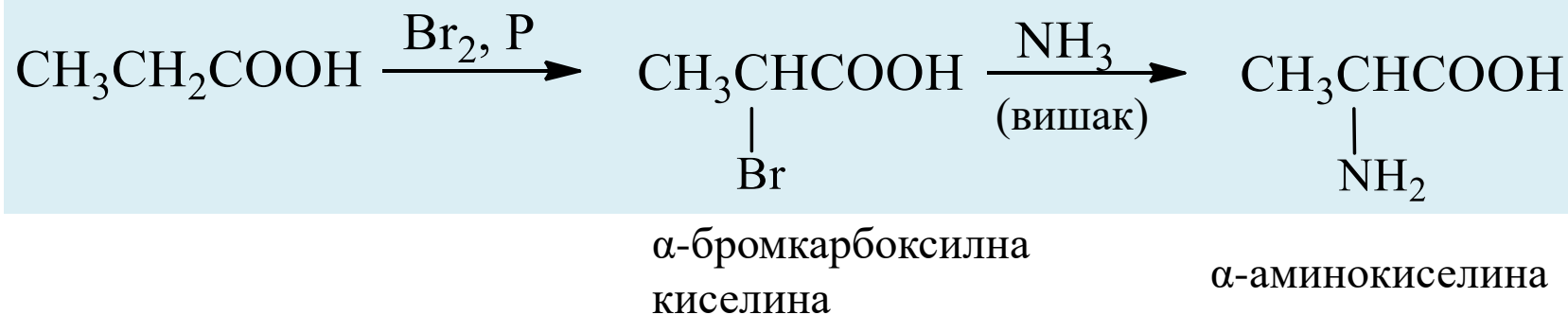
Аспарагинска киселина

Глутаминска киселина

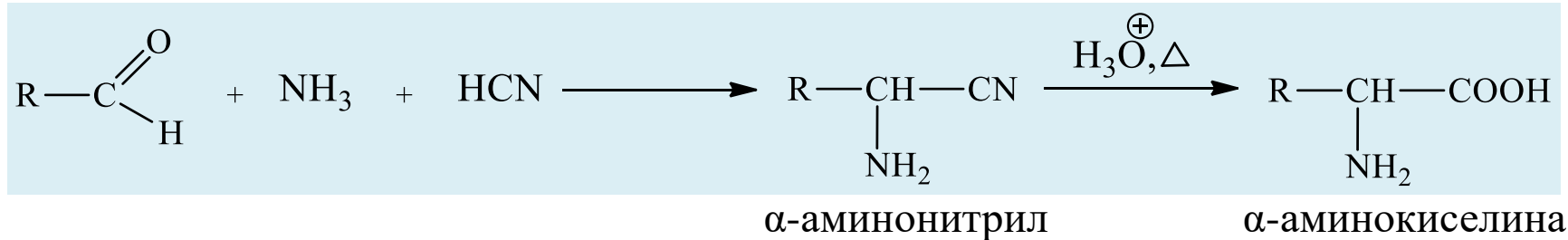


Добијање аминокиселина

1. Синтеза из α -халогенкарбоксилних киселина



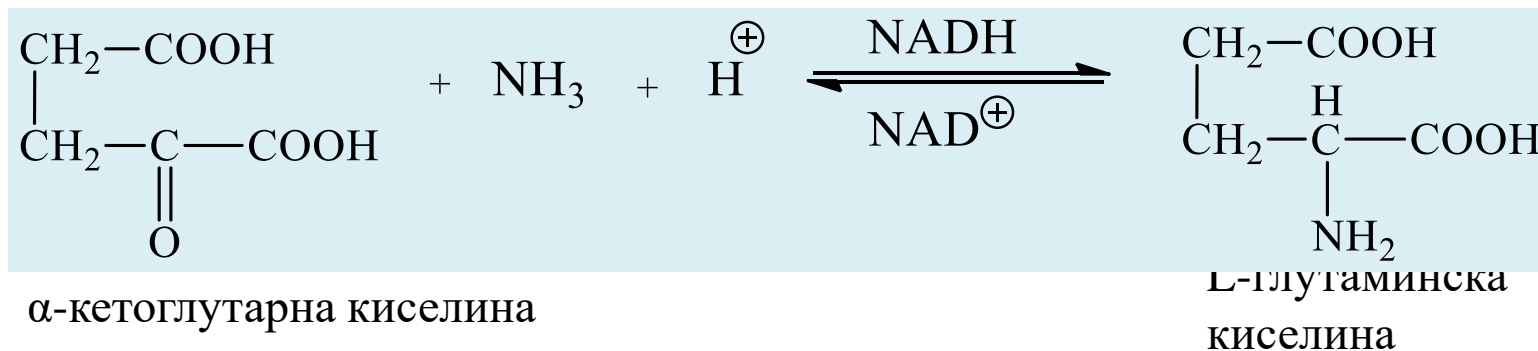
2. Синтеза из алдехида



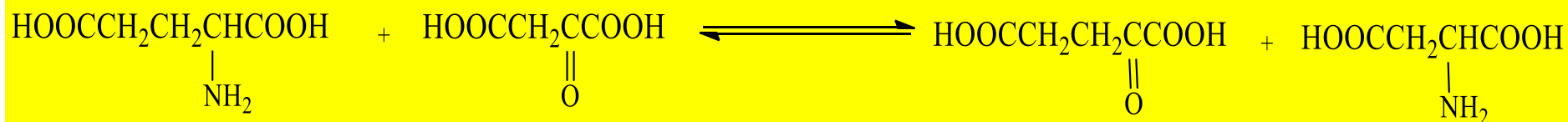


Добијање аминокиселина

3. Биогена синтеза редуктивном аминацијом кетокиселина



4. Биогена синтеза трансаминацијом

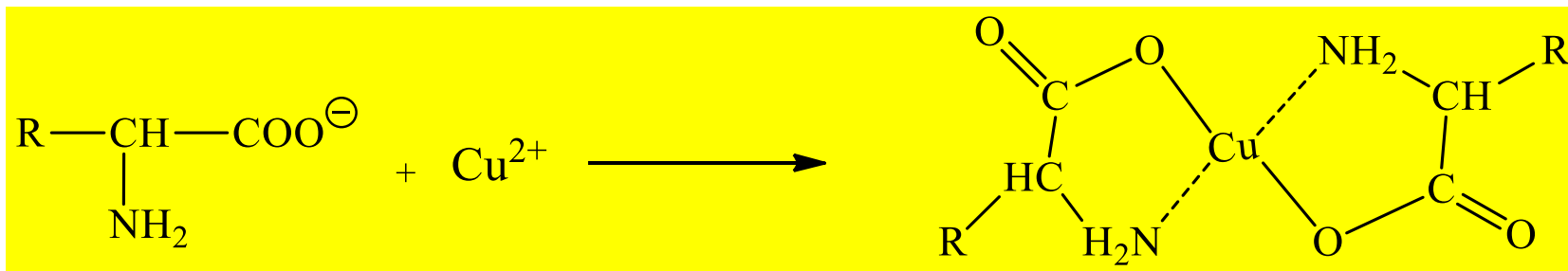




Хемијске особине аминокиселина

1. Реакције карбоксилне групе

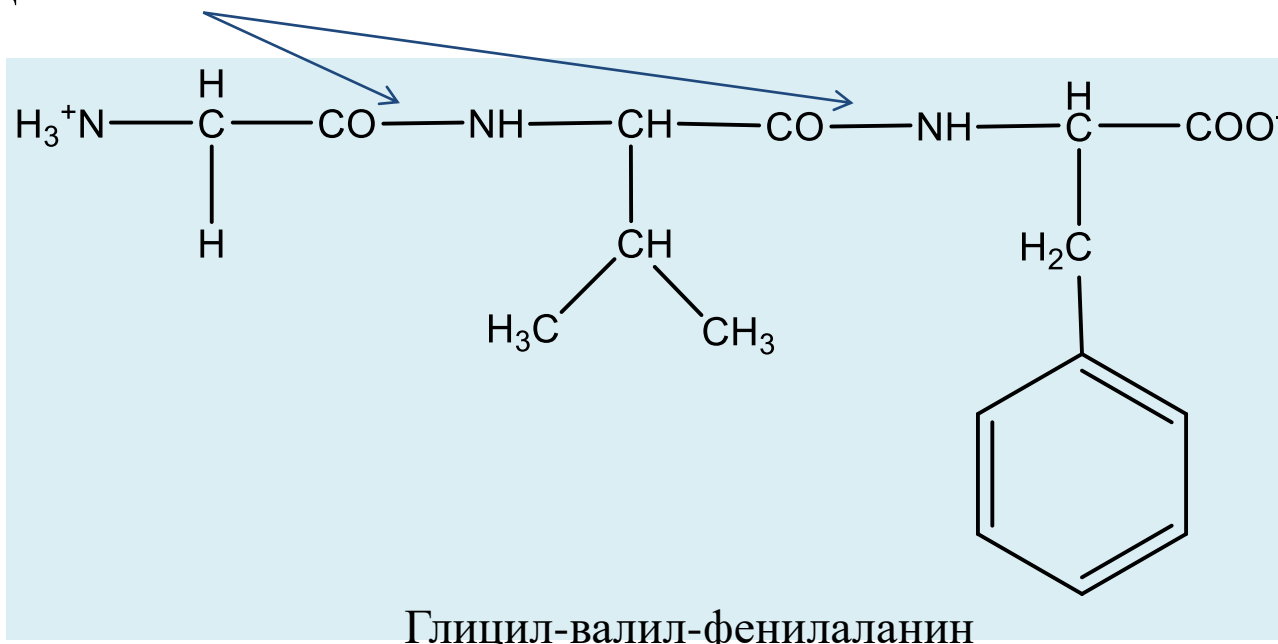
а) образовање хелата





Пептиди

- Пептиди су амиди који настају реакцијом амино и карбоксилне групе аминокиселина
- Амидна група -NHCO- у овим једињењима се назива пептидном везом





Подела пептида:

дипептиди- састоје се из две аминокиселине

олигопептиди- 3 до 10 аминокиселина

попептиди (протеини)- садрже више од сто аминокиселина

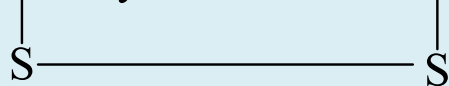
Биолошки важни пептиди

Arg-Pro-Pro-Gly-Phe-Ser-Pro-Pro-Arg



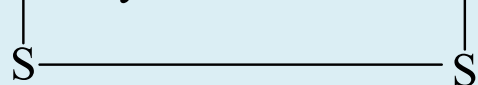
брадикинин

Cis-Tyr-Ile-Gln-Asn-Cis-Pro-Leu-Gly



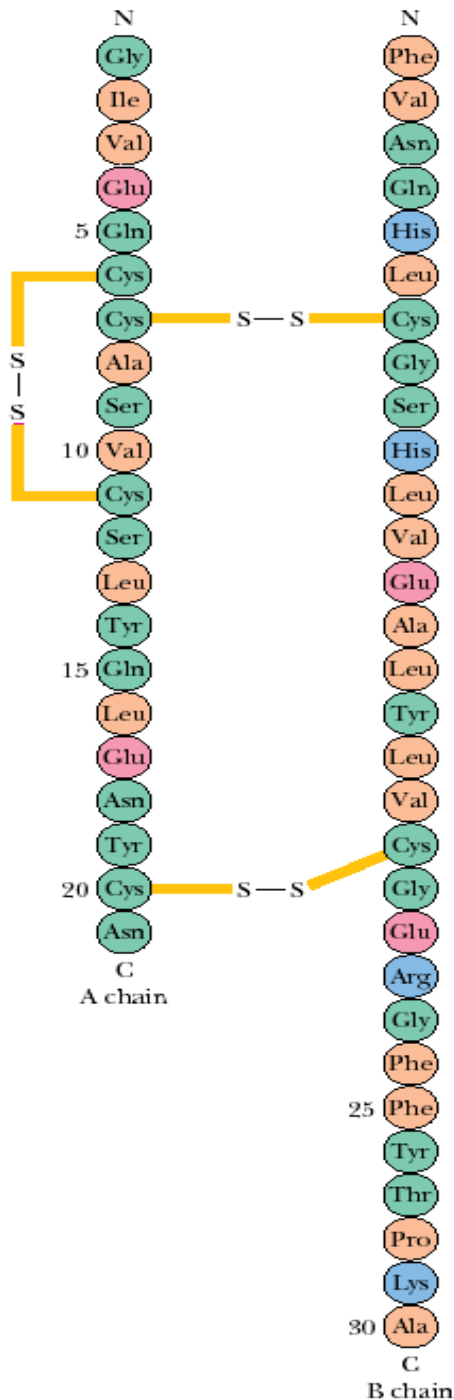
ОКСИТОЦИН

Cis-Tyr-Phe-Gln-Asn-Cis-Pro-Arg-Gly



вазопресин

инсулин



ИНСУЛИН ЈЕ ХОРМОН ПАНКРЕАСА
УЧЕСТВУЈЕ У РЕГУЛАЦИЈИ МЕТАБОЛИЗМА
УХ КАДА ДОЂЕ ДО ПОРЕМЕЋАЈА У
РАЗЛАГАЊУ ГЛИКОГЕНА У ЋЕЛИЈАМА
И ДО НЕСПОСОБНОСТИ ЈЕТРЕ ДА ДЕПОНУЈЕ
ГЛИКОГЕН (ШЕЋЕРНА БОЛЕСТ),
DIABETES MELLITUS

ИНСУЛИН САДРЖИ 2 ПОЛИПЕПТИДНА
НИЗА, А И Б КОЈИ СУ ПОВЕЗАНИ
ПРЕКО 2 ДИСУЛФИДНА МОСТА
(S-S)

Протеини

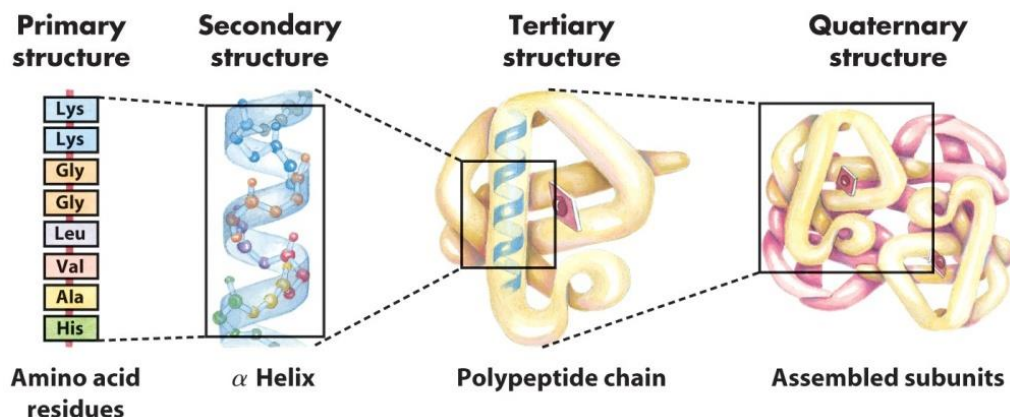
МЕДИЦИНСКИ ФАКУЛТЕТ
УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ



THE MEDICAL FACULTY
UNIVERSITY OF KRAGUJEVAC

- Име потиче од грчке речи *proteios* - први
- Заједно са нуклеинским киселинама представљају најважније компоненте ћелије
- Улога: Структурна; - резервна;
 - одбрамбена;
 - регулаторна; -транспортна

Структура протеина



примарна- редослед везивања аминокиселина

секундарна- начин увијања молекула пептида у простору

α - хеликс

β - набрана конфигурација

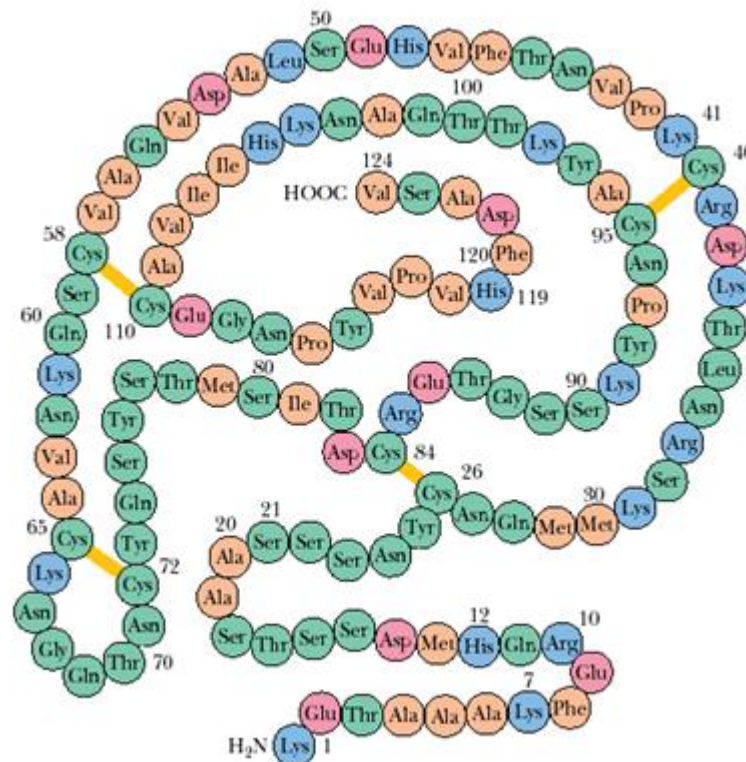
терцијарна- даље савијање у односу на секундарну, увијање у спиралу и агрегација полипептида

кватенарна- јавља се код протеина који имају два или више ланаца аминокиселина и представља њихову комбинацију



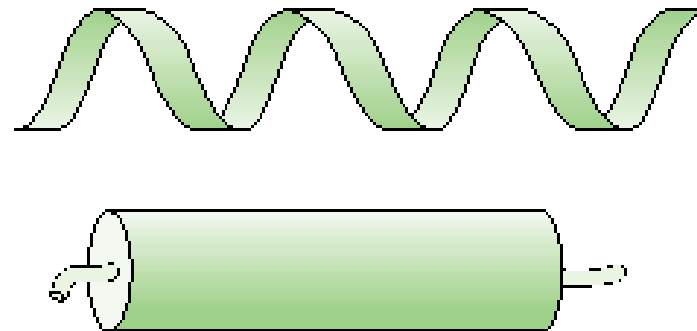
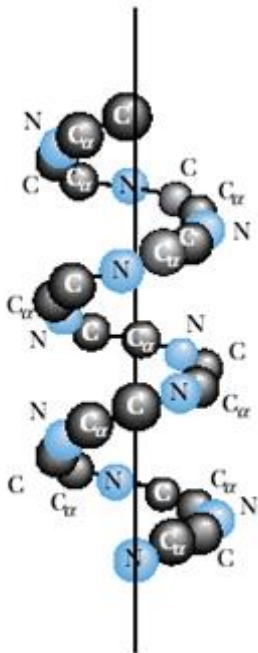
- Протеини су полимери АК који чине више од 50 % суве тежине ћелија

ПРИМАРНА СТРУКТУРА – РЕД ИЛИ СЕКВЕНЦА АК

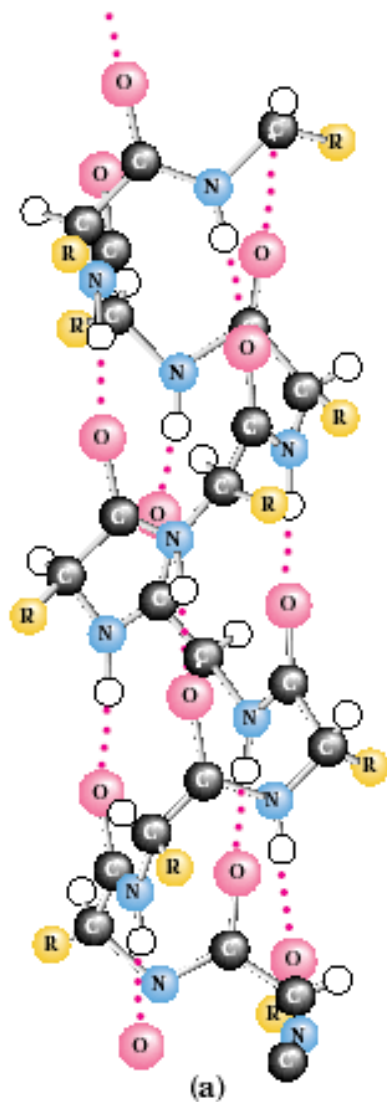


- **СЕКУНДАРНА СТРУКТУРА (КОНФОРМАЦИЈА ЛИНЕАРНИХ ПРОТЕИНА) ПРОСТОРНИ РАСПОРЕД ПОЛИПЕПТИДНОГ НИЗА**

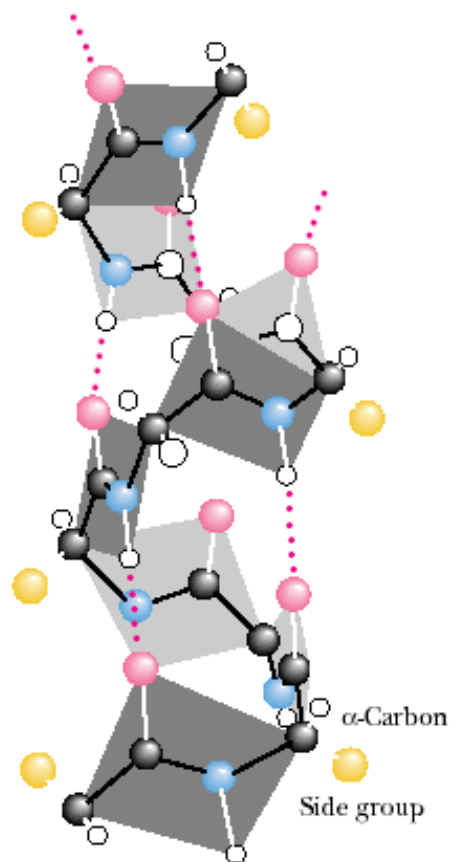
- α - ХЕЛИКОИДНА (СПИРАЛНА) СТРУКТУРА



α - хеликс иде у смеру казаљке на сату, а β – хеликс у супротном смеру
NH једне АК гради водоничну везу са *CO* друге АК
R-остаци окренути ка спољној средини

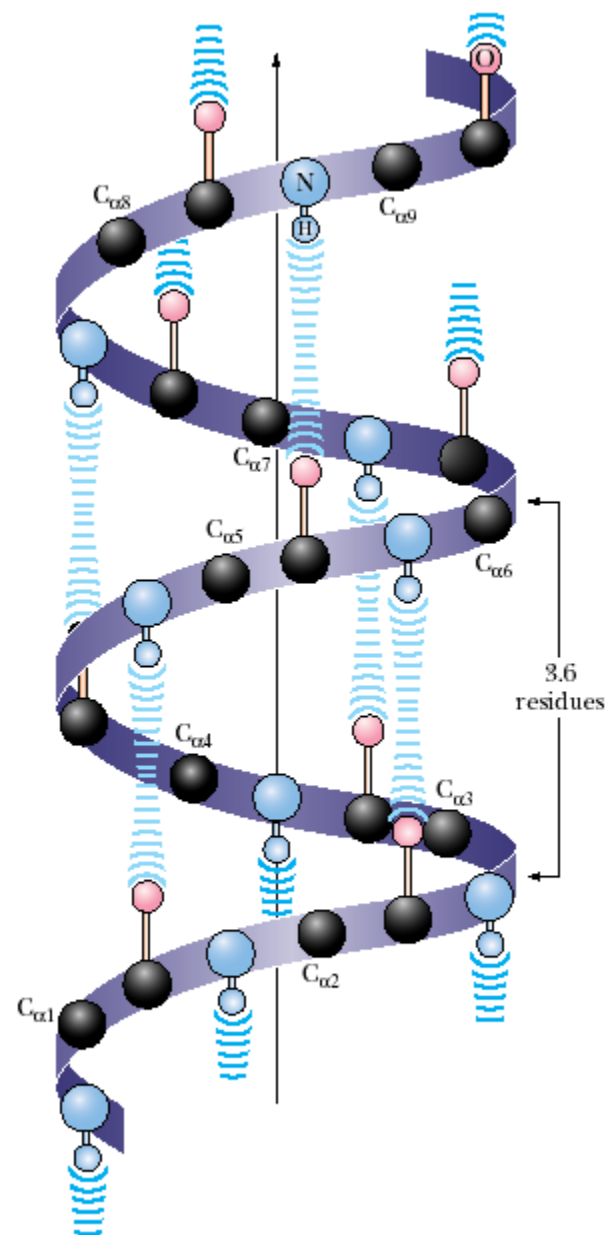


Hydrogen bonds stabilize the helix structure.



(b)

The helix can be viewed as a stacked array of peptide planes hinged at the α -carbons and approximately parallel to the helix.



α -Helix



Coiled coil of two α -helices



Protofilament (pair of coiled coils)



Filament (four right-hand twisted protofibrils)



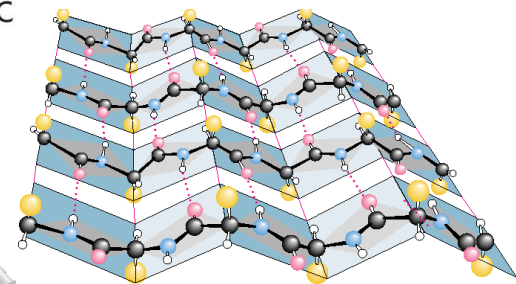
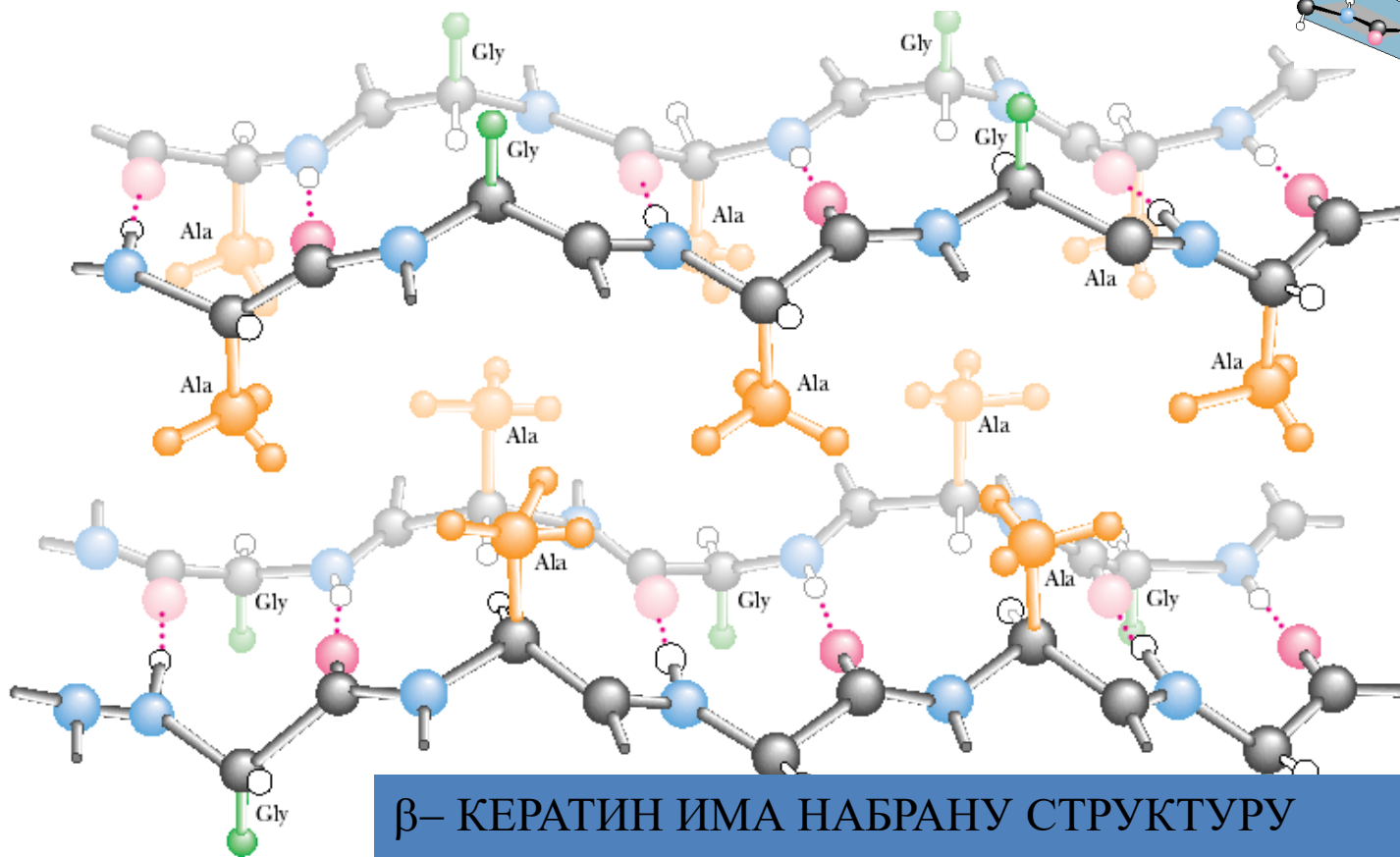
α – кератин има структуру \diamond – хеликса
Заступљен је код вуне и длаке косе

Природна влакна косе чини 3 преплетена
хеликса чинећи **ПРОТОФИБРИЛ**.

11 ПРОТОФИБРИЛА ЧИНЕ МИКРОФИБРИЛ

100 МИКРОФИБРИЛ ЧИНЕ МАКРОФИБРИЛ

**ВИШЕ МАКРОФИБРИЛА СЕ УДРУЖУЈЕ
У ЋЕЛИЈУ, А ВЕЋИ БРОЈ ЋЕЛИЈА ЧИНЕ
ВЛАКНО КОСЕ ИЛИ ВУНЕ**



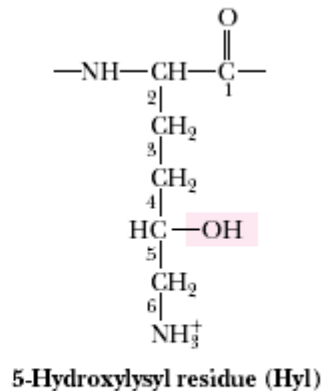
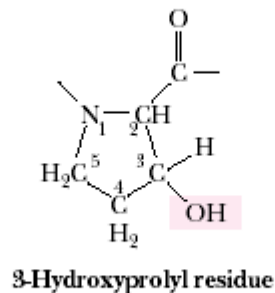
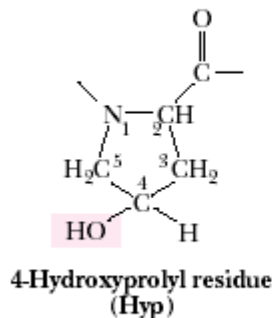
β - КЕРАТИН ИМА НАБРАЊУ СТРУКТУРУ

ЧИНЕ ЈЕ ПАРАЛЕЛНИ ПОЛИПЕПТИДНИ НИЗОВИ

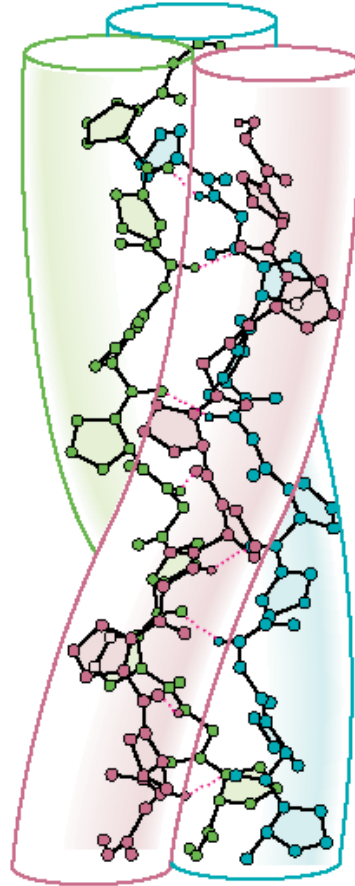
ФИБРОИН СВИЛЕ



КОЛАГЕН

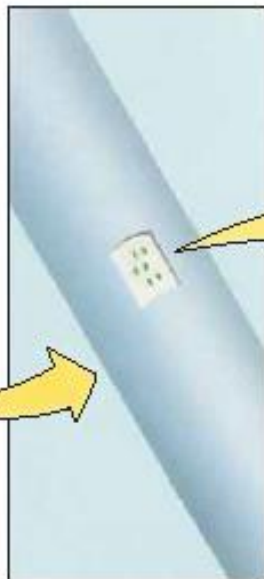


- ПРЕДСТАВЉА
ЛИНЕАРНЕ ПРОТЕИНЕ
КОЈИ ЧИНЕ ОСНОВНУ
ГРАЂУ ВЕЗИВНОГ ТКИВА
КОЖЕ И КОСТИЈУ
- Пептидни ланац је
састављен из 2 Pro или
Hyp (хидроксипролин) и
1 Gly градећи стрму
спиралу
- Про узрокује стварање
стрме спирале
- Три спирале граде
ТРОПОКОЛАГЕН

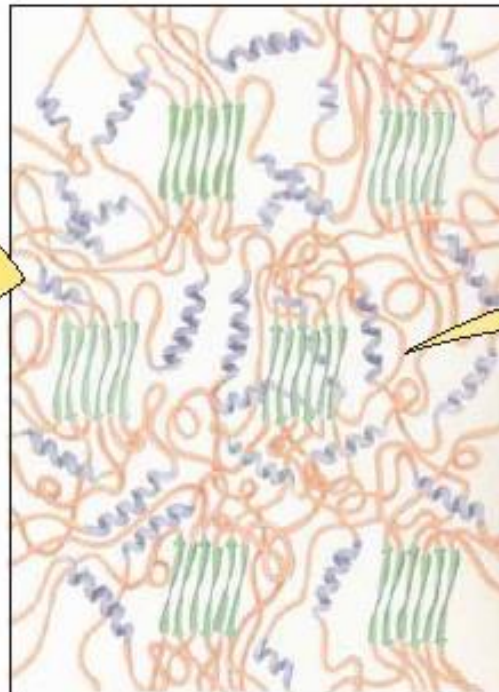




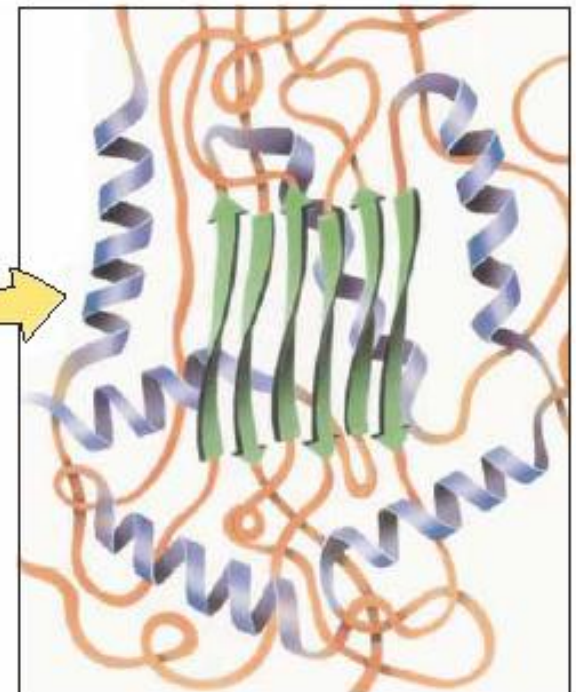
(a) Spider web



(b) Radial strand



(c) Ordered β -sheets surrounded by disordered α -helices and β -bends.



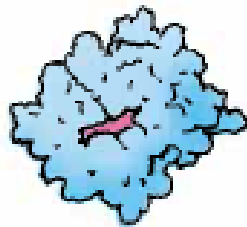
(d) β -sheets impart strength and α -helices impart flexibility to the strand.

ТЕРЦИЈАРНА И КВАТЕРНЕРНА СТРУКТУРА

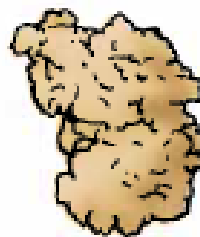
- ГЛОБУЛАРНИ ПРОТЕИНИ
- УТИЦАЈ R-ОСТАКА
- ТЕРЦИЈАРНА СТРУКТУРА: ЛИЗОЛИМ, РИБОНУКЛЕАЗА, ЦИТОХРОМ *c*, МИОГЛОБИН



Lysozyme



Cytochrome *c*



Ribonuclease

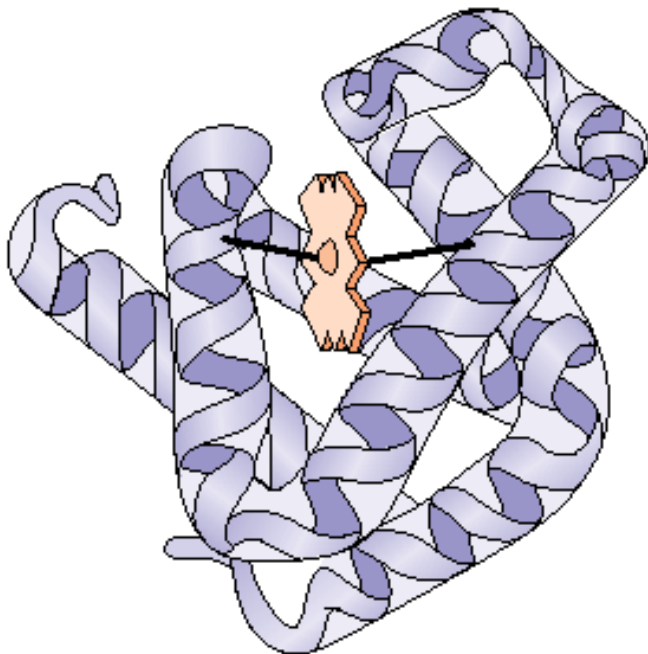


Myoglobin



MIOGLOBIN KITA SASTOJI SE OD
1 POLIPEPTIDNOG NIZA SA 154 AK
KOJI IMA 75 % HELIKOIDNU STRUKTURU
I 8 DELOVA (A-H)

ХЕМ СЕ НАЛАЗИ ИЗМЕЂУ ХЕЛИКСА Е И F
- НЕ САДРЖИ ДИСУЛФИДНЕ ВЕЗЕ
- СТАБИЛИЗОВАН ЈЕ ВОДОНИЧНИМ
ВЕЗАМА И Van der Waals-ОВИМ СИЛАМА



КВАТЕРНЕРНА СТРУКТУРА

- ХЕМОГЛОБИН – 4 хема и 4 полипептидна ланца (2 α и 2 β) и 574 АК
- сваки низ има терцијарну структуру

Hemoglobin (human)

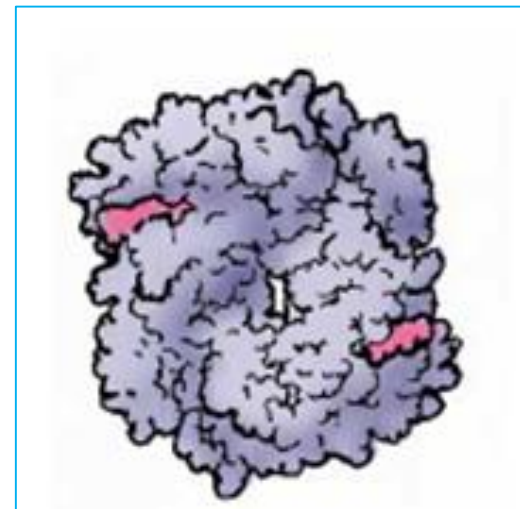
64,500

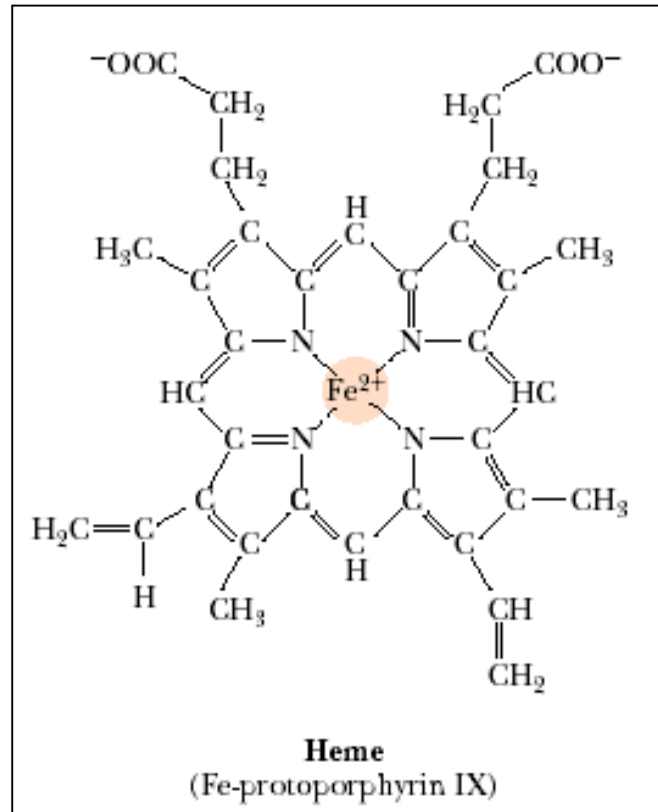
141 (α)

146 (β)

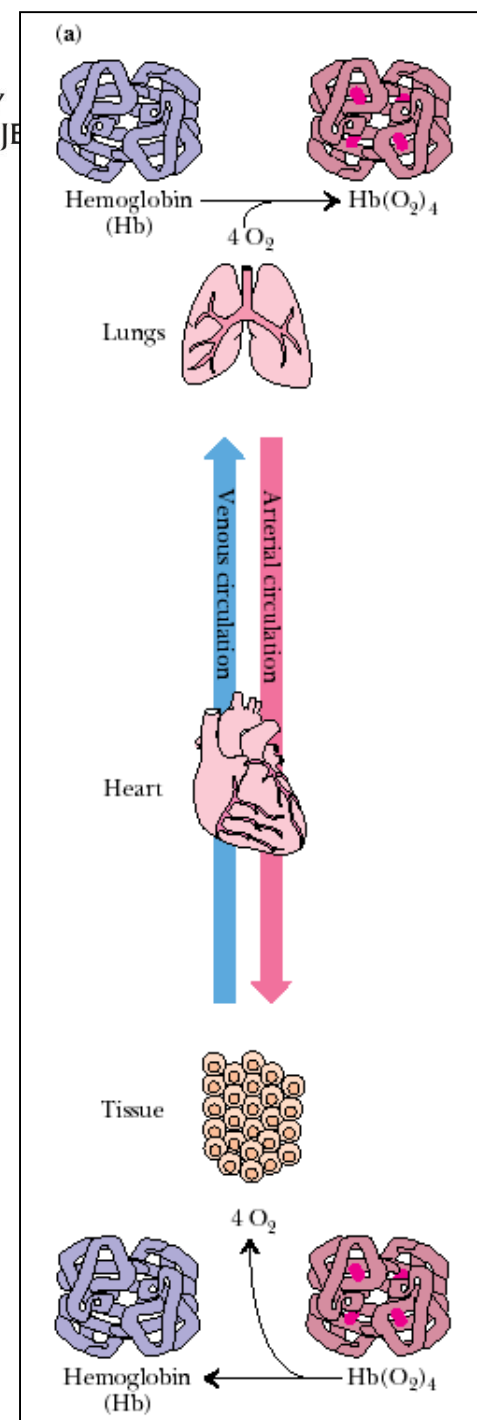
$\alpha_2\beta_2$

АЛОСТЕРИЧНИ ЕФЕКАТ



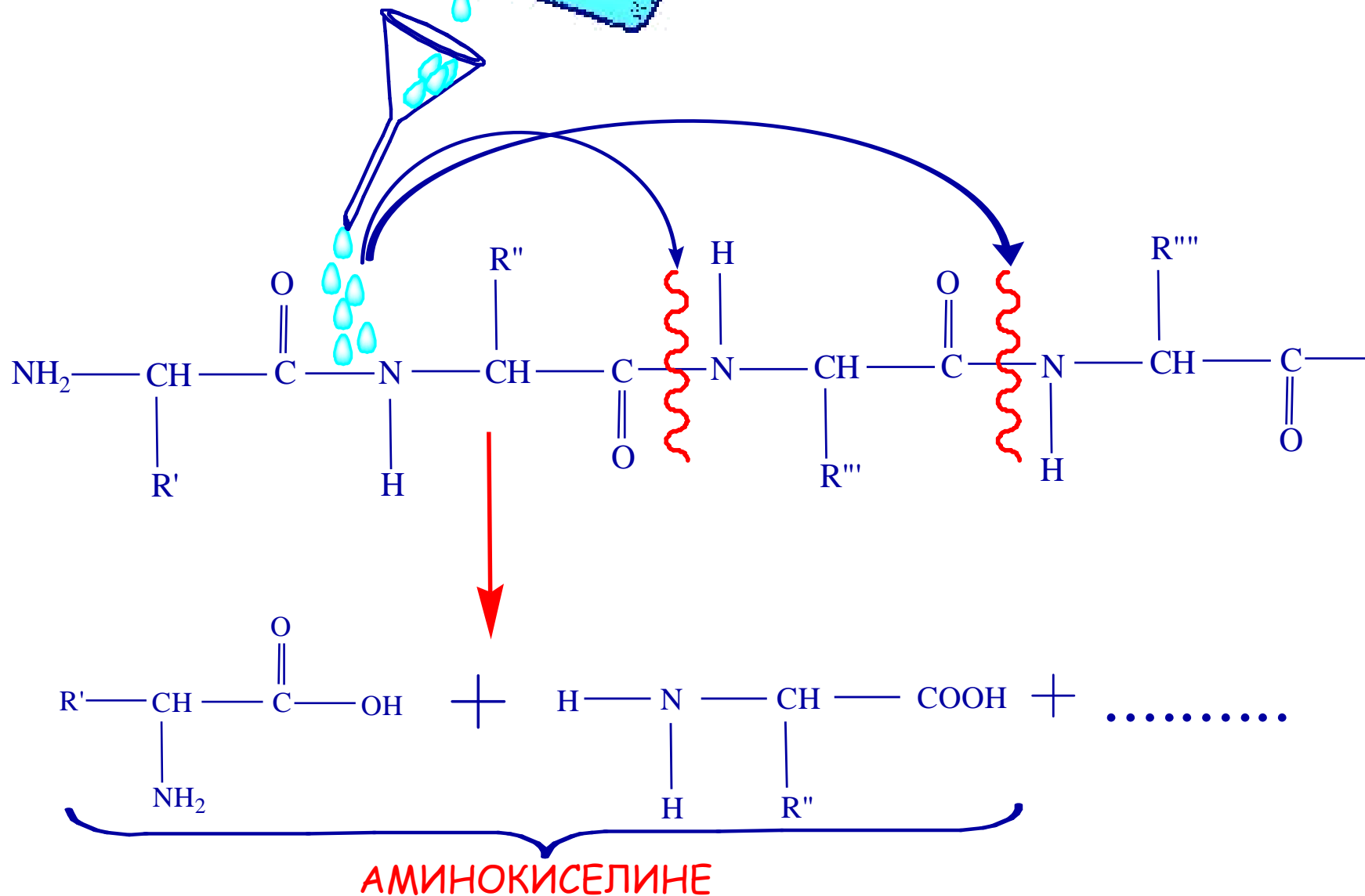


У ЦЕНТРУ ХЕМА НАЛАЗИ СЕ ЈОН
ГВОЖЂА (2+) ЗА КОЈИ СЕ ВЕЗУЈЕ
КИСЕОНИК





ХИДРОЛИЗА ПРОТЕИНА





-ДЕНАТУРАЦИЈА ПРОТЕИНА – промена температуре, pH, UV зрачење, детергенти, карбамид јони течких метала,

-ДОКАЗИВАЊЕ СУМПТОРА – са раствором $Pb(OH)_2$ гради се црни талог

**ДОКАЗИВАЊЕ ПЕПТИДНЕ ВЕЗЕ – БИУРЕТСКА РЕАКЦИЈА
– РАСТВОР $CuSO_4$ у алкалном раствору – љубичаст комплекс**

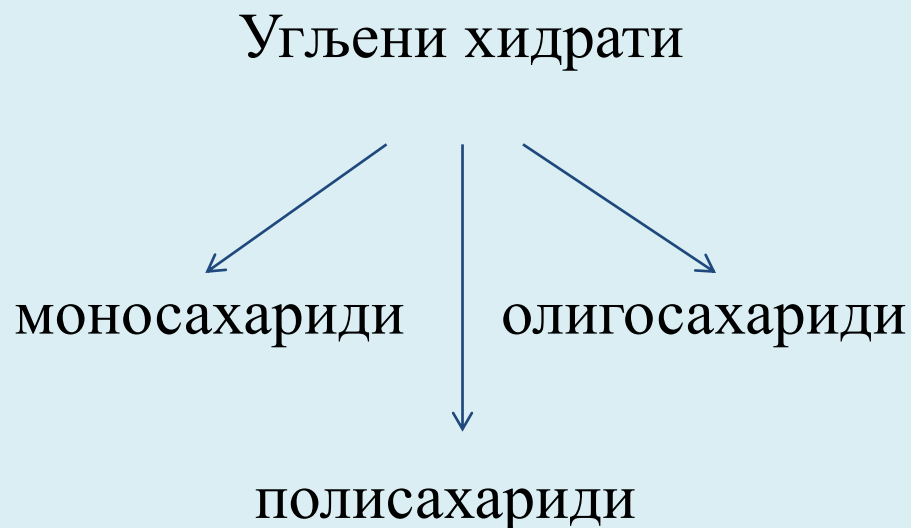
**КСАНТОПРОТЕИНСКА РЕАКЦИЈА – АРОМАТИЧНЕ АК
ЗАГРЕВАЊЕМ СА КОНЦ HNO_3 ДАЈУ ЖУТ ТАЛОГ**

*MILLONOVA REAKCIJA – МИЛЛОНОВ РЕАГЕНС (СМЕША НИТРАТА И
НИТРИТА HG^+ И HG^{2+} У ВИШКУ HNO_3) СА АРОМАТИЧНИМ АК
ГРАДЕ ЦРВЕНИ ТАЛОГ*



Угљени хидрати

- Најраспрострањенија једињења у живом свету. Заједно са протеинима и липидима чине основне компоненте биолошких система.
- То су полихидроксилни алдехиди, полихидроксилни кетони или једињења која се хидролизом могу превести у њих.





- Моносахариди се даље не могу делити, разложити на једноставнија једињења
- Олигосахариди (грчки - *oligos*, мален по броју) су изграђени из 2 до 10 моносахаридних јединица
 - Дисахариди - изграђени из две моносахаридне јединице
- Полисахариди садрже на стотине и хиљаде моносахаридних јединица
- Шећери који редукују Fehlin-ов раствор или Tollens-ов реагенс називају се редукујућим шећерима
 - Сви моносахариди су редукујући шећери
 - Сви дисахариди су редукујући шећери, осим сахарозе

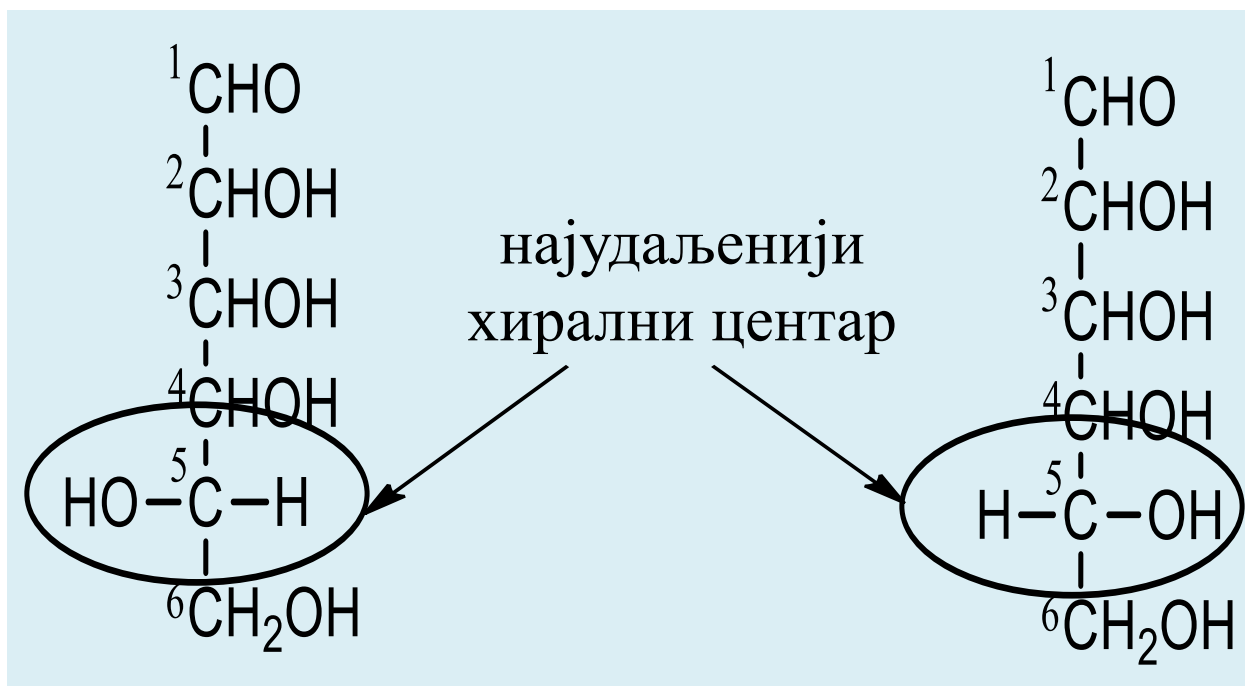


Моносахариди

- Не могу се хидролизом разложити на једноставнија једињења
- По хемијском саставу су полихидроксилни алдехиди и кетони:
 - алдозе
 - кетозе
- Према броју угљеникових атома деле се на:
 - триозе
 - тетрозе
 - пентозе
 - хексозе
 - хептозе



Релативна конфигурација моносахарида

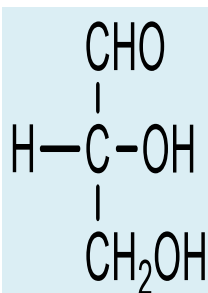


L-алдохексоза

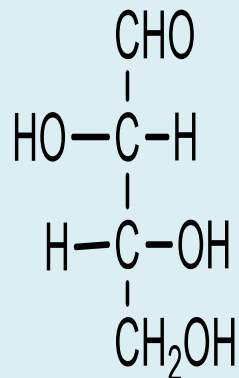
D-алдохексоза



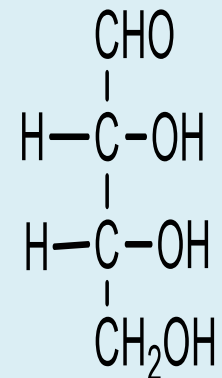
Представници моносахарида (алдотриозе и алдотетрозе)



D-глицералдехид



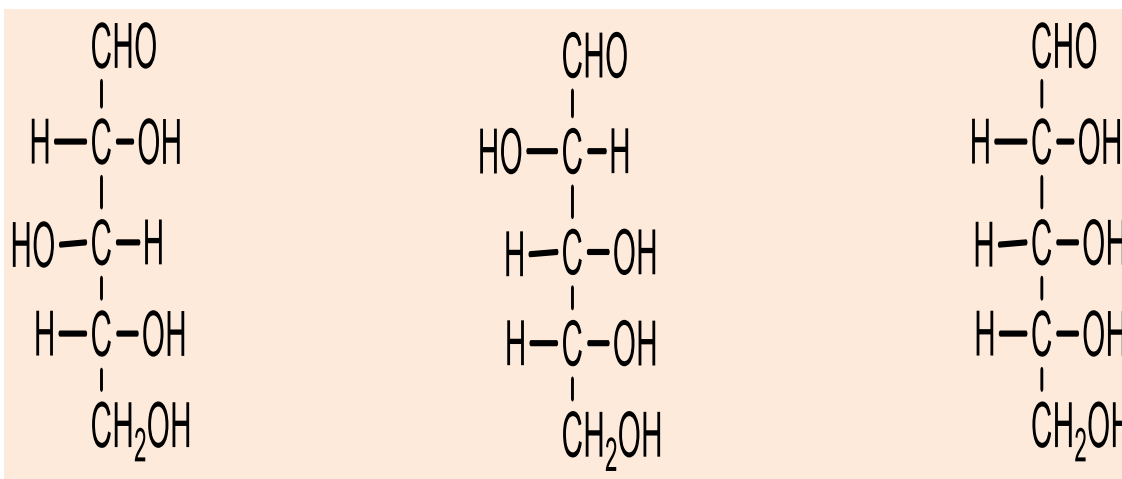
D-треоза



D-еритроза



Представници моносахарида (алдопентозе)



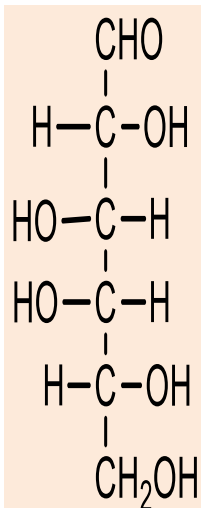
D-ксилоза

D-арабиноза

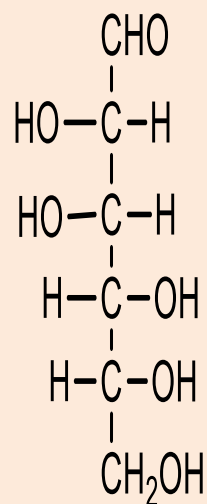
D-рибоза



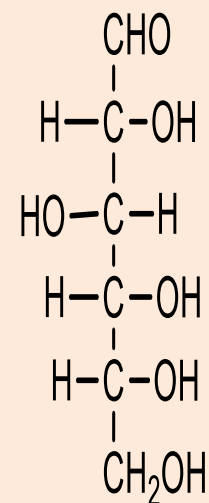
Представници моносахарида (алдохексозе)



D-галактоза



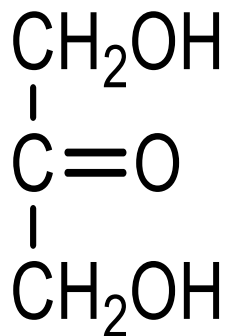
D-маноза



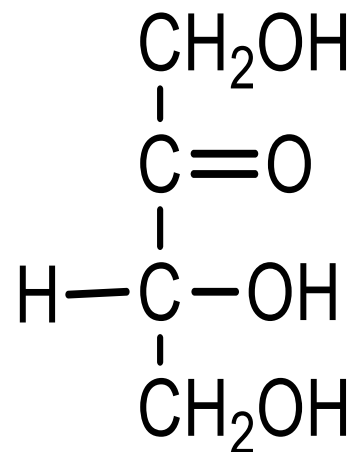
D-глюкоза



Представници моносахарида (кетотриозе, кетотетрозе)



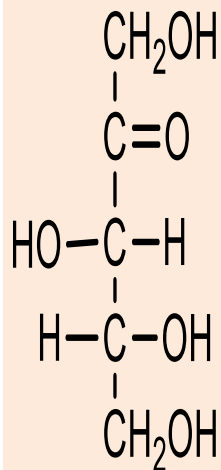
Дихидроксиацетон



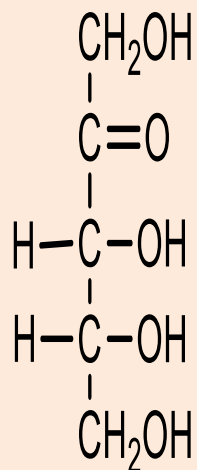
D-еритрулоза



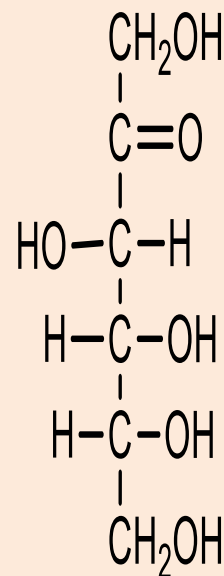
Представници моносахарида (кетопентозе, кетохексозе)



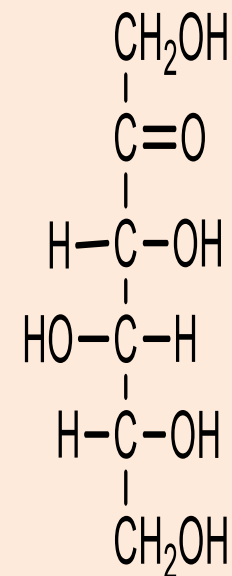
D-ксилулоза



D-рибулоза



D-фруктоза

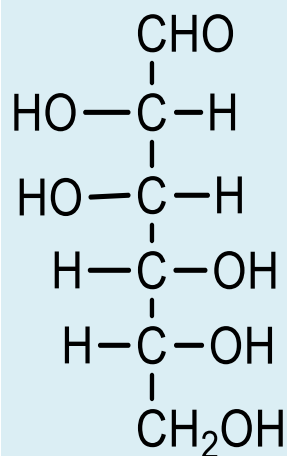


D-сорбоза

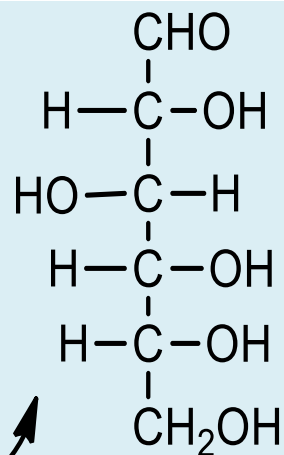


Стереохемијски односи код моносахарида

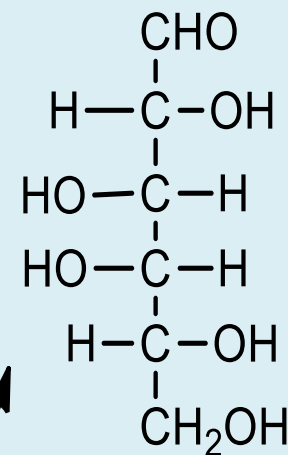
D-маноза



D-глюкоза



D-галактоза



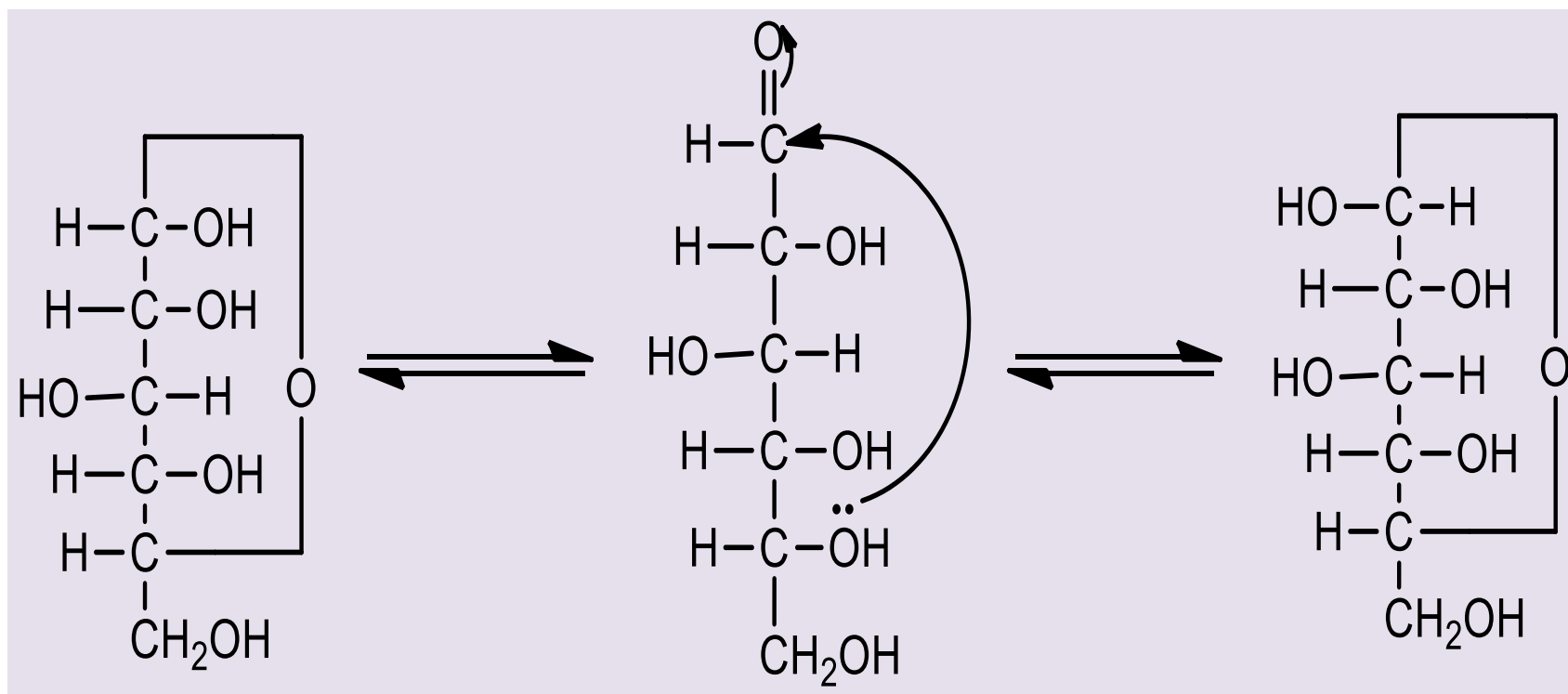
епимери

епимери

диастереоизомери



Добијање цикличних полуацетала



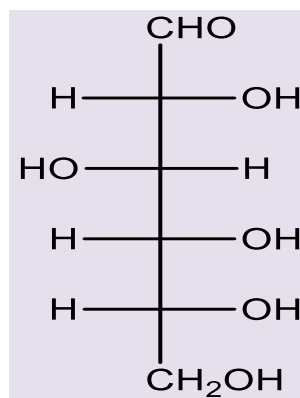
α-D-(+)-глюкопираноза

отворени облик D-глюкозе

β-D-(+)-глюкопираноза

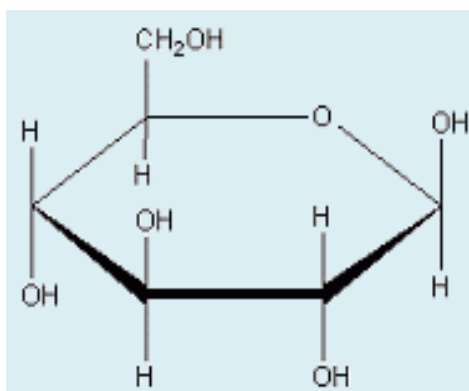


Fisher-ове формуле

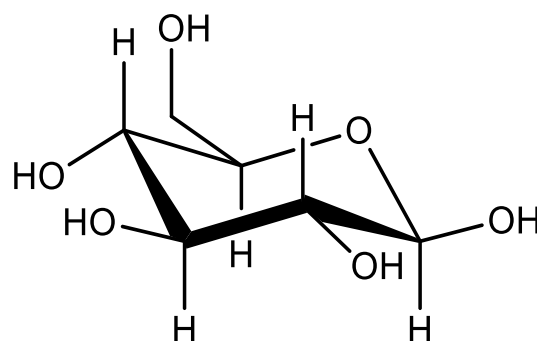


D-глюкоза

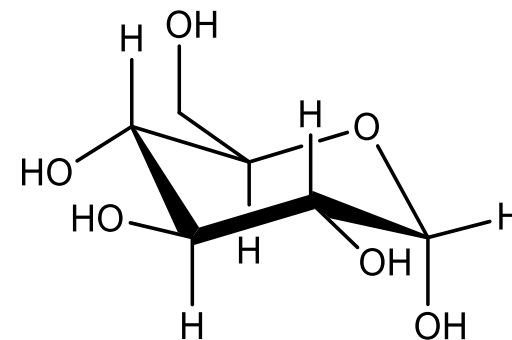
Haworth-ове формуле



β -D-(+)-глюкопираноза



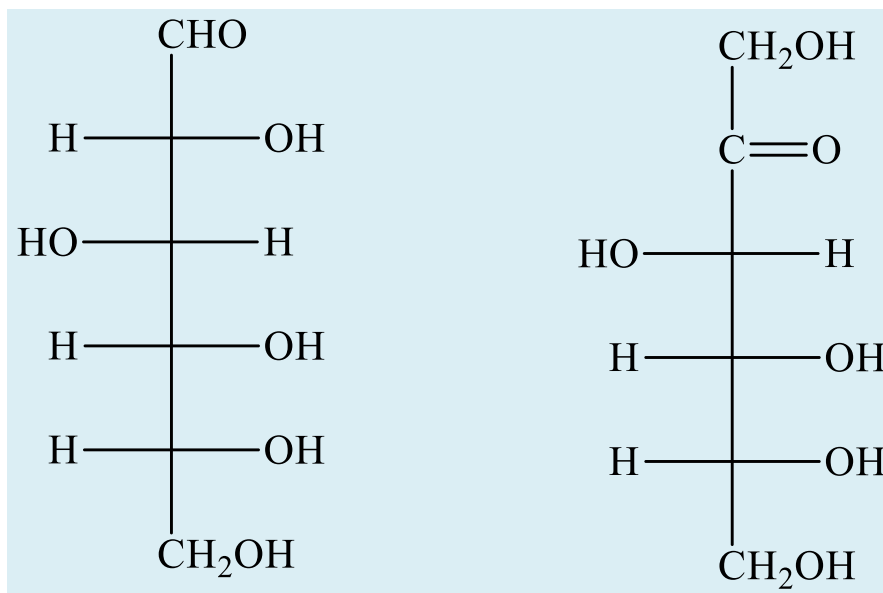
β -D-(+)-глюкопираноза



α -D-(+)-глюкопираноза



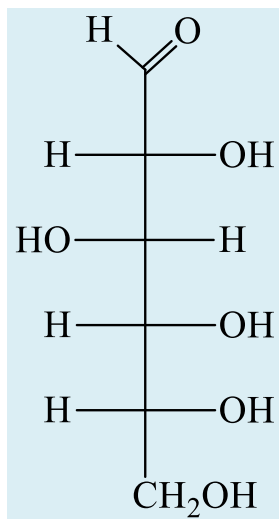
- Моносахариди су чврсте, кристалне супстанце слатког укуса
- Типични представници моносахарида су глюкоза и фруктоза
- Смеша ова два моносахарида у односу 1:1 назива се инверзни шећер





Глукоза

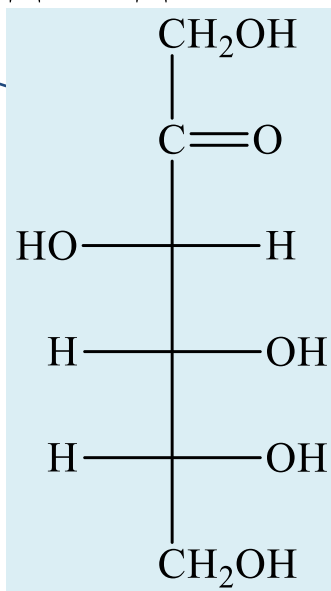
- Најчешћи и најважнији моносахарид
- Јединица из које су изграђени скроб, целулоза и гликоген
- Молекулска формула $C_6H_{12}O_6$
- Алдохексоза- алдехидна функционална група



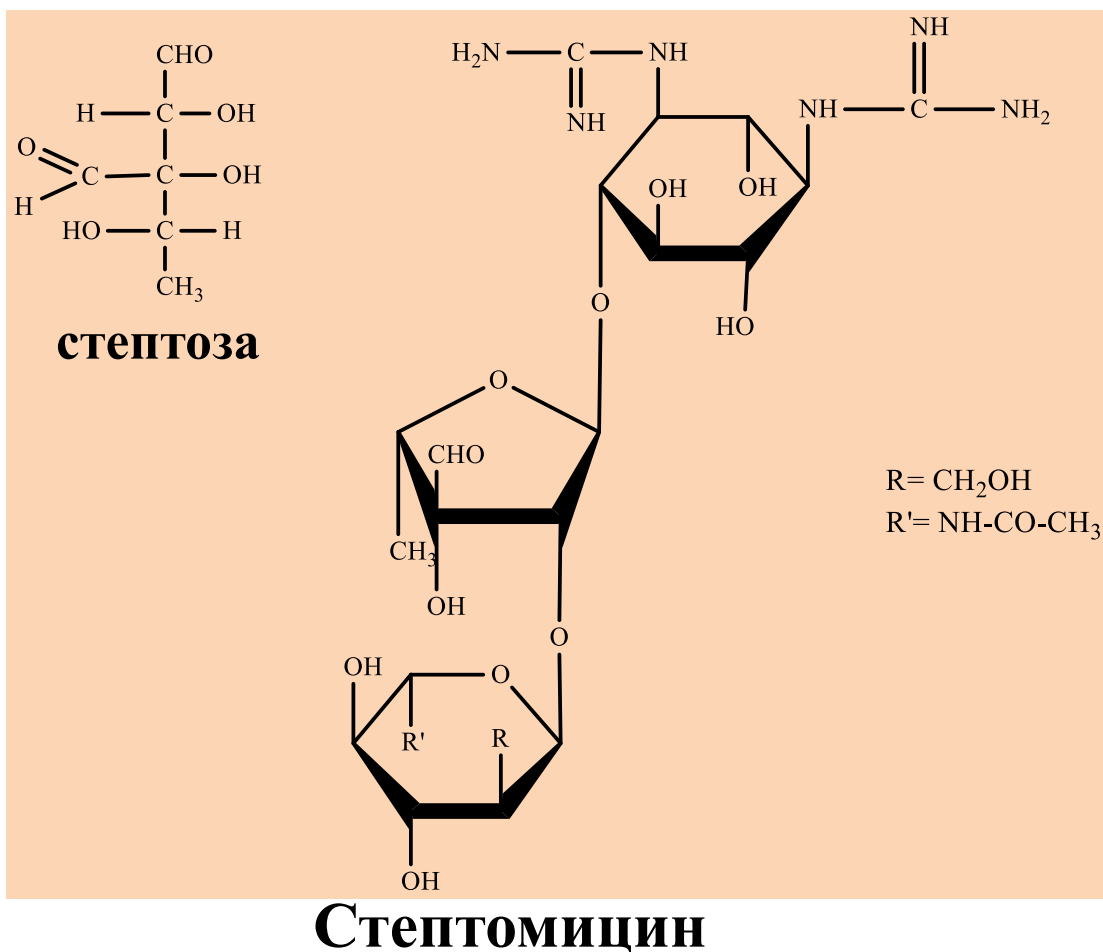


Фруктоза

- Најважнија кетоза која се у великом % налази у воћу, а заједно са глукозом изграђује дисахарид сахарозу
- У реакцији са HCN , даљом хидролизом насталог једињења и додатком HI уз загревање може се доказати да фруктоза кетон, а не алдехид



Моносахариди који улазе у састав неких важних молекула

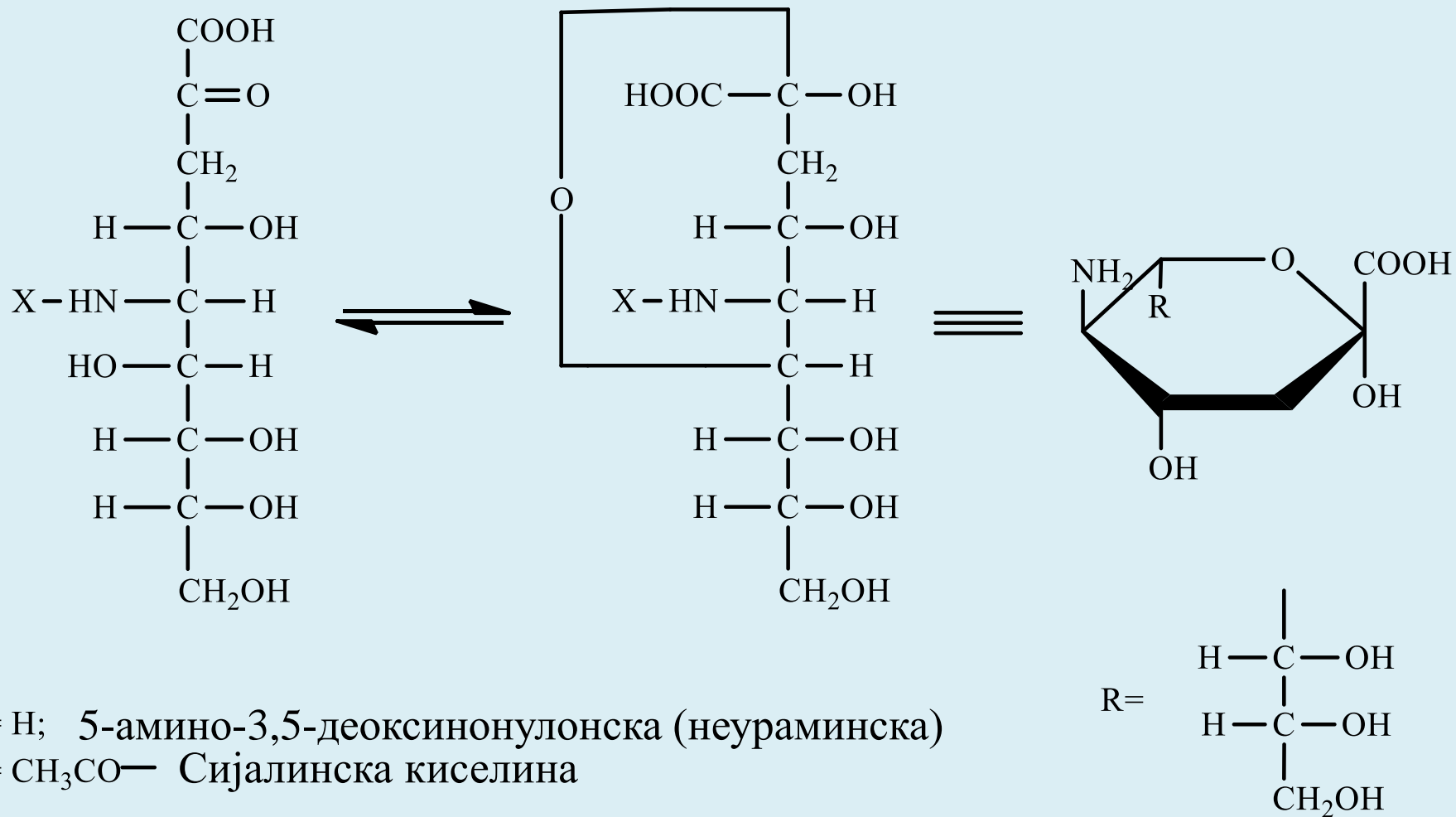




- Краћи или дужи угљенохидратни ланци на површинама ћелијских мембрана омогућавају ћелијама да се међусобно „препознају” па интеракција између тих ланаца игра велику улогу у разним процесима у организму.
- Типови крви (крвне групе А, Б, 0 и АБ) одређују се на основу врсте шећера везаних за протеин, који се налази на спољашњој површини црвених крвних зрнаца.

Krvna grupa A, X= NHCOCH
Krvna grupa B, X= OH

Galaktoza-N-Acetilgalaktozamin-Protein
 Fukoza
 N-Acetilgalaktozamin
 ili
 Galaktoza



Сијалинске киселине улазе у састав ганглиозида мозга.



Дисахариди

- Угљени хидрати који се састоје из два моносахарида, односно хидролизом дају две моносахаридне јединице
- Најраспрострањенију дисахариди су:
 - Малтоза - две јединице глукозе
 - Лактоза (млечни шећер) - глукоза и галактоза
 - Сахароза - глукоза и фруктоза

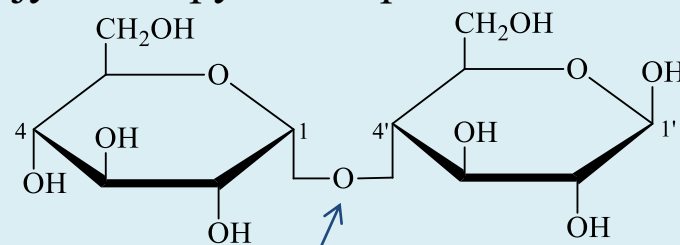
Малтоза

Молекулска формула $C_{12}H_{22}O_{10}$

Настаје као међупродукт хидролизе скроба са разблаженим киселинама или ферментацијом скроба у алкохолу

Јавља се у α и β облику који се разликују по положају $-OH$ групе на првом C атому

Редукујући шећер

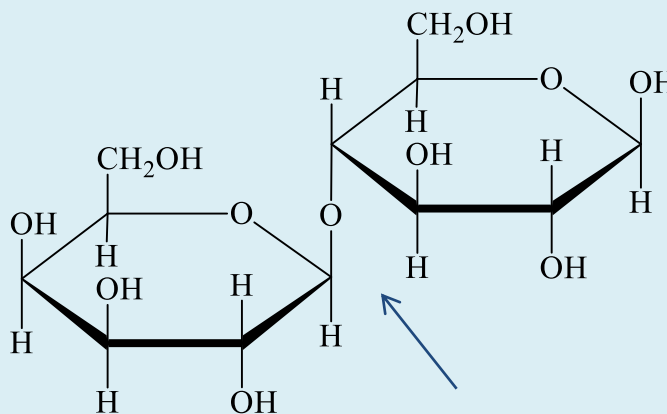


α -1,4'-Гликозидна веза



Лактоза

- Молекулска формула $C_{12}H_{22}O_{11}$
- Настаје као нуспродукт при индустријској производњи сира, а налази се у сурутки у којој заостаје након коагулације млечних протеина
- Јавља се у α и β облику који се разликују по положају $-OH$ групе на првом C атому
- Редукујући шећер



Гликозидна веза

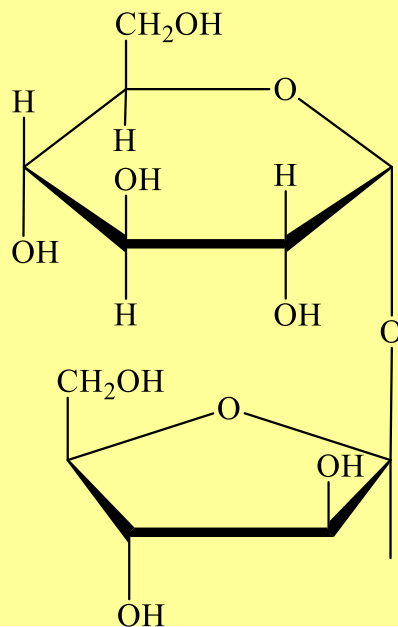
Сахароза

МЕДИЦИНСКИ ФАКУЛТЕТ
УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ



THE MEDICAL FACULTY
UNIVERSITY OF KRAGUJEVAC

- Молекулска формула $C_{12}H_{22}O_{11}$
- Добија се из шећерне трске и шећерне репе
- Нередукујући шећер, по чему се разликује од других сахараида
- Не садржи слободну алдехидну, ни кето групу





Полисахариди

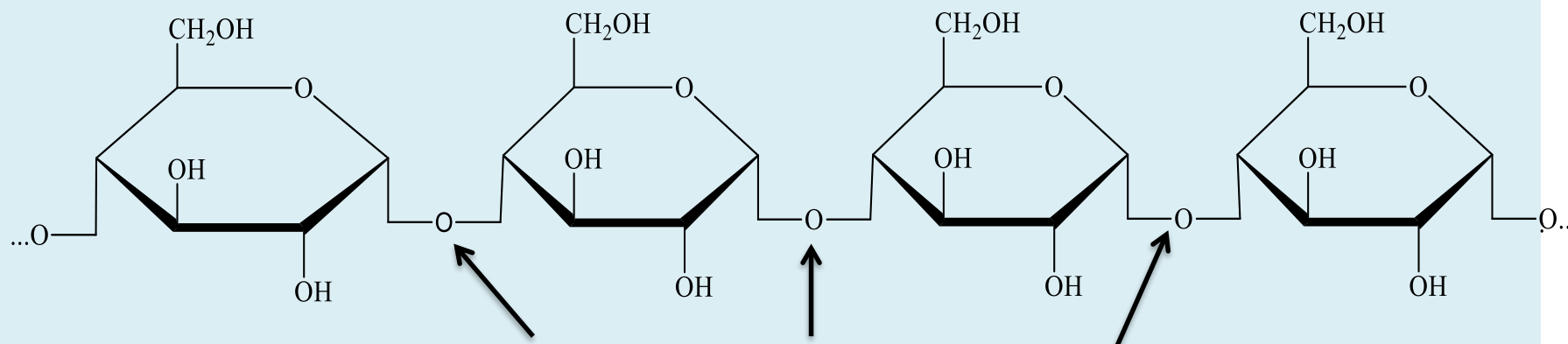
- Макромолекули састављени од великог броја моносахаридних јединица повезаних гликозидним везама
- Хомополисахариди - изграђени из једне врсте моносахаридних јединица
- Хетерополисахариди- садрже две или више моносахаридних јединица
- Улога:
 - резервна- складиштење хемијске енергије потребне живим организмима
 - скроб- резервни шећер код биљака
 - гликоген- резервни шећер код животиња
 - структурна- изградња ћелијских структура
 - целилоза
 - хитин

Скроб



- Полимер глукозе
- Налази се у биљкама у облику зрна, чија величина зависи од биљне врсте
- Неоштећена зрна су нерастворна у хладној води, док оштећењем набубре и стварају гел
- У врућој води зрна набубре и распадноу се, без обзира на неоштећену структуру зрна
- Скроб садржи око 20% амилозе која је растворна у води и 80% амилопектина који је нерастворан у води
- Деловањем киселина и под дејством ензима скроб хидролизује у декстрин, малтозу и на крају до глукозе

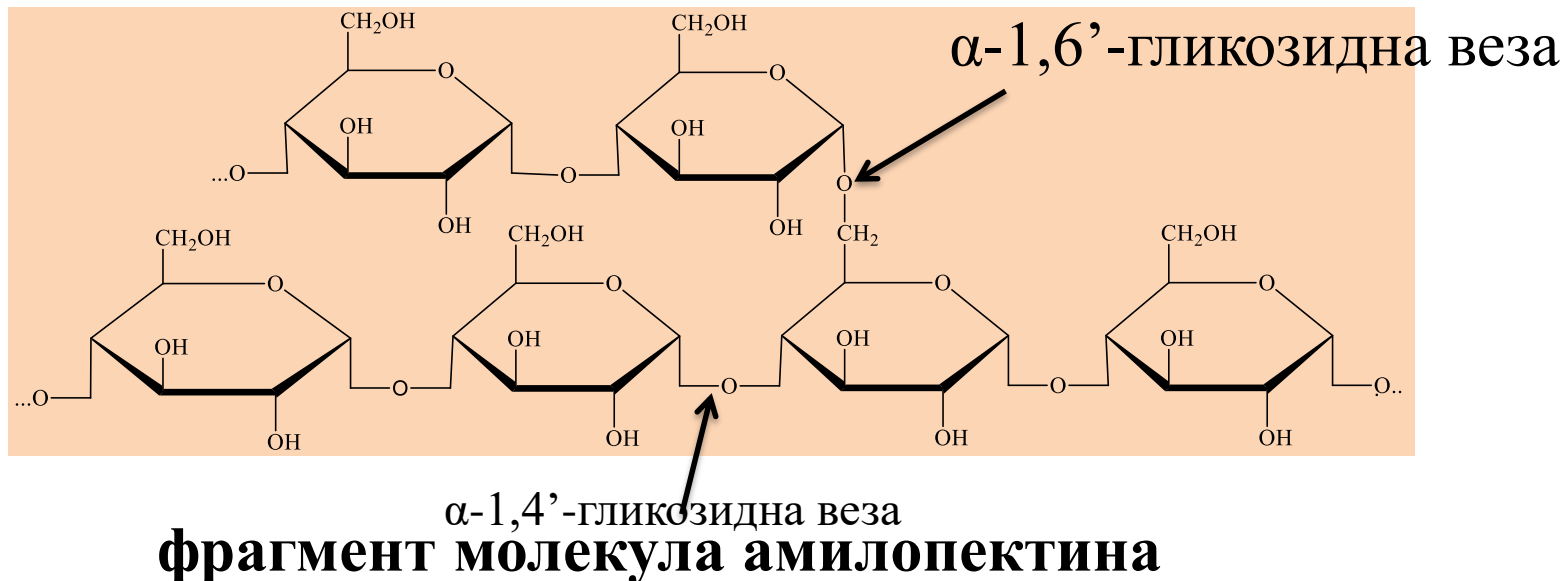
- Једини дисахарид који настаје хидролизом амилозе је малтоза, док је глюкоза једини моносахарид
- Амилоза је неразгранати, дуги ланац састављен од 1000 или више јединица D-глюкозе
- Свака јединица D-глюкозе је повезана са друге две јединице D-глюкозе, са једном преко C-1, а са другом преко C-2
- То је фракција скроба која са јодом даје интензивно плаву боју



α -1,4'-гликозидна веза
фрагмент молекула амилозе

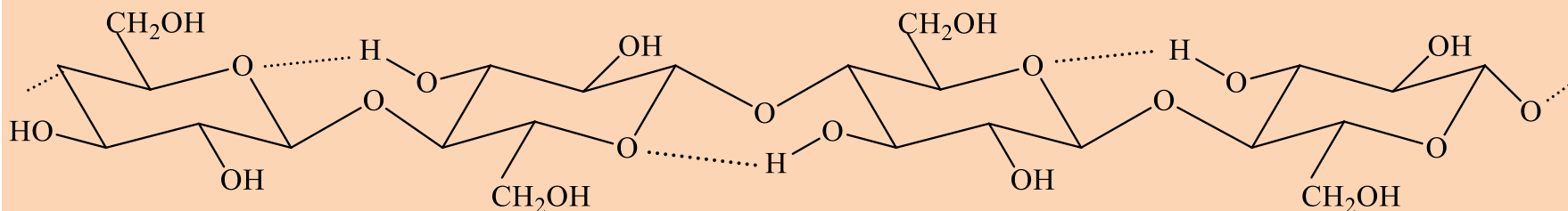
АМИЛОПЕКТИН

- Као и амилоза изграђен је од ланаца D-глукозе, али је сложеније структуре
- Има врло разгранату структуру која се састоји од неколико стотина кратких ланаца, а сваки ланац има око 20-25 јединица D-глукозе





- Главни састојак дрвета и биљних влакана
- Памук-готово чиста целулоза
- Нерастворна у води; без укуса
- Нередукујући шећер
- Разликује се од скроба у конфигурацији гликозидне везе (β -1,4'-гликозидна веза)



Водоничне везе у фрагменту молекула целулозе



Нуклеинске киселине

- откривене су прво у једрима леукоцита (F. Miescher, 1869.)
- биополимери присутни у свим живим ћелијама и свим вирусима
- преношење наследних особина
- информације о њиховој структури, саставу, особинама и улози (Chargaff, Wilkenson, Watson и Crick)
- Налазе се у:
 1. ћелијском једру (првенствено),
 2. ћелијским органелама (нуклеолусу, митохондријама, рибозомима),
 3. Цитоплазми
- нуклеинска киселина + протеин = НУКЛЕОПРОТЕИН



- НУКЛЕИНСКЕ КИСЕЛИНЕ = полимери нуклеотида
- НУКЛЕОТИД = нуклеозид + H_3PO_4
- НУКЛЕОЗИД = пентозни шећер + хетероциклична азотна база
- Нуклеотид као основна јединица грађе садржи три компоненте: хетероцикличну азотну базу, пентозни шећер (рибоза или дезоксирибоза) и фосфатну киселину.
- Хетероцикличне азотне базе могу бити пуринске (аденин и гуанин) или пиримидинске (цитозин, тимин и урацил).



УЛОГА НУКЛЕИНСКИХ КИСЕЛИНА

- очување и пренос генетске информације
- биосинтеза протеина
- каталитичка функција
- нуклеотиди имају битну улогу у метаболизму
- размени материје
- размени енергије

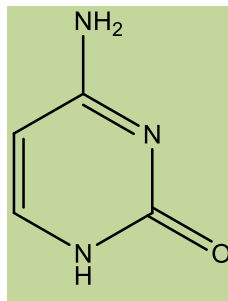


Врсте нуклеинских киселина

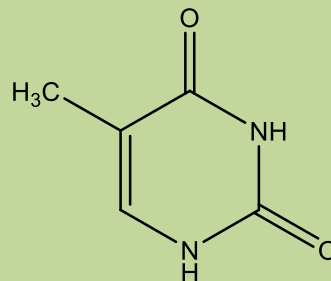
- Дезоксирибонуклеинска киселина (ДНК) -садржи шећер дезоксирибозу
- Рибонуклеинска киселина (РНК) - садржи шећер рибозу
- ДНК - аденин, гуанин, цитозин и тимин
 - шећер дезоксирибоза
 - дезоксирибонуклеотиди
 - дволанчани молекули
- РНК - аденин, гуанин, цитозин и урацил
 - рибоза
 - рибонуклеотиди
 - је обично једноланчани молекул



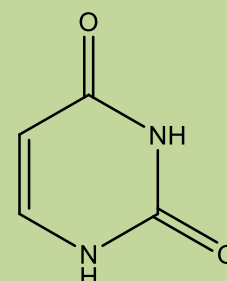
Пиримидинске базе



Цитозин

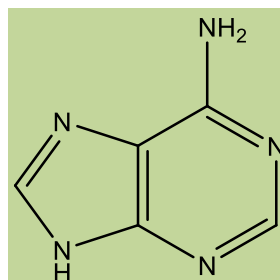


Тимин

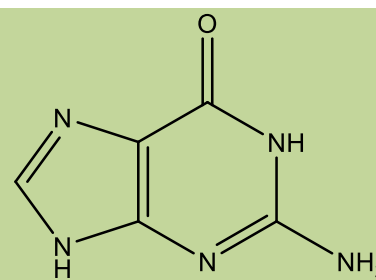


Урацил

Пуринске базе

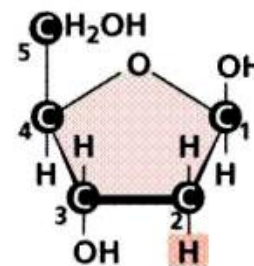
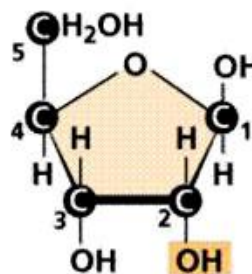
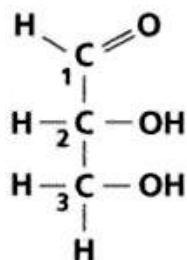


Аденин



Гуанин

Шећерна компонента





НУКЛЕОЗИДИ

- Нуклеозиди су хетерозиди (N-гликозиди) изграђени од пуринских/пиримидинских база и рибозе (односно дезоксирибозе).
- β -N-гликозидна веза се гради између аномерног угљениковог атома C-1' рибозе (односно дезоксирибозе) и атома азота: N-1 код пиримидинских и N-9 код пуринских база
- Пентозна шећерна компонента се налази у фуранозном облику, а атоми угљеника код одговарајуће пентозе се означавају као 1', 2', 3', 4' и 5'.



- Врсте нуклеозида према саставу:

- **РИБОНУКЛЕОЗИДИ**

- рибоза + пуринаска база (аденин или гуанин)

- рибоза + пиримидинска база (цитозин или урацил)

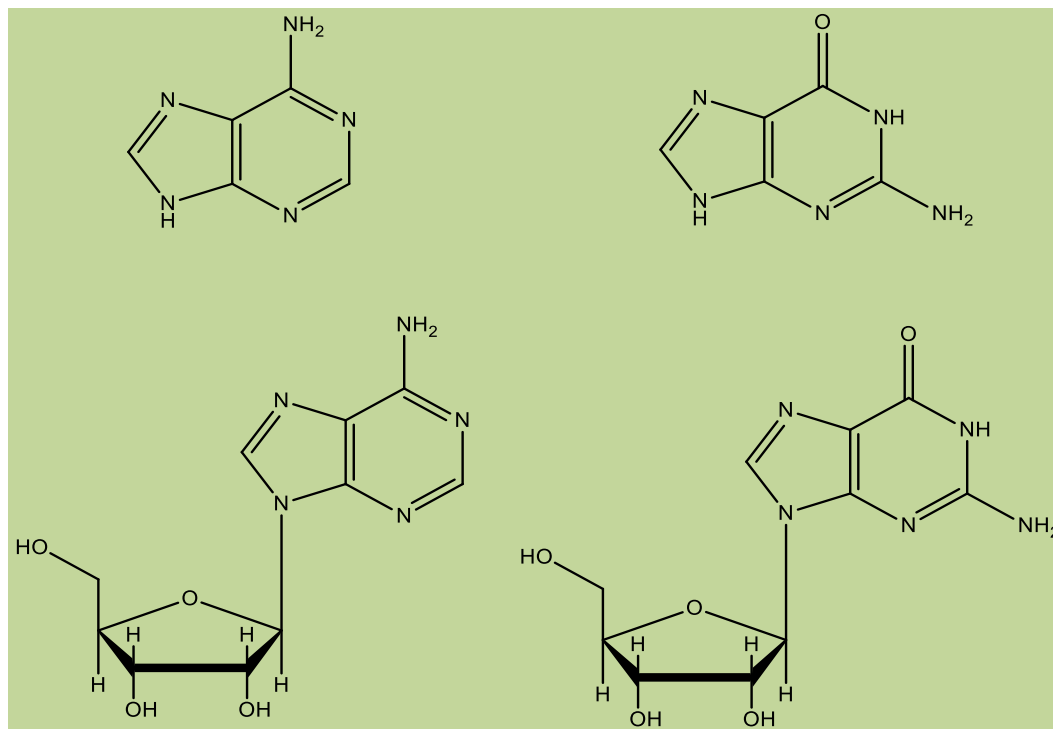
- **ДЕЗОКСИРИБОНУКЛЕОЗИДИ**

- дезоксирибоза + пуринаска база (аденин или гуанин)

- дезоксирибоза + пиримидинска база (цитозин или тимин)



Пурински нуклеозиди имају у називу наставак – **ОЗИН**.
Азотна база је N-гликозидном везом повезана са пентозом, односно N-9 атом пуринске базе повезује са хидроксилном групом C-1' атома пентозног шећера.

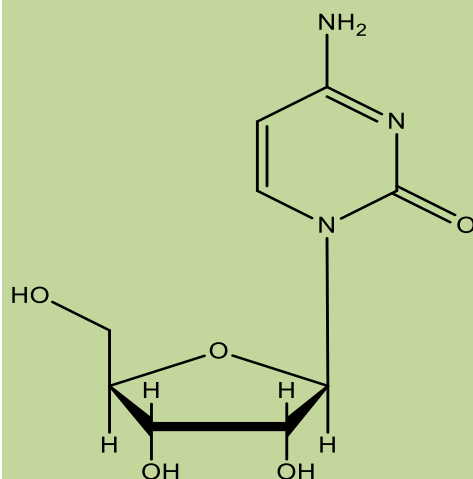
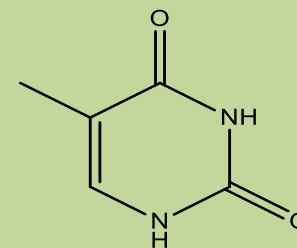
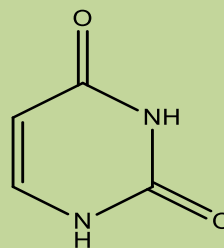
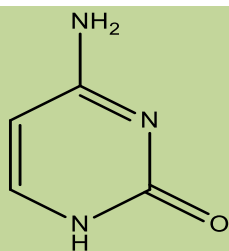


Аденозин

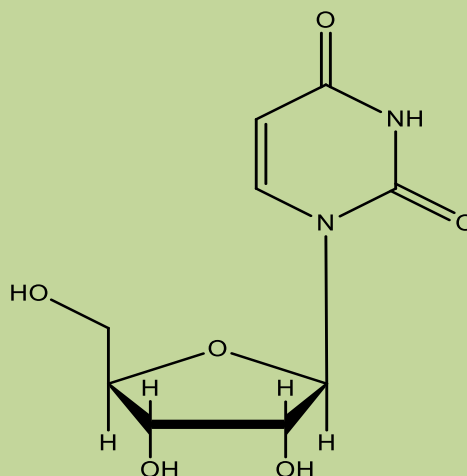
Гуанозин



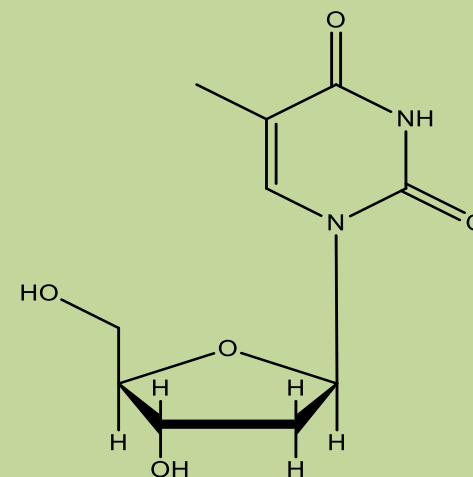
Пиримидински нуклеозиди имају у називу наставак – **ИДИН**.
N-1 атом пиримидинске базе повезује са хидроксилном групом C-1' атома пентозног шећера.



Цитидин



Уридин

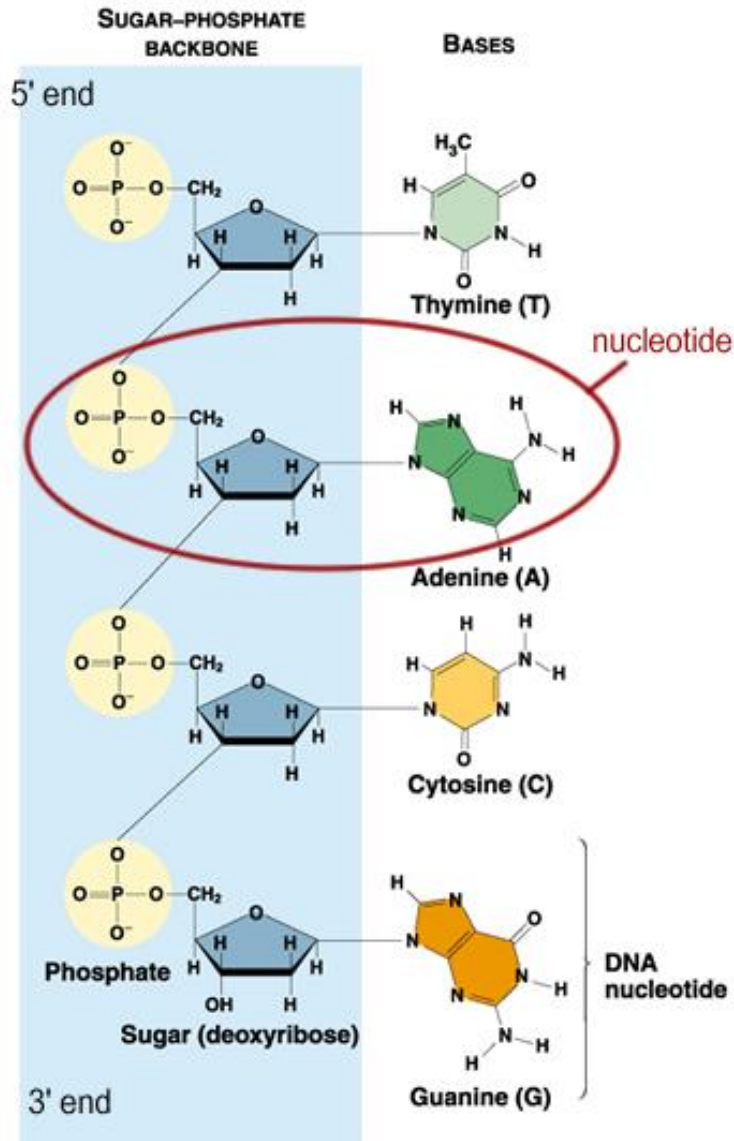


Тимидин



НУКЛЕОТИДИ

- Нуклеотиди су фосфатни естри нуклеозида.
- Естерификује се хидроксилна група у положају С-5' или С-3' код остатка рибозе (или дезоксирибозе).
- Разликујемо рибонуклеотиде (мономерне јединке РНК) и дезоксирибонуклеотиде (мономерне јединке ДНК).
- Нуклеотиде можемо сматрати, с једне стране као естре нуклеозида (фосфате) а са друге стране као киселине због присуства остатака фосфорне киселине.
- Фосфатна киселина је повезана *естарском* везом са ОН групом на С-5' атому пентозе, градећи фосфатни естар нуклеозида, тј. нуклеотид

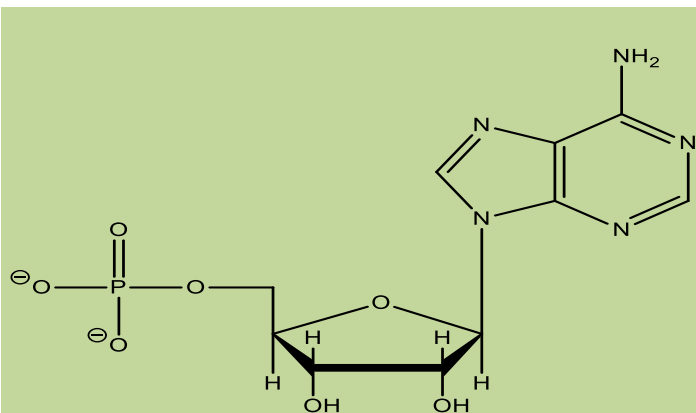


Фосфатна киселина је повезана *естарском* везом са ОН групом на С-5' атому пентозе, градећи фосфатни естар нуклеозида, тј. нуклеотид

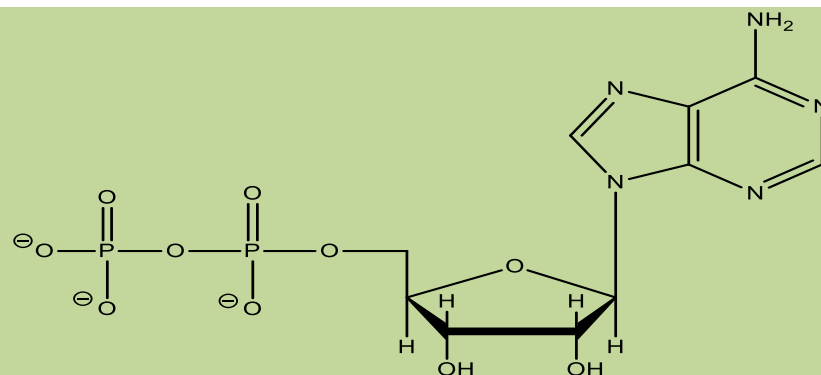


- Нуклеозиди су по својој хемијској природи базни због присуства хетероцикличних азотних једињења која имају особине амина.
- Нуклеотиди, за разлику од нуклеозида, имају веома изражен кисео карактер зато што преостале две хидроксилне групе остатка фосфорне киселине могу да дисосују.

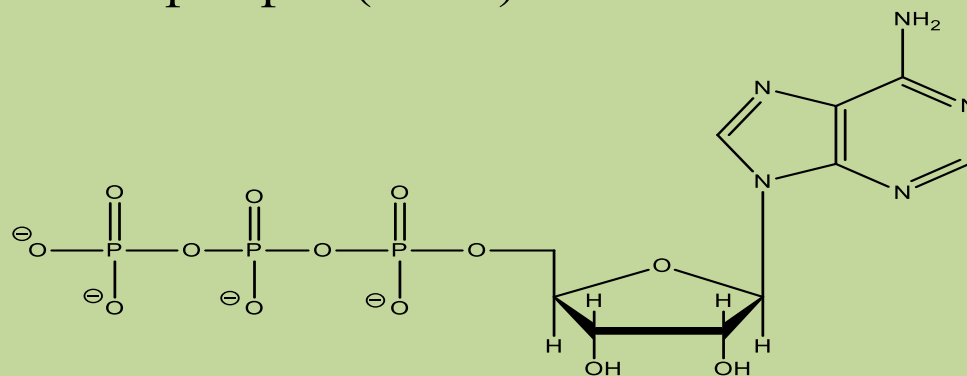
Важни моноклеотиди



аденозин-монофосфат (AMP)



аденозин-дифосфат (ADP)



аденозин-трифосфат (ATP)



Значај мононуклеотида

- Аденозин-трифосфат и аденозид-дифосфат су важни због учешћа у процесу оксидативне фосфорилације. **АТР** је познат као универзална енергетска „монета“ ћелије, па се енергија његове хидролизе користи за одвијање скоро свих реакција у ћелији.
- Циклични аденозин-монофосфат је важан због регулације разних метаболичких процеса и има значајно место у механизму деловања хормона.



Динуклеотиди и њихов значај

- Већина динуклеотида су производи ензимске хидролизе нуклеинских киселина. Најпознатији су:
 - никотинамид-аденин-динуклеотид (NAD)
 - никотинамид-аденин-динуклеотид-2'- фосфат (NADP)
 - флавинаденин-динуклеотид (FAD)
- Они су коензими оксидоредуктаза.



Примарна структура

- Примарна структура нуклеинских киселина представља **редослед везивања нуклеотидних јединки** у непрекидни полинуклеотидни ланац.
- Установљавање редоследа везивања нуклеотидних јединки у молекулу нуклеинских киселина представља њену праву карактеризацију.
- За одређивање примарне структуре постоји неколико хемијских и биохемијских метода.



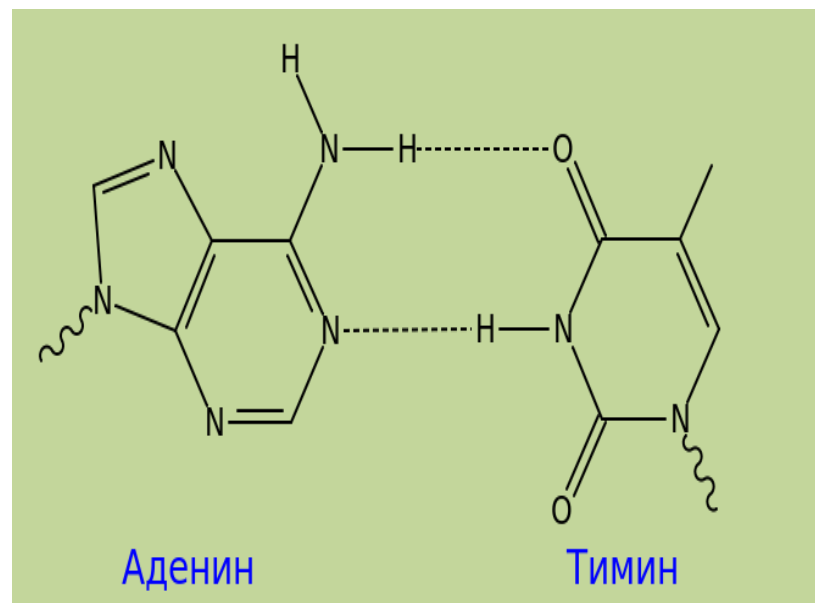
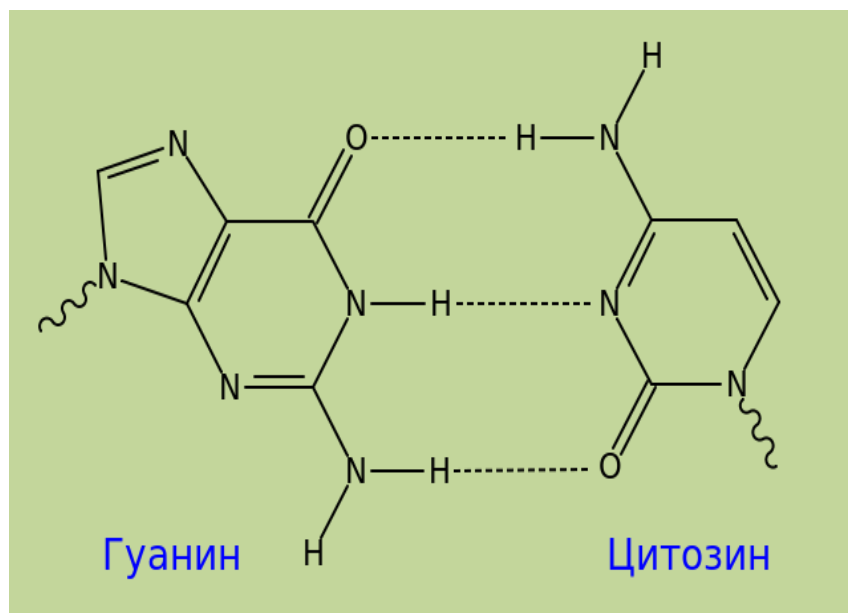
Секундарна структура

- Секундарна структура ДНК представља просторну организацију полинуклеотидних ланаца у молекули ДНК.
- Секундарна структура молекула ДНК је први пут објављена 1953. године од стране Watson-а и Crick-а.
- Молекула ДНК се састоји из два полинуклеотидна ланца, обавијених око централне осе уз стварање двоструке спирале.
- Два полинуклеотидна ланца су постављена антипаралелно.
- Пуринске и пиримидинске базе нуклеотидних јединки се налазе унутар двоструке спирале.
- Тако се увек наспрам аденина налази тимин а наспрам гуанина цитозин тј. комплементарни пар је АТ односно ГЦ.



- Унутар хеликоидних структура постоје водоничне везе.
- Гуанозин нуклеотид и цитозин нуклеотид су повезани трима водоничним везама, док аденин и тимин пар двама водоничним везама.
- Тако је гуанин цитозин веза јача за приближно 50% и што је већи садржа Г и Ц у молекулу то је већи вискозитет.
- Вискозитет се губи денатурацијом и то повећањем температуре или смањивањем концентрације соли. При томе долази до потпуног нарушавања хеликоидне структуре ДНК

Водоничне везе између хетероциклических азотних база које улазе у састав полинуклеотидних ланаца





Терцијарна структура

- У организацији терцијарне структуре ДНК значајну улогу имају базни протеини хистони. **Хистонске фракције образују октамер** који представља језгро нуклеозома око кога се обавија двоструки хеликс ДНК, образујући два комплетна суперхеликсна заокрета.
- Број парова база у фрагменту двоструког хеликса који обавија језгро нуклеозома зависи од врсте организма и креће се од око 140 до око 160.

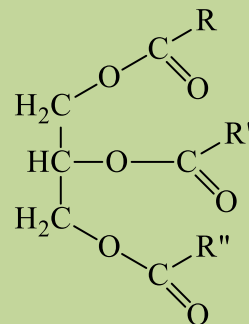


Најзначајније врсте РНК су :

- информационе РНК (иРНК)
- рибозомалне РНК (рРНК)
- транспортне РНК (тРНК)

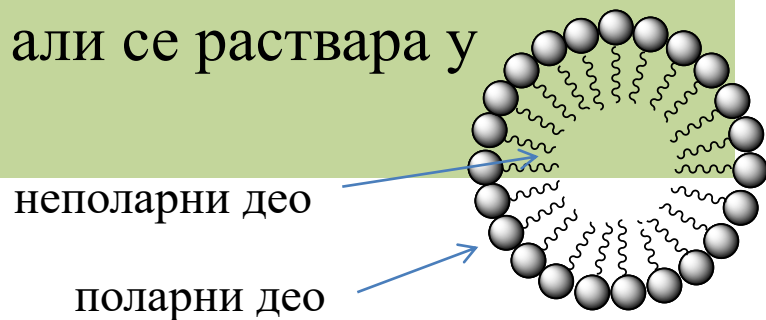


- Улога- важна резерва хране у организму; транспортни прекурсори хормона
- Уља - масти у течном стању
- Могу бити различите хемијске структуре, али све масти имају две заједничке карактеристике:
 - нерастворне су у води, а растворни у органским растварачима (етру, бензену, ацетону...)
 - њихови молекули садрже истовремено и поларне (хидрофилне) и неполарне (хидрофобне) групе
- Са хемијског аспекта масти су естри карбоксилних киселина и алкохола-глицерола, па су познате и под називом глицериди, односно триацилглицериди



глицерид

- Добијање сапуна-један од најстаријих хемијских поступака
- Обичан сапун је данас смеша натријумових соли виших масних киселина
- Састав и поступак добијања сапуна је промењив
- Сапуни се не растварају у води, већ формирају дисперговане округле облике-мицеле
- Свака мицела може садржати стотине молекула сапуна
- Молекул сапуна има поларни крај $\text{--COO}^- \text{Na}^+$ и неполарни крај који чине угљеникови ланци са 12 до 18 C атома
- Поларни крај је растворљив у води- хидрофилан, а неполарни није растворљив у води-хидрофобан, али се раствара у неполарним растварачима





Масне киселине

- Физичке и хемијске особине масти и уља зависе искључиво од структуре масних киселина које улазе у њихов састав
- Киселине могу бити засићене и незасићене
- Најважније незасићене киселине имају 18 угљеникових атома и једну двоструку везу, обично на средини ланца
- Најзаступљенија је палмитинска киселина, а олеинска се налази у највећем броју природних масти и уља



Масне киселине

Назив киселине	Број С атома	Структура
Засићене		
Лауринска	12	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$
Миристинска	14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
Палмитинска	16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
Стеаринска	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
Арахидинска	20	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$



Незасићене масти

- Гицериди који садрже незасићене масне киселине имају ниже тачке топљења, па се неке од њих на собној температури налазе у течном стању
- Хидратацијом двоструких веза глицериди прелазе у чврсто стање
- Хидратацијом се мењају и физичка и хемијска својства глицерида: конзистенција и смањује се брзина ужеглости
- Незасићене:
 - ✓ Палмитолеинска- 16C;
 - ✓ Олеостеаринска-16C;
 - ✓ Олеинска-18C;
 - ✓ Рицинолна-18C;
 - ✓ Линолеинска-18C;
 - ✓ Линоленска-18C;
 - ✓ Арахидонска-20C.



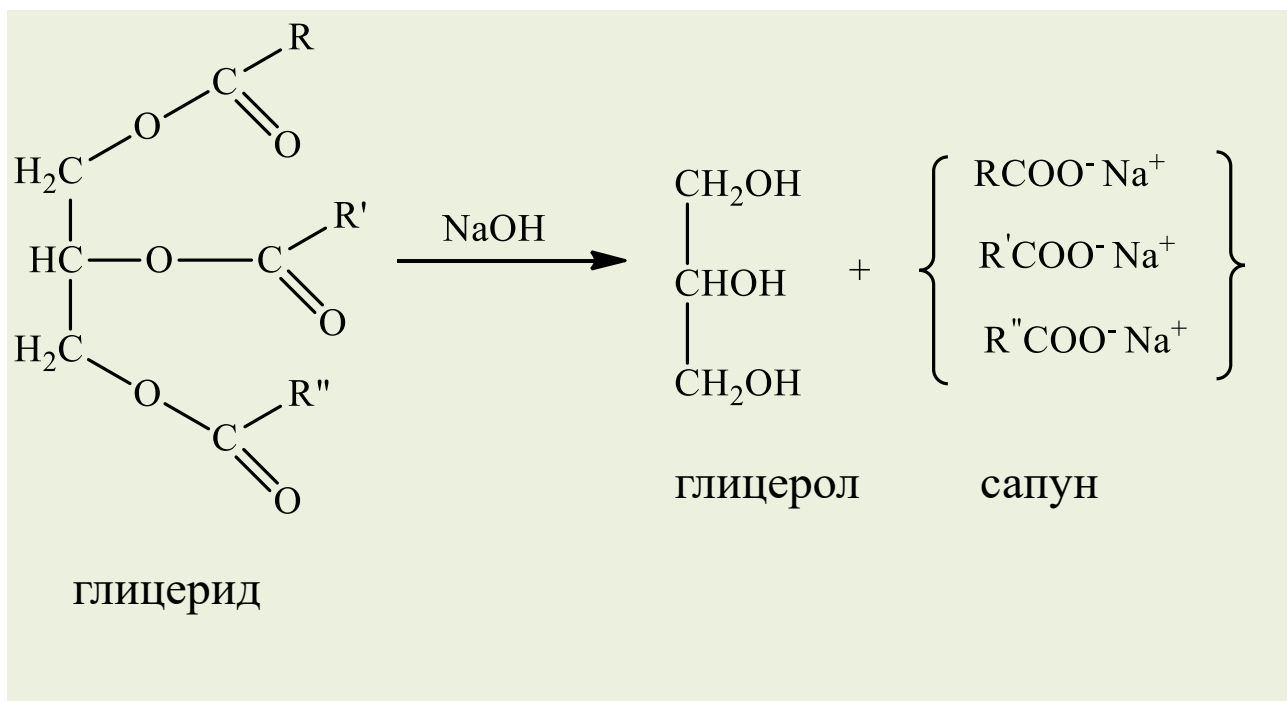
Реакције масти и уља

1. Хидролиза;
2. Адиција на двоструку везу:
 - 2.1. Хидрогенизација;
 - 2.2. Адиција халогена;
 - 2.3. Реакција са KMnO_4
3. Оксидација кисеоником;
4. Трансестерификација;
5. Дехидратација глицерола.



Хидролиза масти

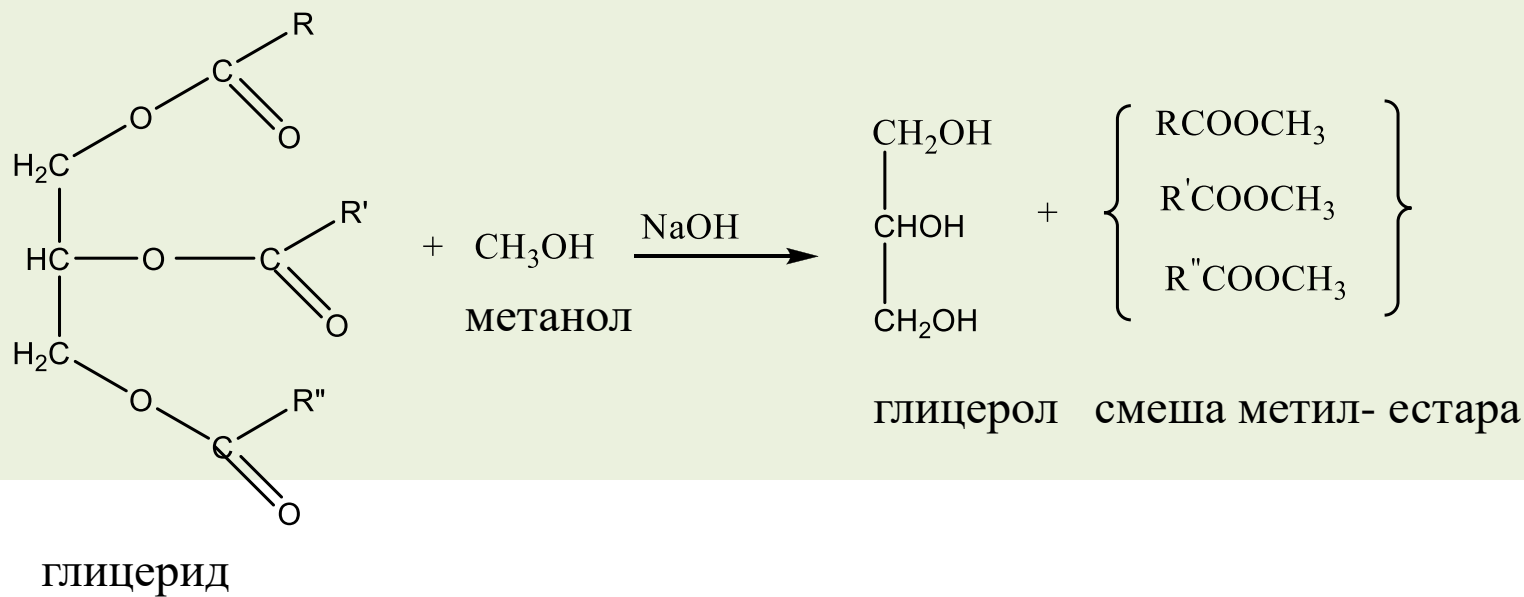
- Хидролизом масти настају соли карбоксилних киселина и глицерол





Трансестерификација

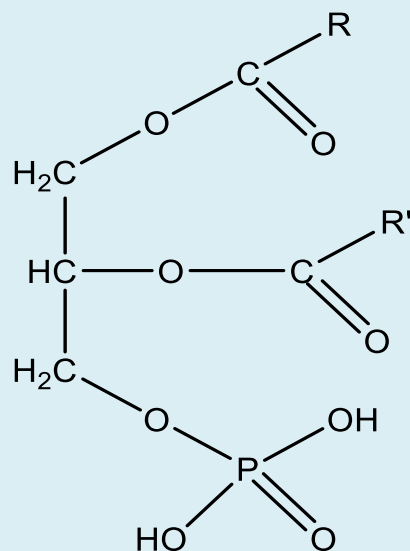
- Мласти се трансестерификацијом могу превести у метилестарске карбоксилне киселине
- Трансестерификација се врши у присуству базног или киселог катализатора и метанола



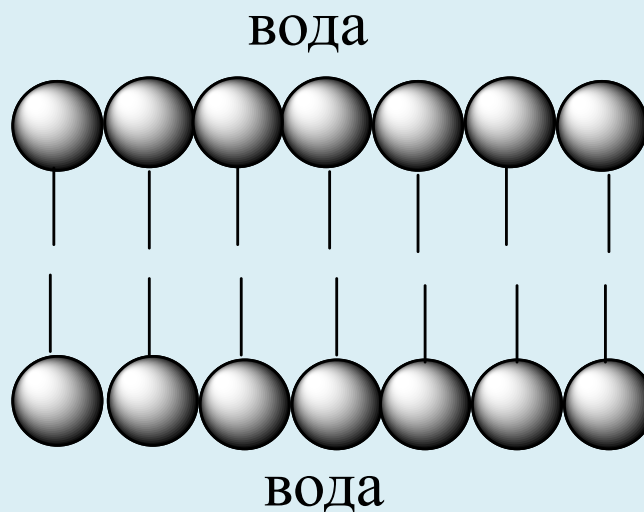


Фосфолипиди

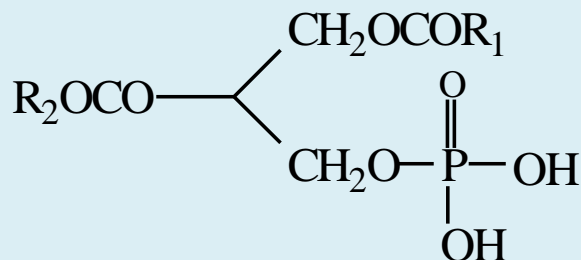
- Садрже две ацил-групе, док је трећа замењена остатком фосфорне киселине
- Ћелијска мембрана садржи фосфолипиде



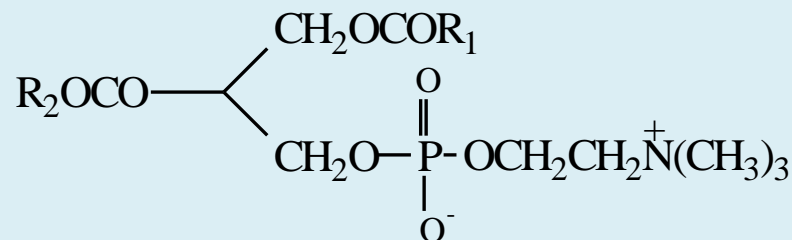
диацилглицеролфосфат



-двоструки слој
фосфолипида
повезан Van der
Waals-овим
силама

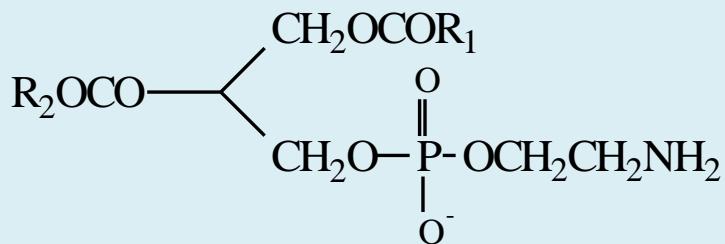


Л-фосфатидна киселина

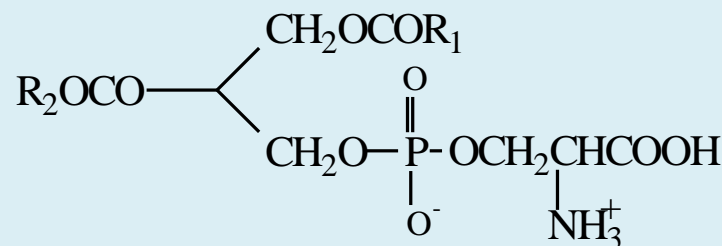


фосфатидилхолин

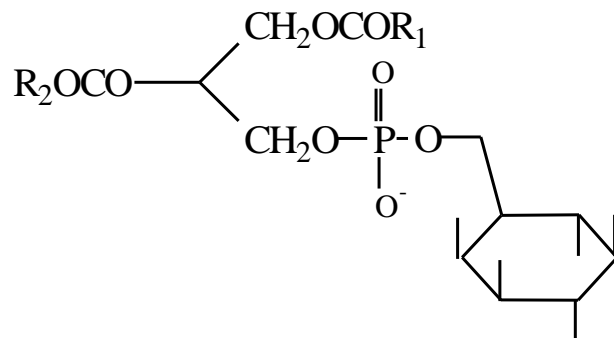
Фосфатидилхолин (лецитин) се у већим количинама налази у мозгу, нервном ткиву, жуманцету од јајета, сојином уљу и другим јестивим уљима.



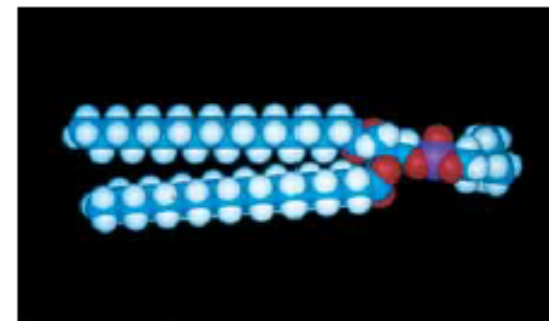
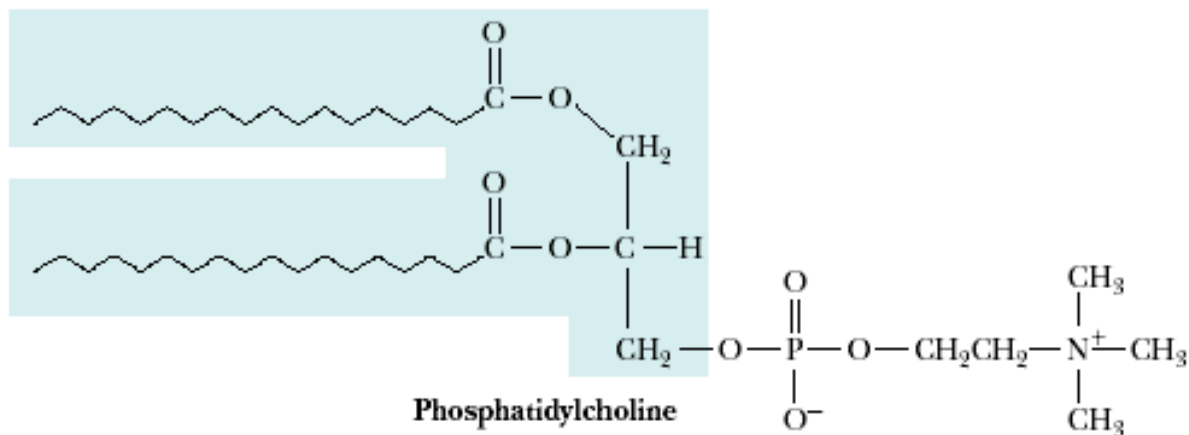
фосфатидилетаноламин (кефалин)



фосфатидилсерин



фосфатидилинозитол налази се у клицама
пшенице, možданом ткиву, срцу



Деградација глицерофосфолипида

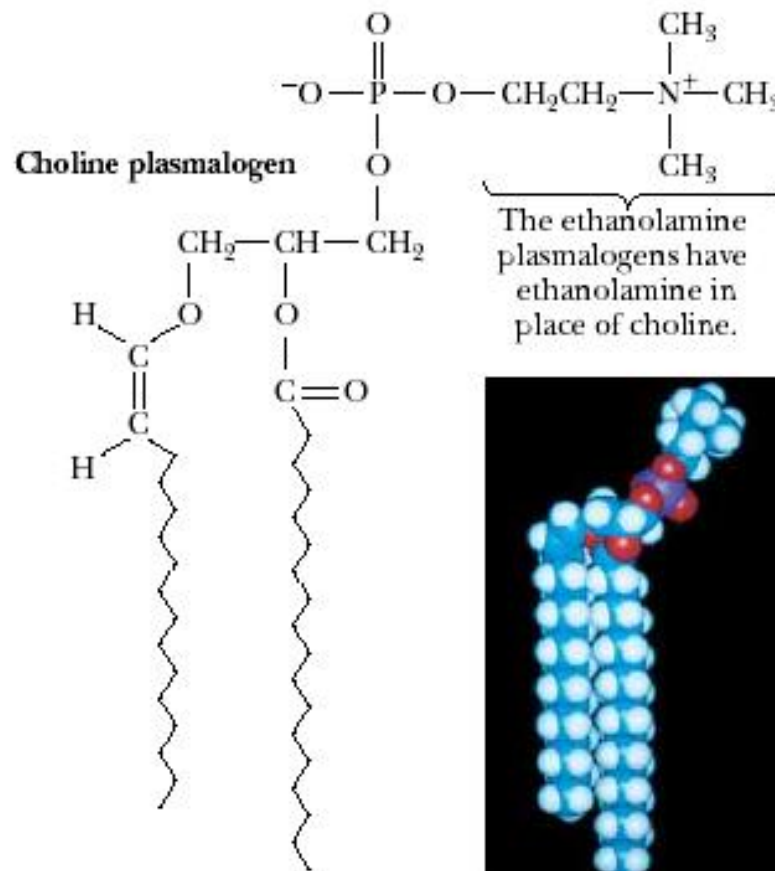
- Змијски отров садржи ензиме **фосфолипазе** који разлажу фосфолипиде.
- Кобра садржи *фосфолиазу A2* која врши хидролизу на Ц-2, градећи **лизолецитин** који се понаша као детерџент и раствара мембране црвених крвних ћелија
- Индијска кобра сваке године убије неколико стотина људи.



Индијска кобра

Плазмалогени су етри глицерофосфолипида у којима је алкил остатак цис- α,β –незасићен

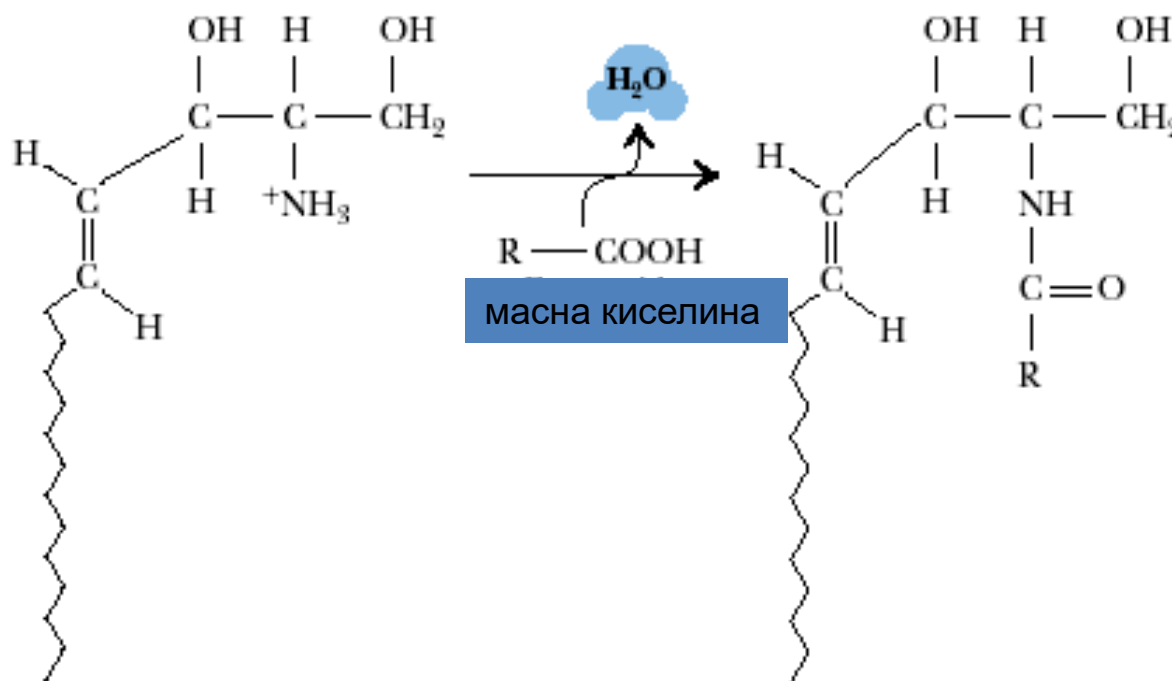
Највише их има у мембранама мишића и нервних ћелија (срчани мишић, мозак и јетра), а код биљака соја, кикирики и др.





Сфинголипиди су амиди масних киселеина и високомолекуларних алкохола

биљног и
животињског су
порекла
И улазе у састав
мембрана,
највише у мозгу и
нервном ткиву



сфингозин

церамид