

UGLJENI HIDRATI

Šta su ugljeni hidrati?

- Opšta formula ugljenih hidrata je $C_n(H_2O)_n$
- Ugljeni hidrati se definišu kao polihidroksilni aldehidi ili polihidroksilni ketoni odnosno supstance koje hidrolizom daju polihidroksilne aldehide ili polihidroksilne ketone

Funkcija ugljenih hidrata

- Izvor energije za biljke i životinje
- Izvor ugljenikovih atoma u metaboličkim procesima
- Oblik skladištenja energije
- Strukturalni elementi ćelija, tkiva i organizama

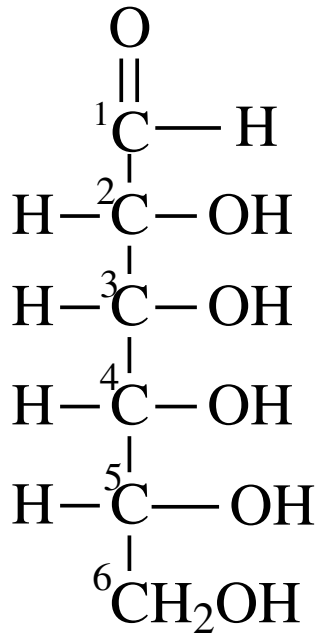
Podela ugljenih hidrata

- **Monosaharidi** – prosti šećeri – ne mogu se hidrolizovati na prostije šećere
- **Oligosaharidi** – hidrolizom daju manji broj monosaharida najčešće 2 – 9
- **Polisaharidi** – hidrolizom daju veći broj molekula monosaharida

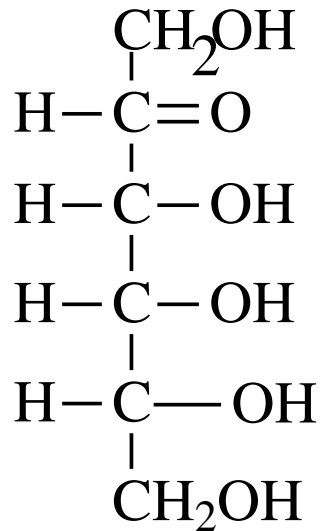
MONOSAHARIDI

- Opšta formula $(\text{CH}_2\text{O})_n$ gde je $n = 3 - 7$
- Podela monosaharida:
 1. Prema broju C – atoma u molekulu dele se na : **trioze** (3 C – atoma) **tetroze** (4 C – atoma) **pentoze** (5 C – atoma) **heksoze** (6 C – atoma)
 2. Prema funkcionalnim grupama dele se na **aldoze** (prisutna aldehidna grupa) i **ketoze** (prisutna keto grupa)
oza na kraju reči označava šećer

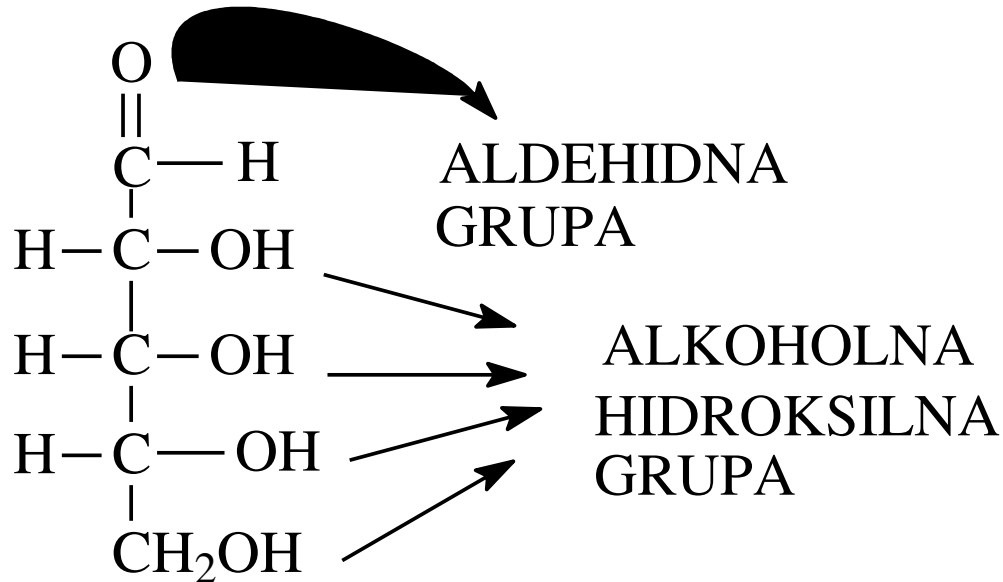
Aldoze i ketoze



ALDOHEKSOZA



KETOHEKSOZA



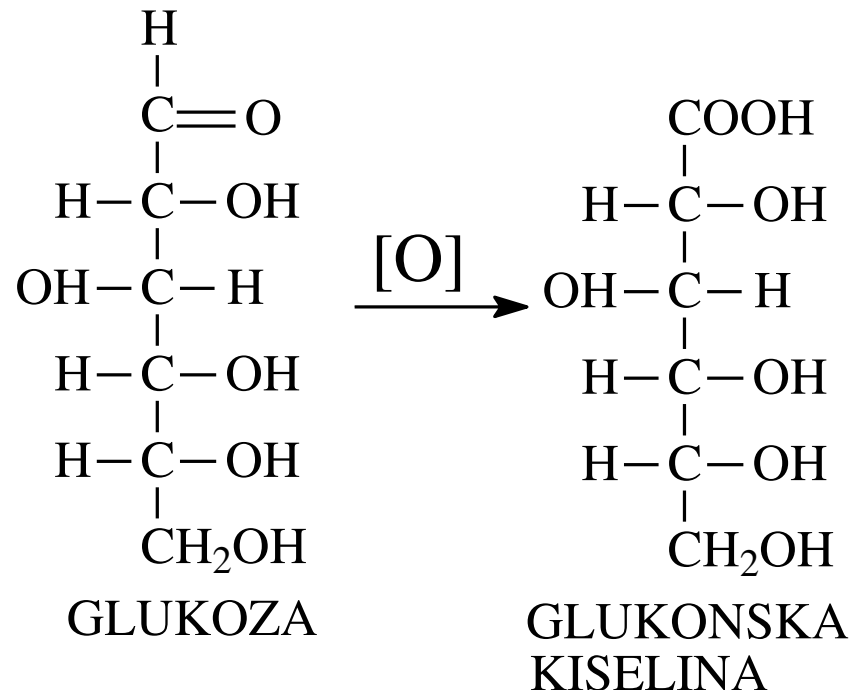
ALDOPENTOZA

HEMIJSKE OSOBINE MONOSAHARIDA

- Hemijske osobine monosaharida određene su prisustvom aldehidne, keto i alkoholne hidroksilne funkcionalne grupe.
- Oksidacija
- Redukcija
- Supstitucija
- Reakcija sa mineralnim kiselinama
- Esterifikacija

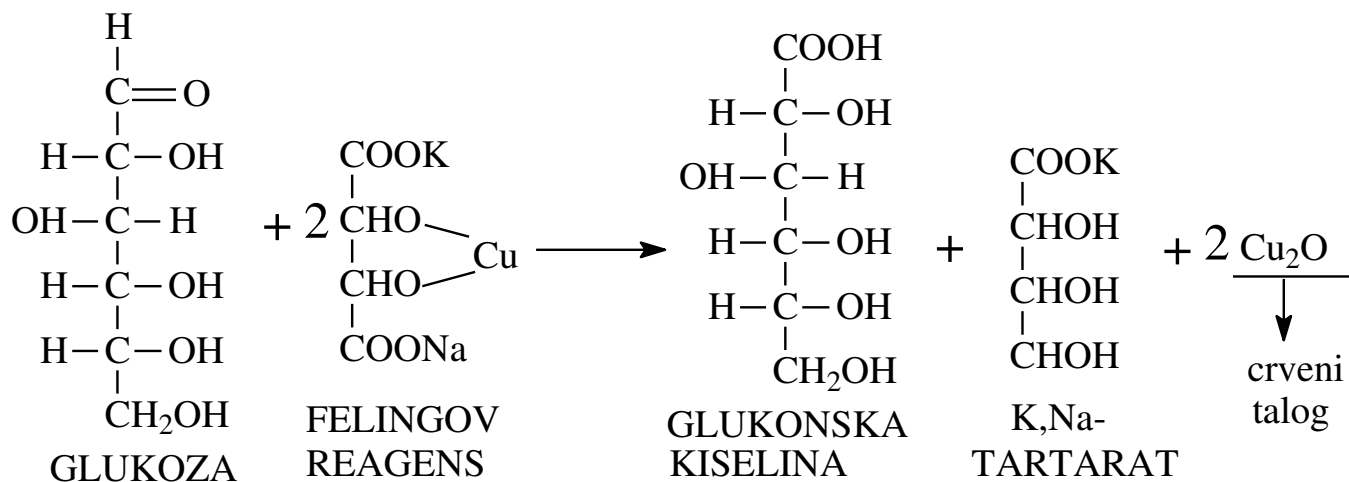
Oksidacijom aldehidne grupe aldoza nastaju monokarboksilne kiseline

- Naziv ovih kiselina se gradi dodavanjem nastavka **onska** na osnovu naziva monosaharida npr. **Glukoza** – gluk**onska** kiselina

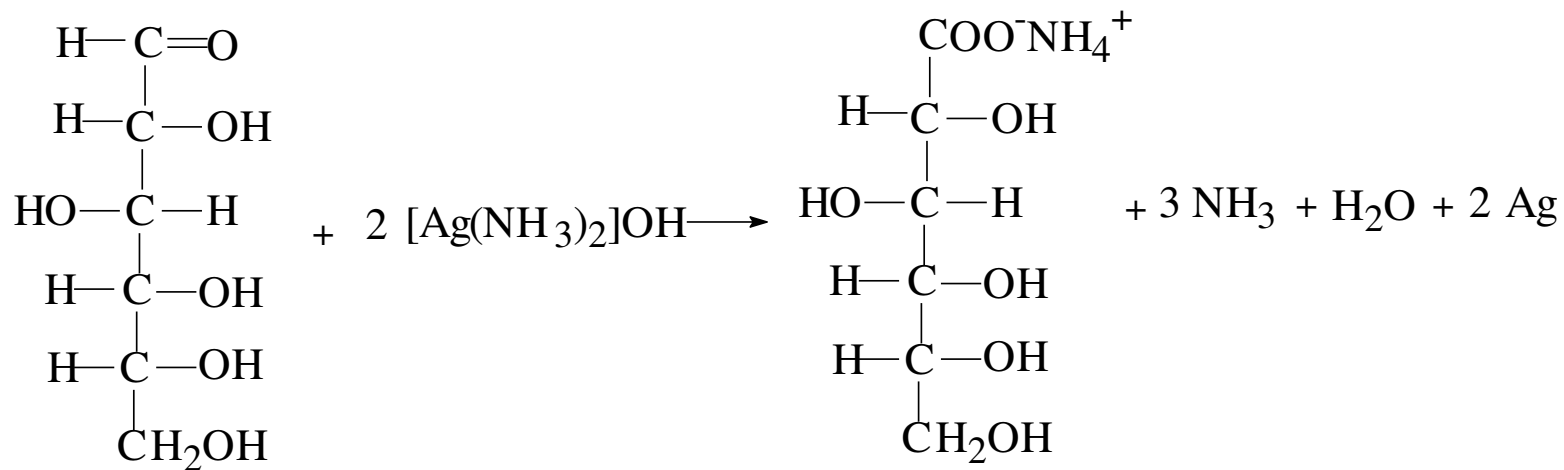


Ova reakcija se lako izvodi oksidacijom monosaharida sa Cu^{2+} (Felingova reakcija) i Ag^+ jonima (Tolensova ili reakcija srebrnog ogledala)

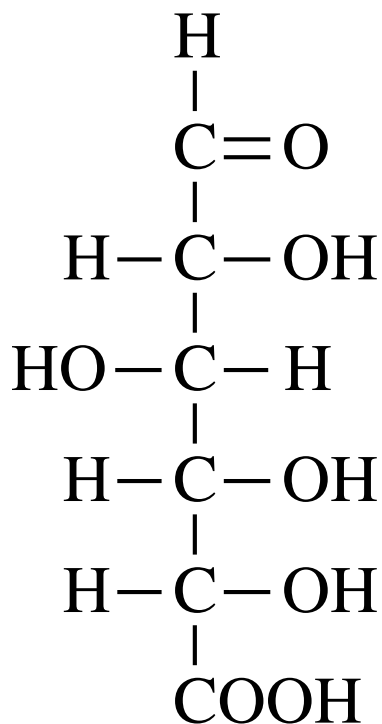
FELINGOVA REAKCIJA



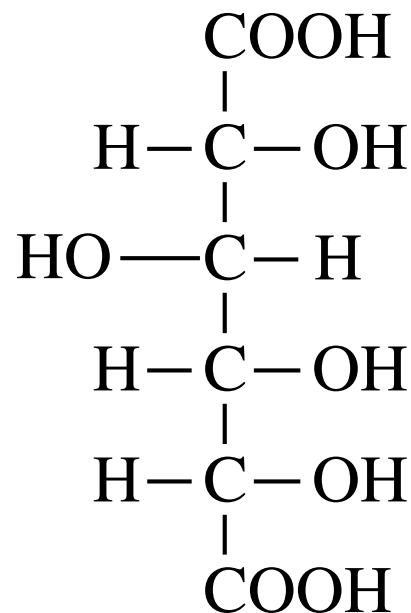
Tolensova reakcija ili reakcija srebrnog ogledala



Oksidacijom primarne alkoholne grupe na C6 ugljeniku nastaju “uronske kiseline” a istovremenom oksidacijom aldehidne i C6 OH grupe nastaju “šećerne kiseline”



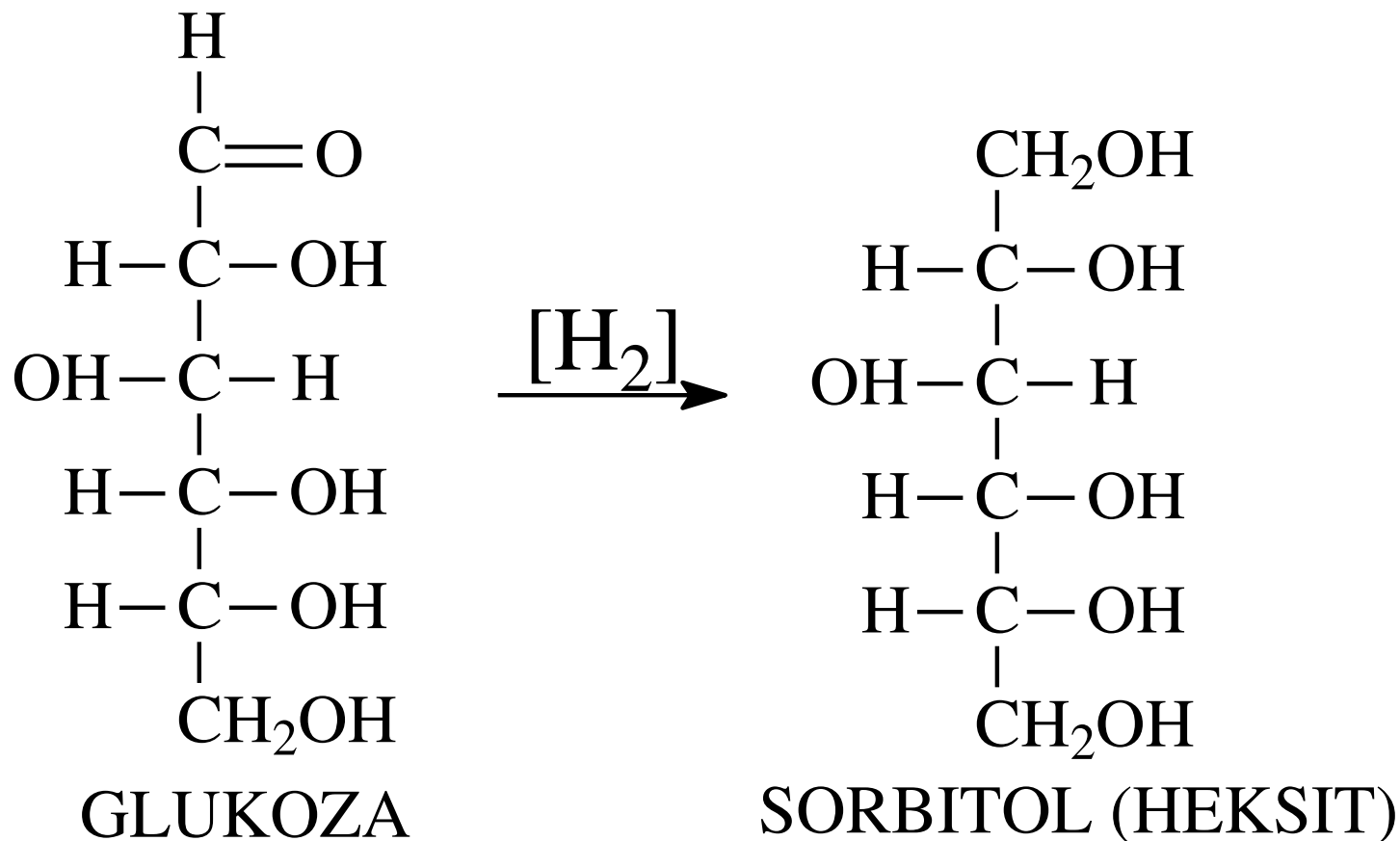
GLUKURONSKA
KISELINA



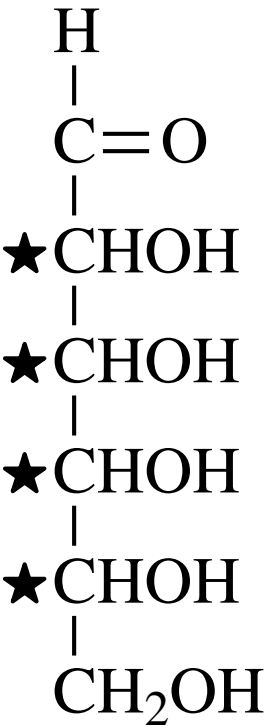
GLUKO-ŠECERNA
KISELINA

Redukcijom monosaharida nastaju polihidroksilni alkoholi

PENTOZE – PENTITI HEKSOZE - HEKSITI



Stereoizomerija heksoza

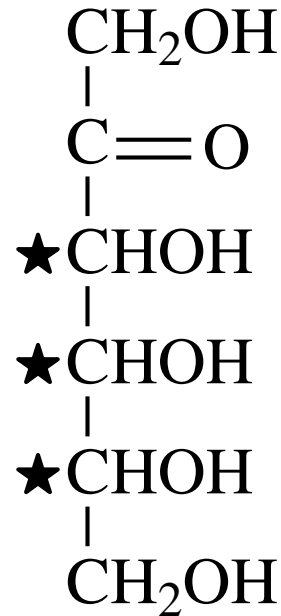


ALDOZE IMAJU

4 HIRALNA C atoma

BROJ IZOMERA

$$X = 2^4 = 16$$



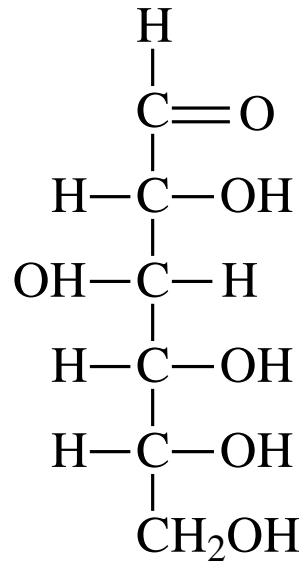
KETOZE

3 HIRALNA C

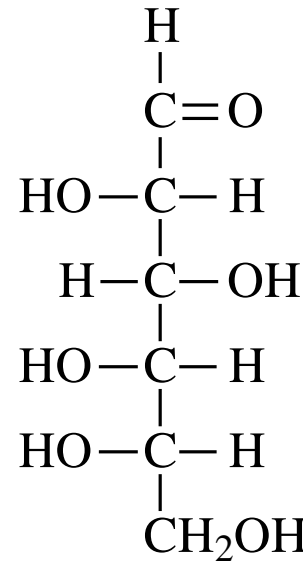
BROJ IZOMERA

$$X = 2^3 = 8$$

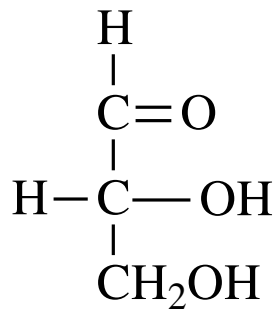
D i L GLUKOZA



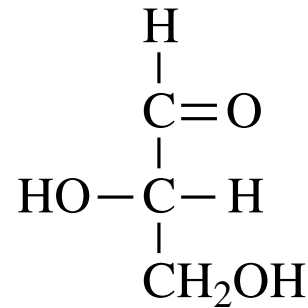
D-GLUKOZA



L-GLUKOZA



D-GLICERINALDEHID



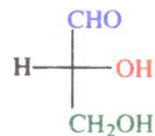
L-GLICERINALDEHID

D- SERIJA ŠEĆERA

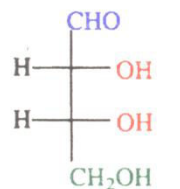
946

24

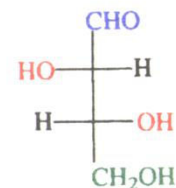
Ugljeni hidrati



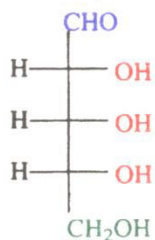
D-(+)-gliceraldehid



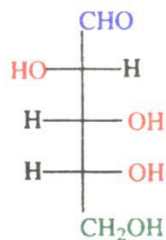
D-(-)-eritroza



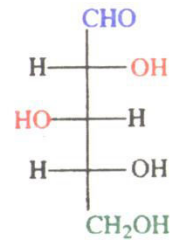
D-(-)-treoza



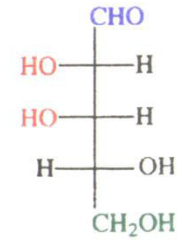
D-(-)-riboza



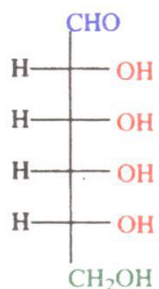
D-(-)-arabinoza



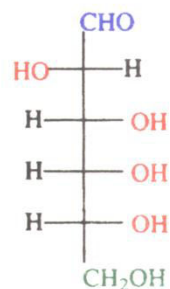
D-(+)-ksiloza



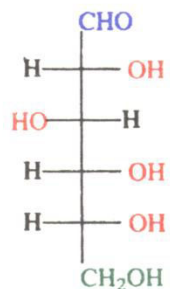
D-(-)-liksoza



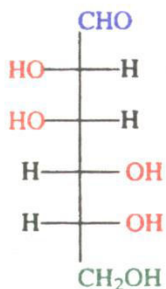
D-(+)-aloza



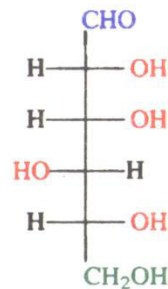
D-(+)-altroza



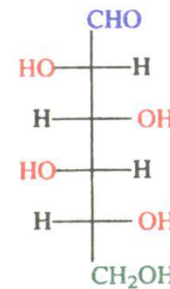
D-(+)-glukoza



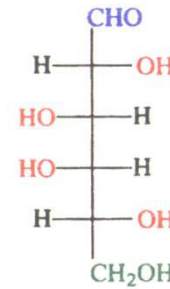
D-(+)-manoza



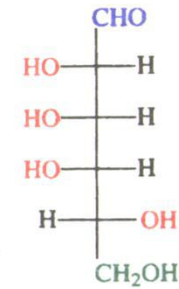
D-(-)-guloza



D-(-)-idoza



D-(+)-galaktoza

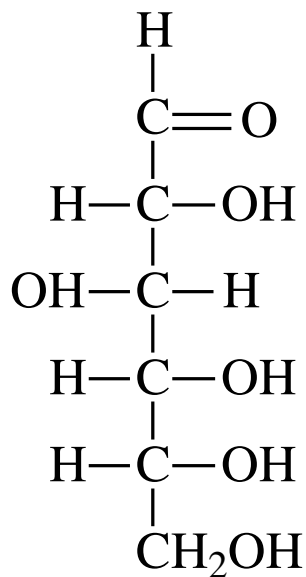


D-(+)-taloza

TAUTOMERIJA HEKSOZA CIKLOPOLUACETALNI OBLICI

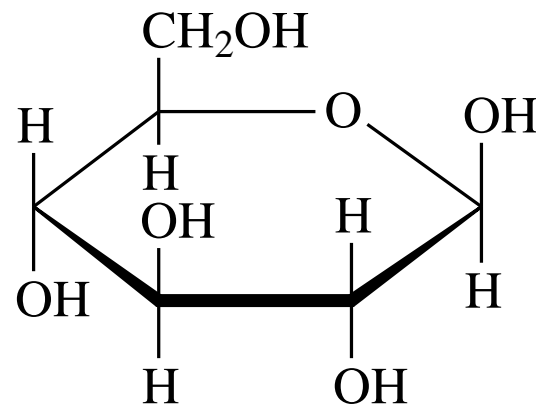
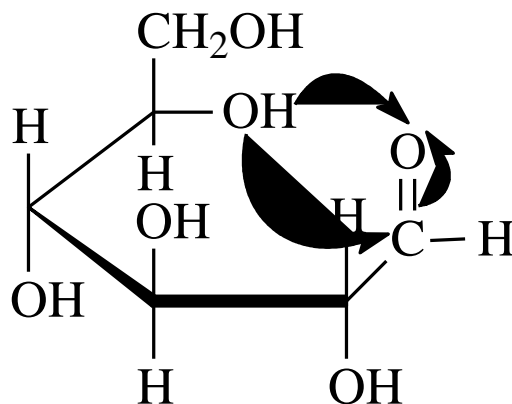
- Šećeri sadrže u molekulu aldehidnu ili keto funkcionalnu grupu pored alkoholne hidroksilne funkcionalne grupe
- Ove funkcionalne mogu međusobno da reaguju dajući poluacetale kada se nađu na pogodnom rastojanju (pentoze, heksoze)
- Reakcija se dešava tako je veoma mali udeo šećera u formi otvorenog niza na fiziološkim uslovima

NASTAJANJE CIKLOPOLUACETALNOG OBLIKA



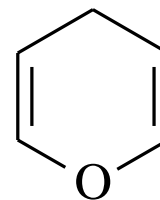
D-GLUKOZA

OTVORENI NIZ



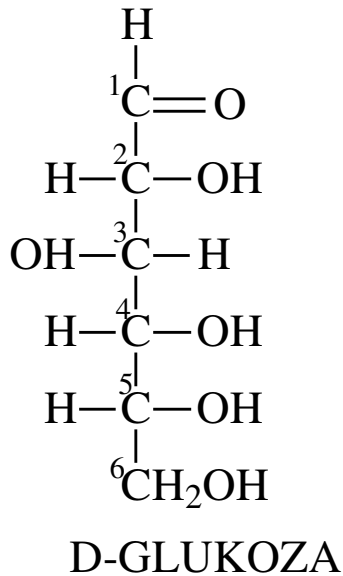
D-GLUKOPIRANOZA

CIKLO POLUACETALNI OBLIK

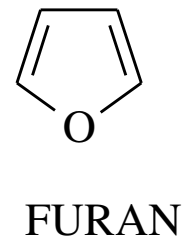
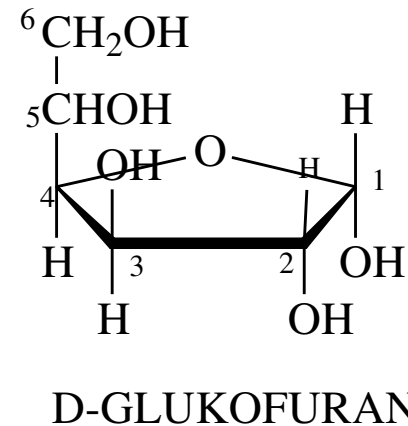
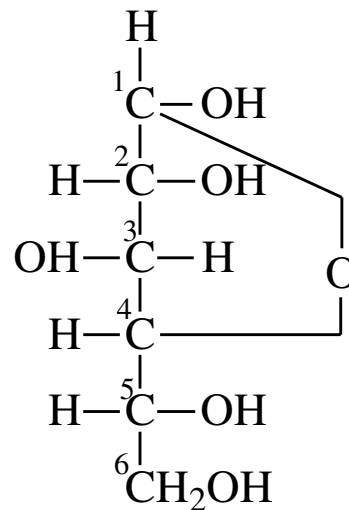
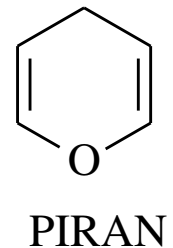
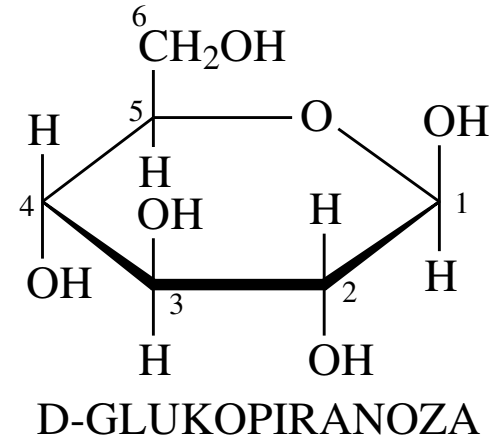
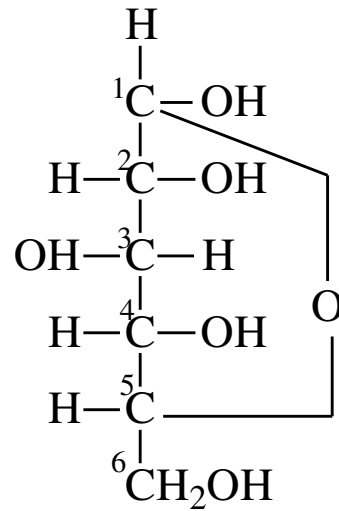


PIRAN

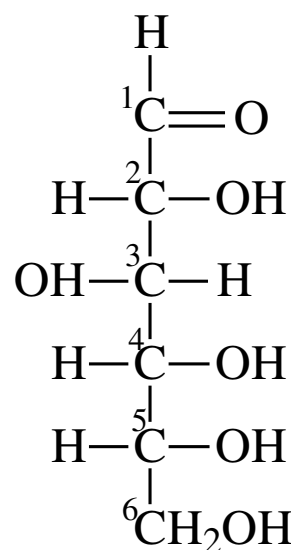
Postoje piranozni i furanozni poluacetalni oblici heksoza



OTVORENI NIZ

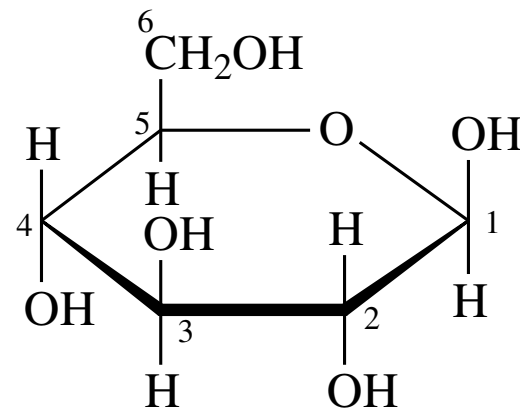
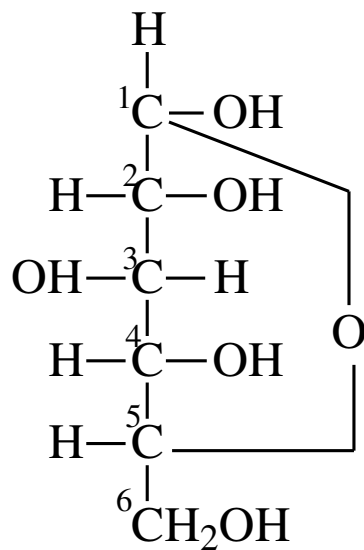


Prilikom formiranja ciklopoluacetalnih oblika C atom na položaju 1 postaje novi hiralni centar i tako nastaju α i β anomeri

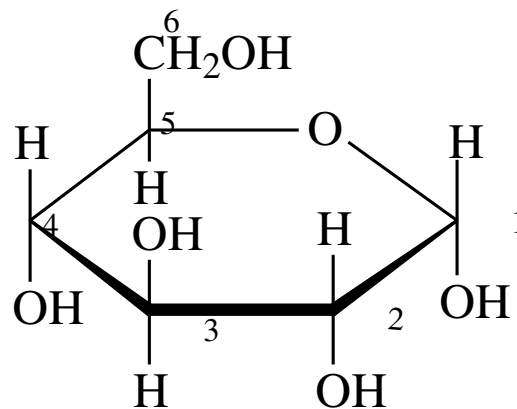


D-GLUKOZA

OTVORENI NIZ

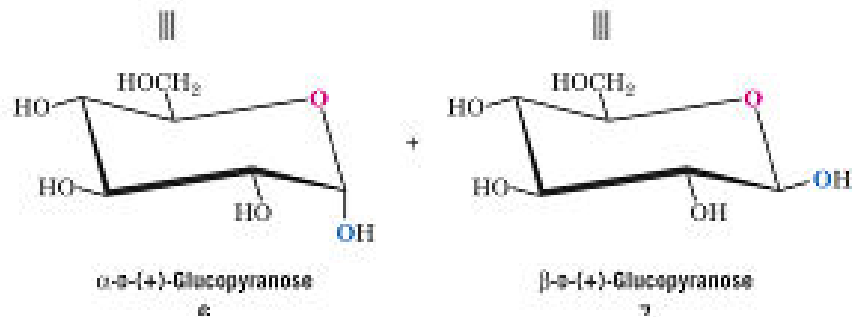
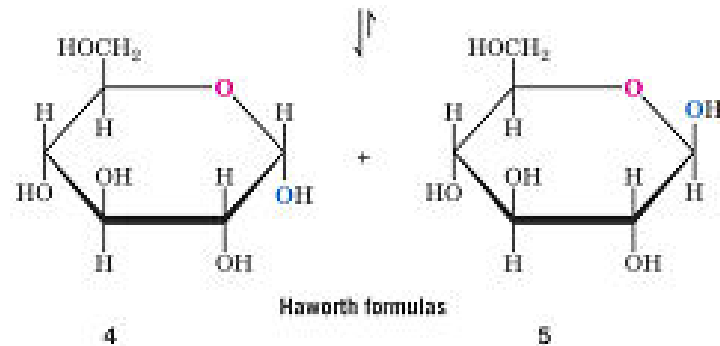
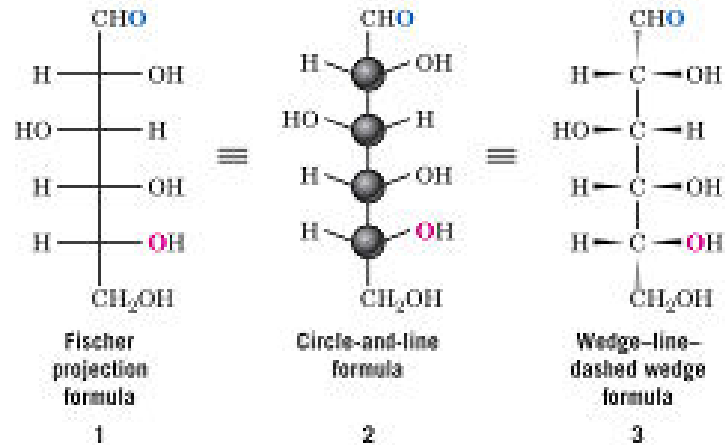


β -D-GLUKOPIRANOZA

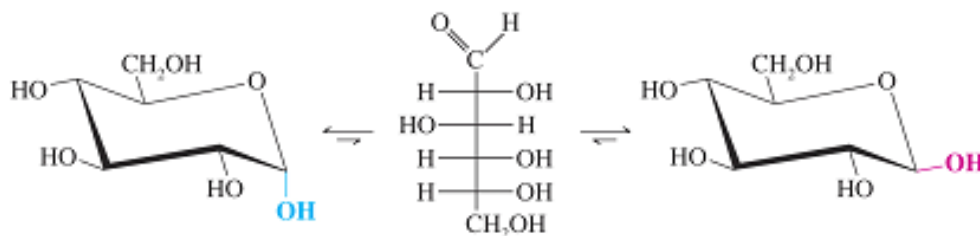


α -D-GLUKOPIRANOZA

UPOREDNI PRIKAZ NAČINA PRIKAZIVANJA FORMULA MONOSAHARIDA



ANOMERI GLUKOZE SU RAVNOTEŽI MUTAROTACIJA



α -D-Glukopiranoza

t. t 146 °C $[\alpha] = +112^\circ$

ravnoteža

~ 35%

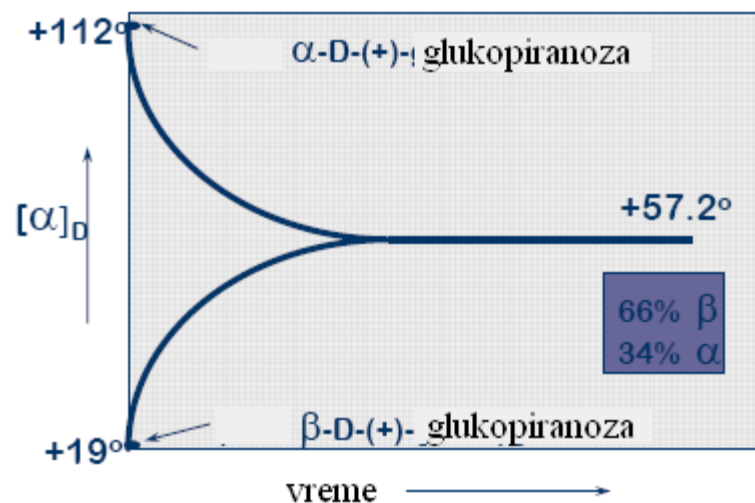
ispod 1%

β -D-Glukopiranoza

t. t 150 °C $[\alpha] = +18,7^\circ$

~64%

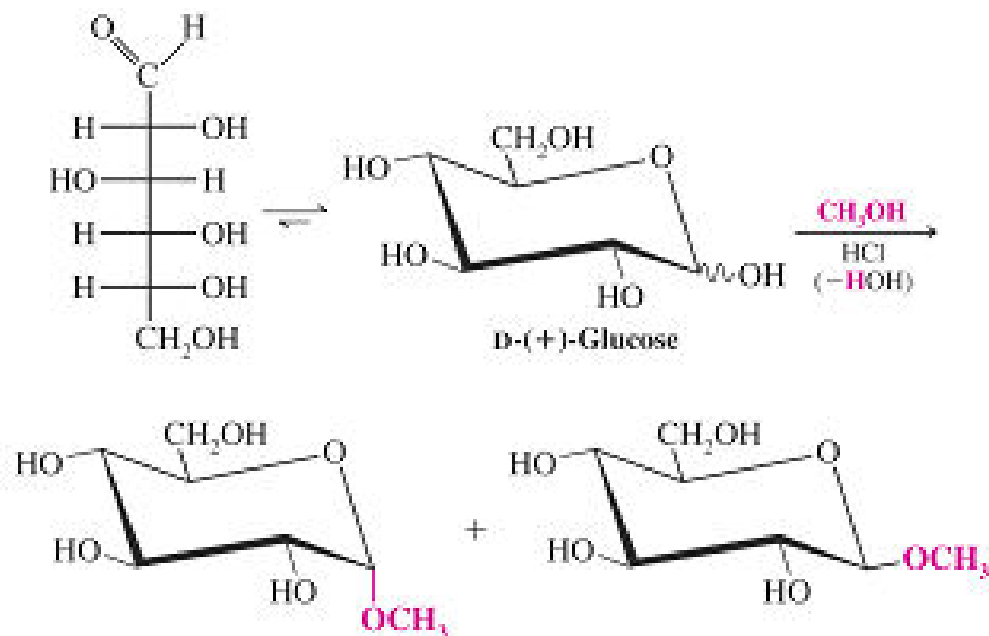
$\alpha = 52,7^\circ$



FORMIRANJE GLIKOZIDA

GLIKOZIDI SU ACETALI NA ANOMERNOM UGLJENIKU

GLIKOZIDI – GLUKOZIDI (glukoza)



metil- α -D-glukopiranozid

t.t 165°C , $[\alpha] = +158^{\circ}$

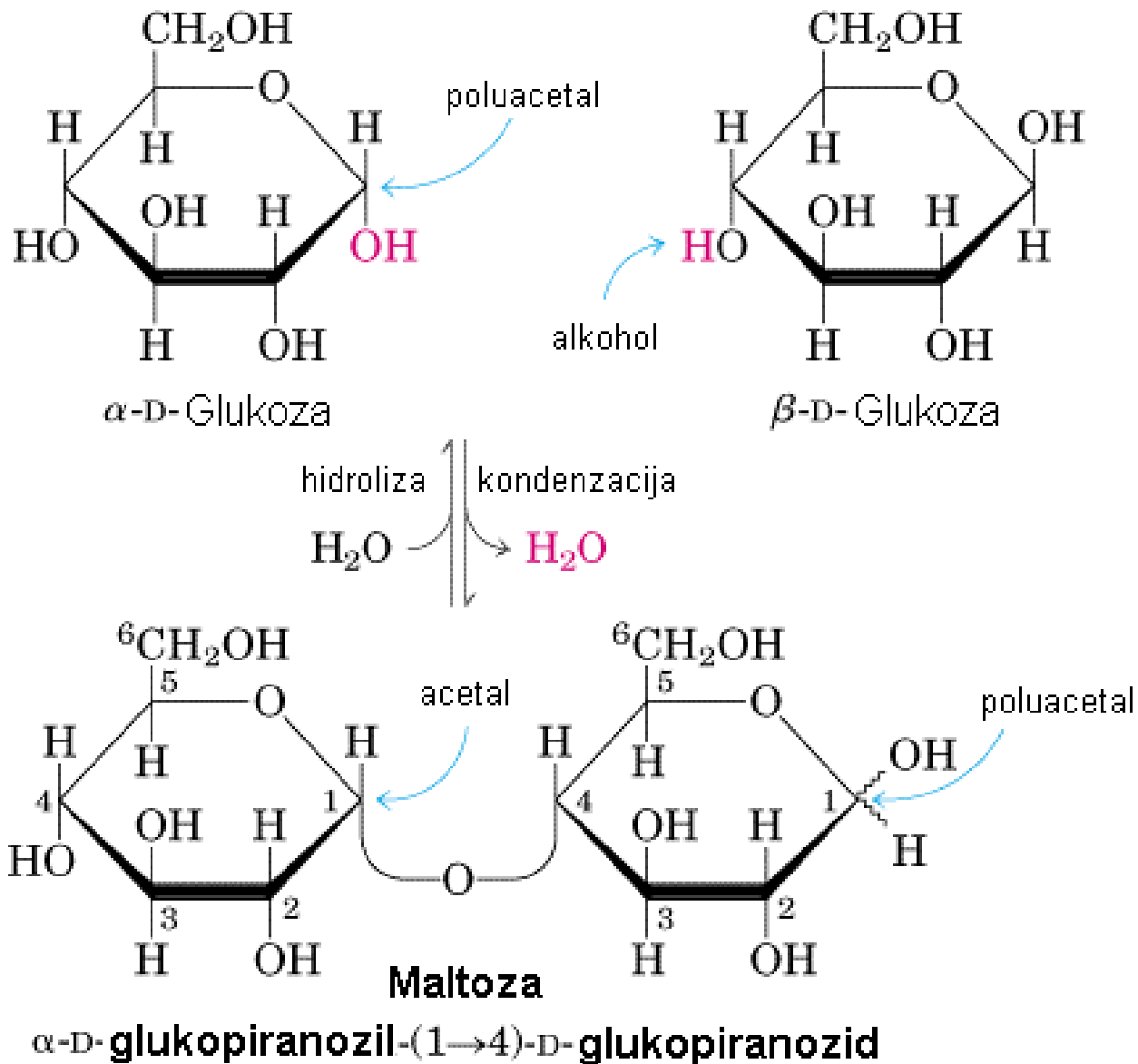
metil- β -D-glukopiranozid

t.t 107°C , $[\alpha] = -33^{\circ}$

DISAHARIDI

- Sastoje se od dva molekula monosaharida
- Monosaharidi mogu biti isti ili različiti
- Povezivanje molekula monosaharida se vrši putem O – glikozidne veze
- Osobine monosaharida zavise od vrste monosaharida i tipa veze između njih (redukujući i neredukujući disaharidi)
- Kristalne supstance, rastvorljive u vodi

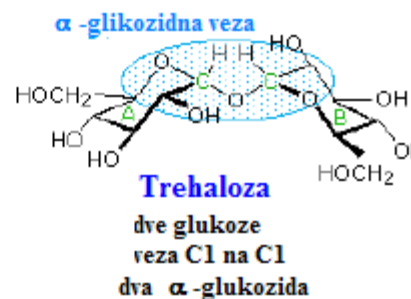
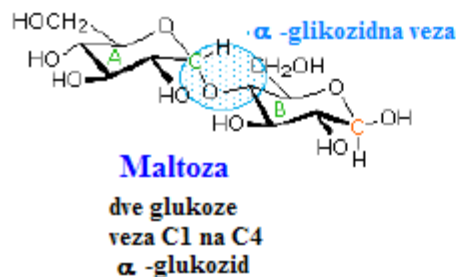
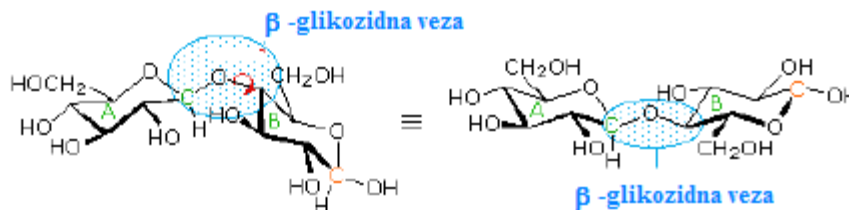
FORMIRANJE MALTOZE



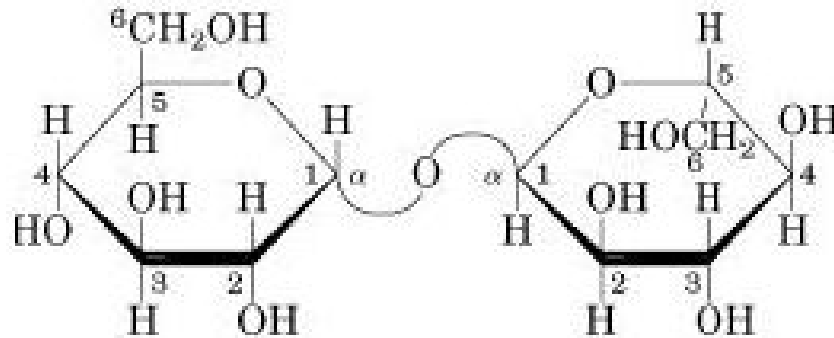
Disaharidi

Disaharidi sastavljeni od glukoze

Celobioza
dve glukoze
veza C1 na C4
 β -glukozid



TREHALOZA



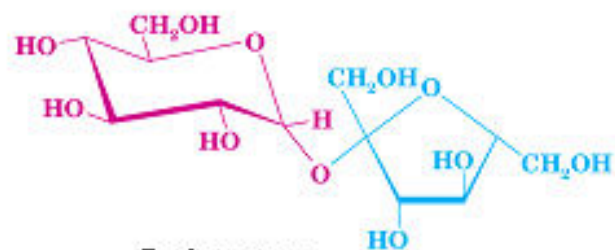
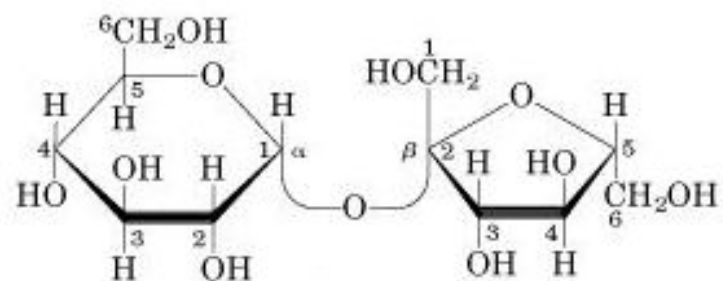
Trehaloza

α -D-glukopiranozil · α -D-glukopiranozid

$\text{Glc}(\alpha 1 \leftrightarrow 1\alpha)\text{Glc}$



SAHAROZA

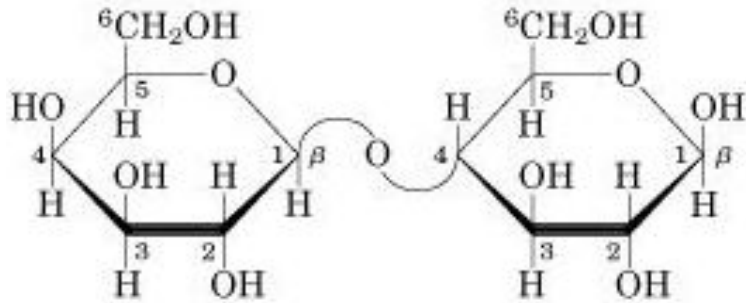


Saharoza

α -D-glukopiranozil - β -D-fruktofuranozid



LAKTOZA



Laktoza

β -D-galaktopiranozil-(1 \rightarrow 4)- β -D-glukopiranozid



POLISAHARIDI

- Polisaharidi su polimeri monosaharida
- Polisaharidi se razlikuju u:
- Sastavu monomera
- Tipu glikozidne veze kojom su povezane monosahridne jedinice
- Dužini lanca i stepenu grananja
- Biološkoj ulozi
- Amorfne supstance, teško rastvorljive u vodi

PODELA POLISAHARIDA

- PREMA SASTAVU MONOSAHARIDA
- Homopolisaharidi
- Heteropolisaharidi
- PREMA STEPENU GRANANJA
- Nerazgranati
- Razgranati

HOMOPOLISAHARIDI

- Sadrže samo jedan tip monosaharida
- Mogu biti nerazgranati i razgranati
- Skrob, celuloza, glikogen (glukoza)

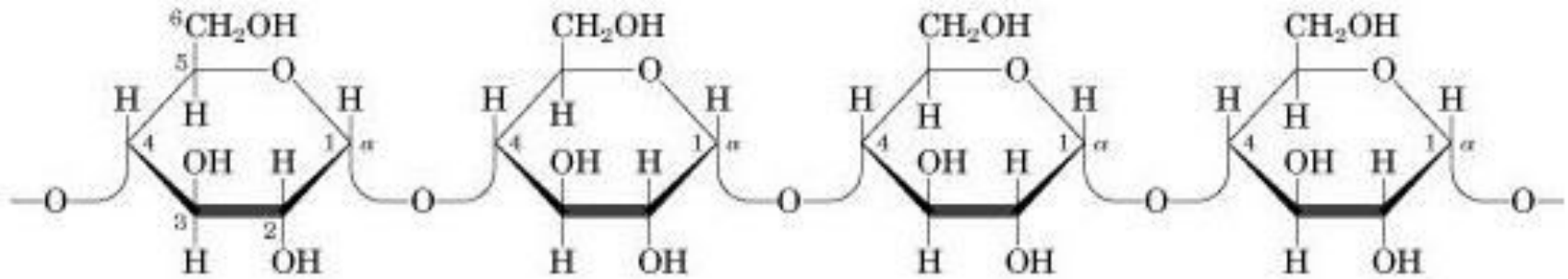
HETEROPOLISAHARIDI

- Sadrže više vrsta monosaharida
- Mogu biti nerazgranati i razgranati
- Pektini
- Hemiceluloza

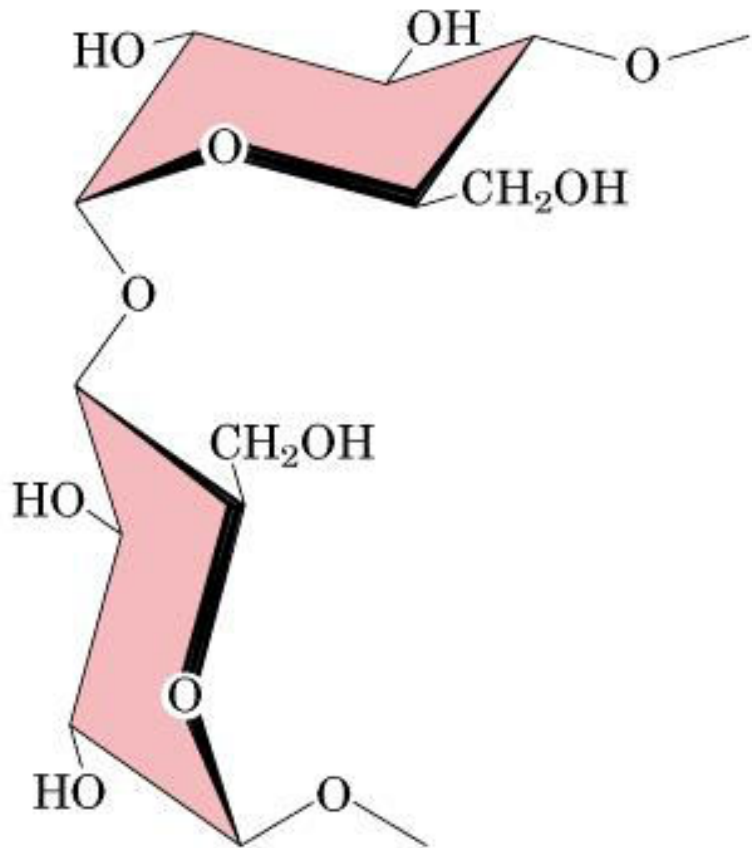
SKROB I GLIKOGEN SU REZERVNA ENERGIJA

- Najvažniji rezervni polisaharidi su skrob kod biljaka i glikogen kod životinja i čoveka
- Skrob sadrži dva tipa polimera glukoze: amilozu (nerazgranat) i amilopektin (razgranat); obično 15 – 25% amiloze i 75 – 85% amilopektina
- Glikogen, kao i amiloza, je polimer (α 1→4) povezanih jedinki glukoze, sa (α 1→6) grananjem
- Glikogen je razgranatiji i kompaktniji od skroba

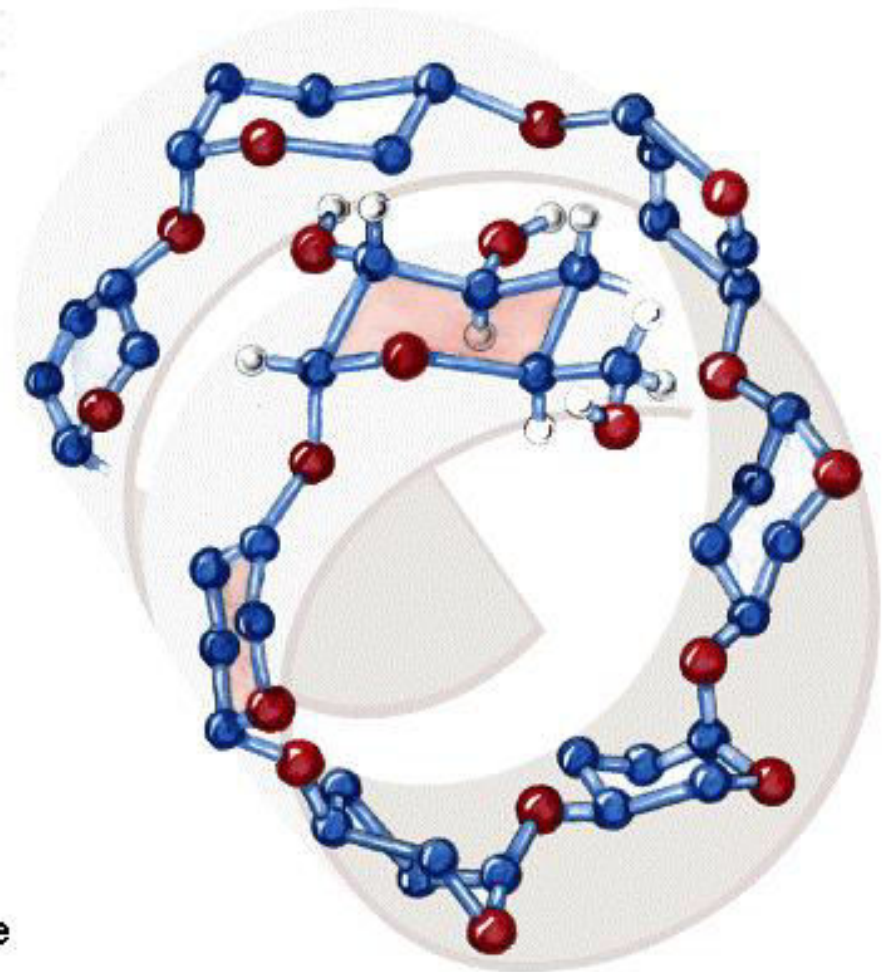
KRATAK SEGMENT AMILOZE



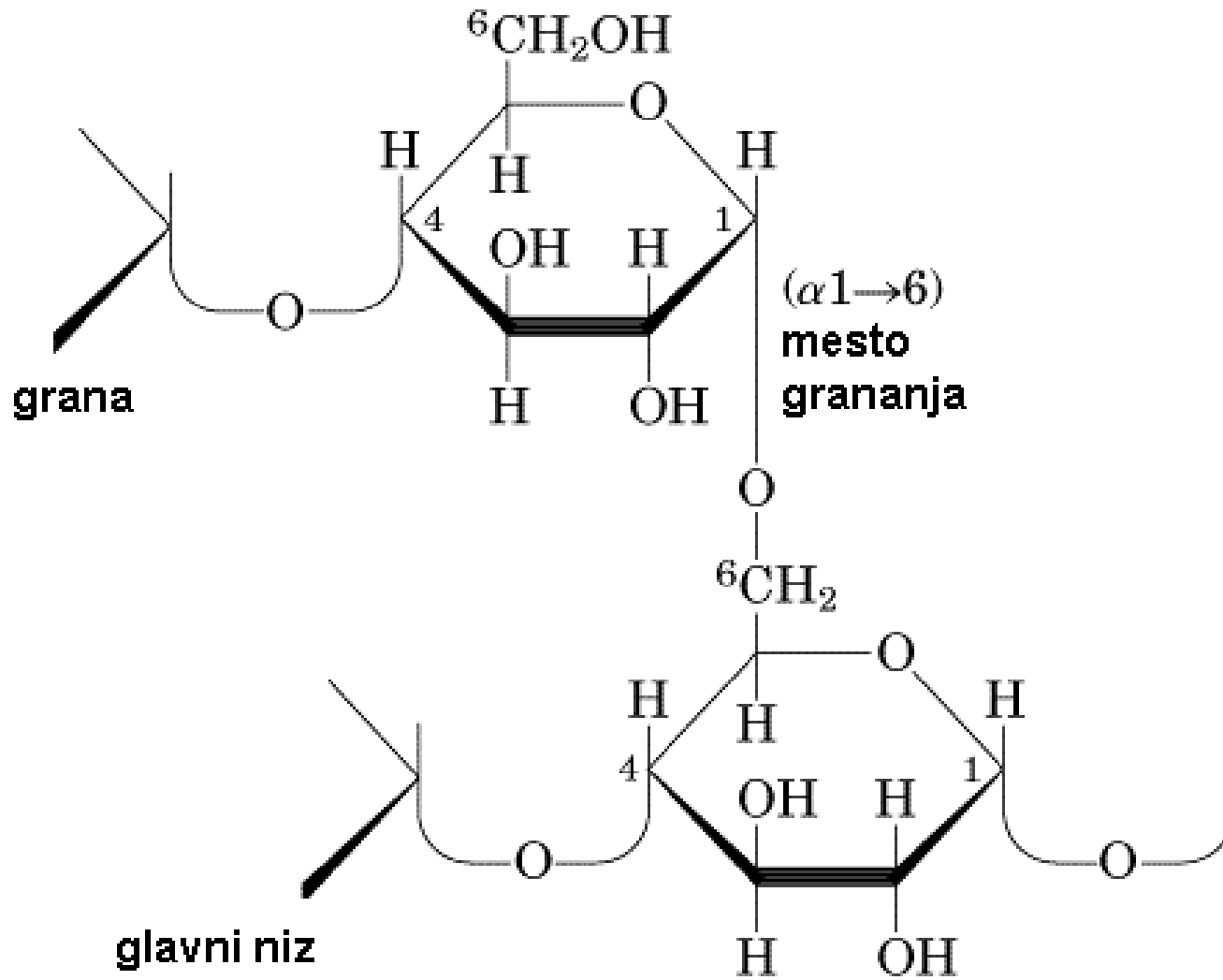
ZBOG KONFIGURACIJE α - ANOMERA (AKSIJALNI POLOŽAJ) AMILOPEKTIN IMA HELIKOIDALNU FORMU



(α 1 \rightarrow 4)- povezane glukozne jedinice

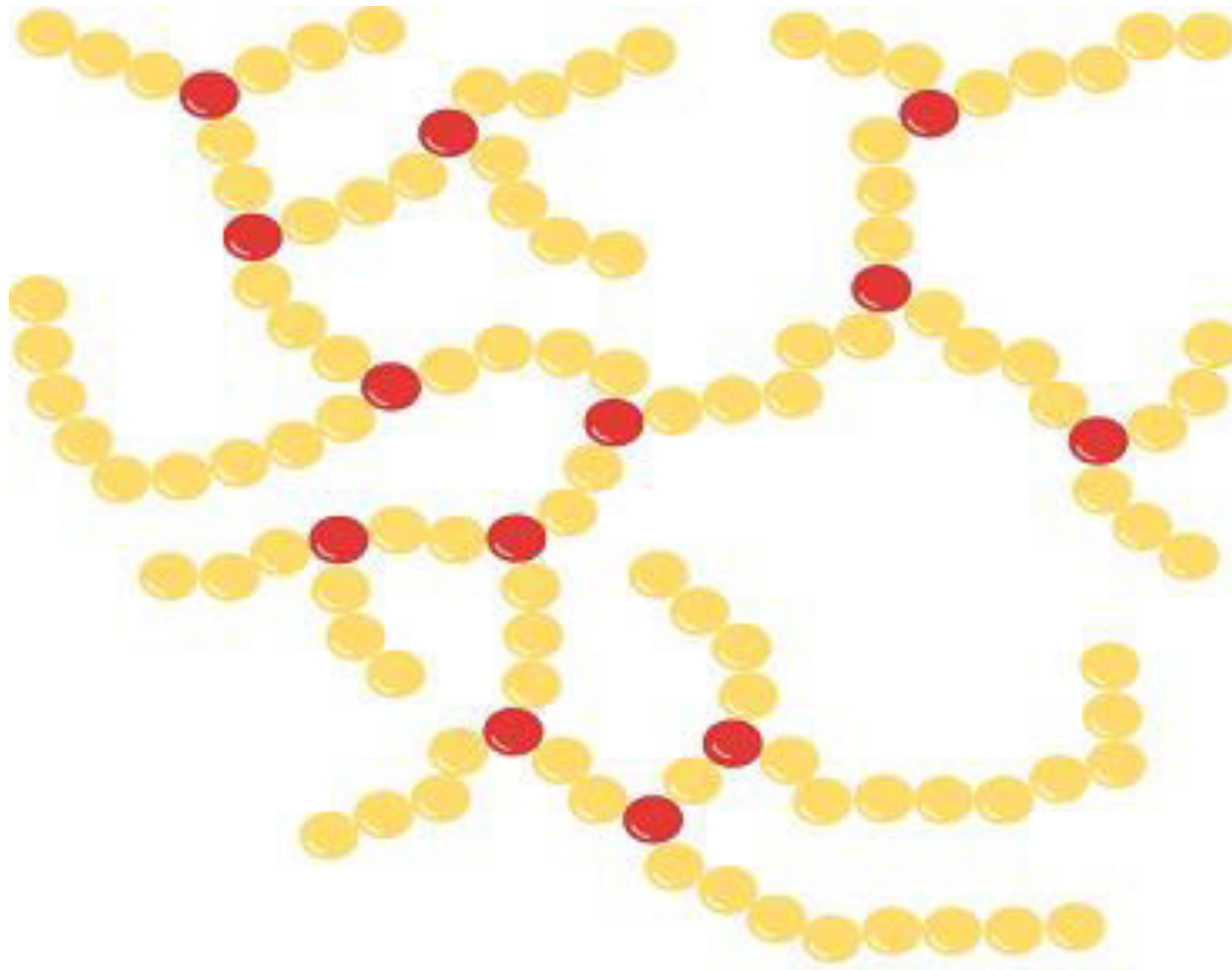


GRANANJE KOD AMILOPEKTINA



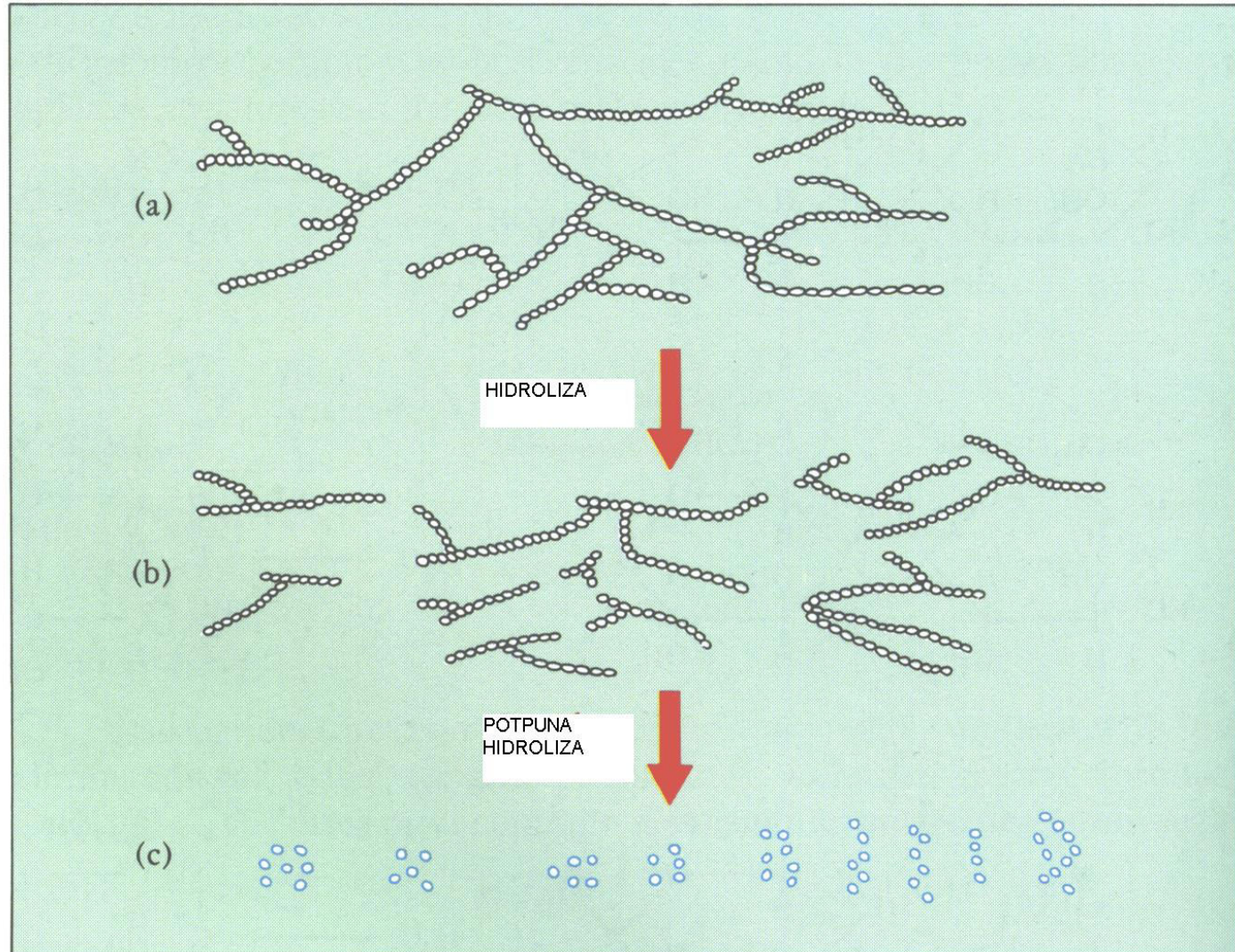
STRUKTURA AMILOPEKTINA

mesta grananja označena crveno



HIDROLIZA SKROBA

SKROB
↓
DEKSTRINI
↓
MALTOZA
↓
GLUKOZA



SADRŽAJ SKROBA

Biljna vrsta	Sadržaj skroba (%)
Pirinač	62 – 82
Kukuruz	65 – 72
Pšenica	55 – 75
Krompir	12 - 24

UPOTREBA SKROBA

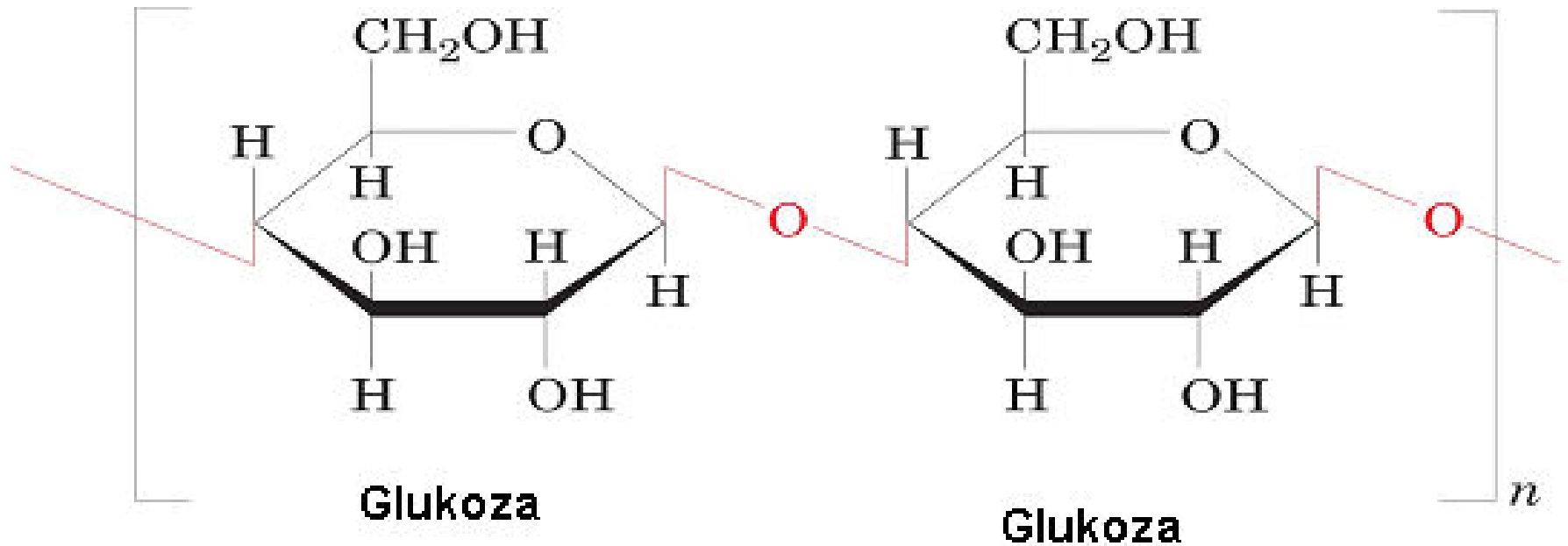
- Velika većina skroba se dobija od kukuruza
- Najveći deo skroba se koristi kao hrana (gustin, puding)
- Od skroba se dobijaju razni proizvodi:
- Glukoza
- Glukozni sirup, maltozni sirup
- Modifikovani skrobovi (lepkovi, ugušćivači)

CELULOZA

- Sadrži samo molekule glukoze
- Jedinke glukoze su povezane β (1 \rightarrow 4) glikozidnom vezom
- Polimeri celuloze su linearni

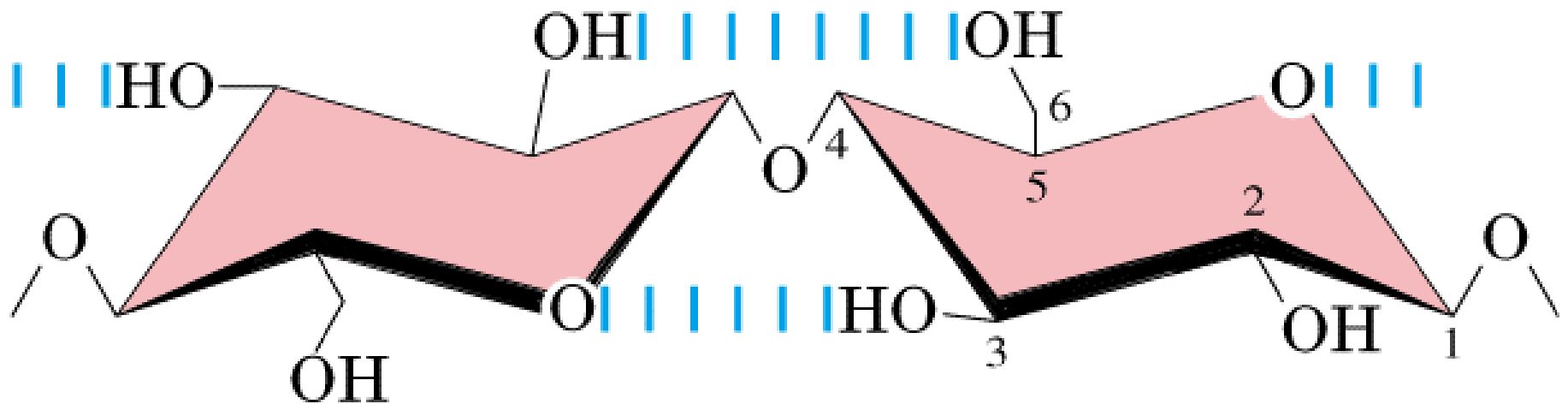
SEGMENT STRUKTURE CELULOZE

celobioza



SEGMENT STRUKTURE CELULOZE

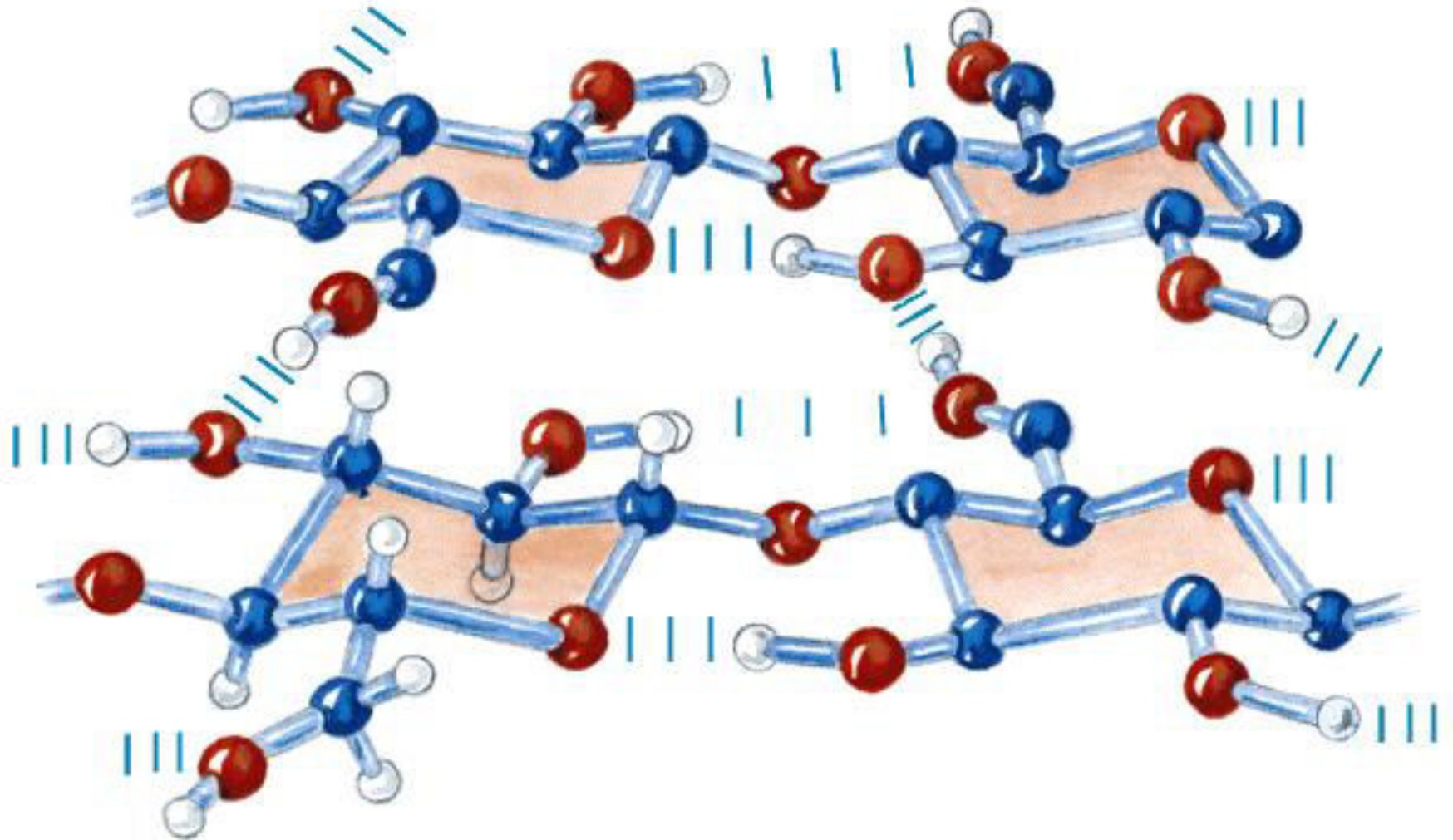
uloga vodoničnih veza i ekvatorijalnog položaja β anomera u formiranju linearnih molekula celuloze



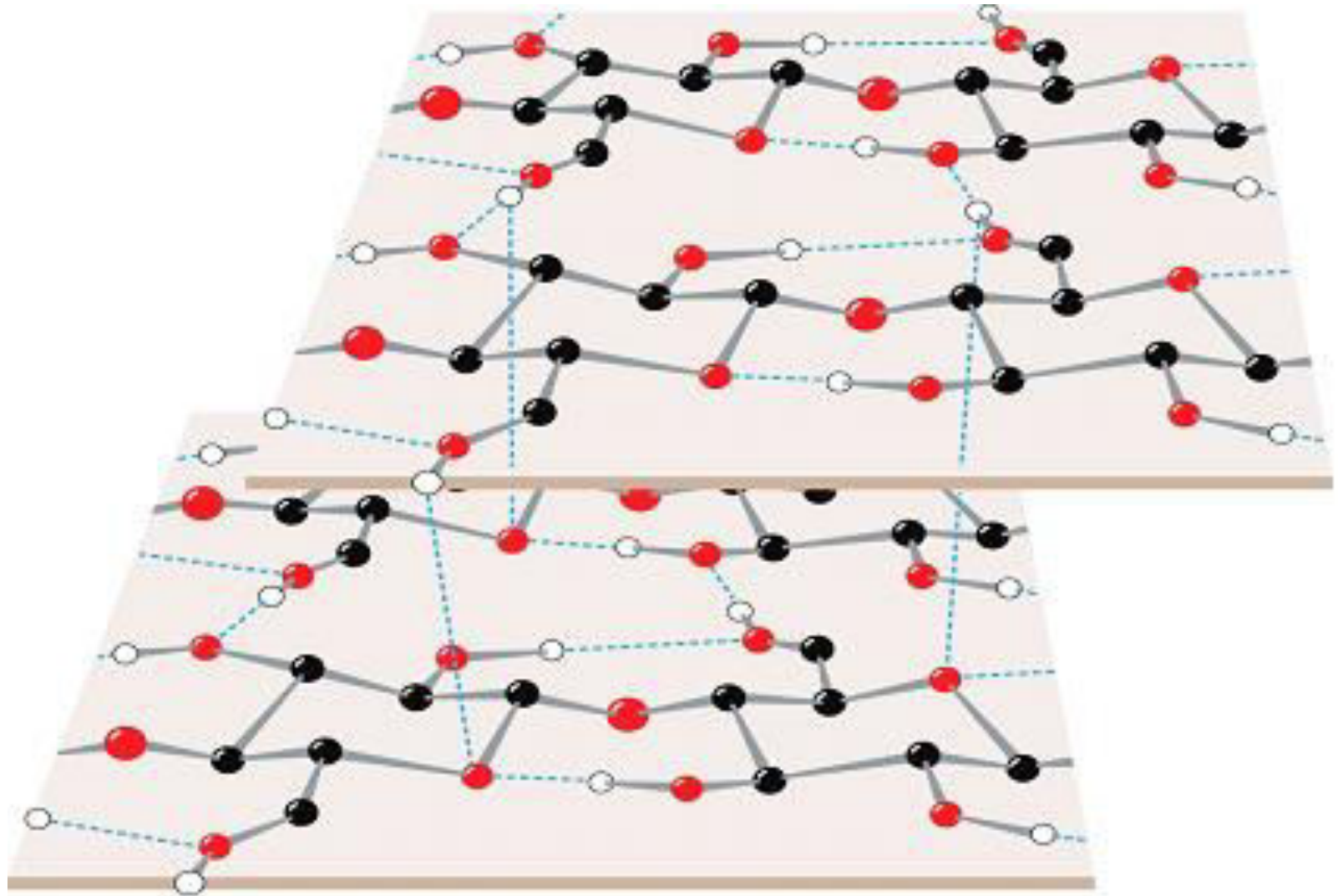
$(\beta 1 \rightarrow 4)$ - povezane glukozne jedinice

STRUKTURA CELULOZE

veze između polimernih lanaca

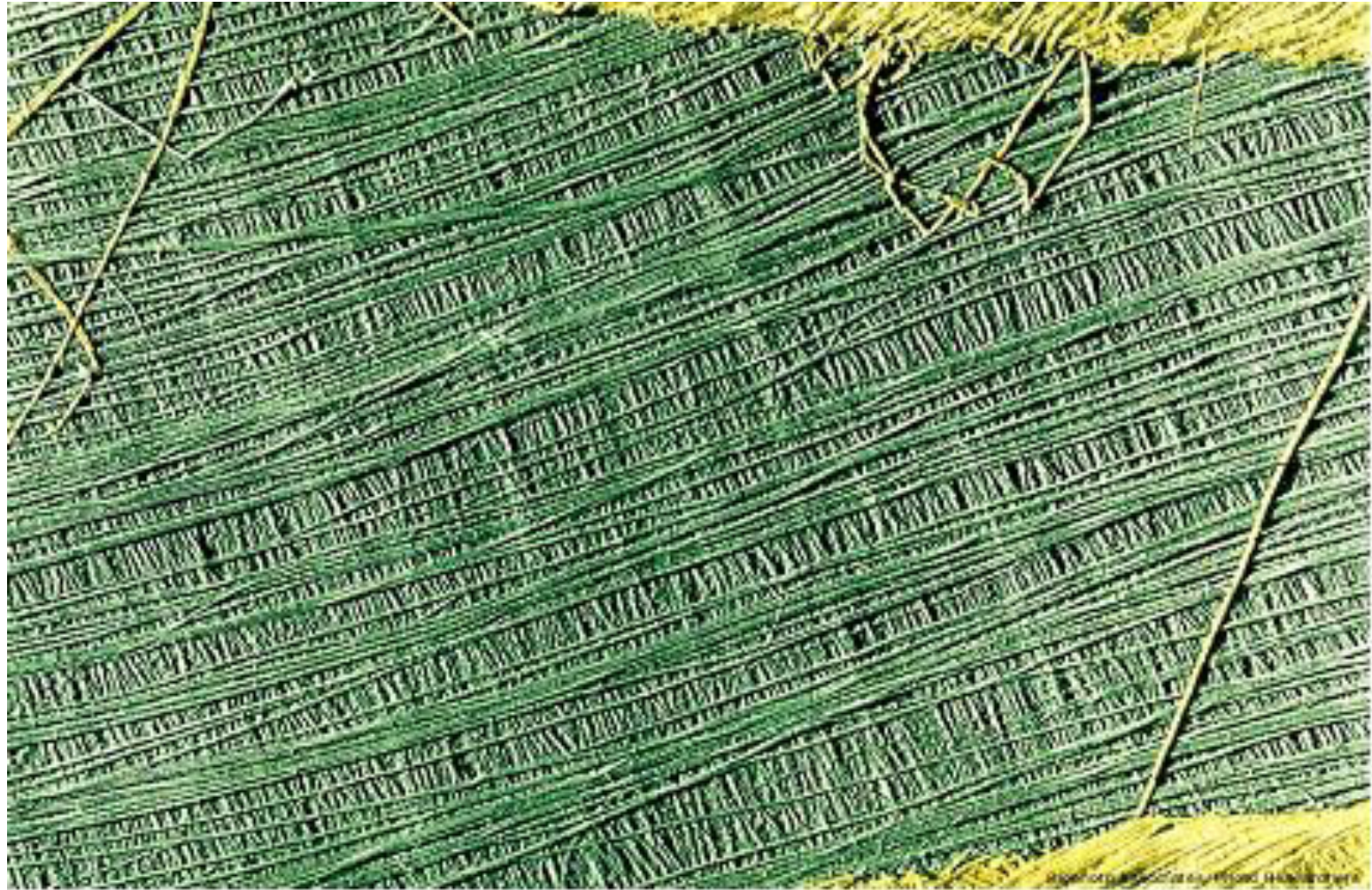


STRUKTURNI MODEL CELULOZE



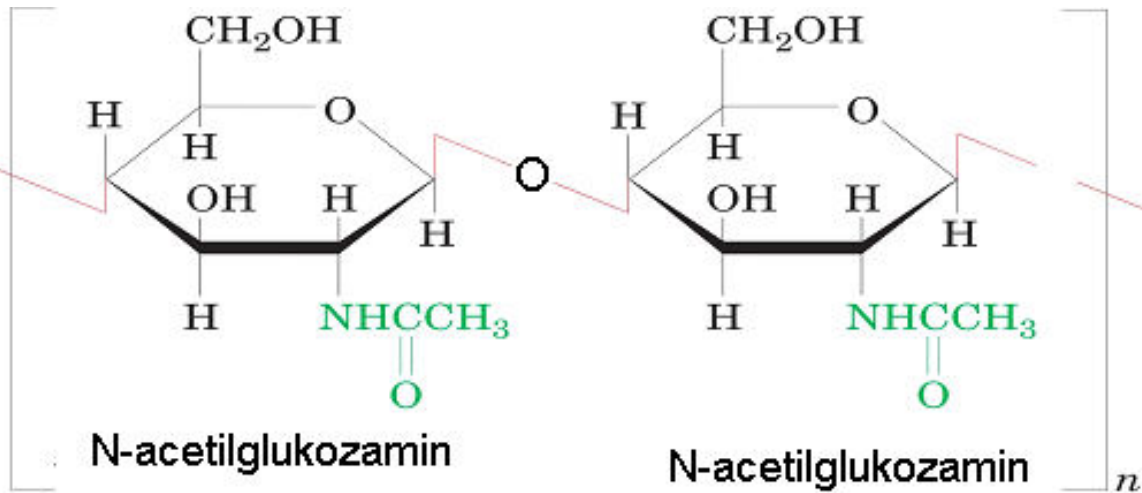
CELULOZA POD ELEKTRONSKIM MIKROSKOPOM

fiberi ćelijskog zida alge *Chaetomorpha melagonium*



HITIN

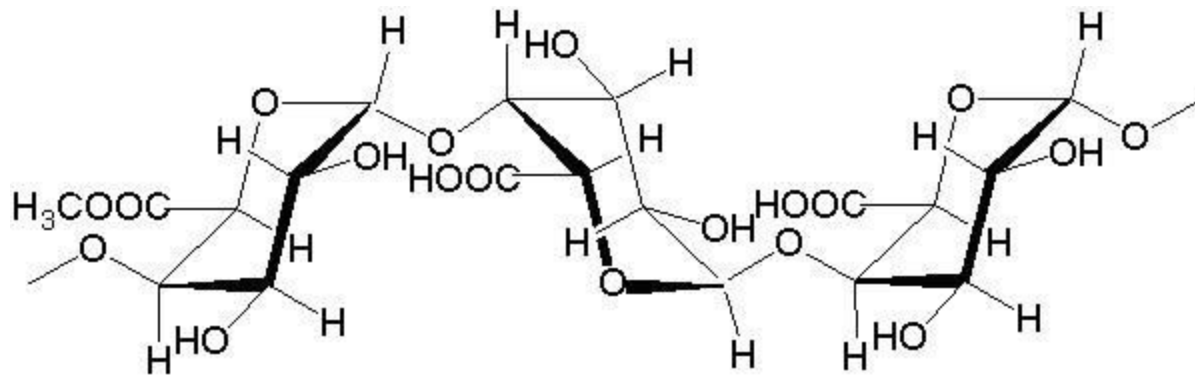
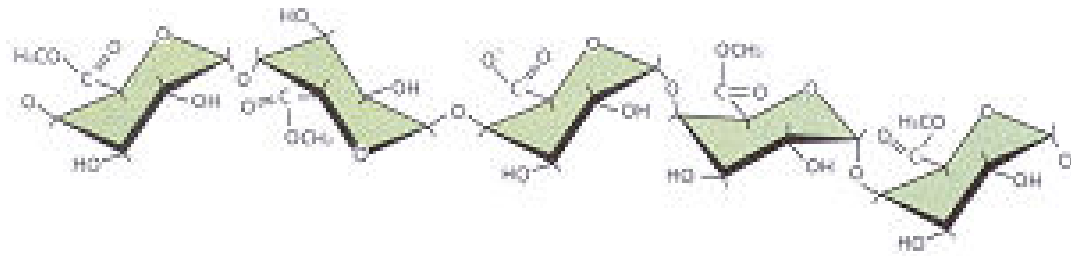
nalazi se u oklopima rakova i strukturni polisaharid kod insekata i gljiva



PEKTIN

- Heteropolisaharidi
- Glavne komponente: galakturonska kiselina i metanol
- Piranozni prstenovi D-galakturonskih kiselina su u pektinskom molekulu povezani $\alpha(1\rightarrow4)$ glikozidnim vezama.
- Ostali šećeri: α -L-ramnopiranoza, D-galaktopiranoza, L-arabinofuranoza, D-ksilopiranoza, D-glukopiranoza

STRUKTURA PEKTINA



POVEZIVANJE I ESTERIFIKACIJA PEKTINA

