



*dr Svetlana Trivić
Bojana Srećo*

X BIOLOŠKI VAŽNA ORGANSKA JEDINJENJA

LIPIDI

Lipidi su biomolekuli nerastvorni u vodi a rastvorni u nepolarnim organskim rastvaračima (aceton, benzen, petroletar, itd).

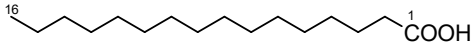
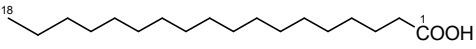
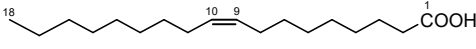
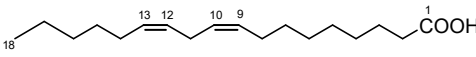
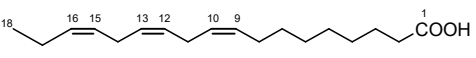
U živim organizmima lipidi učestvuju u izgradnji bioloških membrana, predstavljaju rezervne oblike energije, imaju zaštitnu ulogu, ispoljavaju hormonsko ili vitaminsko delovanje i drugo. Prema hemijskom sastavu dele se na jednostavne (neosapunjive) i složene (osapunjive) lipide.

Osapunjivi lipidi

Osapunjivi lipidi alkalnom hidrolizom daju sapune (alkalne soli masnih kiselina). Osapunjivi lipidi se dele na: neutralne masti, fosfogliceride, sfingolipide i voskove.

U sastav svih osapunjivih lipida ulaze masne kiseline. Prirodne masne kiseline su linearne monokarboksilne kiseline koje sadrže paran broj C atoma. Mogu biti zasićene i nezasićene.

Tabela X.1. Najrasprostranjenije masne kiseline u prirodi

Zasićene masne kiseline			
dužina lanca	trivijalni naziv kiseline	sistematski naziv kiseline	formula
16C atoma	palmitinska	n-heksa-dekanska	
18C atoma	stearinska	n-okta-dekanska	
Nezasićene masne kiseline			
18C atoma	oleinska	cis-9-oktadecenska	
18C atoma	linolna	cis-9-cis-12-oktadekadienska	
18C atoma	linoleinska	cis-9-cis-12-cis-15-oktadekatrienska	

Zajednička karakteristika nezasićenih masnih kiselina koje ulaze u sastav lipida je da su im dvostruke veze u cis konfiguraciji. Linolna i linoleinska kiselina su esencijelne masne kiseline za sisare.

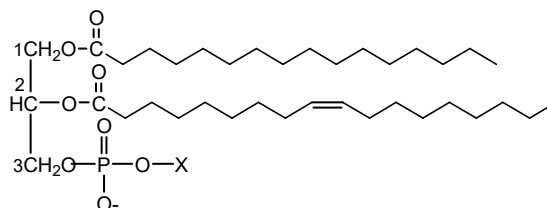
Neutralne masti

Neutralne masti, triacilgliceroli, su estri trohidroksilnog alkohola glicerola i viših masnih kiselina. Neutralne masti (smeša različitih triacilglicerola) su glavni depoi metaboličke energije u živim organizmima. One delovanjem enzima, lipaza, hidrolizuju na masne kiseline i glicerol. Biološkom oksidacijom masnih kiselina oslobađa se velika količina energije koju živi organizmi koriste za biosintezu drugih jedinjenja, transport kroz membrane, mehanički rad i dr.

Fosfogliceridi

Fosfogliceridi su derivati L-fosfatidinske kiseline, koja se sastoji od glicerola čije su dve OH grupe na položajima 1 i 2 esterifikovane masnim

kiselinama dok je OH grupa na položaju 3 esterifikovana fosforom kiselinom. Fosfogliceridi su estri L-fosfatidinske kiseline i odgovarajućeg alkohola (X).

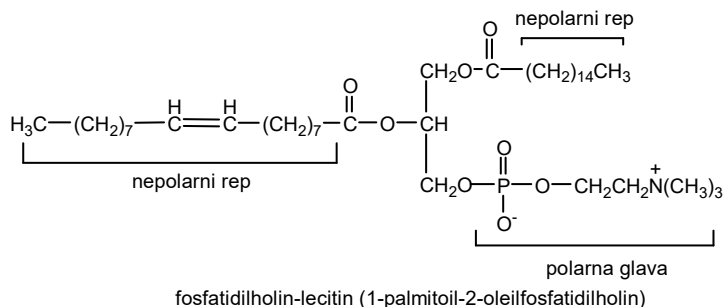


Fosfogliceridi u položaju 1 najčešće sadrže zasićenu, a u položaju 2 nezasićenu masnu kiselinu.

Tabela X.2. Predstavnici fosfoglicerida

naziv fosfoglicerida	naziv grupe X	formula grupe X
fosfatidinska kiselina	vodonik	H
fosfatidiletanolamin (kefalin)	etanolamin	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_3^+$
fosfatidilholin (lecitin)	holin	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}^+(\text{CH}_3)_3$
fosfatidilserin	serin	$-\text{CH}_2-\underset{\text{COO}^-}{\text{CH}}-\text{NH}_3^+$
fosfatidilinozitol	inozitol	

Zajednička osobina svih fosfoglicerida je da u molekulu sadrže hidrofobne grupe, koji čine ostaci masnih kiselina i koji se nazivaju „nepolarni repovi“ i hidrofилne grupe „polarne glave“ koju čine fosfoalkoholni ostaci. Osnovna uloga svih fosfoglicerida je izgradnja bioloških membrana.



Sfingolipidi

Sfingolipidi umesto glicerola sadrže dvohidroksilni nezasićeni aminoalkohol sfingozin (sadrži 18 C-atoma), za koji je amidnom vezom vezan ostatak masne kiseline, a za primarnu hidroksilnu grupu neka polarna komponenta npr. fosfholinski ostatak kod sfingomijelina. Značajni su sastojci membrana biljnih i životinjskih ćelija. Naročito su zastupljeni u moždanim i nervnim tkivima.

Voskovi

Voskovi su po sastavu estri viših masnih kiselina i dugolančanih monohidroksilnih alkohola. Oni imaju ulogu zaštitnog omotača na koži, vuni, perju, lišću i plodovima viših biljaka. Najpoznatiji prirodni voskovi su pčelinji vosak i lanolin.

Neosapunjivi lipidi

U ovu grupu spadaju steroidi i terpeni. Izopentil-alkohol (derivat izoprena) je zajednički prekursor u biosintezi ovih molekula i otuda se nazivaju i izoprenoidi.

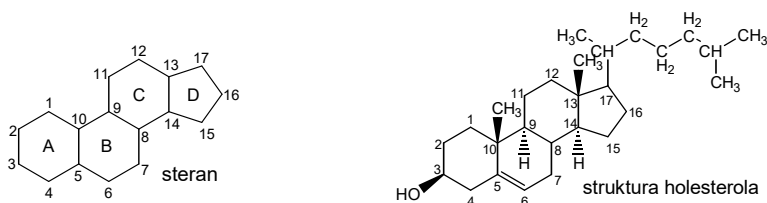
Steroidi

Steroidi su derivati sterana, cikličnog ugljovodonika, koji sadrži tri kondenzovana šestočlana i jedan petočlani prsten. Molekul sterana nije planaran;

cikloheksanski prstenovi se nalaze u stabilnim stoličastim konformacijama. U prirodi se nalaze mnogi steroidi koji se prema funkciji dele u tri grupe: sterole, žučne kiseline i steroidne hormone.

Steroli

Steroli sadrže OH grupu vezanu na položaj C-3 i razgranat alifatični lanac na položaju C-17 sterana. Kod kičmenjaka je najrasprostranjeniji holesterol. Ulazi u sastav plazma membrana mnogih životinjskih ćelija. Prekursor je žučnih kiselina i steroidnih hormona.



Žučne kiseline

Žučne kiseline su po svojoj strukturi slične holesterolu. U molekulu sadrže jednu ili više OH grupa. Fiziološka uloga soli žučnih kiselina je da deluju kao emulgatori masti, aktiviraju enzime (lipaze) koji hidrolizuju masti i na taj način učestvuju u varenju i resorpciji masti unetih hranom.

Steroidni hormoni

Mnogi hormoni imaju steroidnu strukturu. U organizmu nastaju iz holesterola. Prema strukturi i fiziološkoj funkciji steroidni hormoni se dele na hormone nadbubrežne žlezde, hormone žutog tela i polne hormone. Hormoni nadbubrežne žlezde su: glukokortikoidi (utiču pre svega na metabolizam glukoze i proteina) i mineralokortikoidi (deluju na funkciju bubrega).

Tabela X.3. Predstavnici steroidnih hormona.

naziv hormona	žlezda koja ga luči	funkcija
progesteron	žuto telo jajnika	održavanje trudnoće
estradiol	jajnici	ženski polni hormon: razvoj i održavanje sekundarnih polnih karakteristika žena
estron	jajnici	ženski polni hormon: razvoj i održavanje sekundarnih polnih karakteristika žena
testosteron	testisi	muški polni hormon: stimulacija i održavanje muških sekundarnih polnih karakteristika

Ženski polni hormoni (estrogeni) imaju različite funkcije kao što su: širenje krvnih sudova (vazodilatacija), smanjenje koncentracije lipida u krvi, zadržavanje Na^+ , Ca^{2+} i PO_4^{3-} u organima.

Muški polni hormoni (androgeni) su derivati androsterona. Ovi hormoni deluju na opšti metabolizam, stimulišu biosintezu proteina, povećavaju zadržavanje azota (*anaboličko delovanje*). Anabolički steroidi (sintetski preparati) koriste se u terapiji i kao sredstva dopinga.

UGLJENI HIDRATI

Ugljeni hidrati su sastavni deo svih živih organizama. Sintetišu se iz ugljendioksida i vode u procesu fotosinteze, dok ih životinje unose u organizam hranom. Izvor su energije za organizam.

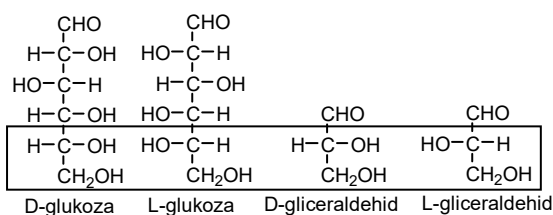
Prema stepenu složenosti ugljeni hidrati se dele na tri osnovne grupe: monosaharide koji se hidrolizom ne mogu razložiti na jednostavnija jedinjenja; oligosaharide koji hidrolizom daju od 3-10 monosaharidnih jedinica i polisaharide koji sadrže na hiljade monosaharidnih jedinica.

Monosaharidi

Monosaharidi su polihidroksilni aldehidi ili ketoni, pa postoje dve osnovne grupe monosaharida: aldoze i ketoze. Prema broju ugljenikovih atoma u molekulu dele se na trioze, tetroze, pentoze, heksoze i heptoze.

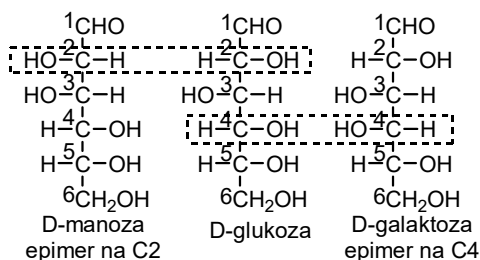
Aldoze. Najjednostavnija aldoza je gliceraldehid. U prirodi se javlja u obliku dva enantiomera D- i L-gliceraldehid.

Svi monosaharidi osim dihidroksiacetona (ketotrioza) sadrže hiralne ugljenikove atome, te se nalaze u L- ili D- oblicima. Konfiguracija hiralnog ugljenikovog atoma koji je najudaljeniji od karbonilne grupe određuje pripadnost D ili L-obliku. Ako je njegova konfiguracija ista kao kod D-gliceraldehida onda je to D-oblik, a ukoliko je ista kao kod L-gliceraldehida tada je to L-oblik.



Od aldopentoza najznačajnija je D-riboza koja ulazi u sastav ribonukleinskih kiselina. Od aldoheksosa najznačanije su D-glukoza, D-galaktoza i D-manoza. Ova tri monosaharida spadaju u epimerne šećere (razlikuju se po konfiguraciji samo na jednom ugljenikovom atomu). D-glukoza je sastojak svih živih organizama. U prirodnim proizvodima se javlja u slobodnom stanju ili ulazi u sastav polisaharida (skrob, glikogen, celuloza).

Ketoze. Biološki najznačajnije ketoze su dihidroksiaceton, D-ribuloza, D-kxiluloza i D-fruktoza. Navedene ketoze učestvuju u metabolizmu ugljenih hidrata.

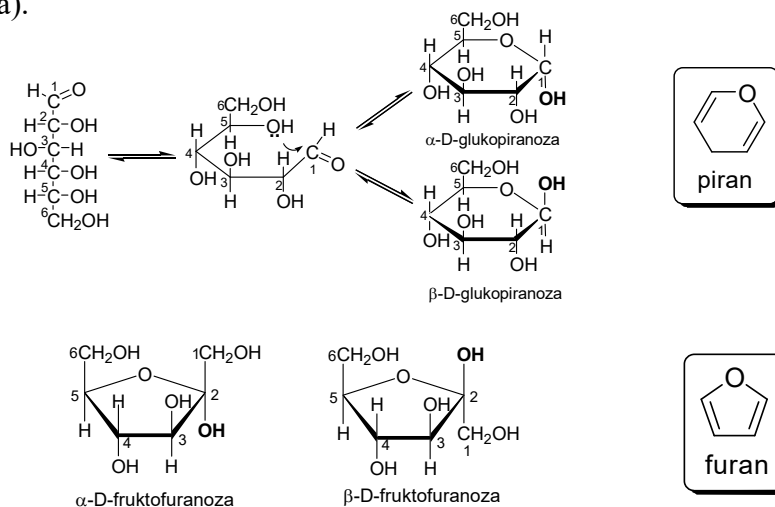


Poluacetalni (hemiacetalni) i poluketalni (hemiketalni) oblici monosaharida. Reakcijom aldehida i alkohola u odnosu 1:1 nastaju hemiacetali. Daljom reakcijom hemiacetala sa još jednim molekulom alkohola nastaju acetali. Analogno nastaju hemiketali odnosno ketali.

Aldopentoze, aldoheksoze, ketopentoze i ketoheksoze grade intramolekulske ciklične petočlane i/ili šestočlane poluacetale koji se nazivaju furanozni i piranozni oblici. Pri ovim reakcijama stvara se novi hiralni centar na C-1 kod aldoza odnosno C-2 kod ketoza. Poluacetalni oblici koji se razlikuju po konfiguraciji na C-atomu koji nosi poluacetalnu OH-grupu (C-1 kod aldoza odnosno C-2 kod ketoza) nazivaju se anomeri. Ukoliko je u Hejvortovoj

perspektivnoj formuli poluacetalna OH-grupa ispod ravni prstena to je α -anomer a ukoliko je iznad ravni prstena to je β -anomer.

Promena optičke aktivnosti rastvora monosaharida ili redukujućeg disaharida naziva se mutarotacija i objašnjava se promenom jednog anomernog oblika u drugi preko aciklične forme, sve do uspostavljanja ravnoteže. Pri tom se menja specifični ugao rotacije ($[\alpha]$) sve dok ne postigne konstantnu vrednost (ravnoteža).



Deoksi šećeri. To su monosaharidi kod kojih je jedna ili više OH grupa zamenjena vodonikom. Najznačajniji predstavnik je 2-deoksi-D-riboza koja ulazi u sastav deoksiribonukleinskih kiselina (DNK).

Amino šećeri. Amino šećeri su derivati šećera kod kojih je jedna OH grupa zamenjena amino grupom. Često su amino-grupe acetilovane. Učestvuju u izgradnji oligo i polisaharida koji imaju različite biološke funkcije.

Hemijske osobine monosaharida. Zavise od funkcionalnih grupa: aldehidne, keto i hidroksilne grupe. Monosaharidi su redukciona sredstva. Njihova redukciona svojstva dokazuju se Tolensovom, Felingovom, Nilanderovom reakcijom, i drugo.

Aldonske kiseline nastaju oksidacijom aldehidne grupe aldoza. Npr. glukoza oksidacijom daje D-glukonsku kiselinu koja se u rastvoru nalazi u obliku D-glukono- δ -laktona. **Uronske** kiseline nastaju oksidacijom primarne hidroksilne grupe aldoza. Glukoza ovakvom oksidacijom daje glukuronsku kiselinu. Oksidacijom aldehidne i primarne alkoholne grupe nastaju **aldarne** kiseline (oksidacijom glukoze nastaje glukarna kiselina).

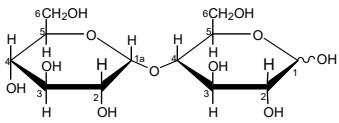
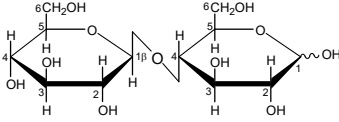
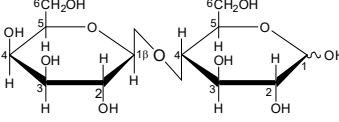
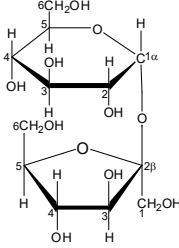
Fosfatni estri šećera nastaju esterifikacijom hidroksilnih grupa fosforom kiselinom (najčešće na položajima 1 i 6). Važni su intermedijeri u metabolizmu ugljenih hidrata.

Oligosaharidi

Najrasprostranjeniji oligosaharidi su disaharidi. Oni nastaju povezivanjem dva monosaharida glikozidnom vezom. Razlikujemo redukujuće i neredukujuće disaharide. Kod redukujućih disaharida u formiranju glikozidne veze učestvuje poluacetalna OH-grupa jednog i OH-grupa drugog monosaharida. Kod neredukujućih disaharida u formiranju glikozidne veze učestvuju poluacetalne OH-grupe oba monosaharida (trehalozni tip veze). Redukujući disaharidi imaju **slobodnu poluacetalnu hidroksilnu grupu** i pokazuju redukcijske osobine.

Inverzija saharoze. Hidrolizom saharoze nastaju glukoza i fruktoza u ekvimolarnom odnosu. Ova smeša poznata je kao invertni šećer. Hidroliza saharoze poznata je kao inverzija saharoze, jer dolazi do promene smera skretanja ravni linearno polarizovane svetlosti.

Tabela X.4. Primeri najvažnijih disaharida

naziv disaharida	struktura disaharida	osobina	izvori
maltoza	 glukoza $\alpha(1 \rightarrow 4)$ glukoza	redukujući	biljke(skrob) životinje (glikogen)
celobioza	 glukoza $\beta(1 \rightarrow 4)$ glukoza	redukujući	biljke (celuloza)
laktoza	 galaktoza $\beta(1 \rightarrow 4)$ glukoza	redukujući	mleko (glavni izvor energije)
saharoza	 glukoza $\alpha(1 \rightarrow 2)$ β fruktoza	neredukujući	voće, med, šećerna repa, trska

Polisaharidi

Polisaharidi su makromolekuli nastali povezivanjem velikog broja monosaharidnih jedinica glikozidnim vezama. Dele se na homopolisaharide, koji su izgrađeni od istih monosaharida, i heteropolisaharide, koji sadrže dve ili više različitih vrsta monosaharida. Prema biološkoj funkciji dele se na rezervne i strukturne polisaharide. Rezervni polisaharidi su skladišta hemijske energije. Kod biljaka je to skrob, a kod životinja glikogen.

Skrob se sastoji od amiloze i amilopektina. Amiloza se sastoji od glukoznih jedinaka koje su međusobno povezane α (1 $\rightarrow$ 4) glikozidnim vezama. Osnovni lanac amilopektina sadrži glukozne jedinice međusobno povezane α (1 $\rightarrow$ 4) glikozidnim vezama. Amilopektin je račvast. Na mestima račvanja su glukozne jedinice povezane α (1 $\rightarrow$ 6) glikozidnom vezom.

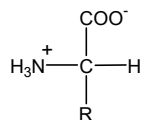
Glikogen je sličan amilopektinu ali je više razgranat od njega.

Strukturni polisaharidi

Učestvuju u izgradnji ćelijskih struktura. Najrasprostranjeniji strukturni polisaharid je celuloza koja je sastavljena od glukoznih jedinaka povezanih β (1 $\rightarrow$ 4) glikozidnim vezama. Glavni je sastojak ćelijskih zidova biljaka. Nije hranljiva za ljude koji ne poseduju enzime za razlaganje celuloze do glukoze.

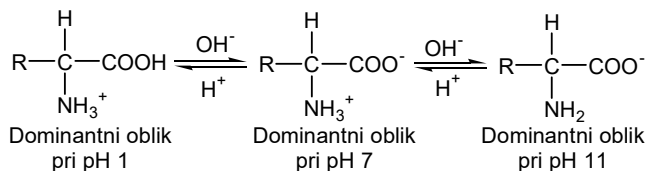
AMINOKISELINE

Sve aminokiseline koje ulaze u sastav proteina su α -amino, α -karboksilne kiseline. Opšta formula im je:



Esencijalne aminokiseline su one koje ne mogu da se sintetišu u organizmu, pa ih je neophodno unositi hranom. Esencijalne aminokiseline za čoveka su: arginin, valin, leucin, izoleucin, lizin, metionin, treonin, triptofan, histidin i fenilalanin. Sve proteinske aminokiseline osim glicina su optički aktivne i imaju L-konfiguraciju.

Sve aminokiseline u rastvorima podležu protolitičkim reakcijama. Pod određenim uslovima mogu se javiti u obliku dipolarnih jona tzv. cviter jona:



Oblik jonizacije aminokiselina zavisi od pH rastvora. pH vrednost pri kojoj se aminokiselina nalazi u obliku dipolarnog jona naziva se **izoelektrično pH** i obeležava se sa pI.

- pI monoamino-monokarboksilnih aminokiselina je pri $\text{pH} \approx 7$,
- pI monoamino-dikarboksilnih aminokiselina je pri $\text{pH} < 7$,
- pI diamino-monokarboksilnih aminokiselina je pri $\text{pH} > 7$.

Rastvorljivost aminokiselina u vodi opada a u alkoholu raste sa povećanjem dužine ugljovodoničnog niza.

Sve aminokiseline pokazuju reakcije karakteristične za karboksilnu grupu, amino grupu, ili za obe grupe istovremeno. Pojedine aminokiseline pokazuju specifične hemijske reakcije koje zavise od prirode bočnog niza.

Jedna od najznačajnijih reakcija aminokiselina je građenje peptidne veze:

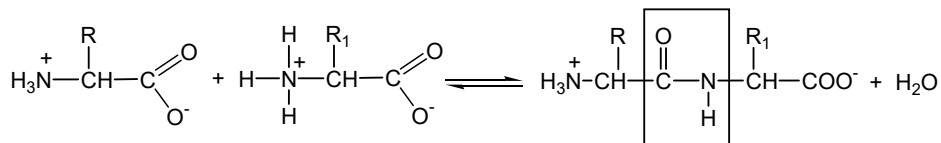


Tabela X.5. Podela aminokiselina prema prirodi aminokiselinskog ostatka

1. Aminokiseline sa nepolarnim bočnim nizom $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$ Glicin (Gly) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ Alanin (Ala) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HN} \end{array}$ Prolin (Pro) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3 \end{array}$ Valin (Val) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$ Izoleucin (Ileu) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$ Leucin (Leu)	
2. Aminokiseline sa aromatičnim bočnim nizom $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$ Fenilalanin (Phe) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4\text{OH} \end{array}$ Tirozin (Tyr) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{Indol} \end{array}$ Triptofan (Trp)	3. Aminokiseline sa baznim bočnim nizom $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$ Lizin (Lys) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH} \\ \\ \text{C}=\text{NH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$ Arginin (Arg) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{Imidazol} \end{array}$ Histidin (His)
4. Aminokiseline sa kiselinim ostatkom u bočnom nizu $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{OH} \end{array}$ Asparaginska kiselina (Asp) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{OH} \end{array}$ Glutaminska kiselina (Glu)	5. Aminokiseline sa amidnim ostatkom u bočnom nizu $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$ Asparagin (Asn) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$ Glutamin (Gln)
6. Aminokiseline sa hidroksilnom grupom u bočnom nizu $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ Serin (Ser) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3 \end{array}$ Treonin (Thr)	7. Aminokiseline sa sumporom u bočnom nizu $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{SH} \end{array}$ Cistein (Cys) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{S} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ Metionin (Met)

Oligopeptidi i polipeptidi

Sastoje se od aminokiselina koje su međusobno povezane peptidnim vezama. Oligopeptidi sadrže do 10, a polipeptidi do 50 aminokiselinskih ostataka. Mnogi od njih imaju značajne biološke aktivnosti, pa tako proteohormon insulin reguliše nivo glukoze u krvi, kortikotropin deluje na funkciju nadbubrežne žlezde, a gramicidin deluje kao antibiotik.

Proteini

Proteini sadrže više od 50 aminokiselina, koje su međusobno povezane peptidnim vezama. Prema sastavu dele se na jednostavne (izgrađene isključivo od aminokiselina) i složene (pored aminokiselina sadrže i druga organska jedinjenja ili jone metala).

Jednostavni proteini dele se prema rastvorljivosti na: albumine, globuline, prolamine, gluteline, protamine i skleroproteine. Skleroproteini (kolageni, keratini i elastini) su nerastvorni i izgrađuju različite telesne strukture. Prema obliku proteini se dele na fibrilarne (izduženi oblici) i globularne (sferni oblici).

Proteini mogu imati samo jedan polipeptidni lanac tj. podjedinicu (monomerni) ili dva ili više polipeptidnih lanaca (oligomerni proteini).

Tabela X.6. Podela proteina prema prostetičnoj grupi

naziv proteina	prostetična grupa	primer
NUKLEOPROTEINI	RNK ili DNK	ribozomi, hromozomi
LIPOPROTEINI	fosfolipidi, holesterol, neutralne masti	lipoproteini plazme
GLIKOPROTEINI	heksoze, oligosaharidi, polisaharidi	γ -globulin
FOSFOPROTEINI	fosforna kiselina	kazein
HROMOPROTEINI		
a) hemoproteini	hem	hemoglobin
b) flavoproteini	flavinmononukleotid ili flavinadenindinukleotid	sukcinatdehidrogenaza
c) metaloproteini	Cu^{2+}	tirozinoksidaza
	Zn^{2+}	alkoholdehidrogenaza

Tabela X.7. Podela proteina prema biološkoj funkciji

naziv	funkcija	primer
enzimi	biološki katalizatori	tirozinoksidaza
skladišni rezervni proteini	depo aminokiselina	ovalbumin, kazein
transportni proteini	vezuju i transportuju specifične molekule	hemoglobin, albumin
kontraktilni proteini	kontrakcija mišića	aktin, miozin
zaštitni proteini	zaštitna i odbrambena funkcija	trombin, antitela
hormoni	regulacija metabolizma	adrenokortikotropni hormon
toksini	otrovi	zmijski otrov
strukturni proteini	izgradnja raznih telesnih struktura	α -keratin, kolagen, elastin, i drugo

Poznata su četiri nivoa organizacije u strukturi proteina:

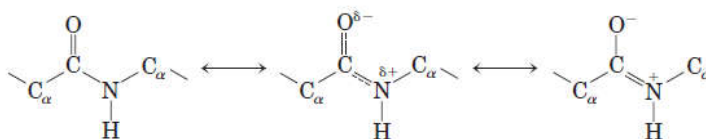
Primarna struktura – redosled (sekvenca) aminokiselina u polipeptidnom lancu. Određena je genetski.

Sekundarna struktura – raspored polipeptidnog lanca duž jedne ose. Stabilizovana je vodoničnim vezama između N-H i C=O grupa peptidnih veza (α -heliks, β -konformacija ili „nabrana“ struktura).

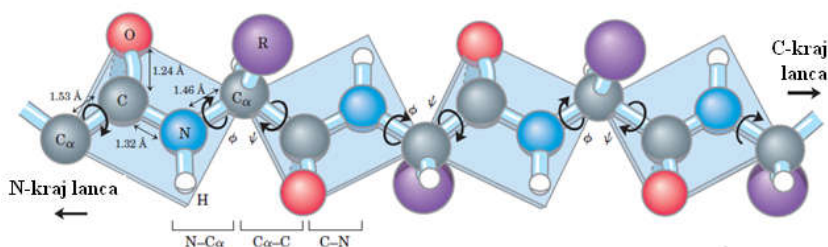
Tercijerna struktura – prostorna struktura proteina stabilizovana je nekovalentnim intramolekulskim jonskim, hidrofobnim, vodoničnim i disulfidnim vezama između funkcionalnih grupa bočnih nizova aminokiselina.

Kvaternerna struktura – poseduju je samo oligomerni proteini - stabilizovana je nekovalentnim intermolekulskim interakcijama između podjedinica, pri čemu svaka od njih ima karakterističnu tercijernu strukturu.

Orijentacija polipeptidnog lanca u prostoru uslovljena je i osobinama peptidne veze. Poling i Kori su ustanovili da je peptidna veza planarna.

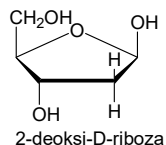
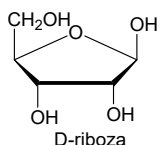


Poliipeptidni lanac se prema tome može predstaviti kao niz relativno krutih, planarnih struktura koje su međusobno povezane supstituisanim metilenskim grupama (α -C atomi).



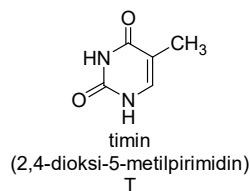
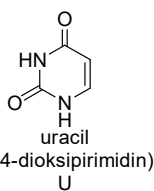
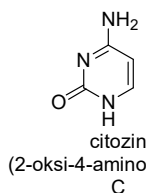
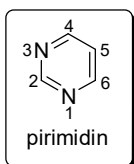
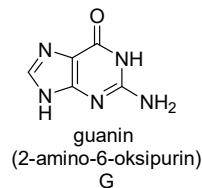
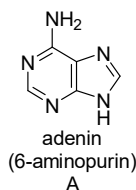
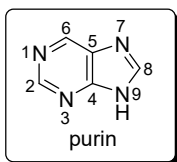
NUKLEINSKE KISELINE

Nukleinske kiseline su polinukleotidi. **Nukleotidi** su složena jedinjenja koja hidrolizom daju fosforu kiselinu, pentoze i heterociklične baze. U sastav nukleotida ulazi ili riboza ili 2-deoksiriboza, pa se na osnovu toga dele na ribonukleotide koji sadrže ribozu i deoksiribonukleotide koji sadrže deoksiribozu.



Prema tome postoje i dve vrste nukleinskih kiselina ribonukleinska kiselina (RNK) i deoksiribonukleinska kiselina (DNK).

U sastav nukleotida ulaze dve vrste baza: derivati purina i pirimidina.

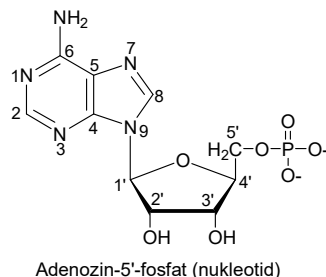
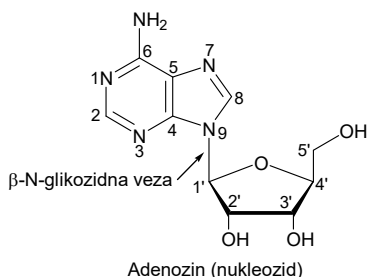


U sastav RNK ulaze: A,G,C i U. RNK **nikad** ne sadrži **T**.

U sastav DNK ulaze A,G,C i T. DNK **nikad** ne sadrži **U**.

Nukleozidi su izgrađeni iz pentoze i azotne baze. Nukleozidi su prekursori nukleotida i sadrže uvek β -N-glikozidnu vezu i pentozu u furanoznom obliku.

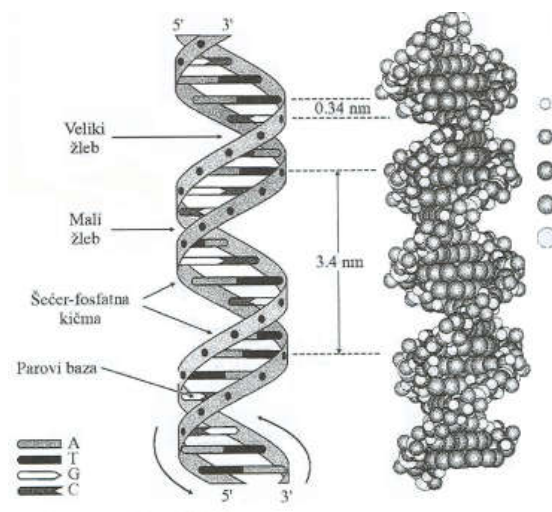
Nukleotidi nastaju esterifikacijom slobodne OH grupe fosfornom kiselinom, obično na položaju 5' šećerne komponente. Nukleinske kiseline su sastavljene od velikog broja nukleotida povezanih 3',5'-fosfodiesterским vezama.



Struktura i funkcija DNK

Hemičari Krik (Crick) i Votson (Watson) su 1953. godine otkrili da se molekul DNK sastoji iz dva komplementarna lanca polinukleotida, koji se spiralno uvijaju oko zajedničke ose i povezani su vodoničnim vezama (dvostruki α-heliks). Ova dva lanca su antiparalelna. Nasuprot adeninu u lancu I u lancu II se nalazi timin, a nasuprot guaninu nalazi se citozin. Navedene baze vezuju se vodoničnim vezama.

Osnovna uloga DNK je čuvanje i prenos genetske informacije na potomke procesom koji se naziva **replikacija** (biosinteza DNK pri deobi ćelije). U procesu **replikacije** iz jednog molekula DNK nastaju dva nova molekula DNK. Svaka nova DNK sadrži jedan roditeljski lanac (koji je poslužio kao matrica) i jedan novosintetisani lanac. **Geni** su delovi DNK sa sekvencom baza koja predstavlja “šifru” za sintezu specifičnih proteina i ribonukleinskih kiselina.



Šematski prikaz strukture i trodimenzionalnog modela DNK.

Struktura i funkcija RNK

Postoje tri osnovne vrste RNK:

1. ribozomalna (rRNK), izgrađuje ribosome u citoplazmi
2. informaciona (iRNK), prenosi informacije za sintezu proteina iz jedra u citoplazmu
3. transportna (tRNK), prenosi aktivirane aminokiseline na ribosome, gde se obavlja sinteza proteina

Sve tri vrste RNK su jednolančani molekuli iako se u nekim delovima polinukleotidnog lanca može obrazovati dvostruki heliks. Sve vrste RNK se sintetišu u procesu **transkripcije** koji se sastoji u prepisivanju sekvence određenog segmenta DNK (gen) po principu komplementarnosti baza.

