

UGLJENI HIDRATI

Šećeri

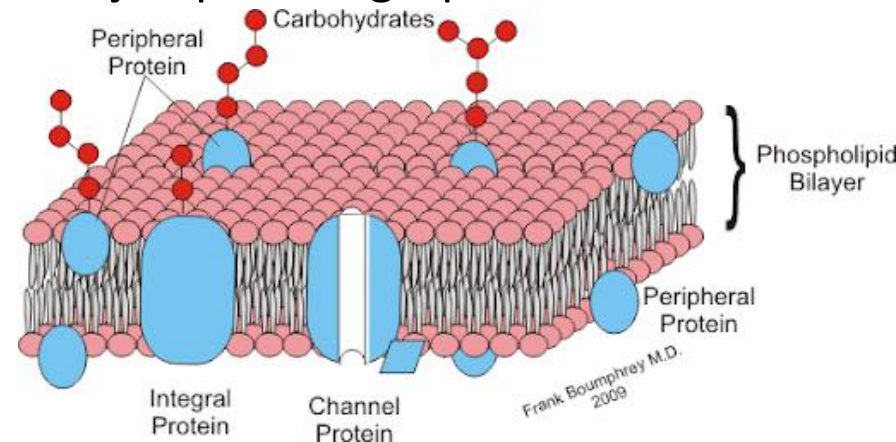
Polihidroksilni
aldehidi ili
polihidroksilni
ketoni



UGLJENI HIDRATI

Funkcija

- Rasprostranjeni u biljnom svijetu : skrob (rezervne materije) ili celuloza (90%, gradivne materije)
- Ređe se pojavljuju u životinjskom svijetu : glikogen (energetski materijal)
- Nosioći posebnih biohemijskih funkcija
 1. Na ćelijskoj membrani kao glikokaliks-interćelijska komunikacija
 2. Na ćelijskoj membrani eritrocita-određuju tip krvne grupe



UGLJENI HIDRATI

- hidrati ugljenika opšte formule $C_nH_{2n}O_n (C_n(H_2O)_n)$

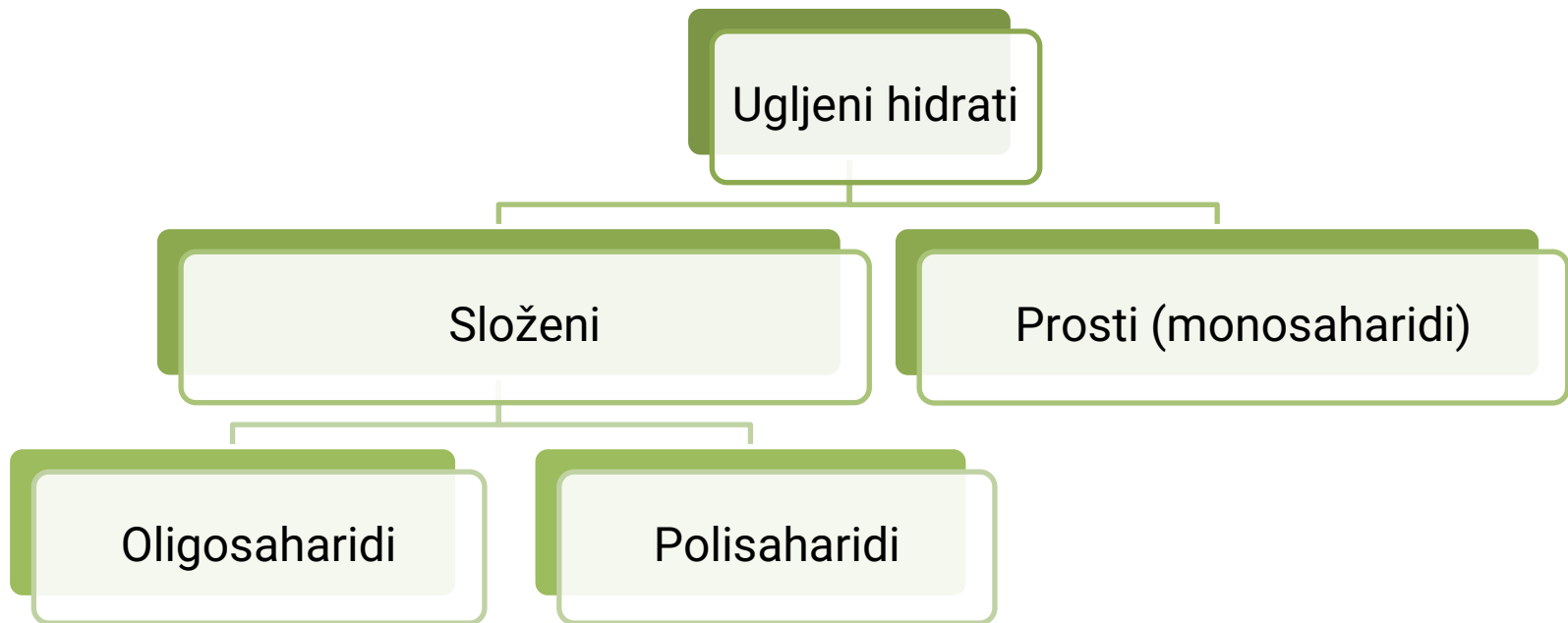
- neki ugljeni hidrati $C_nH_{2m}O_m (C_n(H_2O)_m)$, $m < n$



UGLJENI HIDRATI

- hidrati ugljenika opšte formule $C_nH_{2n}O_n$ ($C_n(H_2O)_n$)

- neki ugljeni hidrati $C_nH_{2m}O_m$ ($C_n(H_2O)_m$)



Monosaharidi

- Jednostavni šećeri – hidrolizom se ne mogu razgraditi na jednostavnije UH
- Osnovne gradivne jedinice složenih UH

Rastvorljivost

- Dobro se rastvaraju u vodi, jako hidrofilnim organskim rastvaračima (glikol, glicerin..)
- Slabo se rastvaraju u alkoholima
- U tipičnim organskim rastvaračima, kao što su etar, benzen i drugi, nisu rastvorni ni viši ni niži ugljeni hidrati
- Supstance sa lipofobnim karakterom

Agregatno stanje

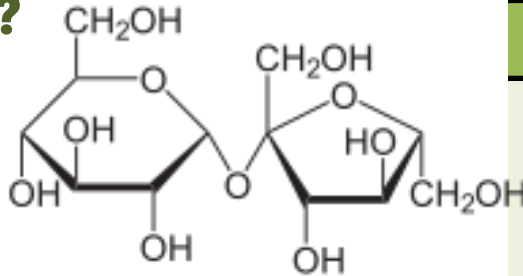
- Čvrste supstance
- Izražena pojava asocijacije, ne mogu da destilišu
- Termički nestabilni

Monosaharidi

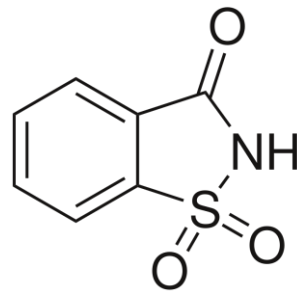
Fizička svojstva

Sladak ukus?????

- Organolpetički
- Osnova:saharoza
- Kod složenih UH se praktično gubi

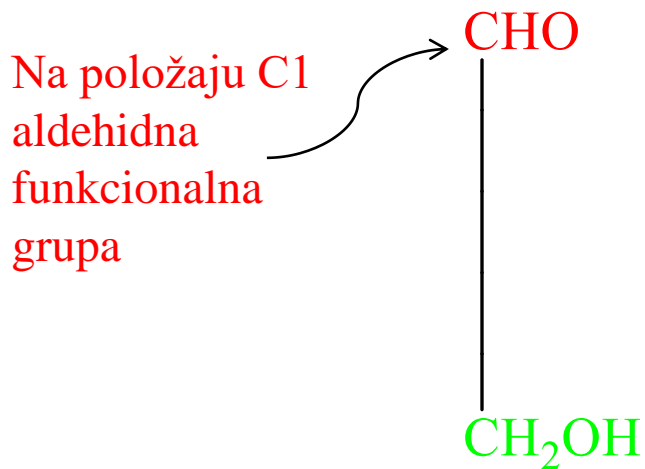


Jedinjenje	Indeks
Saharoza	100
Fruktoza	120
Glukoza	69
Galaktoza	67
Laktoza	39
Glicerin	77
Sorbit	50
Hloroform	4000
Saharin	2000-7000

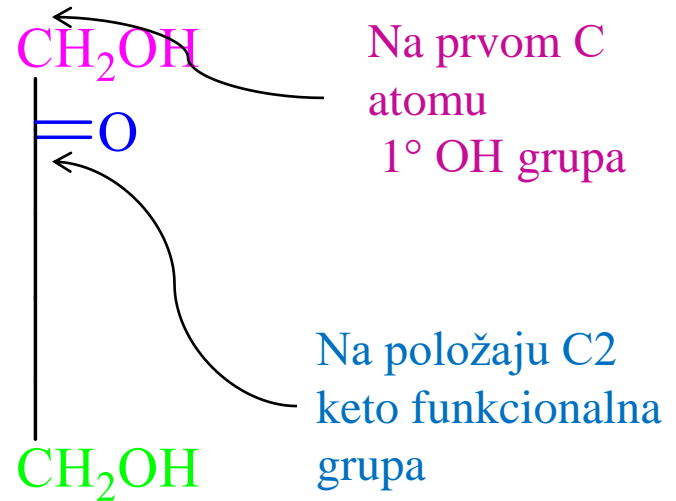


UGLJENI HIDRATI

- hidrati ugljenika opšte formule $C_nH_{2n}O_n$ ($C_n(H_2O)_n$)



aldoze

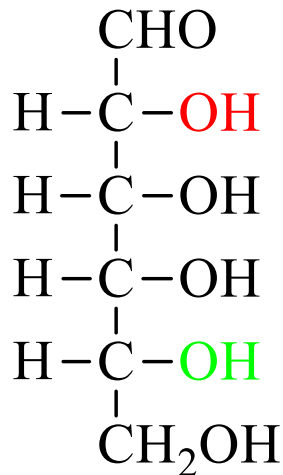


ketoze

Monosaharidi

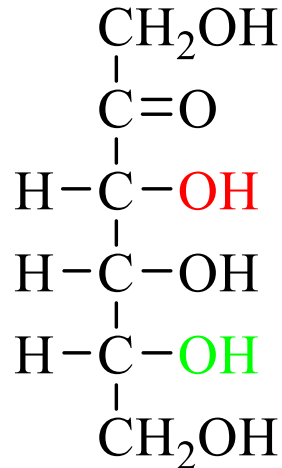
Struktura i opšte karakteristike

Mogu se definisati kao polioksialdehidi ili polioksiketoni.



aldehyd-šećeri

aldoze



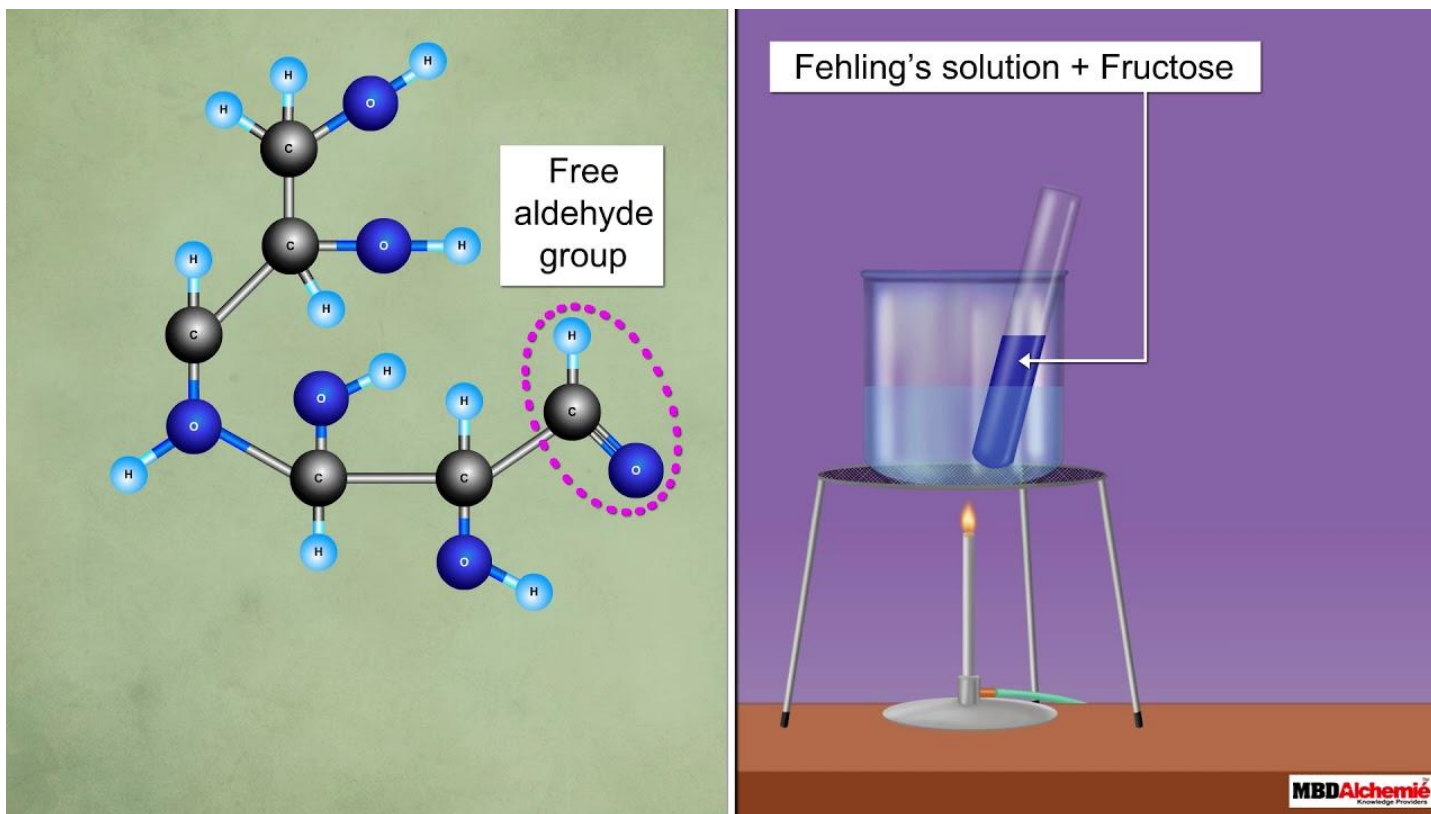
keto-šećeri

ketoze

Monosaharidi

Struktura i opšte karakteristike

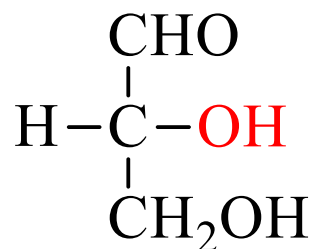
Prisustvo slobodnih aldehidnih i keto grupa daje ugljenim hidratima **redukujuća svojstva**.



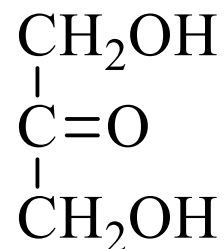
Monosaharidi

Struktura i opšte karakteristike

Formalno, kao najniži članovi niza monosaharida mogli bi se smatrati oni koji imaju tri C atoma



gliceraldehid

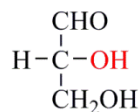


dioksiaceton

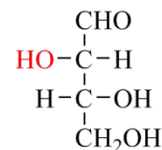
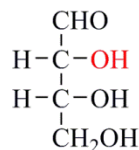
Monosaharidi

Struktura i opšte karakteristike

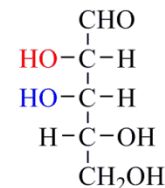
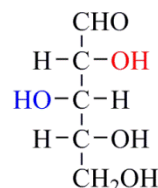
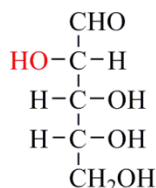
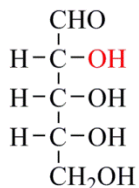
aldotrioze



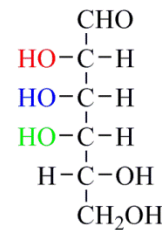
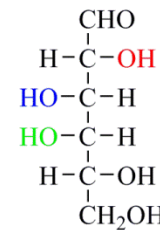
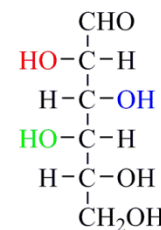
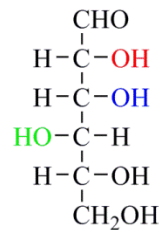
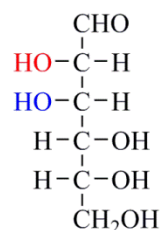
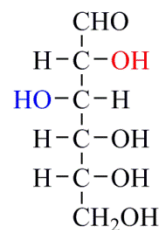
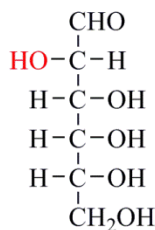
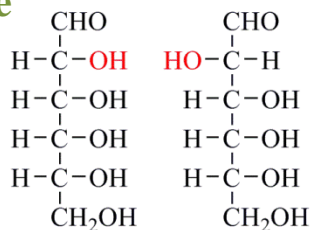
aldotetroze



aldopentoze



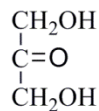
aldoheksoze



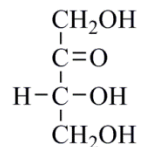
Monosaharidi

Struktura i opšte karakteristike

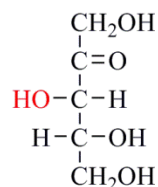
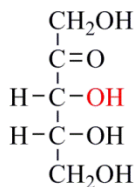
ketotrioze



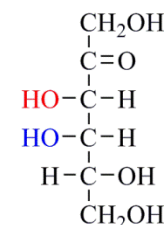
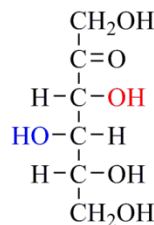
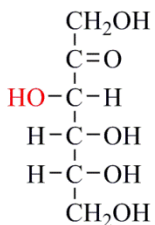
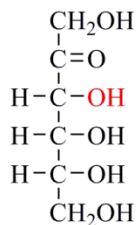
ketotetroze



ketopentoze



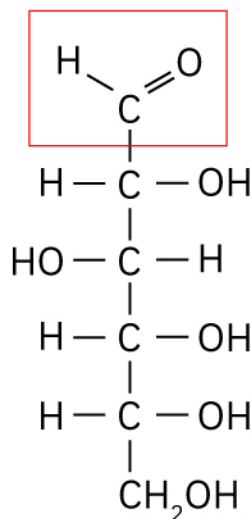
ketoheksoze



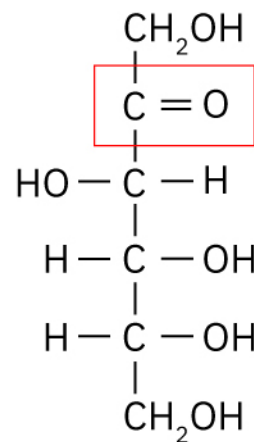
Monosaharidi

Izomerija

Strukturna izomerija: ista bruto molekulska formula, različita strukturna formula



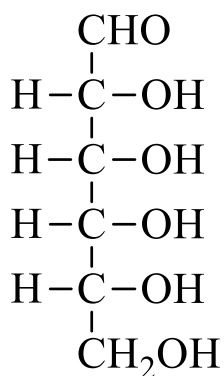
glukoza
aldohexsoza



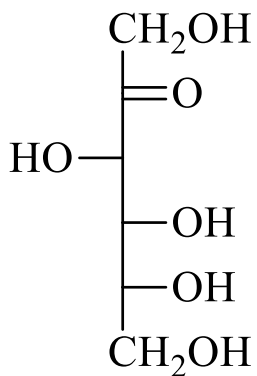
fruktoza
ketohekssoza

Monosaharidi Izomerija

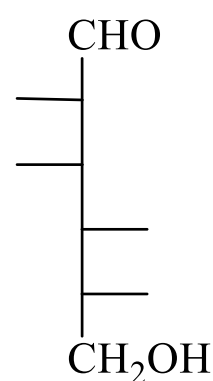
- Polioksialdehidi i polioksiketoni sadrže više asimetričnih (hiralnih) C atoma
<https://www.youtube.com/watch?v=q3pw-keMQGY>
- Kod aldoza broj asimetričnih C atoma iznosi $n-2$, a kod ketoza $n-3$
- Da bi se prikazala konfiguracija monosaharida koriste se Fisher-ove projekcione formule



D-glukoza



D-fruktoza

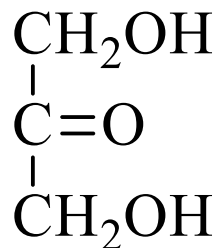


D-manoza

Monosaharidi Izomerija

- Polioksialdehidi i polioksiketoni sadrže više asimetričnih (hiralnih) C atoma

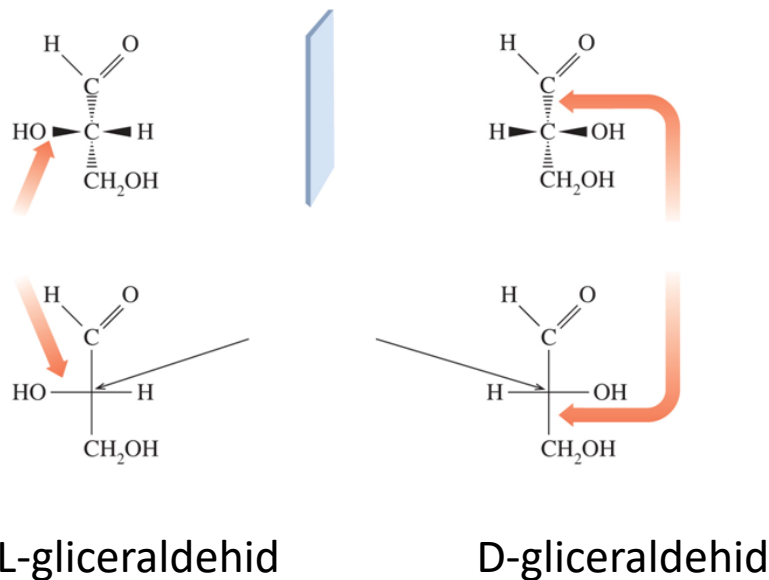
<https://www.youtube.com/watch?v=q3pw-keMQGY>



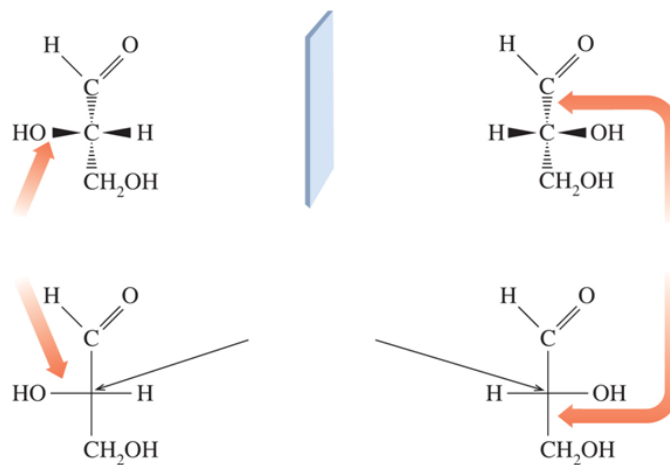
DHA (dihidroksiacion): Najjednostavnija ketoza, jedina koja nije optički aktivan monosaharid

Monosaharidi Izomerija

- Rosanoff: monosaharid koji se izvodi iz glicerinaldehida kome je pripisana D-konfiguracija, i sam ubraja u red D-šećera
- Pripadnost redu se određuje na osnovu konfiguracije na onom asimetričnom centru koji je najudaljeniji od karbonilne grupe



Optička izomerija



enantiomeri

Monosaharidi Izomerija

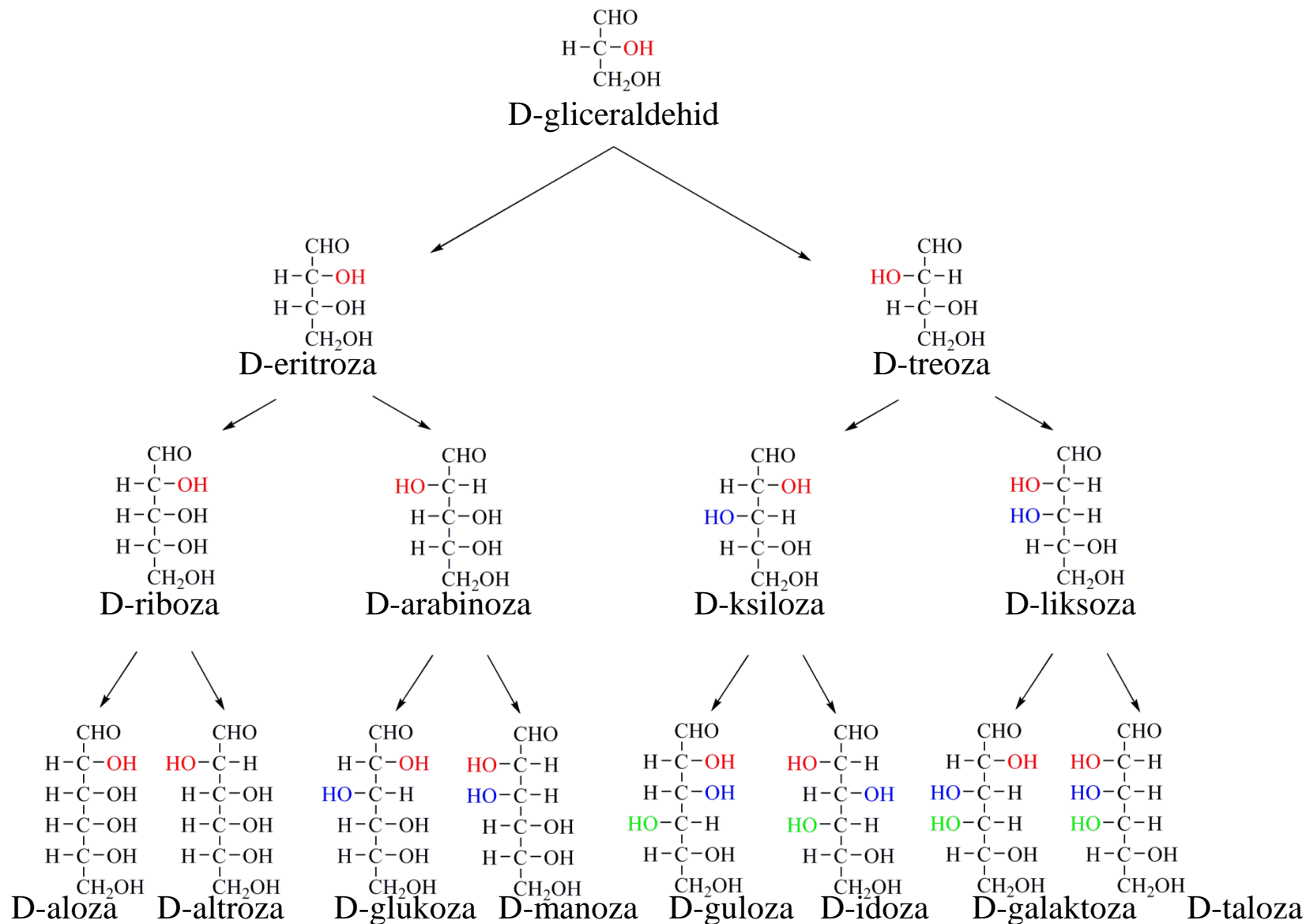
Svi prirodni monosaharidi (kao i svi viši šećeri koji se iz njih izvode) su D-konfiguracije.

Svi šećeri u prirodi koji su važni u prehrani ljudi i životinja su D-konfiguracije



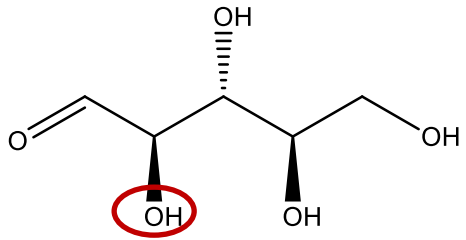
Monosaharidi

Izomerija

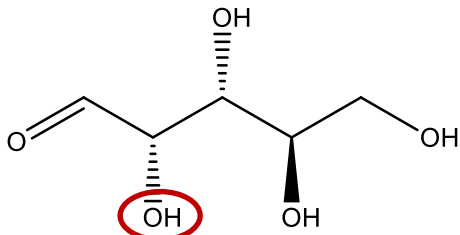


Monosaharidi

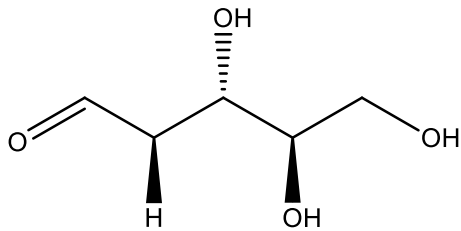
Izomerija



D-ribose



D-arabinose

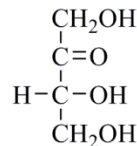
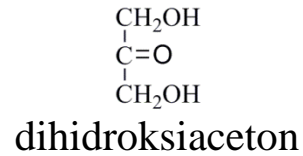


D-deoxyribose

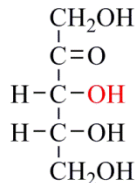
Strukturni izomeri, koji se razlikuju samo po položaju jedne OH grupe u molekulu

EPIMERI

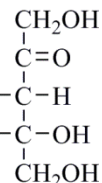
Monosaharidi Izomerija



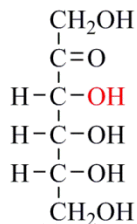
D-eritruuloza



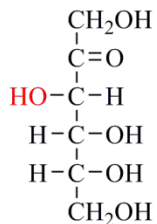
D-ribuloza



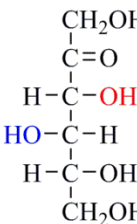
D-ksiluloza



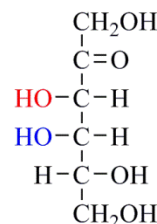
D-psikoza



D-fruktoza



D-sorboza

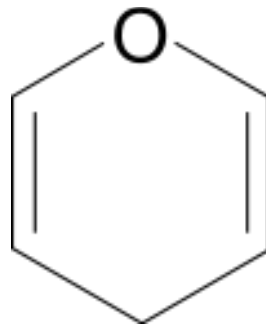


D-tagatoza

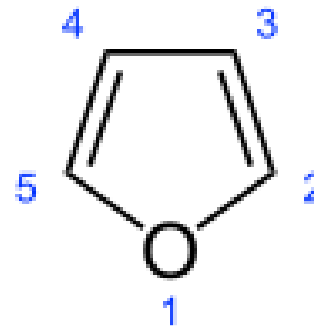
Monosaharidi

Ciklični oblici i mutarotacija

- **Dubranfo** (Dubrunfaut): kod svježe pripremljenog rastvora glukoze dolazi do promjene ugla skretanja polarizovane svjetlosti
- **Lori** (Lowry): mutarotacija (promjena ugla)
- **Hejvort** (Haworth): riješeno pitanje ciklične strukture monosaharida



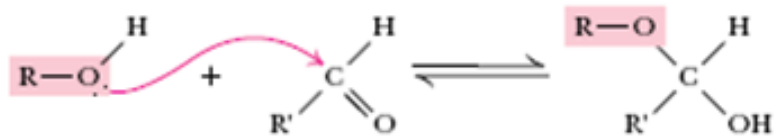
piran



furan

Monosaharidi

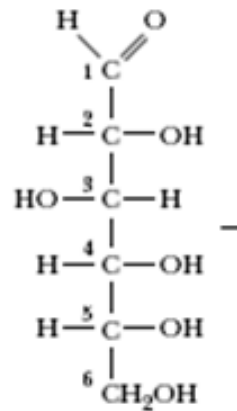
Ciklični oblici i mutarotacija



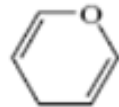
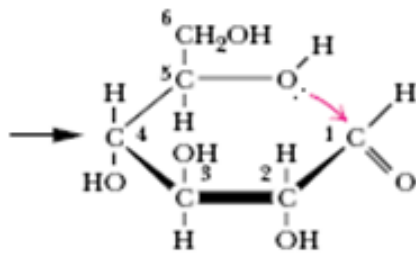
alkohol

aldehid

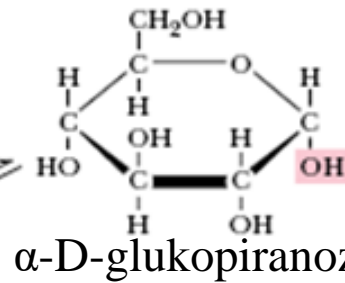
poluacetal



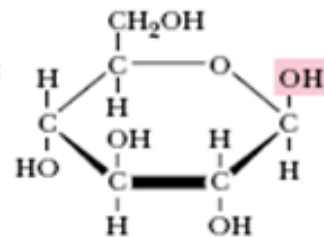
D-glukoza



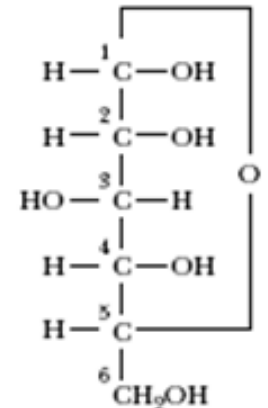
piran



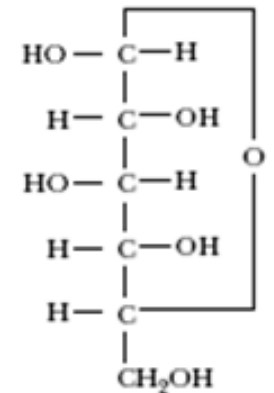
α -D-glukopiranoza



β -D-glukopiranoza



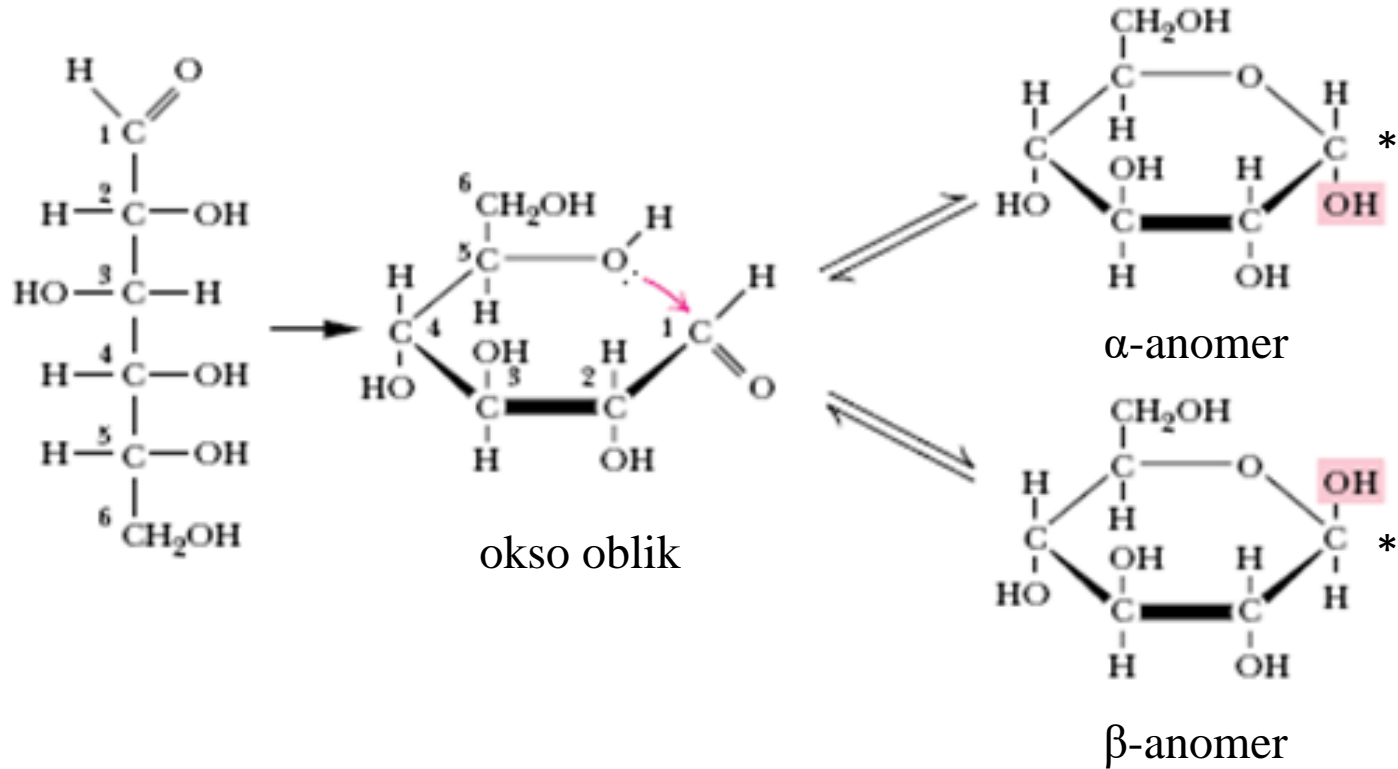
α -D-glukopiranoza



β -D-glukopiranoza

Monosaharidi

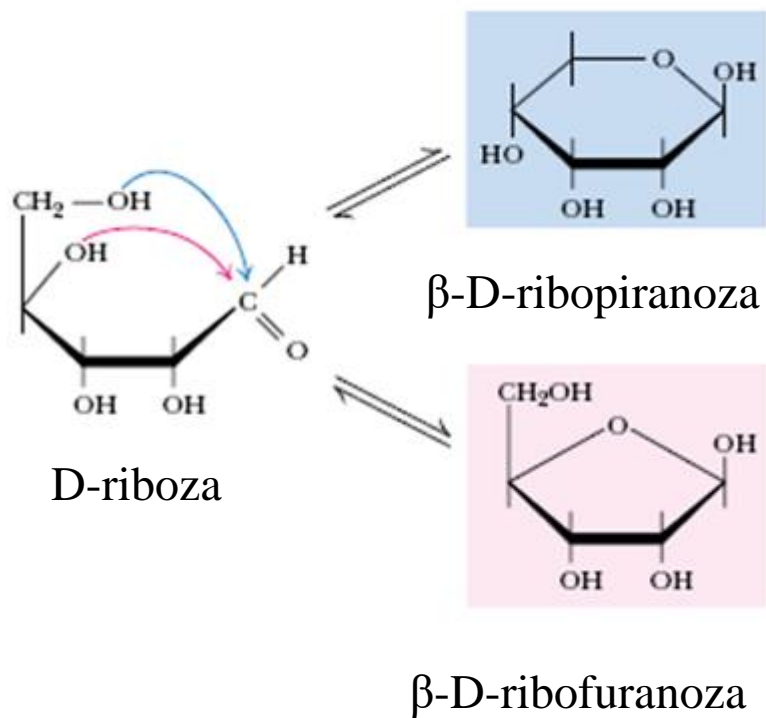
Ciklični oblici i mutarotacija



Novi
asimetrični
C atom

Monosaharidi

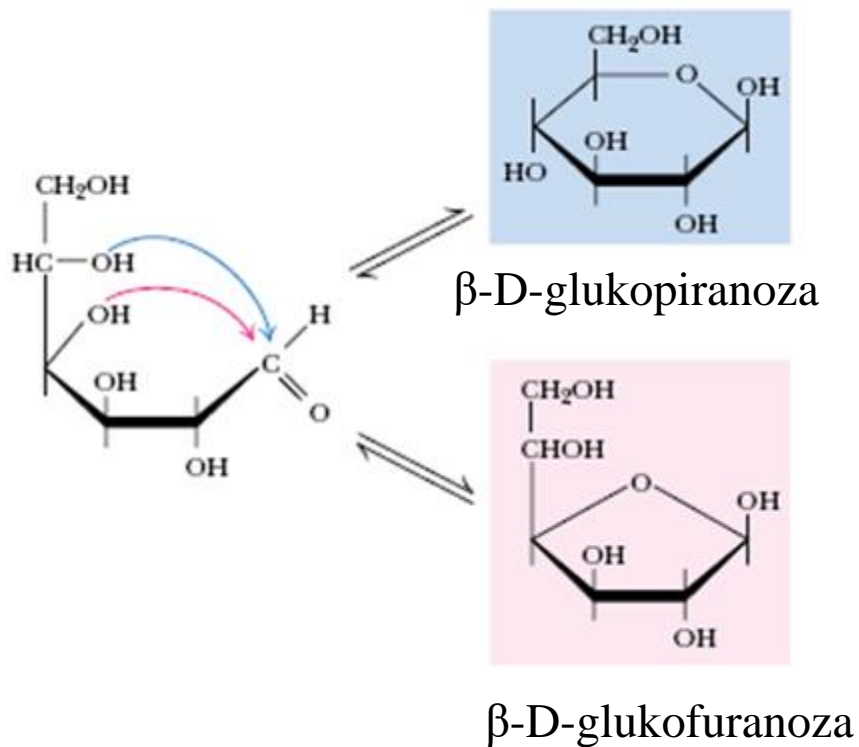
Ciklični oblici i mutarotacija



Gradenje poluacetala kod aldopentoza

Monosaharidi

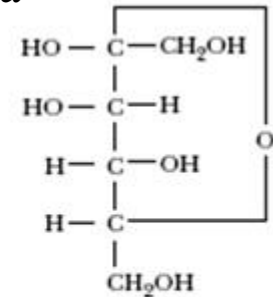
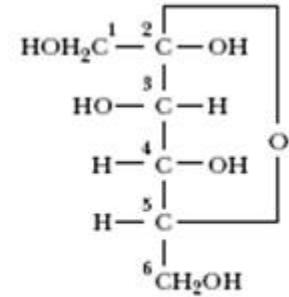
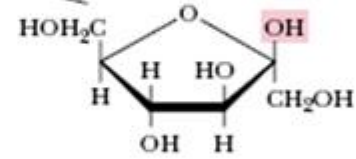
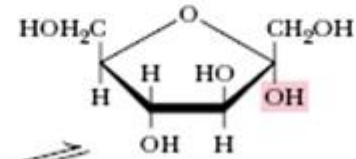
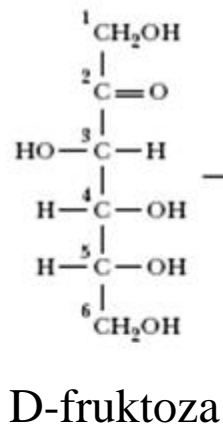
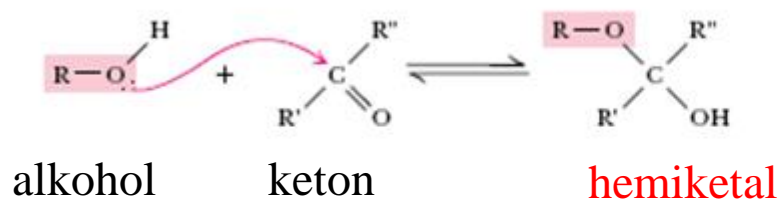
Ciklični oblici i mutarotacija



Gradenje poluacetala kod aldoheksoza

Monosaharidi

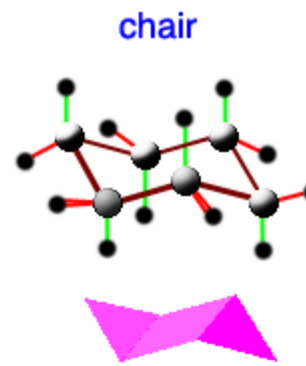
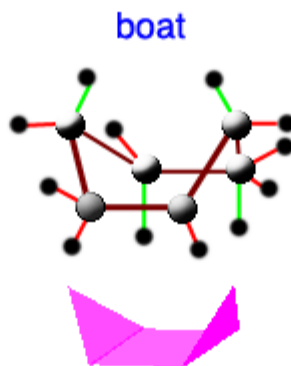
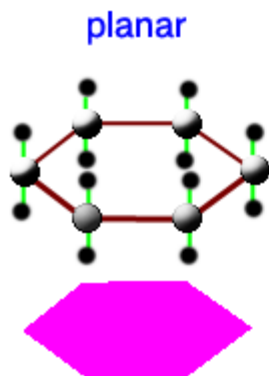
Ciklični oblici i mutarotacija



Gradenje poluketala

Monosaharidi Konformacija

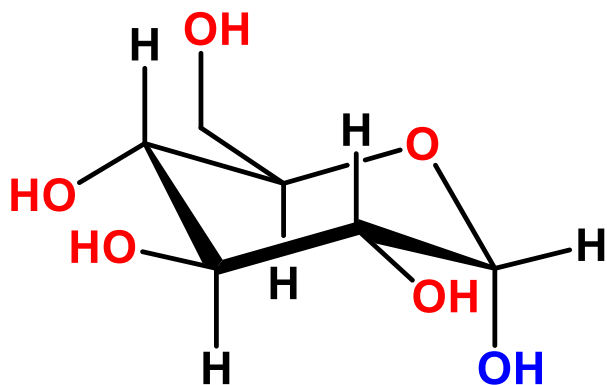
- Ciklični sistemi monosaharida u stvarnosti nijesu planarni.



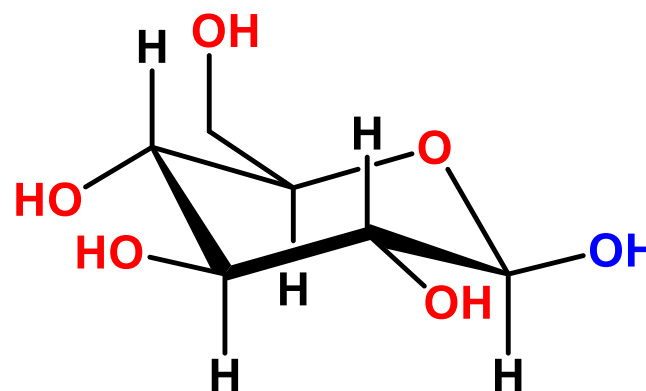
Monosaharidi

Konformacija

- Piranoze su cikloheksanoidni prstenovi, pa su oni najstabilniji u obliku stoličaste konformacije cikloheksana.



α -D-glukopiranoza

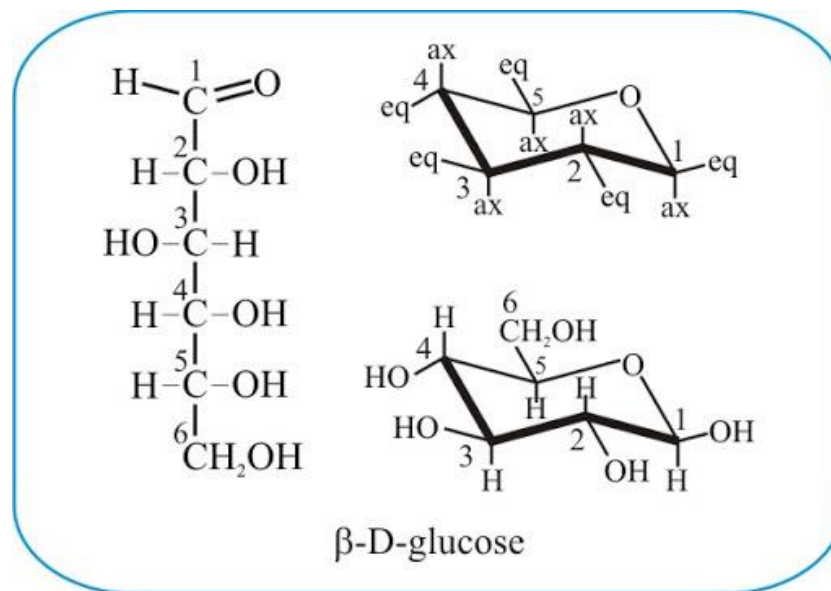
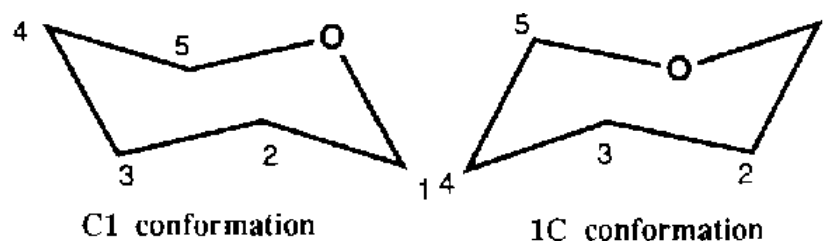


β -D-glukopiranoza

Monosaharidi

Konformacija

- Ciklični sistemi monosaharida u stvarnosti nijesu planarni





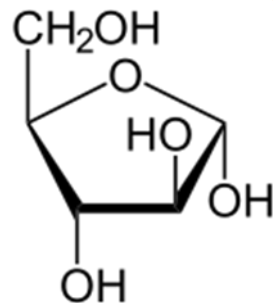
Važni predstavnici monosaharida

Arabinoza

Nalazi se u biljkama

Ima je u smoli trešnjinog drveta

Kao polisaharid u hemicelulozi, pektinu, zelenim algama

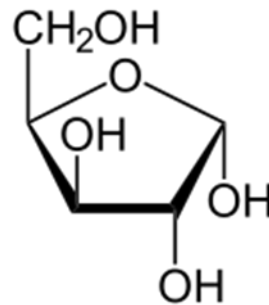


Ksilozaza

Nalazi se u hemicelulozi

Ima je u biljnim polisaharidima-ksilanima (u zrnu kukuruza, slami, sjeemenu žitarica

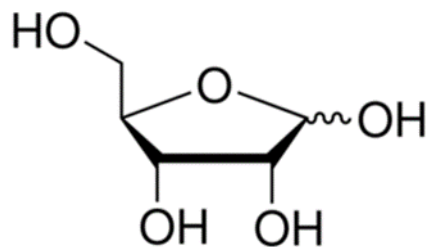
Humani je metabolit glukoze, nalazi se u urinu u slobodnom stanju, povećane koncentraciji izazivaju pentozonuriju,



Riboza

Konstituent ribonukleinskih kiselina

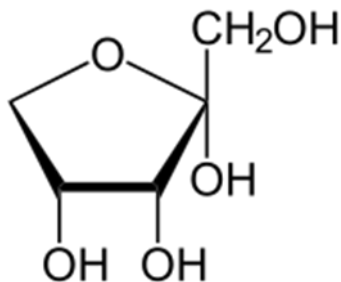
Ulazi u sastav vitamin B grupe



Ribuloza

Proizvod je biljaka, životinja i mikroorganizama

Nastaje kao 5' – monofosfat u šantu pentozomonofosfata u procesu fotosinteze



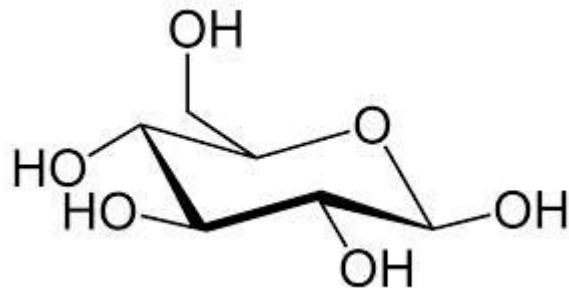
Glukoza

Naziva se još i dekstroza ili groždani šećer.

Ima je u voću, povrću, u krvi se nalazi kao slobodna (4,4 – 6,1 mmol/l)

Formira oligo i polisaharide (saharoza, laktoza, celuloza koji su biljnog porijekla).

Nezamjenljiv je energetski material.



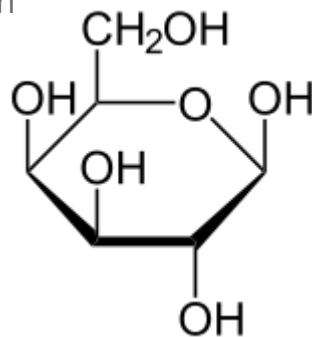
Galaktoza

Ima je u sluzi puževa, u biljkama u vidu laktoze i galaktana.

Kao rezervni energetska material u biljkama čuva se u biljnim smolama.

U vidu laktoze se nalazi u mlijeku.

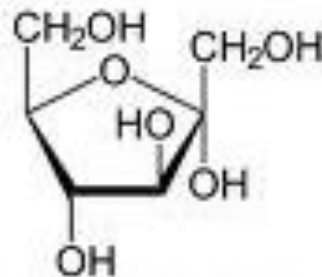
Konstituent je cerebrozida i ostalih glikolipida nervnog tkiva.



Fruktoza

Voćni šećer, najvažnija ketoza.

Nalazi se u medu, saharozi, polisaharidu inulinu, plodovima biljaka.

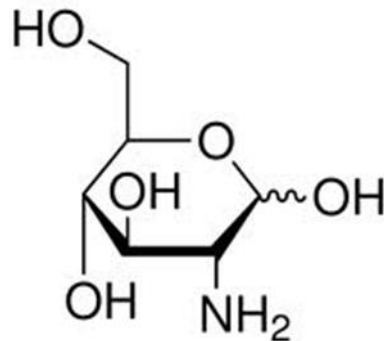


Glukozamin

U prirodi se nalazi kao N-acetil derivat.

Ulazi u sastav polisaharida hitozina i hitina koji se nalaze u ljušturama morskih rakova i insekata.

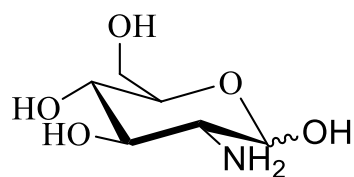
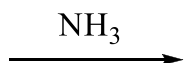
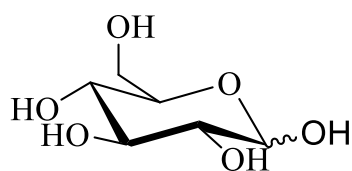
Koristi se kao suplement u ishrani



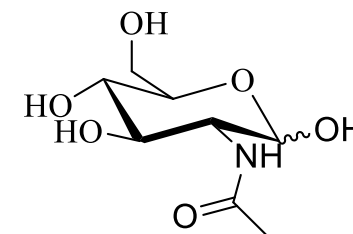
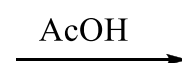
Monosaharidi

Reaktivnost

Acetilovanje



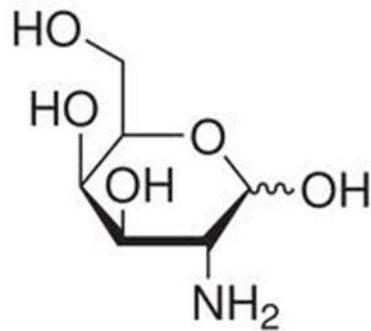
Glukozamin
2-amino-D-glukoza



N-acetilglukozamin

Galakozamin

Nalazi se u polisaharidima, glikolipidima i glikoproteinskim gormonima.





Monosaharidi Reaktivnost

Oksidacija

U potpunosti se razgradi skelet monosaharida

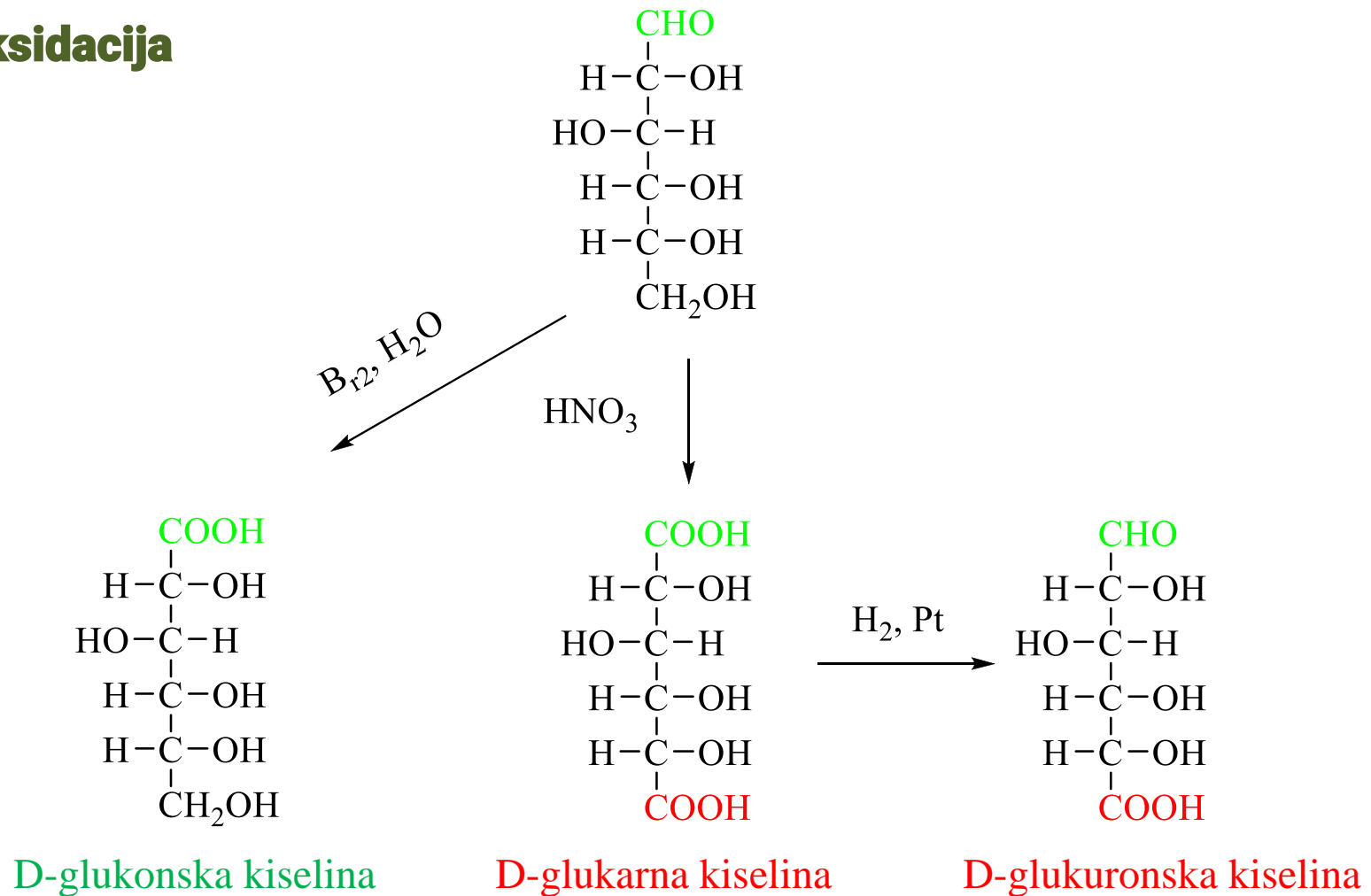
ili

ne dolazi do narušavanja skeleta

Monosaharidi

Reaktivnost

Oksidacija



Monosaharidi

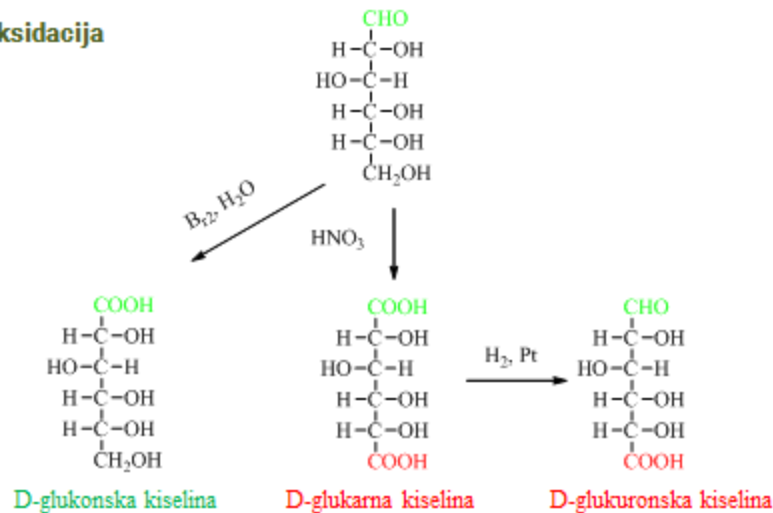
Reaktivnost

Oksidacija

Monosaharidi

Reaktivnost

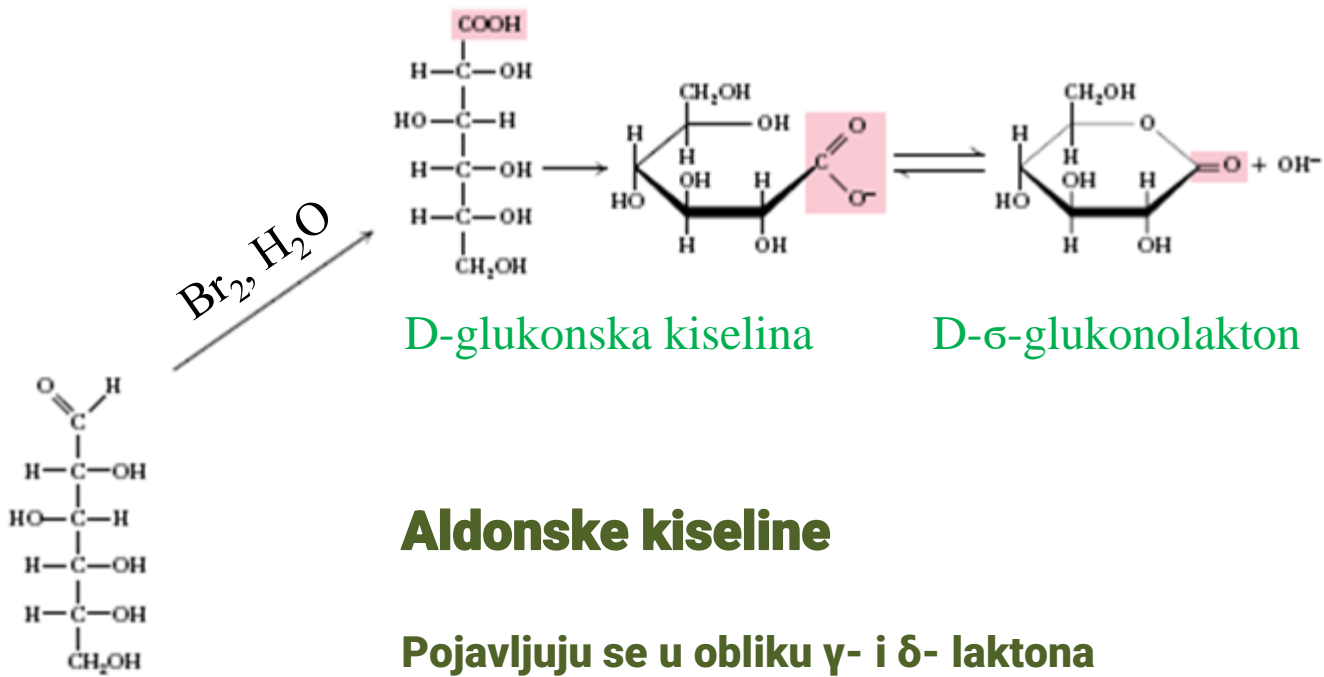
Oksidacija



Na isti način se ponašaju i ostale aldoze, **dok se kod ketoza oksiduje samo primarna alkoholna grupa** (nastaju uronske kiseline)

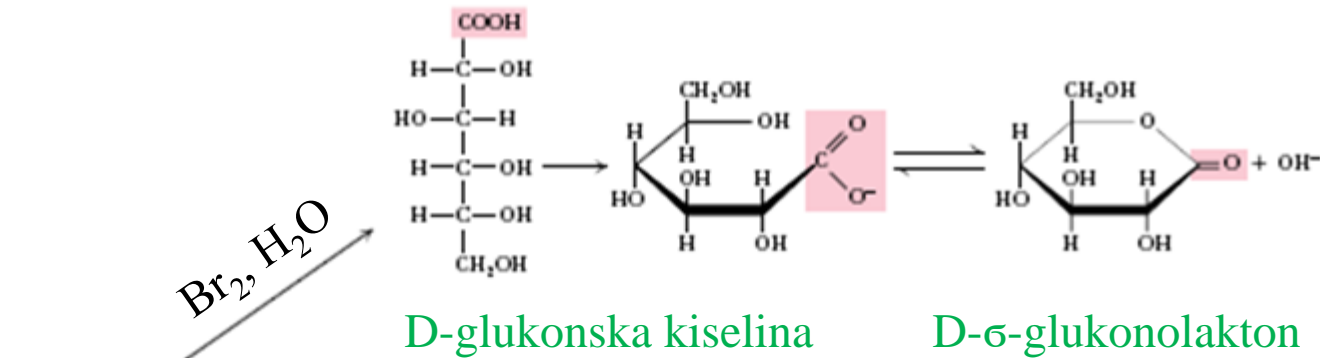
Monosaharidi Reaktivnost

Oksidacija



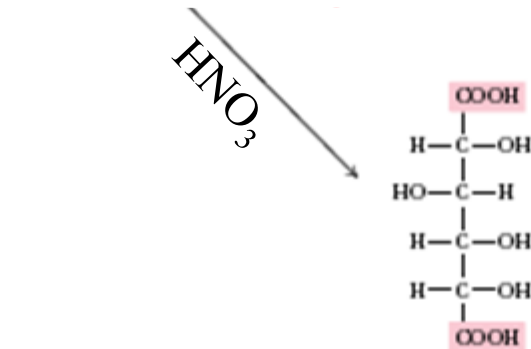
Monosaharidi Reaktivnost

Oksidacija



Šećerne kiseline (aldarne kiseline)

Prinos do 50%

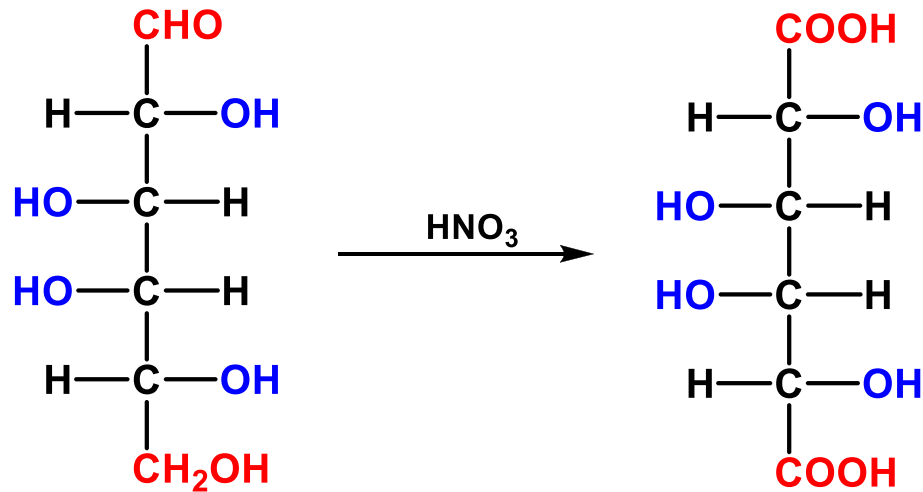


D-glukarna kiselina

Monosaharidi

Reaktivnost

- Oksidacijom galaktoze dobija se sluzna kiselina – sastojak pljuvačke. Zanimljivo, nerastvorna je u vodi!

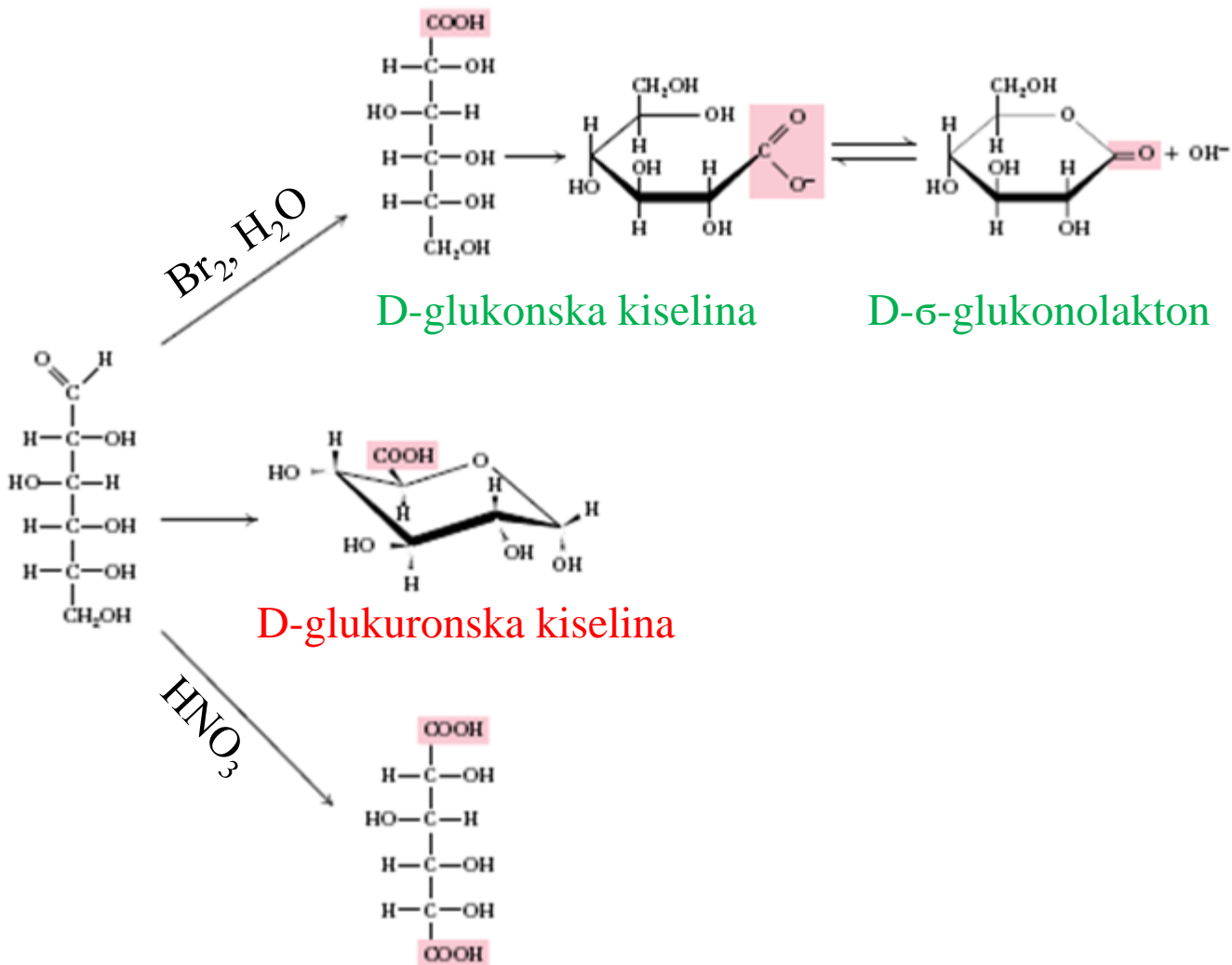


galaktoza

**GALAKTARNA (SLUZNA)
KISELINA**

Monosaharidi Reaktivnost

Oksidacija



D-glukonska kiselina

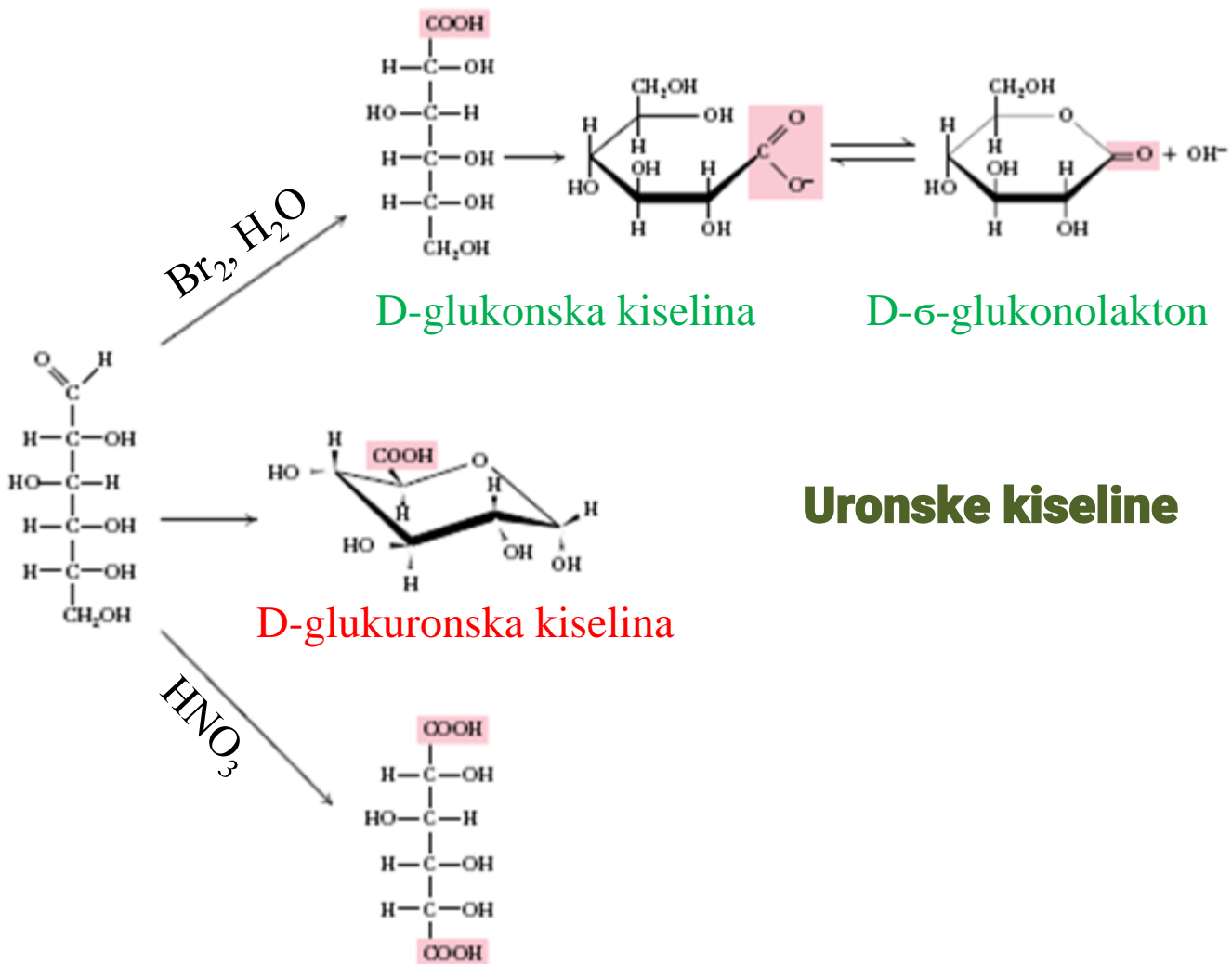
D- σ -glukonolakton

D-glukuronska kiselina

D-glukarna kiselina

Monosaharidi Reaktivnost

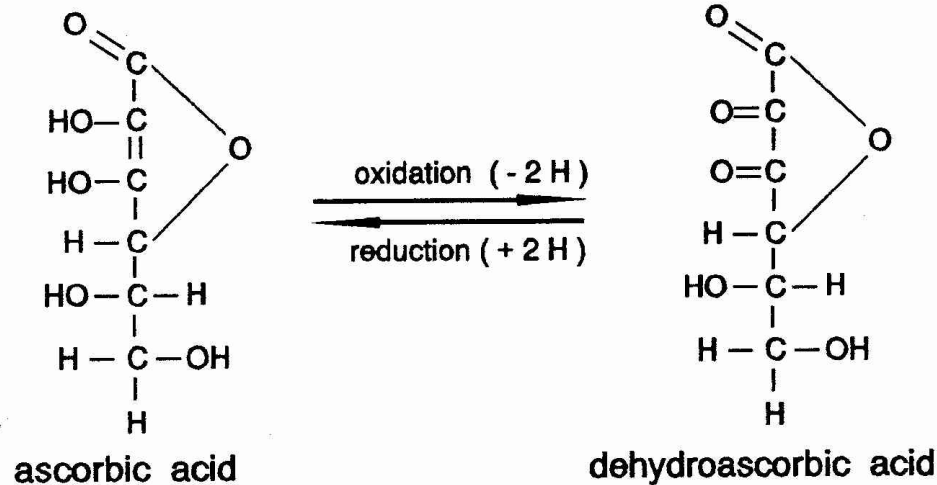
Oksidacija



Monosaharidi oksidacija

Uronske kiseline

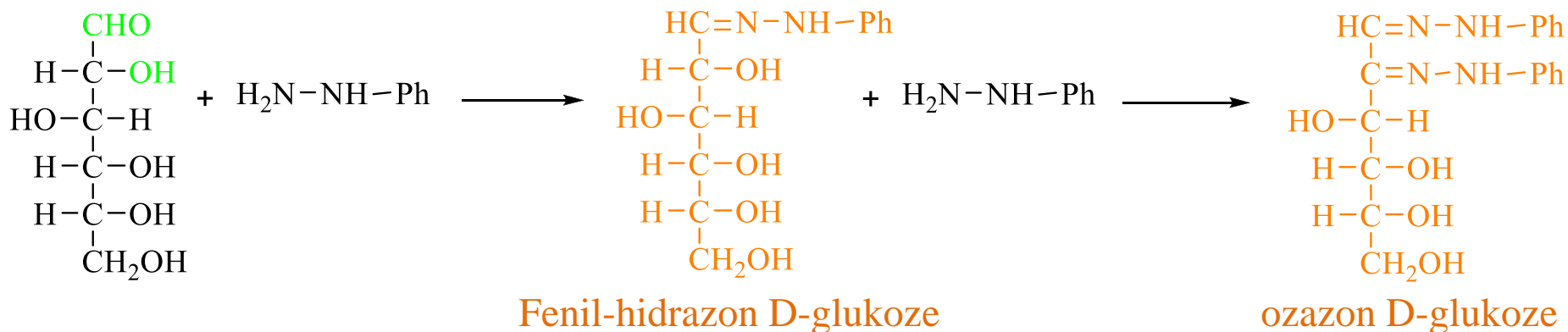
- alduronske, keturonske
- Preko mokraće se izlučuju iz organizma
- Glukuronska se susreće i u krvi u slobodnom stanju
- Lako grade glikozide: uklanjanje toksičnih materija iz organizma



Reaktivnost karbonilne grupe-kondezacija

- Najznačajnije reakcije sa : fenilhidrazinom, cijanovodoničnom kiselinom, oksidacija bromnom vodom....
- Fisher: reakcije sa fenilhidrazinom

Reaktivnost karbonilne grupe-kondezacija



Karakteristični kristali narandžaste boje.

Jedina reakcija kojom se talože šećeri, odnosno iz koje se mogu dobiti kristali.

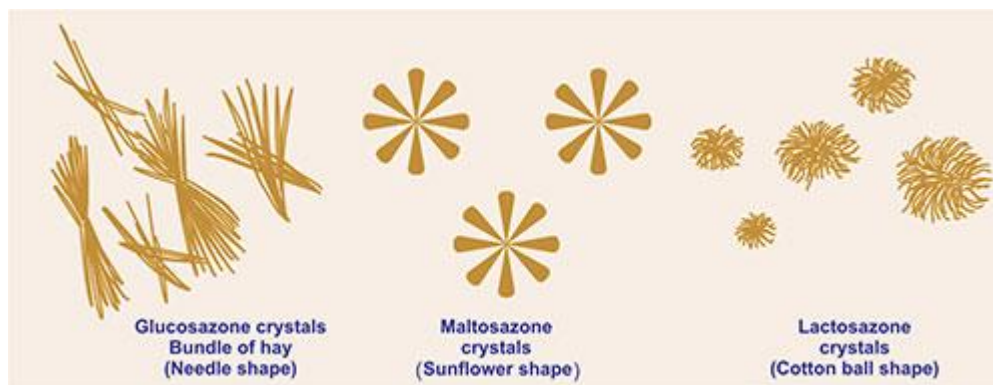
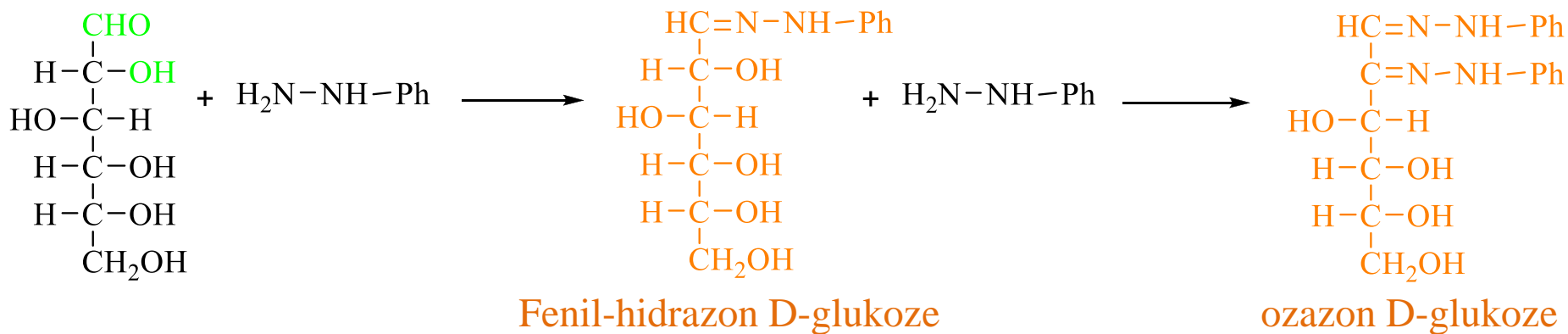
Svaki D-oblik šećera daje kristal određenog oblika.

Osazoni su bili prvi opšti čvrsti derivati koji su se koristili pri proučavanju structure šećera.

Monosaharidi

Reaktivnost

Reaktivnost karbonilne grupe-kondezacija

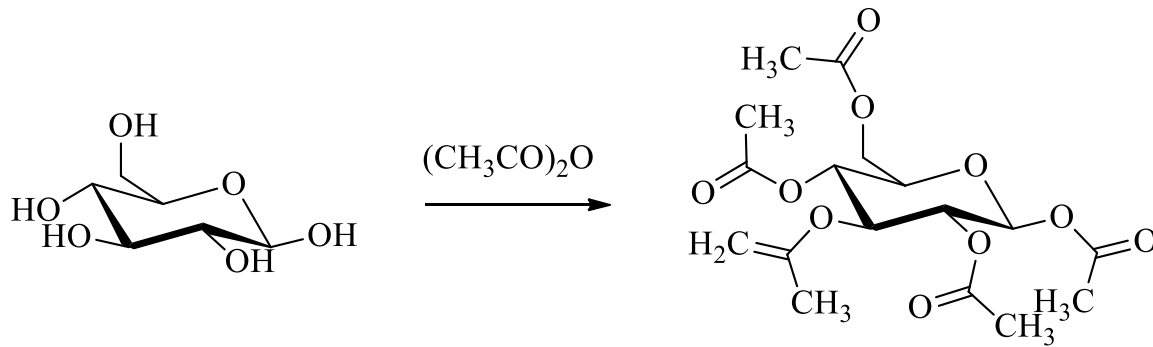


Reaktivnost alkoholnih grupa-esterifikacija

- Lakše se esterifikuju od običnih alkohola
- najvažniji estri : estri sa karboksilnim kiselinama (acetati i benzoati), estri sulfonskih kiselina, estri neorganskih kiselina

Reaktivnost alkoholnih grupa-esterifikacija

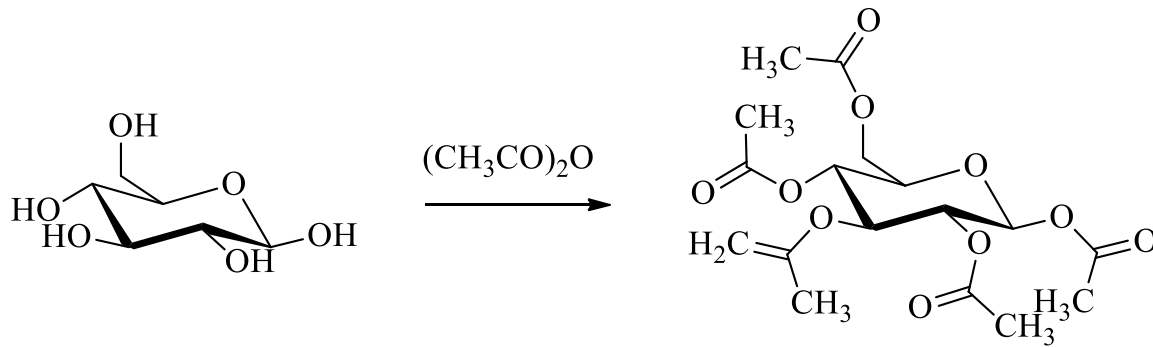
Acetati monosaharida



Pentaacetat glukoze

Reaktivnost alkoholnih grupa-esterifikacija

Acetati monosaharida

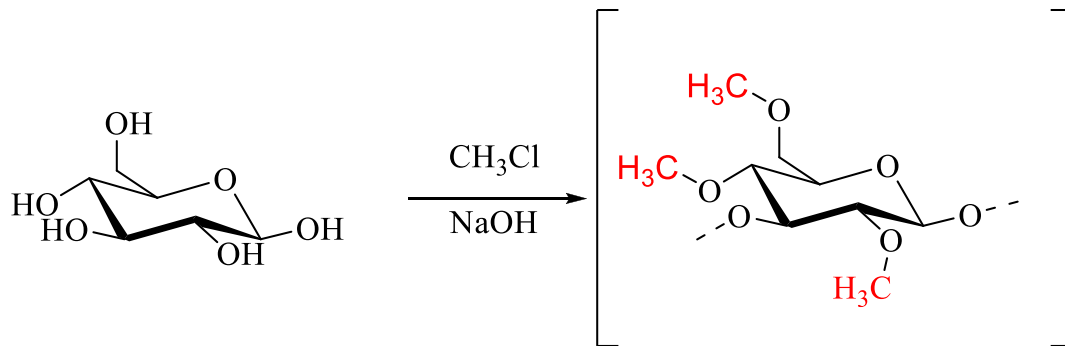


Pentaacetat glukoze

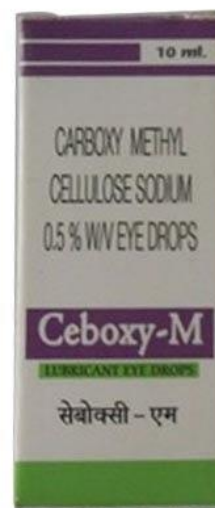
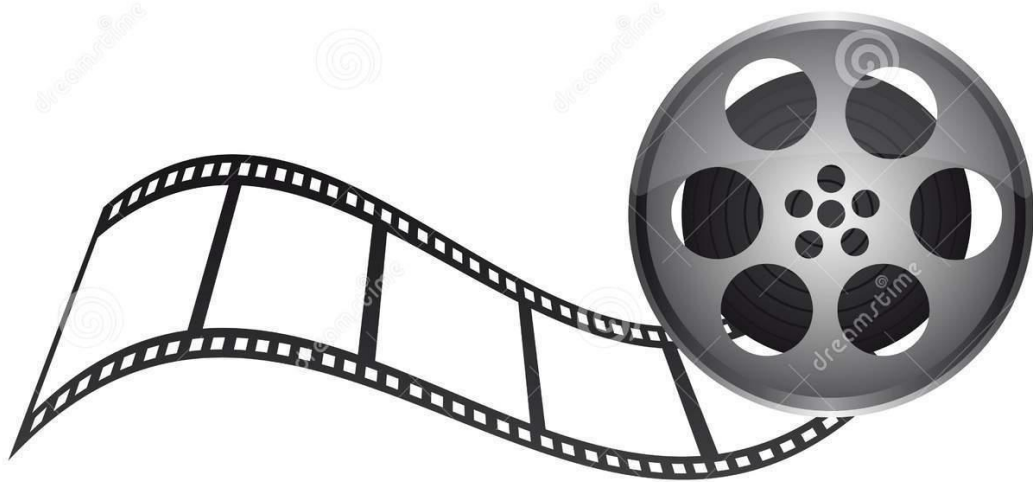
Monosaharidi

Reaktivnost

Totalna esterifikacija-metilceluloza



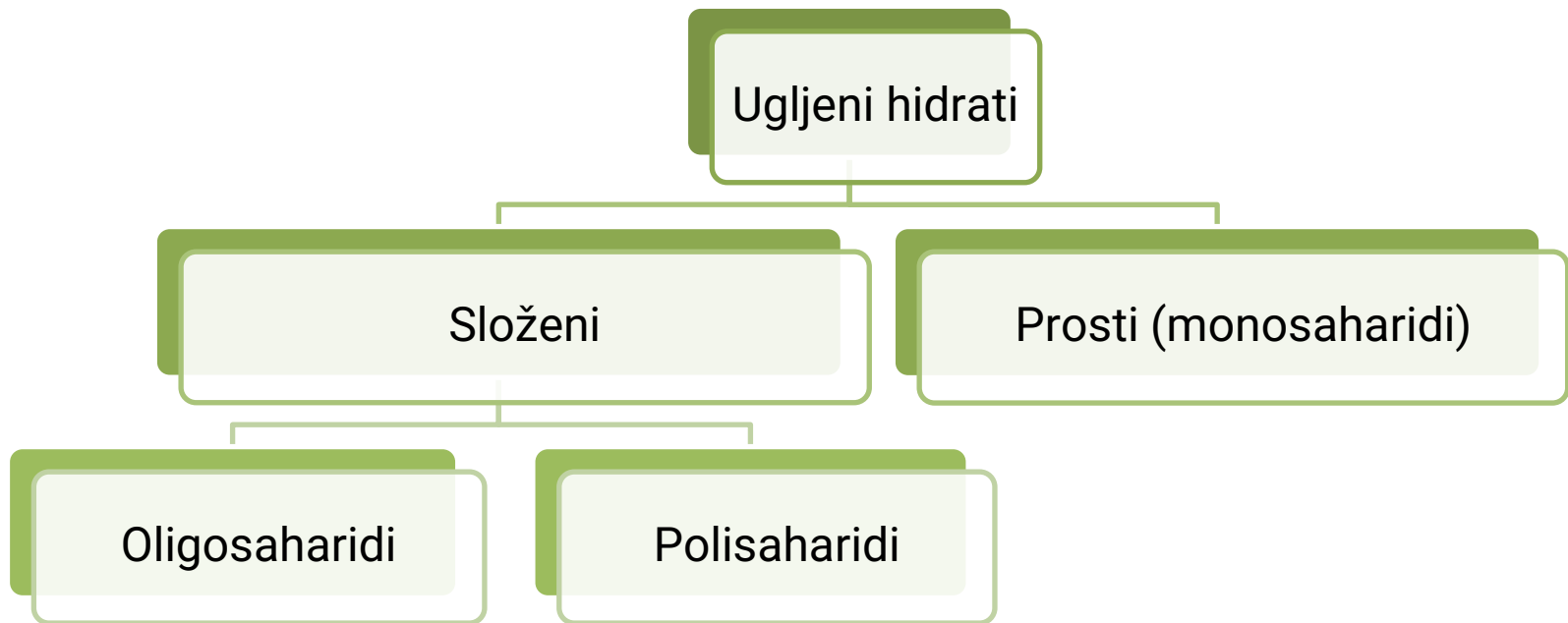
Fotografski film
Filmska traka
Emulgator u hrani i kozmetičkoj
industriji
Kapi za oči



UGLJENI HIDRATI

- hidrati ugljenika opšte formule $C_nH_{2n}O_n (C_n(H_2O)_n)$

- neki ugljeni hidrati $C_nH_{2m}O_m (C_n(H_2O)_m)$



Oligosaharidi

2-10 ostataka šećera

Biljnog i životinjskog porijekla

Čvrste ili sirupaste supstance, gradivni materijal

Rastvorni u vodi, nižim alkoholima ili sirćetnoj kiselini

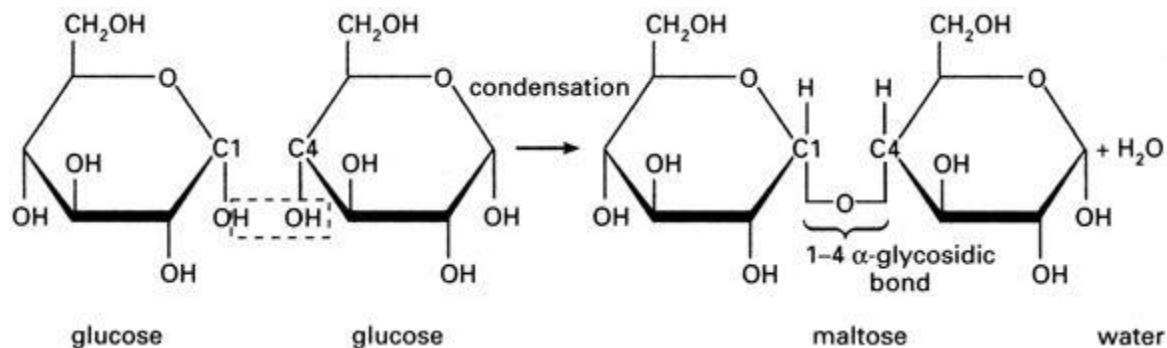
Hidrolizom u blago kiselim ili enzimskim uslovima daju monosaharide.



Složeni ugljeni hidrati

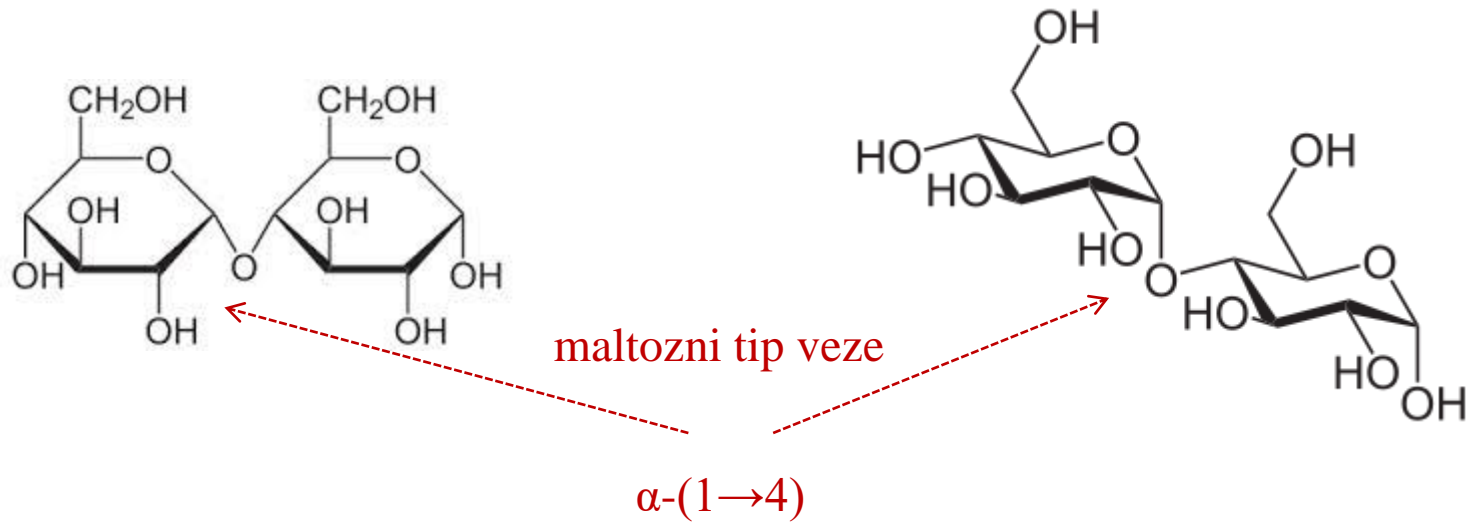
Način uspostavljanja veze

Glikozidna veza



Veza nastaje između hidroksilne grupe anomernog C atoma i bilo koje hidroksilne grupe drugog monosaharida.

Disaharidi



α -D-glukopiranozil (1→4) – α -D-glukopiranoza

Stereohemija
prve anomerne
hidroksilne
grupe

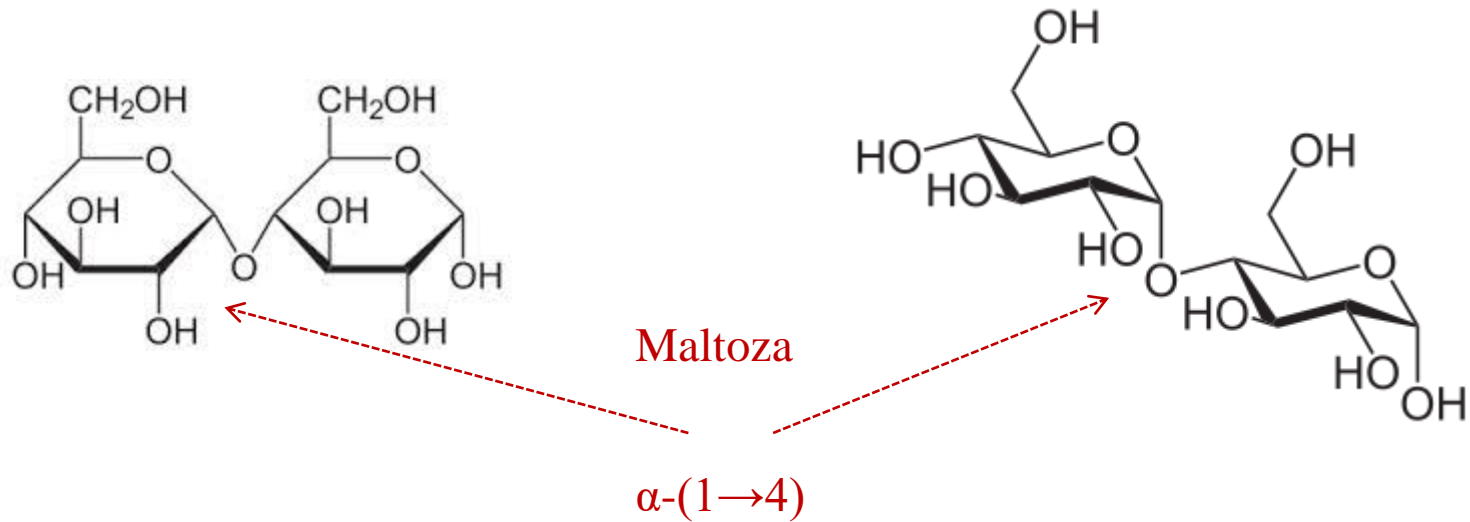
Stereohemija
šećera

Tip veze

Drugi šećer

4-O-(α -D-glukopiranozil)– α -D-glukopiranoza

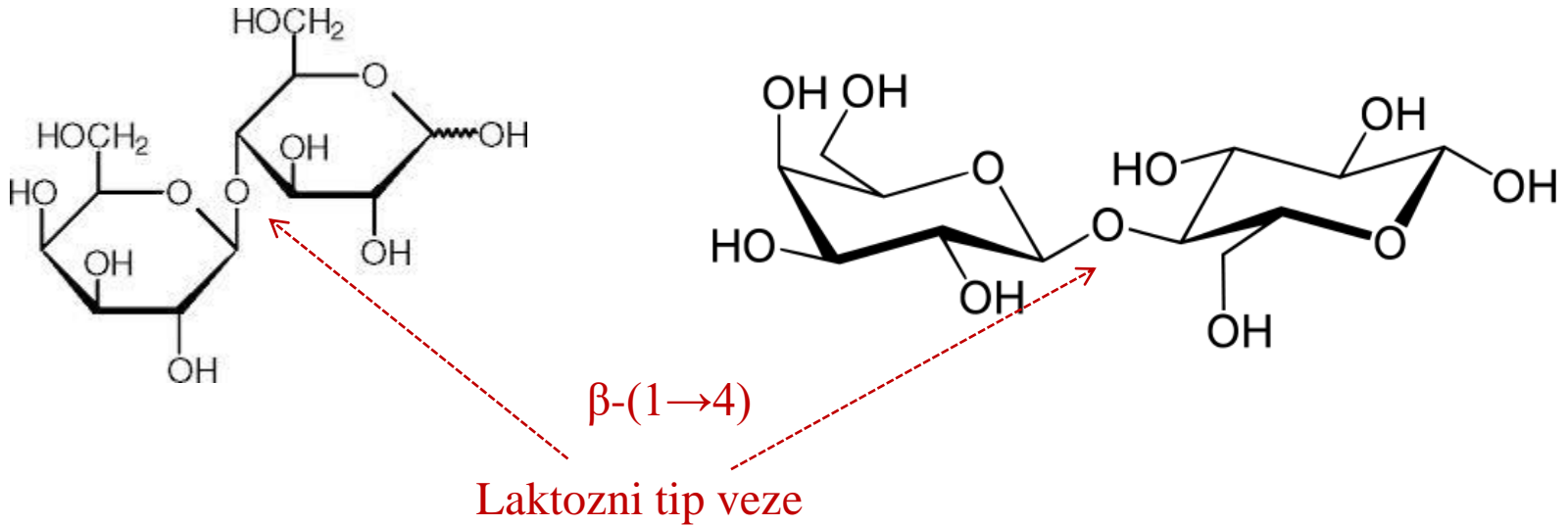
Oligosaharidi



Dobija se hidrolizom skroba i slada



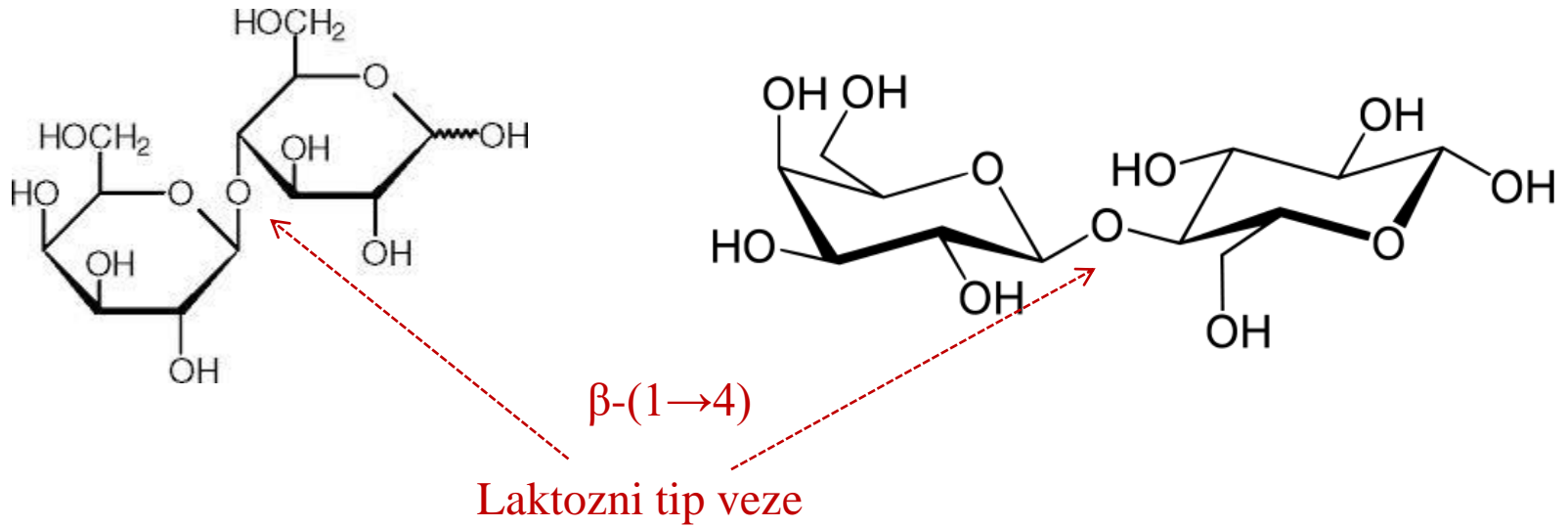
Oligosaharidi



β -D-galaktopiranozil(1 \rightarrow 4)– α -D-glukopiranoza
Laktoza

4-O-(β -D-galaktopiranozil)– α -D-glukopiranoza

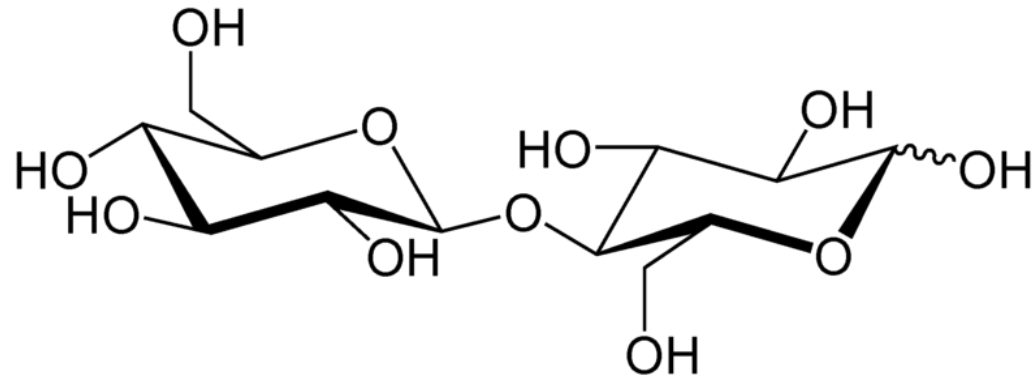
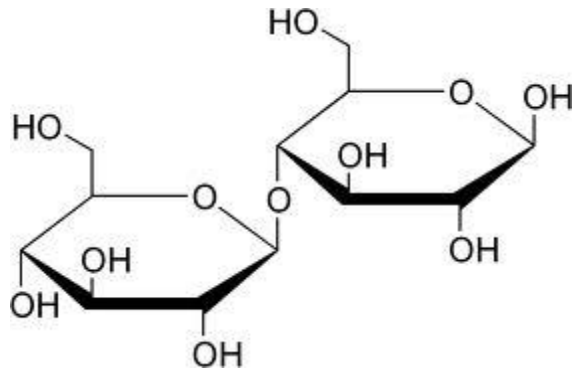
Oligosaharidi



Mliječni šećer, dobija se iz surutke

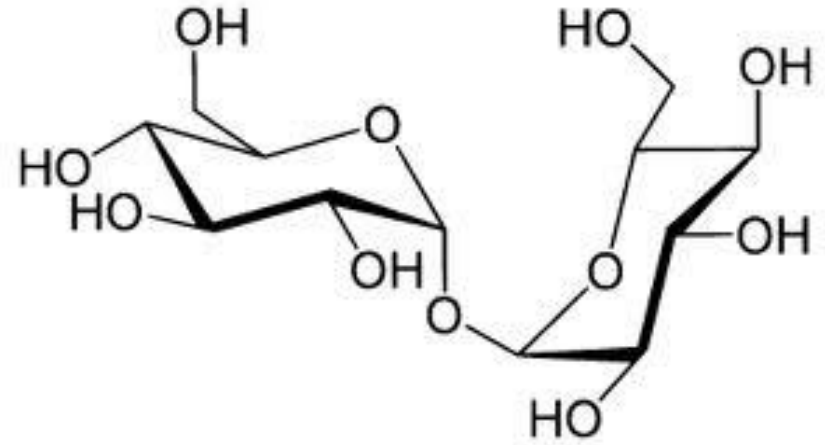
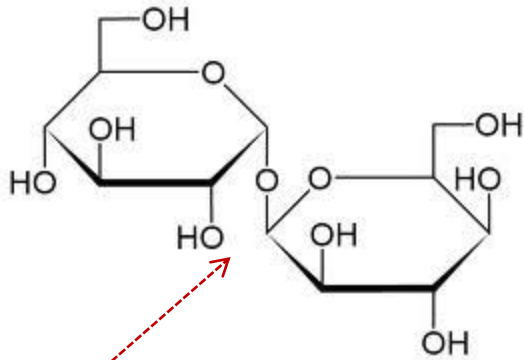


Oligosaharidi



β -D-glukopiranozil (1 \rightarrow 4) – α -D-glukopiranoza
Celbioza

Oligosaharidi



$\beta-(1 \rightarrow 1)$

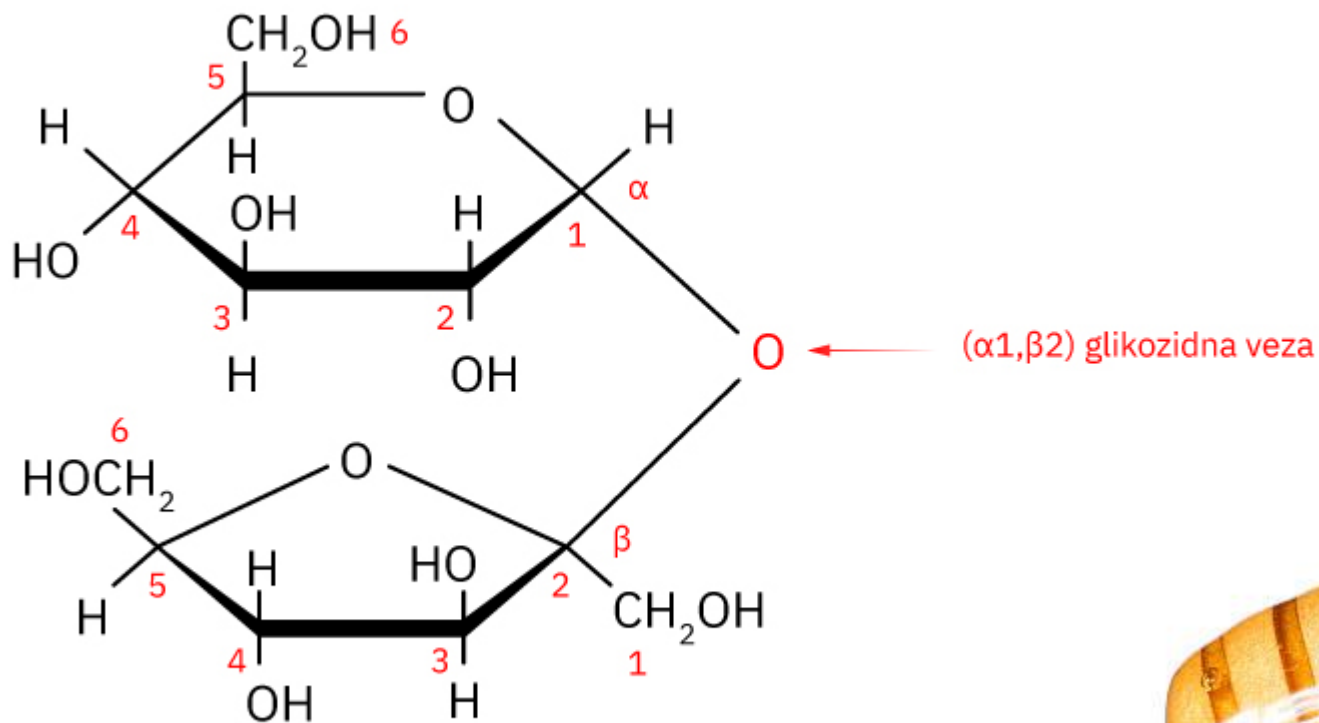
Trehalozni tip veze (međusobna reakcija poluacetalnih OH grupa)

β -D-glukopiranozil(1 \rightarrow 1) – α -D-glukopiranoza
Trehaloza

Ima je u gljivama, kvascu, limfi insekata



Oligosaharidi

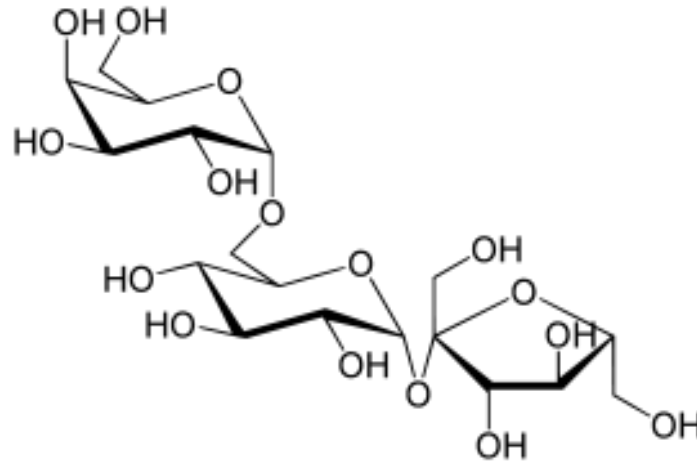


α -D-glukopiranozil (1 \rightarrow 2) – β -D-fruktofuranoza
Saharoza

Medni šećer



Oligosaharidi



α -D-galaktopiranozil(1→6) – α -D-glukopiranozil(1→1)- β -D-fruktofuranoza
Rafinoza

Izoluje se iz šećerne repe i melase



Polisaharidi

Više od 10 monosaharidnih jedinica

- Čvrste amorfne supstance
- Nemaju redukcijske osobine
- Rastvorljivost u vodi je različita
- Skrob je djelimično rastvoran
- Glikogen je rastvoran
- Celuloza je potpuno nerastvorna



Polisaharidi

Više od 10
monosaharidnih
jedinica

1. Homopolisaharidi
 - Skrob
 - Glikogen
 - Celuloza
 - Inulin
 - Hitin



Polisaharidi

Više od 10
monosaharidnih
jedinica

1. Heteropolisaharidi
 - Hemiceluloza
 - Pektinski uronidi
 - Mukopolisaharidi



Skrob

- Rezervni polisaharid biljnog porijekla
- Energetski materijal za klijanje i rast
- Nastaje u procesu fotosinteze i nagomilava se u korijenu, krtoli, sjemenu, stablu i plodu biljke
- Labo rastvoran u vodi, bubri
- Kuvanjem se gradi koloidni rastvor ond. skrobni lijepak
- Sastoji se od amiloze (25%) i amilopektina (75%)



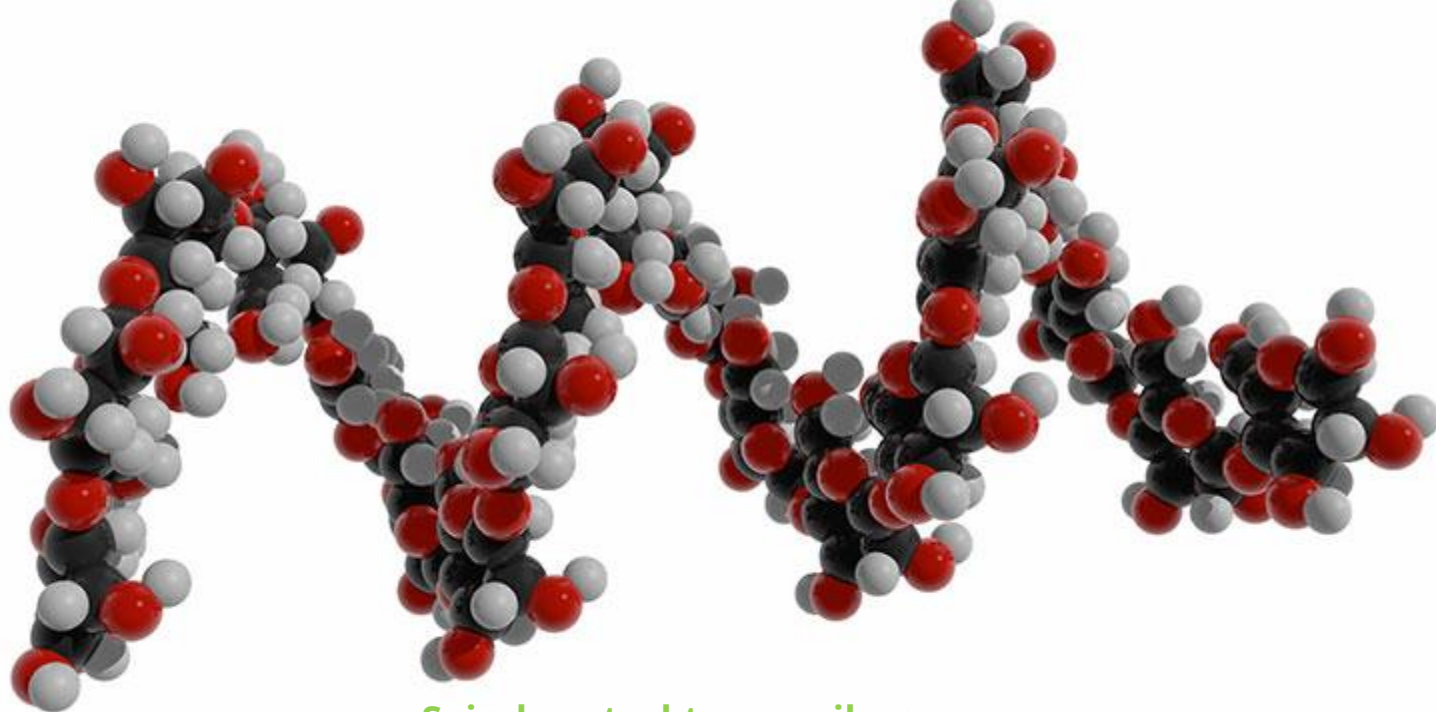
- Molekulska formula $(C_6H_{10}O_5)_n$.
- To je čvrsta bijela supstanca koja se u hladnoj vodi ne rastvara, a u vrućoj vodi bubri.
- Skrob je smjesa dvaju različitih polimera, amiloze i amilopektina.
- U ukupnoj količini skroba amiloze ima od 15-25 %. Ona sudjeluje u izgradnji unutrašnjeg dijela, a amilopektin u izgradnji opne pojedinačnog zrna skroba.



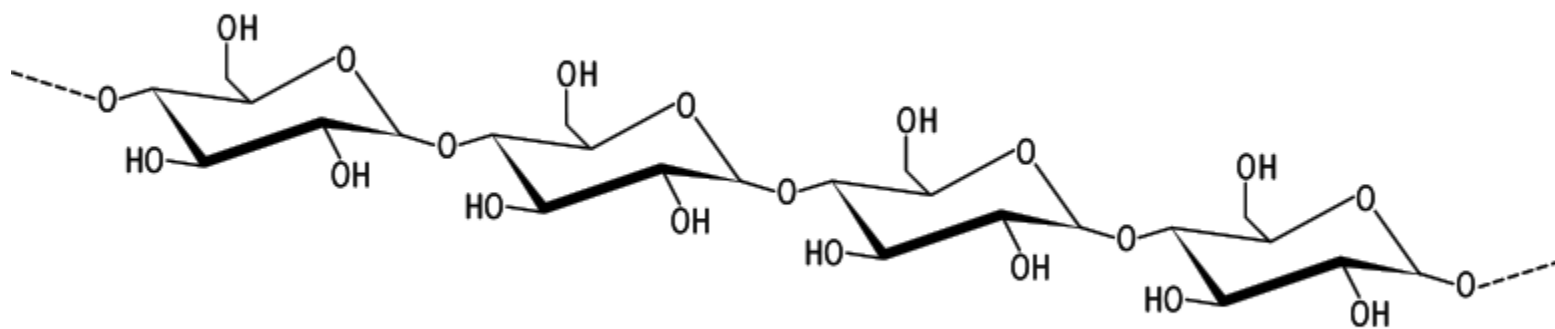
- Molekulska formula $(C_6H_{10}O_5)_n$.
- To je čvrsta bijela supstanca koja se u hladnoj vodi ne rastvara, a u vrućoj vodi bubri.
- Skrob je smjesa dvaju različitih polimera, amiloze i amilopektina.
- U ukupnoj količini skroba amiloze ima od 15-25 %. Ona sudjeluje u izgradnji unutrašnjeg dijela, a amilopektin u izgradnji opne pojedinačnog zrna skroba.



Spiralna struktura amiloze

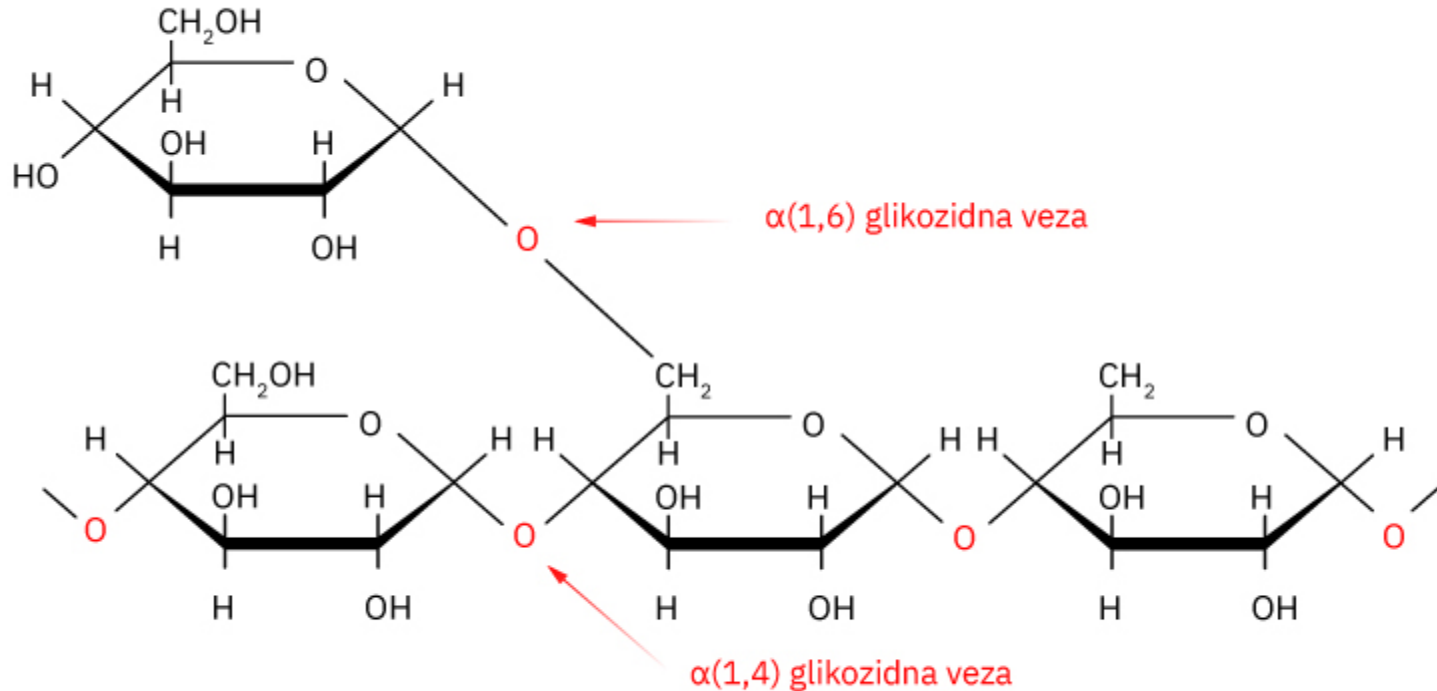


Spiralna struktura amiloze

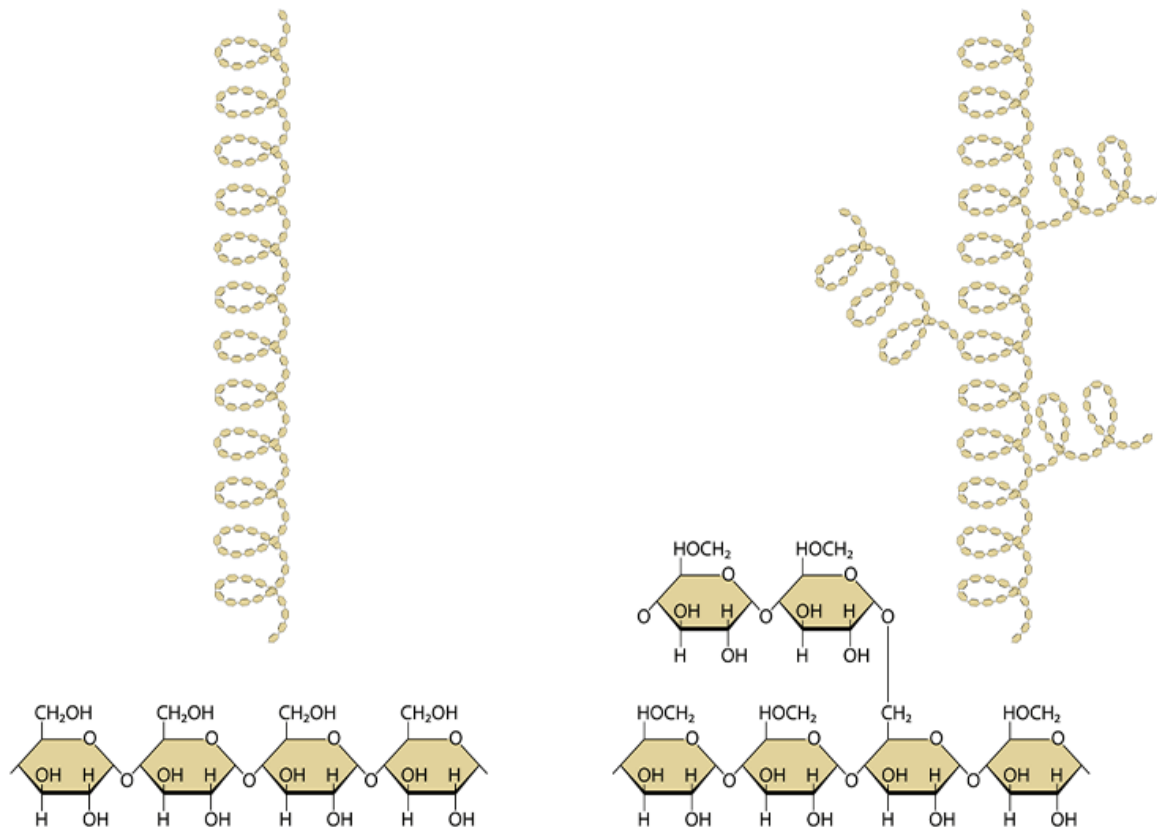


U amilozi su glukoze jedinice povezane $\alpha(1,4)$ -glikozidnom vezom

Amilopektin koji čini gotovo četiri petine skroba, od amiloze se razlikuje razgranatom strukturom.



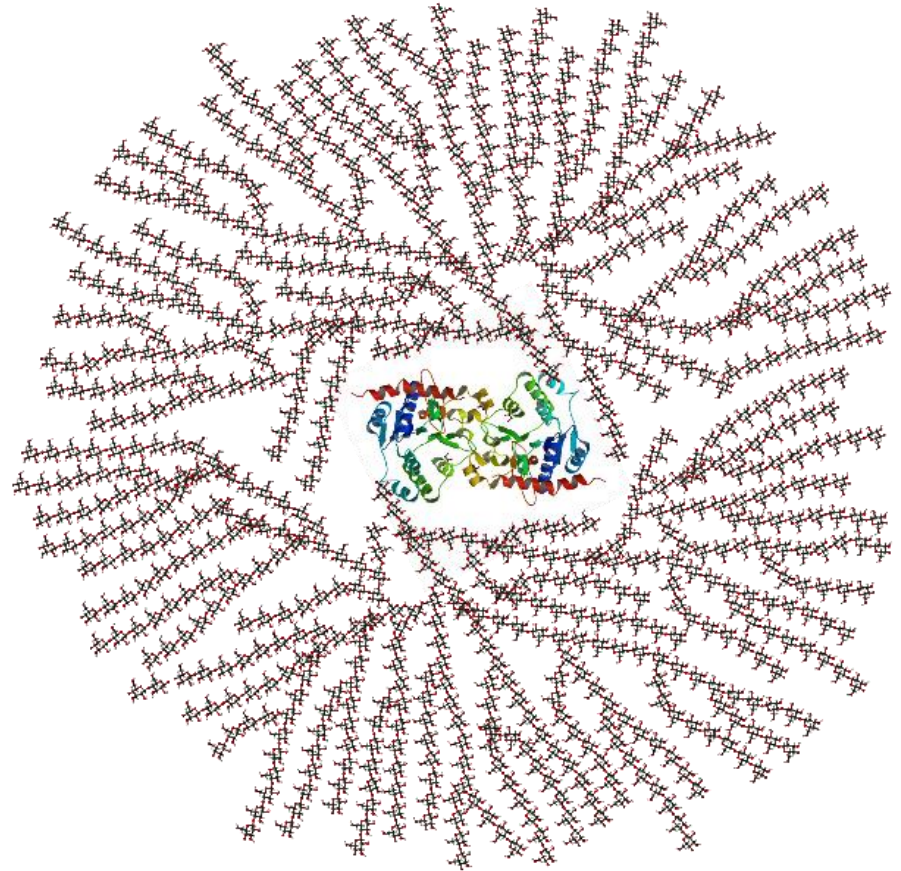
U amilopektinu su glukoze jedinice povezane $\alpha(1,4)$ -glikozidnom vezom čineći lance koji su međusobno povezani $\alpha(1,6)$ -glikozidnom vezom.



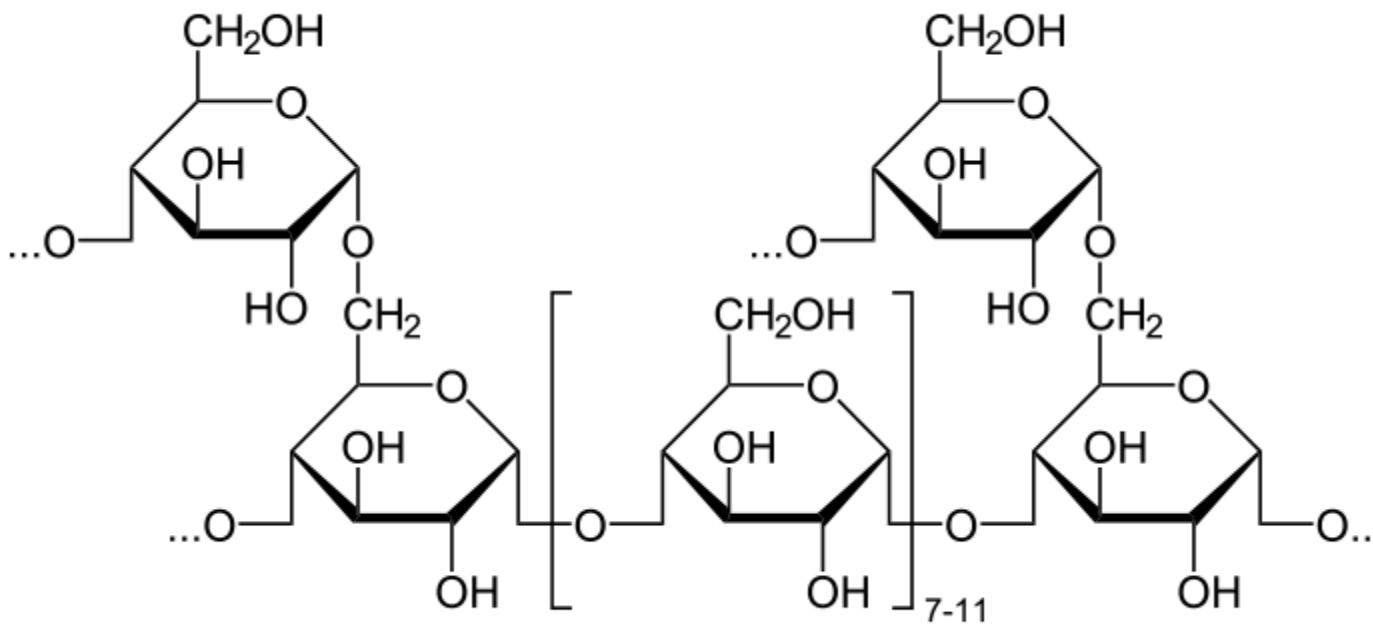
Razlike u strukturi amiloze i amilopektina

Glikogen

- Životinjski analog skrobu
- Ostaci D-Glc povezani $\alpha(1\rightarrow4)$ i $\alpha(1\rightarrow6)$ glikozidnim vezama
- $\alpha(1\rightarrow6)$ se gradi na svakih 8 do 12 jedinica
- U ćeliji se biosintetiše u procesu koji se naziva glukoneogeneza a hidrolizuje u procesu glikogenolize
- Hidrolizom nastaje D-Glc

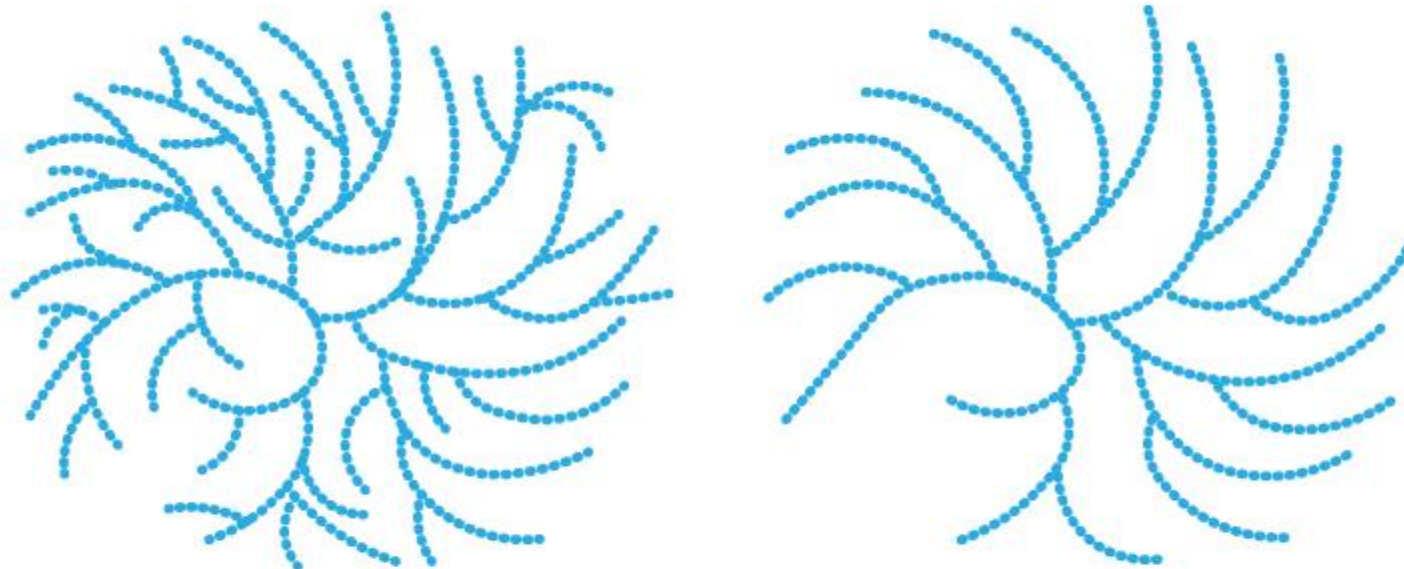


Homopolisaharidi



Dio strukture glikogena

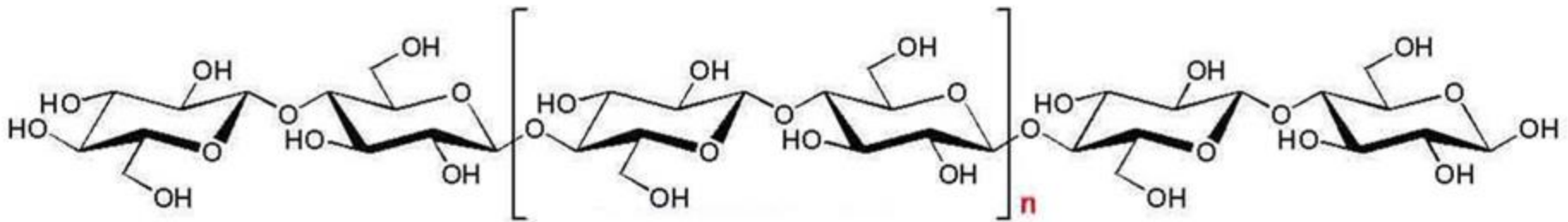
Homopolisaharidi



Razlike u strukturi glikogena i amilopektina

Celuloza

- Najrasporstranjeniji polisaharid u prirodi
- Osnovni gradivni materijal ćelijskog omotača biljke
- Najlakše se dobija iz pamuka
- Sadrži 500 do 10000 ostataka D-Glc povezanih $\beta(1\rightarrow4)$ glikozidnom vezom
- Linearni nizovi (fibrili) se međusobno umnožavaju vodoničnim vezama do mikrofibrila





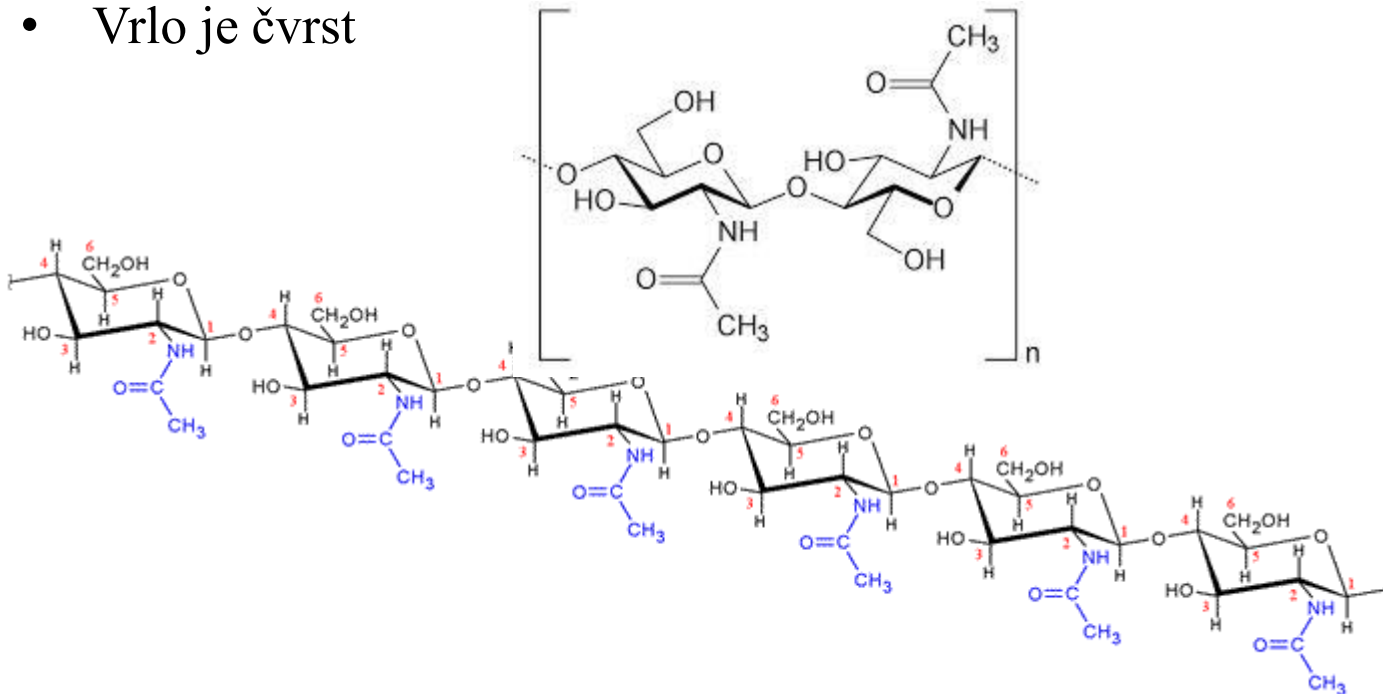
Seminarski rad

Hemijska prerada celuloze (estri celuloze, etri celuloze, viskoza)



Hitin

- Polisaharid koji se sastoji od 2000 ostataka *N*-Ac-glukoamina povezanih $\beta(1\rightarrow4)$ glikozidnom vezom
- Nalazi se u oklopu insekata, rakova, školjki
- Vrlo je čvrst



Poliuronidi

- Polimeri uronskih kiselina povezani $\alpha(1 \rightarrow 4)$ glikozidnom vezom
- Ima ih u limunu, pomorandži, ribizli i šećernoj repi
- Koriste se u prehrambenoj, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji



Hemiceluloze

- Pratioci celuloze, nalaze se u ćelijskim zidovima biljaka
- Služe i kao energetski materijal pri klijanju sjemena
- rastvorni u alkalnim rastvorima usled priustva uronskih kiselina
- Kiselom hidrolizom daju ksilozu, arabinozu, galaktozu, manozu i uronske kiseline
- Hemiceluloze sa prostim šećerima
 - Ksilani
 - Arabani
 - manani
 - Galaktani
- Složene hemiceluloze (šećer + uronske kiseline)

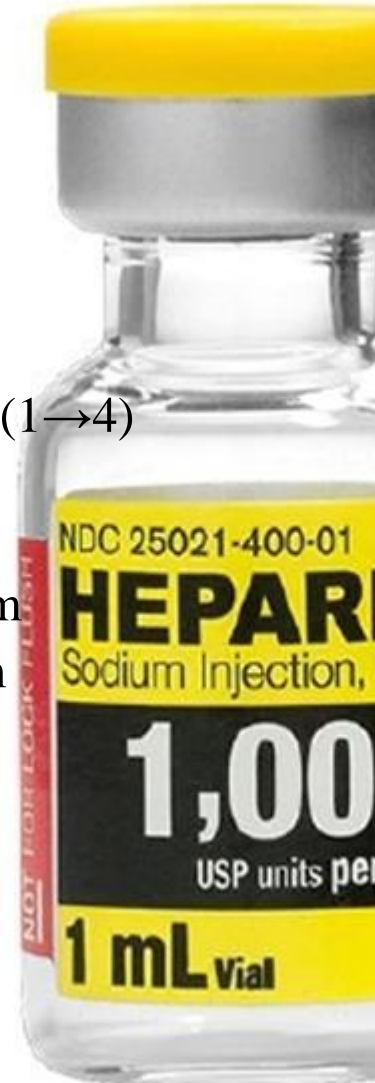
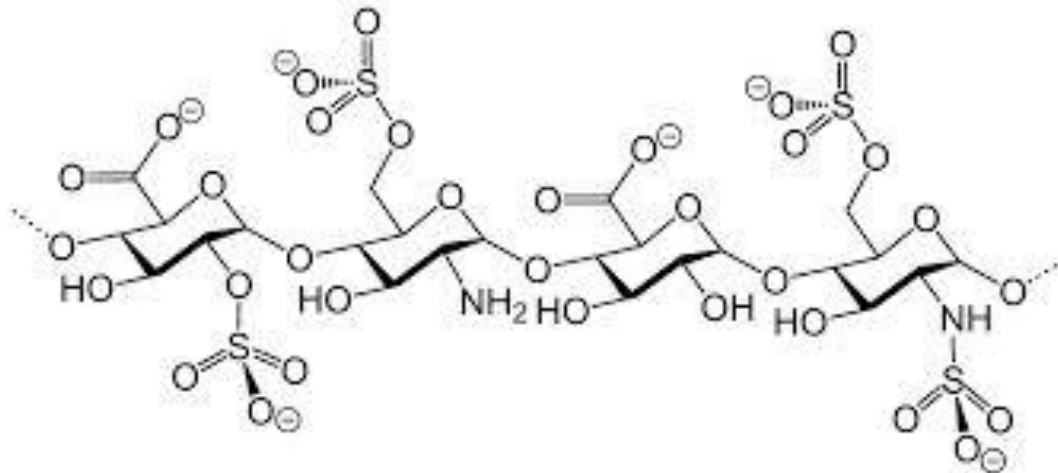
Heteropolisaharidi

Mukopolisaharidi

- To su polisaharid-proteini gdje šećeri predstavljaju prostetičnu grupu
 - Heparin
 - Hijaluronska kiselina
 - Hondroitin-sulfat
 - Dermatin-sulfat
 - Glikoproteini krvne plazme
 - Glikoproteini krvnih grupa

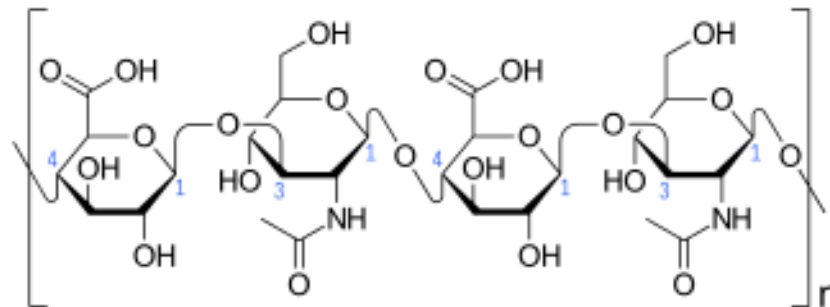
Heparin

- Životinjski polisaharid
- Ima ga u jetri, slezini, plućima, štitnoj žlijezdi
- **U medicini se koristi kao antikoagulant**
- Sastoji se od D-glukozamina i D-glukuronske kiseline povezanih $\alpha(1\rightarrow4)$ glikozidnom vezom
- 50 disaharidnih jedinica
- Položaj C-2 glukuronske kiseline supstituisan sumpornom kiselinom
- Položaji C-2 i C-6 glukozamina supstituisani sumpornom kiselinom



Hijaluronska kiselina

- Nalazi se u vezivnom tkivu, hrskavici, staklastom tijelu oka ...
- Polimer je disaharida koji se sastoji od D-glukuronske kiseline i *N*-Ac-glukozamina međusobno povezanih $\beta(1\rightarrow3)$ i $\beta(1\rightarrow4)$ glukozidnom vezom
- Koristi se u kozmetičkoj industriji



Hijaluronska kiselina

- Nalazi se u vezivnom tkivu, hrskavici, staklastom tijelu oka ...
- Polimer je disaharida koji se sastoji od D-glukuronske kiseline i *N*-Ac-glukozamina međusobno povezanih $\beta(1\rightarrow3)$ i $\beta(1\rightarrow4)$ glukozidnom vezom
- Koristi se u kozmetičkoj industriji



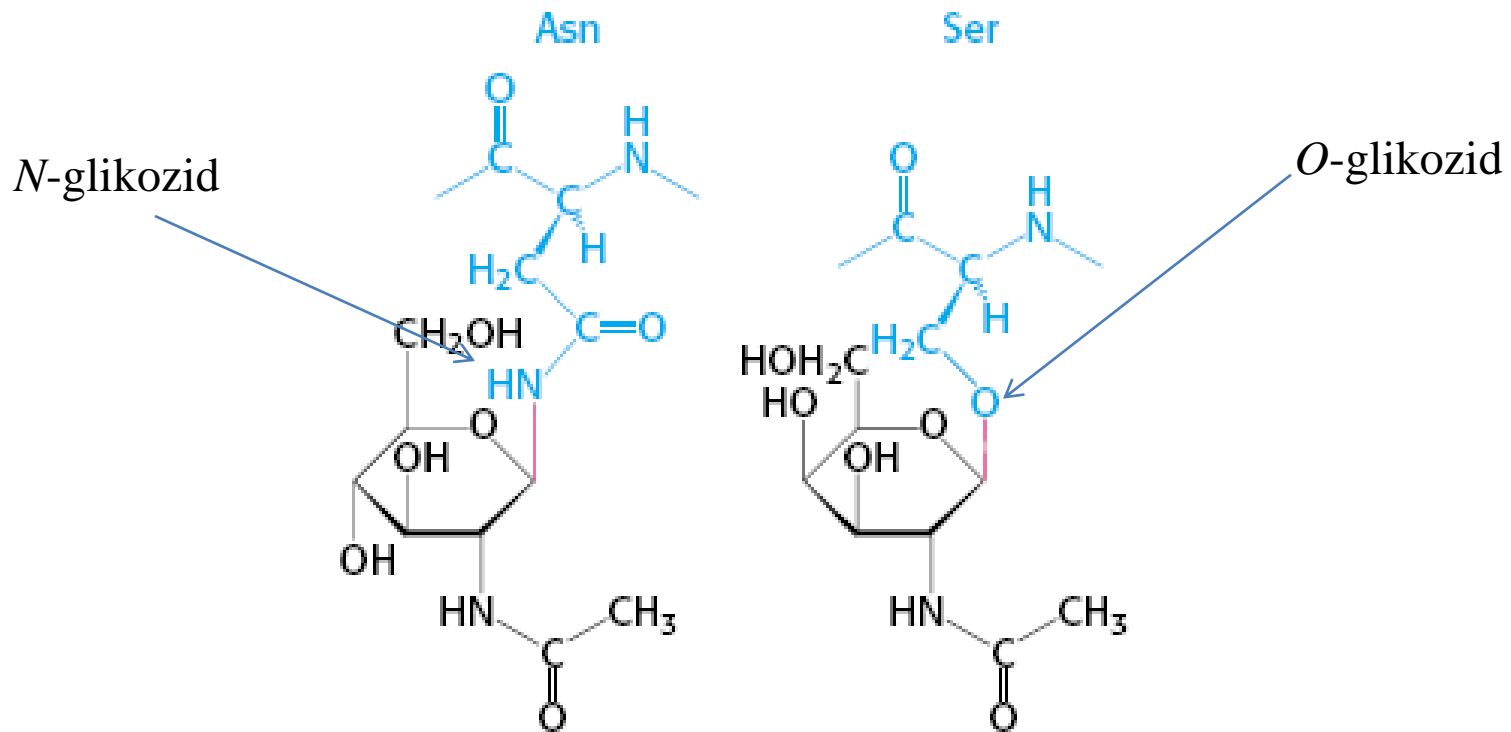
Seminarski rad

Kako hijaluronska kiselina za lice briše bore?



Glikoproteini i imunoglobulini

- Složeni proteini kod kojih je prostetična grupa šećerna komponenta
- Šećer može biti vezan u vidu *N*- i *O*-glikozida



Heteropolisaharidi

- U eritrocitima u vidu antitijela kojim se određuju pojedine krvne grupe

