

BİYOKimYA I

2019-2020 Güz Dönemi, 2. Not

Dr. Naşit İĞCİ

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi
Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü

BİYOELEMENTLER

Biyoelementler

- Elementlerin yaklaşık 25 tanesi canlılar için zorunlu.
- Bunlardan C, H, O ve N, canlı maddenin kuru ağırlığının yaklaşık %96'sını oluşturur.
- Major/makro element (g/kg): Ca, P, Mg, K, Cl, Na, S, Fe
- İz element (mg/kg): Cu, Zn, Mn, Mo, Cr, F, Se, I

Kalsiyum (Ca)

- Yetişkin bir insanda yaklaşık 1 kg bulunur
- Vücuttaki toplam kalsiyumun %99'u kemiklerde hidroksi apatit şeklinde bulunurken, %1'i yumuşak doku veya hücre dışı sıvıda bulunur.
- Hücre bölünmesi, glikojen metabolizması, hormon sekresyonu, kas kontraksiyonu, kan pıhtılaşması, sinirsel uyarım
- Hipokalsemi
- Hiperkalsemi

Fosfor (P)

- Organik veya inorganik fosfa formunda bulunur.
- Yetişkin insanda yaklaşık 600 g.
- Bunun %85'i iskelette, geri kalanı yumuşak dokulardadır. Yumuşak dokulardaki fosfatın da çoğu hücrelidir.
- İnorganik ve organik fosfatın her ikisi de hücre içinde bulunmasına rağmen çoğu organiktir ve fosfolipitler, fosfoproteinler, nükleik asitler, yüksek enerjili fosfat bileşikleri halinde bulunur.
- Yüksek enerjili fosfat bağları (ATP)

Magnezyum (Mg)

- Önemli bir katyon
- İnsanda toplam Mg'nin çoğu (yaklaşık %60'ı) kemikte bulunur.
- Vücut Mg'sinin yaklaşık %45'i intraselülerdir.
- Genel olarak, hücrenin Mg içeriği arttıkça metabolik aktivitesi de artar.
- Hücresel Mg'nin %0.5-5'i serbest (iyonize) olarak bulunur ve enzim aktiviteleri için önemlidir. Sitozolik Mg'nin çoğu ATP'ye bağlı olarak bulunur.
- Mg, birçok enzimin kofaktörüdür.
- Mg düştüğünde aksonal uyarılma eşiği düşer ve sinir iletim hızı artar.

Sodyum (Na) - Potasyum (K)

- Na, hücre dışı sıvıda en çok bulunan katyondur.
- Diyetle alınan sodyumun hemen hemen tamamı gastrointestinal kanaldan absorbe edilir.
- Hücre içi ortamda en çok bulunan katyon potasyumdur.
- Hücre dışı ortamda K azalması durumunda kas zayıflığı, felç, hızlı kalp atımı gibi durumlar görülür. Yüksek olmasında uyuşukluk, ekstremitelerde sızı, solunum kaslarının zayıflığı, kalp atımının yavaşlaması gibi durumlar görülür.
- Çok fazla olursa ölüm gerçekleşir.

Klor (Cl)

- Hücre dışı ortamda en çok bulunan anyon klordur.
- Sodyum ve klor iyonları birlikte, plazmanın osmotik basıncının oluşmasında en büyük paya sahiptirler.

Çinko (Zn)

- Biyolojik sistemlerde +2 olarak bulunur.
- Birçok enzimin kofaktörüdür (metalloenzimler). Ör: DNA polimeraz ve RNA polimeraz. Bu açıdan önemlidir.
- Zn noksanlığında büyümede yavaşlama, dalak-karaciğer büyümesi, kilo kaybı, psikiyatrik bozukluklar gibi durumlar ortaya çıkabilir.

Bakır (Cu)

- Biyolojik sistemlerde +2 ve +1 olarak bulunur.
- Redoks tepkimelerinde rol oynar.
- Birçok enzimin kofaktörüdür.
- Bakır, demir metabolizmasında da önemli rol oynar. Bakır eksikliği demir absorpsiyonunu da etkiler.
- Kollajen ve elastin polipeptitleri arasında çapraz bağlar yapan lizil oksidaz enziminin de kofaktörüdür.
- Bakırın özellikle karaciğerde anormal birikmesi sonucu Wilson hastalığı oluşur.

Manganez (Mn)

- Biyolojik sistemlerde +2 ve +3 olarak bulunur.
- Birçok enzimin kofaktörüdür ve aktivatörüdür.
- Bağ ve kemik doku oluşumu, üreme fonksiyonları, karbonhidrat ve lipit metabolizması için önemlidir.
- Hücrede en çok mitokondrilerde bulunur.
- Eksikliğinde büyümede gerileme, iskelet sistemi bozuklukları görülebilir.

Molibden (Mo)

- Metabolizmada önemi bazı enzimlerin kofaktörüdür.
- Fazla Mo, sülfat bakırın emilim ve depolanmasını aksatarak Cu eksikliğine sebep olabilir.

Selenyum (Se)

- Önemli bir glutatyon peroksidaz enziminin kofaktörüdür.
- Organizmayı serbest radikallere karşı savunmaya yardımcı olur.
- Selenosistein ve selenometiyonin şeklinde bulunur.
- Kronik selenyum zehirlenmesinde saç dökülmesi, tırnak kayıpları, deri lezyonları, sinirsel bozukluklar görülür.

Kobalt (Co) - Flor (F) - Demir (Fe)

- Kobalt, B12 vitamini metabolizmasında önemlidir.
- Hayvanlar için esansiyel olan flor, dişlerin mine tabakasının sertliğinin artmasında, apatit kristal formasyonunun bütünlüğünün sağlanmasında önemlidir. Eksikliğinde osteoporoz ve diş kayıpları görülebilir.
- Demir, yer yüzünde çok bulunan bir elementtir. Biyolojik proseslerde önemlidir ve kofaktördür. Serbest (iyonik) demir, moleküler oksijen ve hidrojen iyonlarından kaynaklanan serbest radikal reaksiyonlarını katalizleyebilir. İnsanda yaklaşık %70'i hemoglobinde bulunur.

Krom (Cr) - Kükürt (S) - İyot (I)

- Krom, glikoz ve lipit metabolizmasının kontrolünde önemlidir.
- Kükürt, genelde amino asitlerde ve bazı polisakkaritlerin yapısında bulunur.
- İyot, tiroit hormonlarının sentezinde gerekli olduğundan önemlidir.

MAKROMOLEKÜLLERE GİRİŞ

Makromolekül

- Hücrelerde küçük organik moleküller, daha büyük molekülleri oluşturmak bir araya gelmiştir ve biyolojik organizasyonda bir üst seviyeye çıkmıştır.
- Küçük moleküllerin ve fonksiyonel grupların bir araya gelerek oluşturduğu çok daha büyük moleküller **makromolekül** olarak adlandırılır.
- Örneğin proteinler birbirlerine kovalent olarak bağlı binlerce atomun oluşturduğu ve ağırlıkları yaklaşık 500.000 Daltona kadar çıkabilen makromoleküllerdir.
- Makromoleküllerin boyutları ve karmaşıklığı göz önüne alındığında, bunların ayrıntılı yapılarının saptanması önemlidir. Çünkü yapının biyolojik işlevde çok önemli rolü vardır.

Makromolekül

- Biyolojik makromoleküllerin 4 önemli sınıfı vardır:
- **Karbonhidratlar**
- **Nükleik asitler**
- **Lipitler**
- **Proteinler**

Polimer

- Birbirinin aynısı veya benzeri yapıtaşlarının kovalent bağlarla oluşturdukları uzun moleküllere **polimer** adı verilir.
- Polimerlerin yapıtaşı olarak görev yapan küçük moleküllere ise **monomer** denir.
- Karbonhidratlar, nükleik asitler ve proteinler polimerik yapıdadır.
- Polimerik makromolekül sınıfları monomerlerinin niteliği bakımından farklı olmakla birlikte hücrelerin polimerleri kurmak ve yıkmak için kullandıkları kimyasal mekanizmalar temel olarak aynıdır.

Polimer

- Monomerlerin birbirlerine bağlandığı tepkime sırasında bir molekül su çıkışıyla birlikte iki molekül arasında kovalent bağ kurulur. Bu tip tepkime **kondensasyon tepkimesi** ya da özel olarak **dehidrasyon tepkimesi** olarak adlandırılır, çünkü bu tepkime sırasında su molekülü kaybedilmektedir.
- Dehidrasyon tepkimelerinin cereyan etmesi için hücrenin enerji harcaması gerekir ve bu süreç enzimlerin yardımıyla gerçekleşir.

Polimer

- Polimerler **hidroliz** adı verilen ve dehidrasyon tepkimesinin tersine işleyen bir süreçle monomerlerine ayrılır. Monomerler arasındaki bağlar bir su molekülü eklenmesiyle kırılırlar.
- İnsan vücudundaki hidrolize örnek...

Polimer

- Az sayıdaki monomer seti ile çok çeşitli polimerler kurulabilir.
- Her hücrede binlerce çeşit makromolekül bulunur. Aynı organizmanın farklı hücrelerinde de bu makromoleküller farklı kombinasyonlar halinde bulunur.
- Canlılar dünyasındaki makromoleküllerin çeşitlilik potansiyeli sınırsız denilebilecek kadar fazladır.
- Bu durumun altında düzenlenme, yani monomerlerin diziliş sıraları farklı olacak şekilde yüzlerce monomer uzunluğunda polimerlerin oluşturulması yatmaktadır. (Ör: proteinler)

KARBONHİDRATLAR

Karbonhidratlar

- Karbonhidratlar, yeryüzünde en bol olarak bulunan biyomoleküllerdir.
- Her yıl fotosentetik canlılar tarafından 100 milyar metrik tondan fazla CO_2 ve H_2O selüloz gibi ürünlerin sentezlenmesinde kullanılmaktadır.
- Karbonhidrat oksidasyonu, fotosentetik olmayan canlılarda enerji üretiminde merkezi rol üstlenmektedir.
- Canlılarda çok çeşitli işlevleri vardır
- Glikobiyoloji, Glikomiks

Karbonhidratlar

- Basit şekerler halinde bulundukları gibi pek çok organik ve inorganik bileşiklere bağlanarak kompleks yapılar da oluştururlar.
- Basit şekerler birbirleriyle bağlanarak selüloz, glikojen, nişasta gibi polisakkaritleri oluştururlar. Ayrıca pürin, primidin ve fosfatlara bağlanarak nükleik asitleri, proteinlere bağlanarak **glikoproteinleri**, lipitlere bağlanarak **glikolipitleri**, çeşitli alkollere bağlanarak glikozitleri, bazı organik gruplara ve sülfatlara bağlanarak mukopolisakkaritleri, diğer heteropolisakkaritleri ve türev karbonhidratları oluştururlar.
- Oligosakkarit bağlı glikolipitler ve glikoproteinler, **glikokonjugatlar** olarak ifade edilirler. Glikokonjugatların önemli hücresel işlevleri vardır.

Karbonhidratlar

- $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$
- Hayvansal karbonhidratların esas kitlesini bitkisel kaynaklar oluşturur.
- İnsanlar ve hayvanlar, bitkileri ve otobur hayvanları yiyerek karbonhidrat ihtiyaçlarını karşılarlar. Canlı organizmaya besin olarak alınan üç büyük ana maddenin birisi karbonhidratlardır.
- Bu nedenle bitkiler tarafından sentezlenen karbonhidratlar tüm hayvansal dokulardaki ana karbon kaynağıdır.

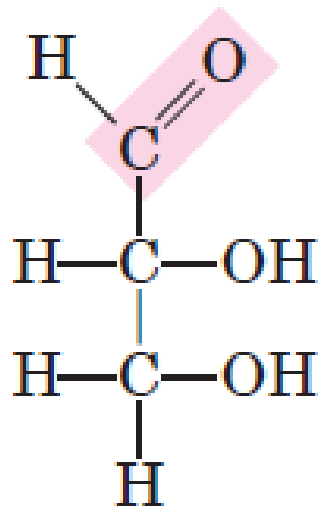
Karbonhidratlar

- Polihidroksi aldehitler, ketonlar (ve hidroliz sonucu bu ürünleri oluşturanlar) veya bunların türevleri olarak tanımlanabilirler.
- Şekerler ya da sakkaritler olarak da isimlendirilen bu bileşikler $(CH_2O)_n$ genel formülü ile gösterilir. (Ancak istisnaları vardır. Ör: laktik asit ($C_3H_6O_3$), ramnoz ($C_6H_{12}O_5$))
- Bazılarında azot, fosfat ve sülfür de bulunabilir.
- Karbonhidratlar hem şekerleri, hem de bunların polimerlerini içerirler.

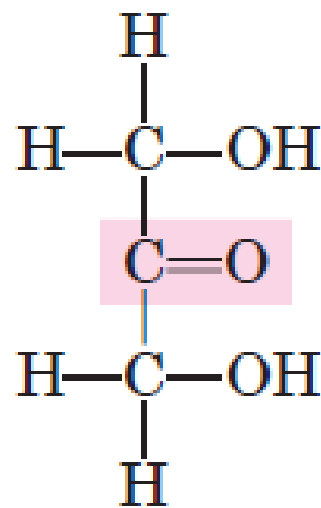
Karbonhidratlar

- En basit karbonhidratlar bir tek polihidroksi aldehit ve keton ünitesinden kurulu olan **monosakkarit**lerdir (basit şekerler). Doğadaki en yaygın monosakkarit, 6 C'lu bir şeker olan D-glukozdur (bazı kaynaklarda dextroz olarak geçer).
- 4 C'dan daha fazla C bulunduran monosakkaritler halka yapısı oluşturma eğilimindedir.
- **Oligosakkaritler:** Monosakkarit birimlerinin **glikozidik bağ** ile oluşturduğu kısa zincirler.
- **Polisakkaritler:** Genelde 20 veya daha fazla monosakkaritten oluşan polimerler.

Karbonhidratlar



Glyceraldehyde,
an aldotriose



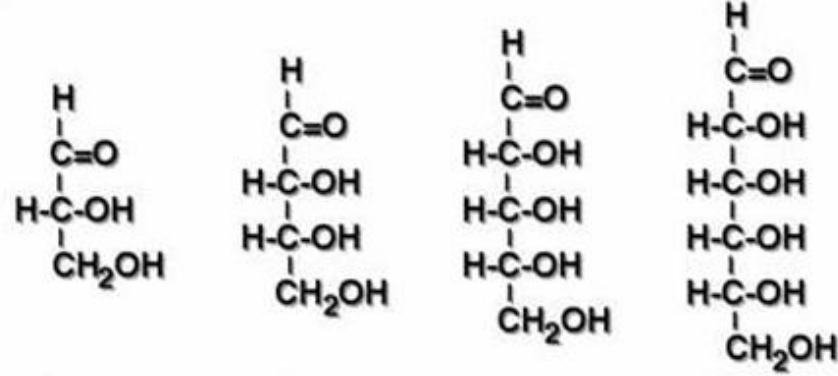
Dihydroxyacetone,
a ketotriose

(a)

Sınıflandırma

- 1. C atomu sayısına göre
 - 2. Aldehit ve keton grubu taşımalarına göre
 - 3. Basit şeker ünitesi sayısına göre
-
- 1. ve 2. sınıflandırmada temelde monosakkaritler isimlendirilir.

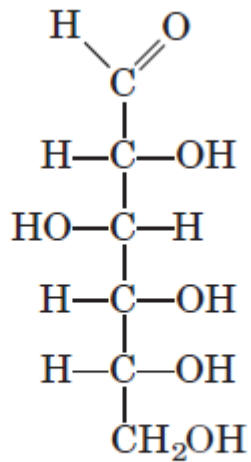
Sınıflandırma



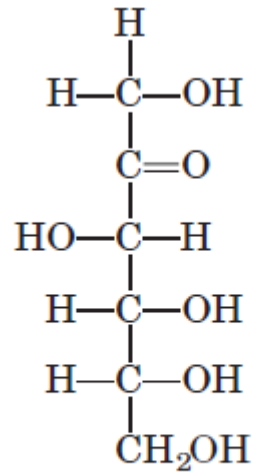
- **1. C atomu sayısına göre**
- Burada temelde monosakkaritler dikkate alınır.
- **Dioz:** İki karbonlu şeker
- **Trioz:** Üç karbonlu şeker
- **Tetroz:** Dört karbonlu şeker
- **Pentoz:** Beş karbonlu şeker (örnek..)
- **Heksoz:** Altı karbonlu şeker (örnek..)
- **Heptoz:** Yedi karbonlu şeker
- ...
- Çoğu şekerlerde C sayısı 3-7 arasındadır.

Sınıflandırma

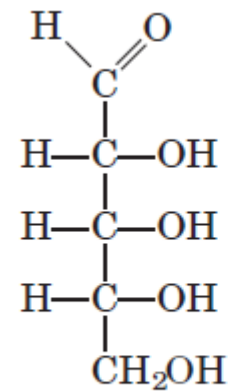
- **2. Aldehit ve keton grubu taşımalarına göre**
- Monosakkaritler karbonil grubunun yerleşimine bağlı olarak **aldoz** (aldehit şeker) ve **ketoz** (keton şeker) olarak ikiye ayrılır. (Polihidroksi aldoz veya polihidroksi ketoz da denmektedir).
- Aldozlar aldehit grubu taşırlar. En basit üyesi glsieraldehit tir.
- Ketozlar keton grubu taşırlar. En basit üyesi dihidroksiaseton dur.



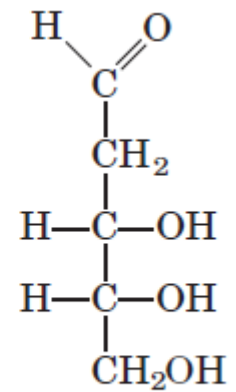
D-Glucose,
an aldohexose



D-Fructose,
a ketohexose



D-Ribose,
an aldopentose



2-Deoxy-D-ribose,
an aldopentose

Sınıflandırma

- **3. Basit şeker ünitesi sayısına göre**
- En basit karbonhidratlar **monosakkaritler** ya da **(tek) şekerler** dir. Bunlar **basit şekerler** olarak da bilinirler. Tek bir polihidroksi aldehit veya keton grubu bulunduran karbonhidratlardır. En yaygın olarak bulunan monosakkarit olan glukoz ($C_6H_{12}O_6$) canlı kimyasında hayati bir öneme sahiptir.
- **Disakkaritler** iki monosakkaritin kondensasyon ile birleşmesiyle (**glikozidik bağ**) oluşan **çift şekerler**dir.

Sınıflandırma

- **Oligosakkaritler**, birkaç monosakkaritin aralarında glikozidik bağ yapmasıyla oluşurlar. Disakkaritler de oligosakkarit olarak ele alınabilir.
- **Polisakkaritler**, çok sayıda monosakkarit biriminden oluşmuş düz veya dallı yapıda polimerik makromoleküllerdir.

Monosakkaritler

- Tek bir polihidroksi aldehit veya keton grubu içeren karbonhidratlardır. En önemlileri glukoz, fruktoz, galaktoz, mannoz, riboz, ribuloz, deoksiriboz, gliseraldehit ve dihidroksiasetondur.
- Monosakkaritlerdeki çeşitliliğe neden olan başlıca etmenler C sayısı ve karbonil grubunun konumudur. Bunun yanında asimetrik C etrafındaki düzenleniş de çeşitlilik sağlar.
- Örneğin glukoz ve galaktozda böyle bir durum görülmektedir. Bu şekildeki küçük bir farklılığın bu iki şekerin ayrı biçim ve davranışa sahip olmalarını sağlamaya yeterli olduğu görülmektedir.

Monosakkaritler

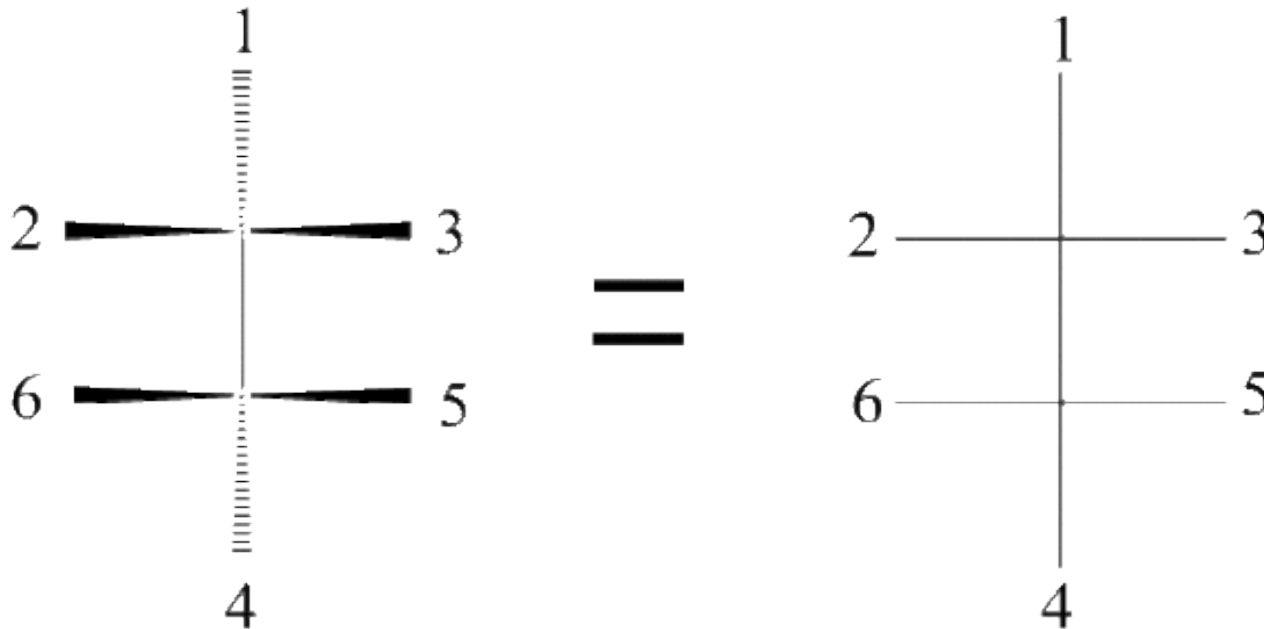
- Kapalı formülü $(CH_2O)_n$ olan monosakkaritlerin en küçük üyeleri üç karbonlu gliseraldehit ve dihidroksiasetondur.
- Monosakkaritlerin karbon iskeleti genellikle dallanmamıştır ve C atomlarından biri karbonil oksijenini diğerleri ise bir OH grubu taşır.
- İsimlendirme: aldoz, ketoz, trioz, tetroz, pentoz...
- Sonlarına genellikle –oz eki getirilir.

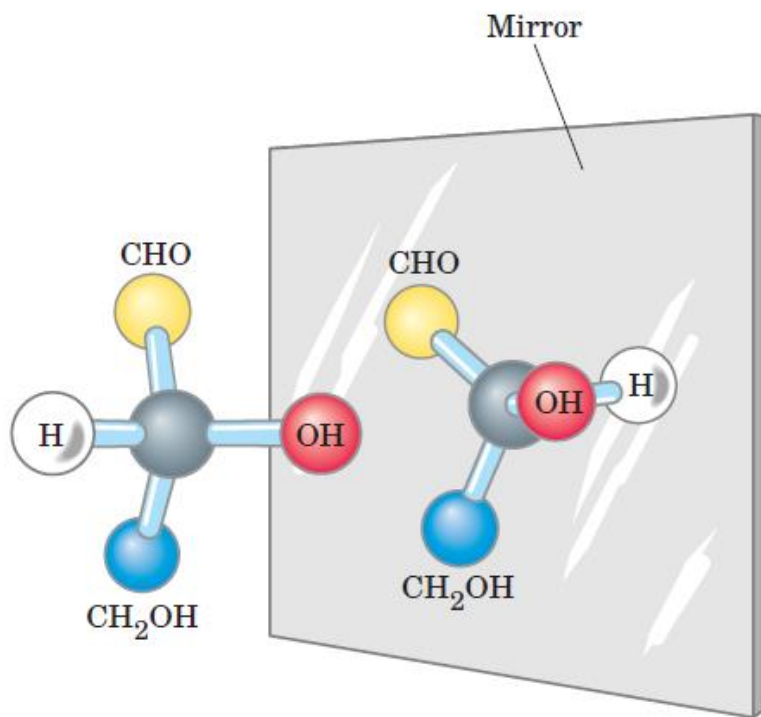
Monosakkaritler

- Aldoz ve ketozlardan tabiatta en çok bulunan heksozlardır.
- Bununla beraber, aldopentozlar nükleik asitlerin ve çeşitli polisakkaritlerin önemli bileşenleridir.
- Trioz ve heptozların türevleri ise karbonhidrat metabolizmasında önemli ara bileşiklerdir.
- Glikoz en çok rastlanılan monosakkarit olup, diğerlerine kaynaklık teşkil ettiğinden ana monosakkarit olarak kabul edilir. D-glikoz çoğu canlı için öncelikli enerji kaynağı olmasının yanında nişasta ve selüloz gibi polisakkaritlerin de temel birimidir.

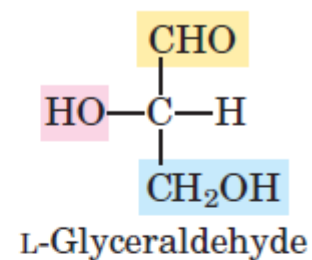
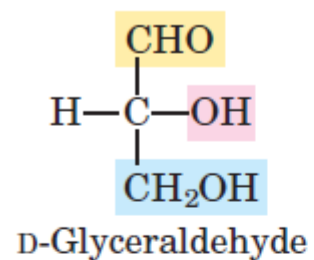
Monosakkaritlerin Fischer gösterimi

- Düz zincir gösterimidir. Dikey çizgiler düzlemin arkasında, yatay çizgiler düzlemin ön yüzündedirler.

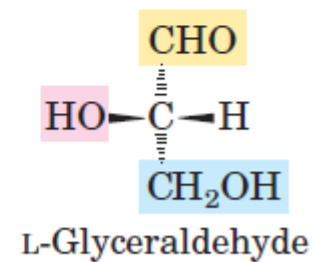
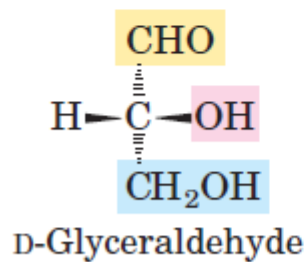




Ball-and-stick models



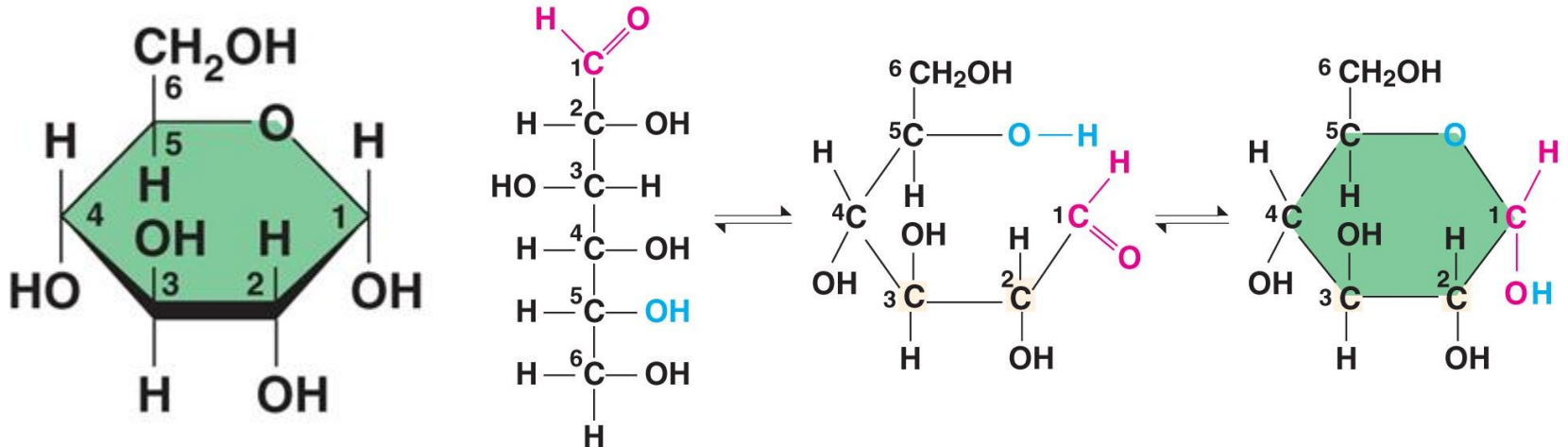
Fischer projection formulas



Perspective formulas

Monosakkaritlerin Haworth gösterimi

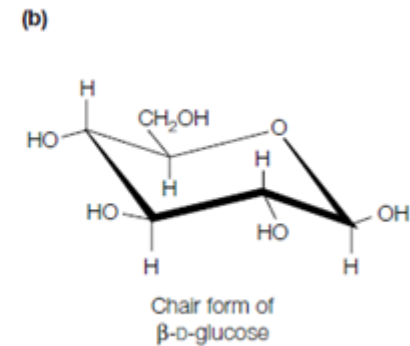
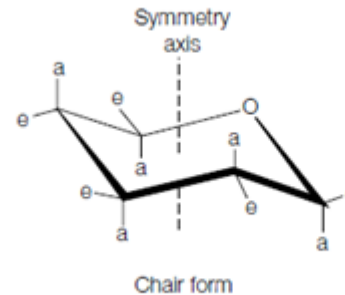
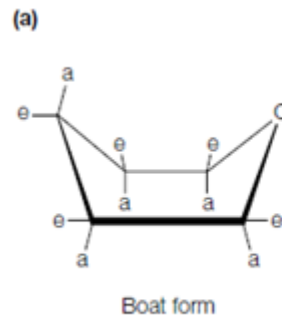
- Haworth, halkasal karbonhidrat yapılarını göstermek üzere bir sistem geliştirmiştir. Bu sistemde halka kağıt düzleminden dışarıya dik olacak şekilde gelmekte ve halkadaki karbon atomları takılı gruplar halka düzleminin üst ve altında yer almaktadır. Bu gösterimde kalın çizgiler okuyucuya yakın kısımlardır.



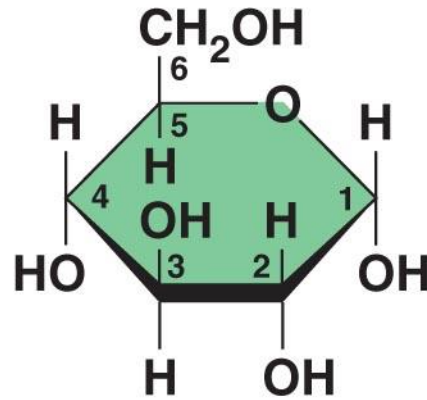
α -D-glukoz

Monosakkaritlerin Haworth gösterimi

- Ancak Haworth yapıları halkaların gerçek uzaysal konfigürasyonunu yansıtmaz. Çünkü piranoz ve furanoz halkaları bir düzlem şeklinde değildir. Piranoz halkalarının iki farklı konformasyonu vardır: koltuk ve kayık. Koltuk şekli daha karardlıdır. Fakat şeker moleküllerinin biyokimyasal reaksiyonları anlatılırken Haworth yapıları yeterli olduğu için genelde koltuk ve kayık şekilleri gösterilmez.



Monosakkaritlerin Haworth gösterimi

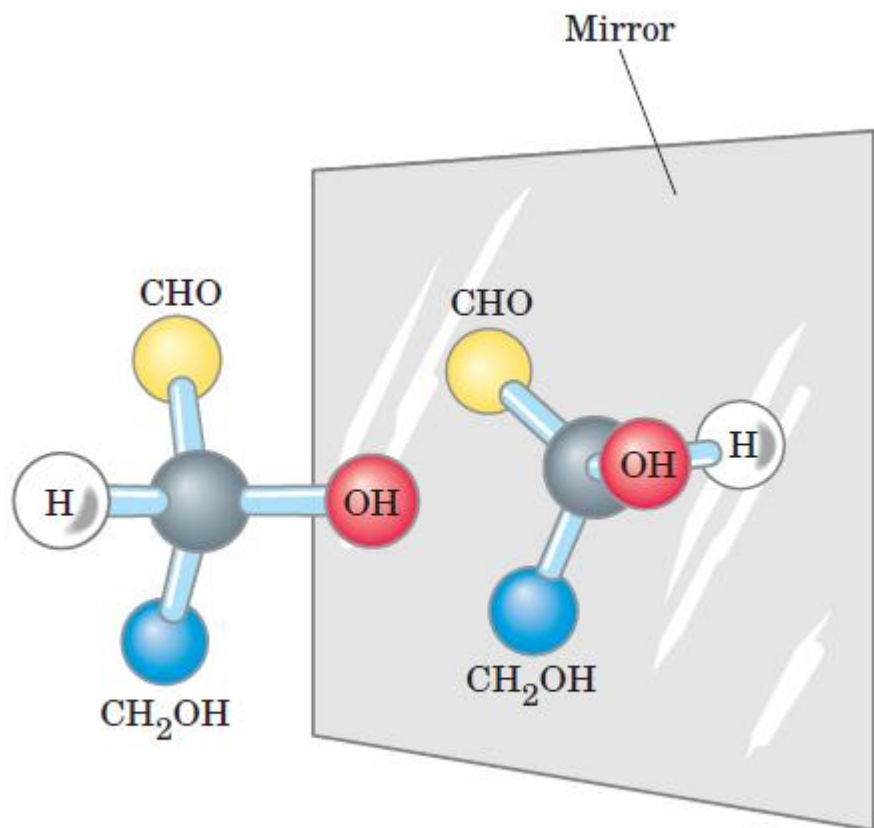


Kısaltılmış halka yapısı

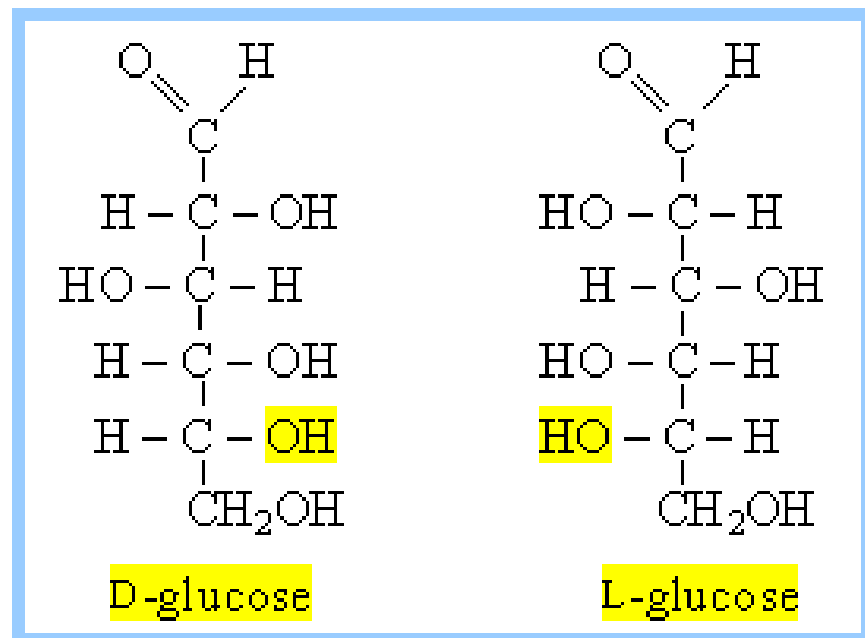
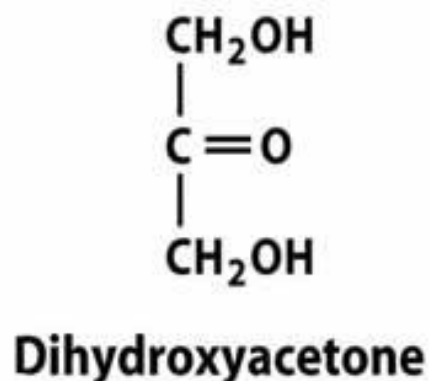
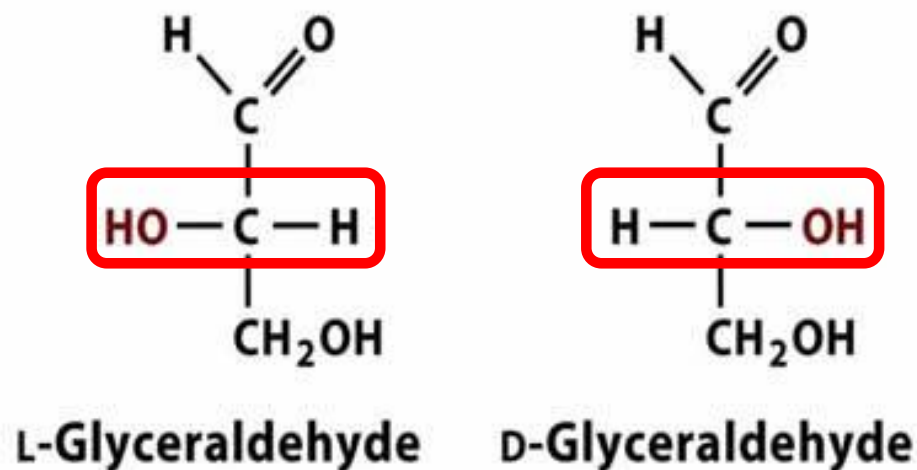
Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.

L- ve D- formları (Stereoizomerizm)

- Dihidroksiaseton dışındaki bütün monosakkaritler bir veya daha fazla sayıda asimetric karbon atomu bulundurlurlar.
- En basit monosakkaritlerden olan gliseraldehit (bir aldotrioz)'in bir tane asimetric C atomu vardır. Bu durumdan dolayı iki optik izomeri (enantiyomeri) vardır.
- Şekerler, amino asitler ve optik aktiviteye sahip olan diğer bileşiklerin atomlarının uzaydaki konfigürasyonları gliseraldehit izomerlerine göre isimlendirilmektedir.



Ball-and-stick models



«karbonil atomundan en uzak mesafedeki kiral karbon etrafındaki düzenlenişe göre»

L- ve D- formları (Stereoizomerizm)

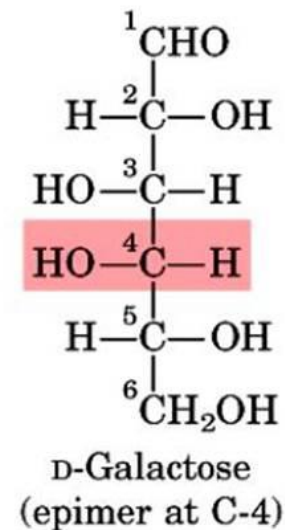
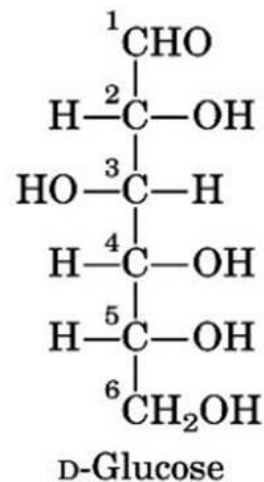
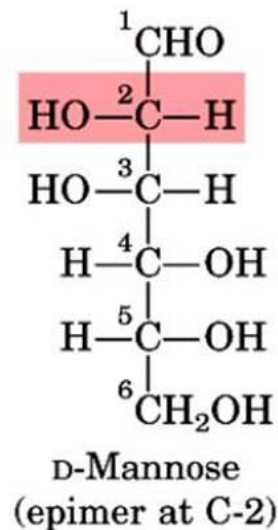
- Bir aldoz monosakkarit karbonil grubundan en uzakta ve primer alkol grubuna komşu olan karbon atomundaki H ve OH gruplarının konumu açısından D-gliseraldehide benziyorsa **D izomeri**, L-gliseraldehide benziyorsa **L izomeridir**.
- Ancak burada gliseraldehit temel alınarak oluşturulan D- ve L- izomer ifadesi mutlak uzaysal konfigürasyonun ifadesi olup, çevirmenin yönünü belirtmez. (yön belirten *d* ve *l* ile karıştırmayınız)

L- ve D- formları (Stereoizomerizm)

- Aldozların içeirisnde biyolojik yönden önemli olanlara örnek olarak D-gliseraldehit, D-riboz, D-glukoz, D-mannoz ve D-galaktoz verilebilir.
- Doğada en bol bulunan monosakkarit bir aldopentoz olan D-glukozdur.
- Ketozlardan ise doğada en çok bulunanlara örnek olarak dihidroksiaseton, D-ribuloz ve D-fruktoz verilebilir.
- Örneklerden de anlaşıldığı gibi L-şekerler biyoloji sistemlerde nadiren bulunur. Önemli olanlara örnek olarak L-fukoz, L-ramnoz, L-arabinoz ve L-sorboz verilebilir.

Epimer

- Yalnız bir karbon atomu üzerindeki konfigürasyonunda farklılık bulunan iki monosakkarite **epimer** adı verilir. Glukoz 6 karbonlu standart şekerdir. Örneğin D-glukoz ve D-mannoz 2 nolu C atomlarına göre, D-glukoz ve D-galaktoz ise 4 nolu C atomlarına göre birbirlerinin epimeridir.

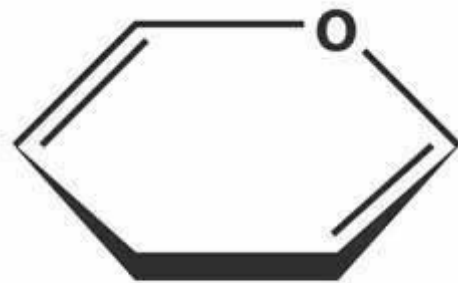
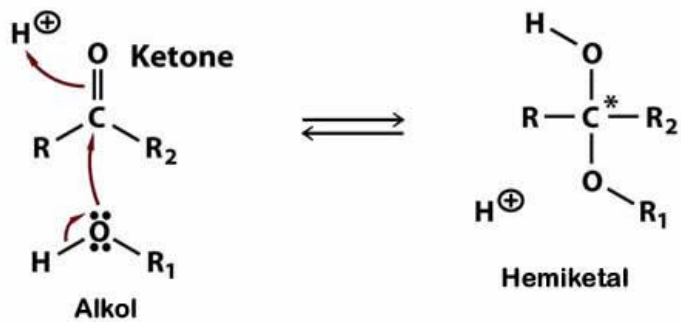
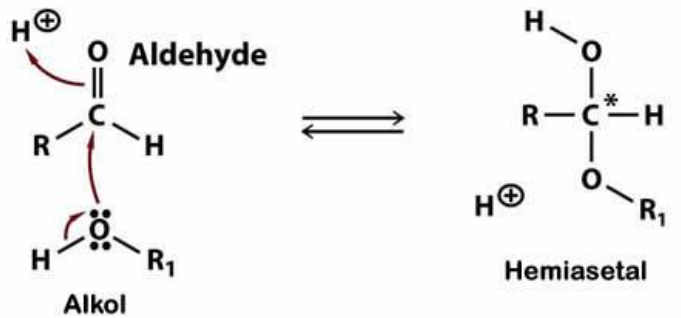


Monosakkaritlerin anomerik şekilleri

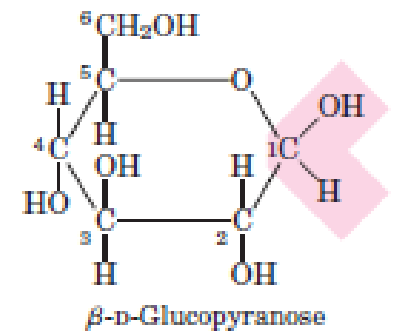
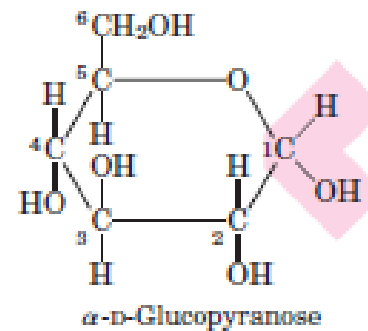
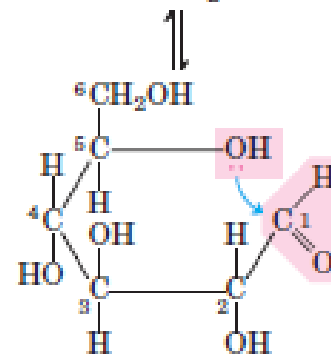
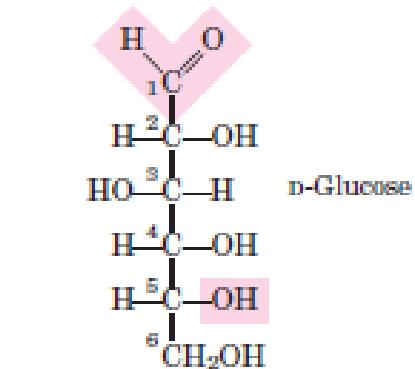
- Şekerleri doğrusal olarak çizmek gösterim açısından kolay olmakla birlikte aslında su içinde birçok şeker halkasal formda bulunurlar.
- Özellikle 5 veya daha fazla C atomuna sahip monosakkaritler çoğunlukla zincirde bir OH grubunun oksijeni ile kovalent bağ oluşturan karbonil grubu üzerinden halkalı yapılar oluştururlar. Bu halkalı yapının oluşumu alkoller ile aldehitler ile veya ketonlar arasındaki genel bir tepkimenin bir sonucudur. Bu tepkime sonucu ilave bir asimetrik C içeren ve bu nedenle iki stereoizomerik yapı oluşturabilen hemiasetal (yarı asetal) veya hemiketal (yarı ketal) türevleri meydana gelir.

Monosakkaritlerin anomerik şekilleri

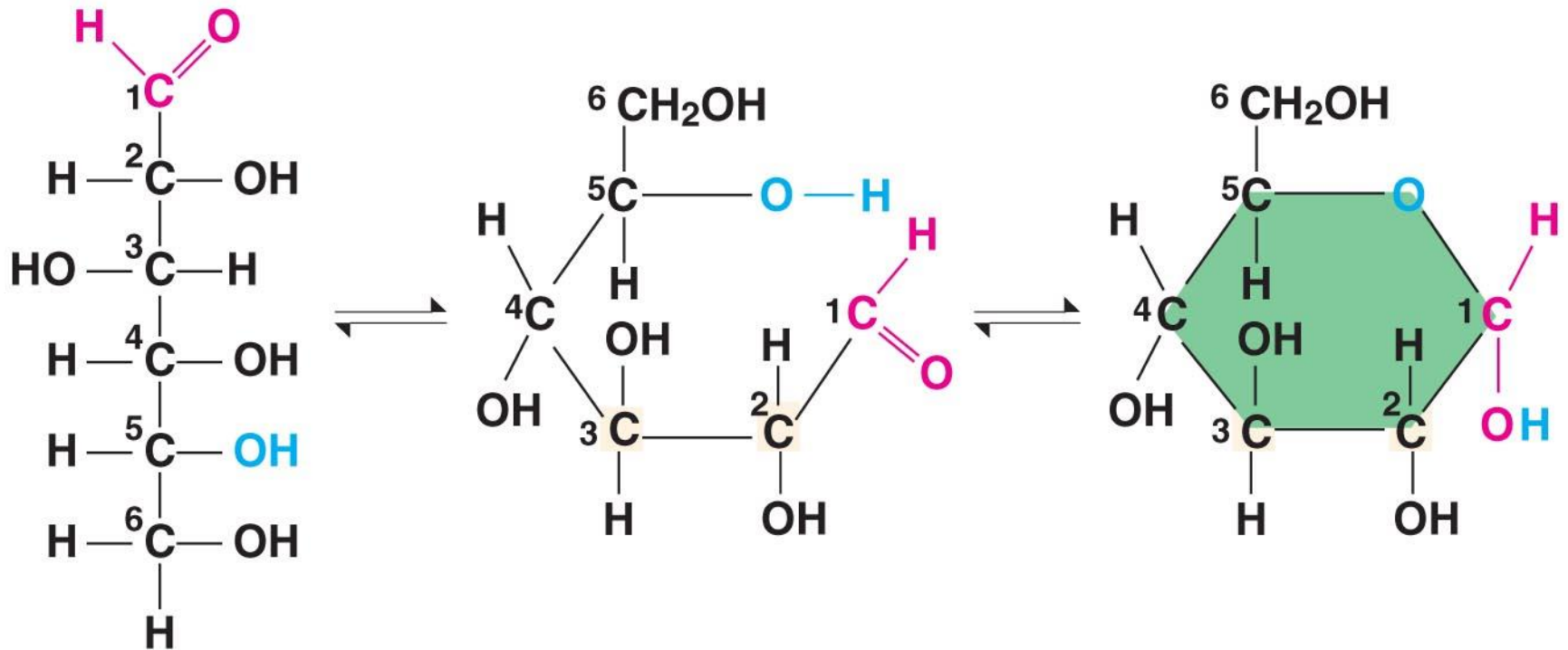
- Sadece hemiasetal veya hemiketal C atomlarındaki düzenlenişlerinde farklılık gösteren monosakkarit izomer yapılarına **anomer** denir. Bu karbonlar da **anomerik C** adını alır.
- Örneğin D-glukozun α - ve β - izomerleri de halksal yapıdan dolayı bulunur. D-glukozun C-5'teki alkolik hidroksil grubu ile C-1'deki aldehit grubu arasında reaksiyon sonucu **hemiasetal** oluşur. Sonuçta 5 karbondan oluşan 6 üyeli bir **piran benzeri** halka meydana gelir (molekülün tamamında 6 C vardır ancak halkanın yapısında beş C ve 1 O vardır). Bu şekerlere pirana benzediği için piranoz adı verilir. Bu yüzden α -D-glukozun sistematik adı α -D-glukopiranoz'dur.



Piran

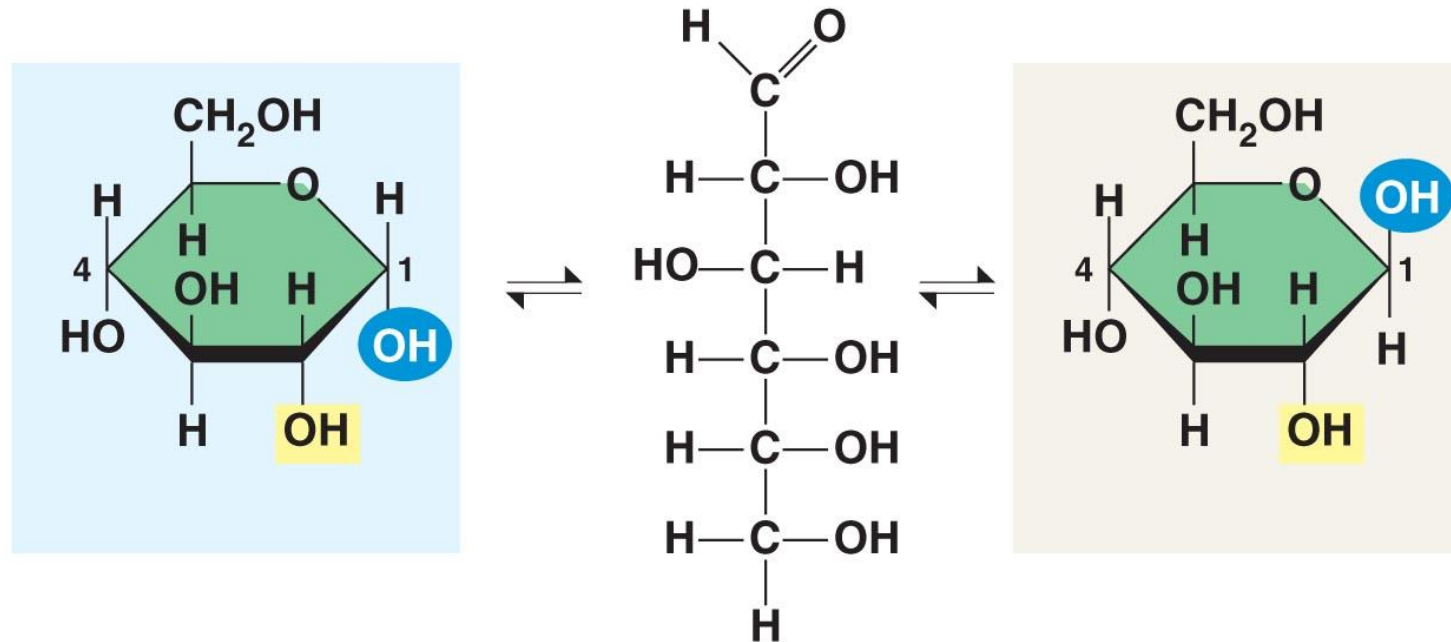


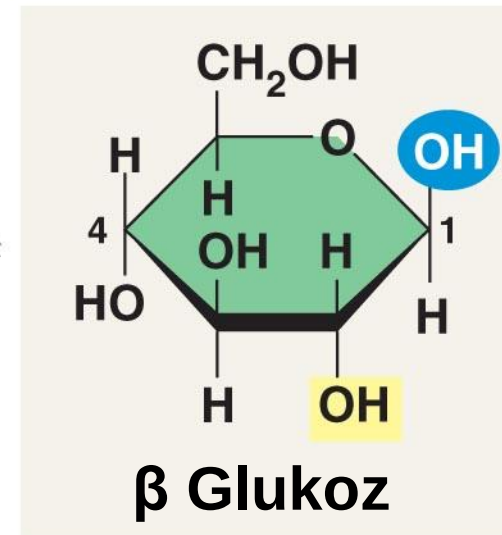
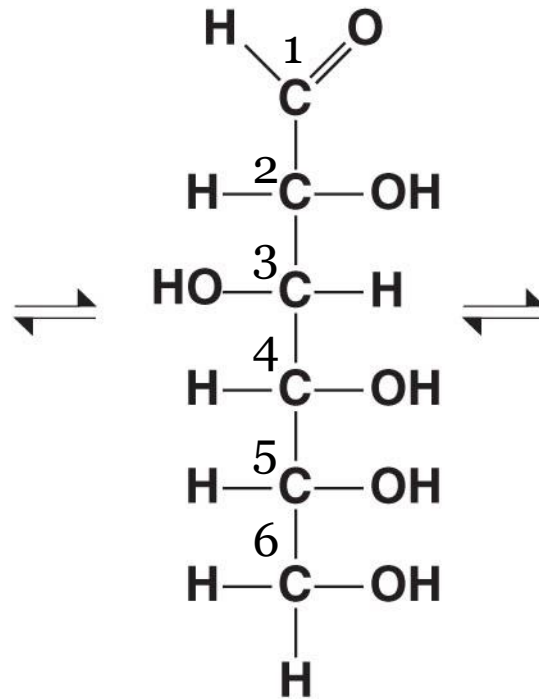
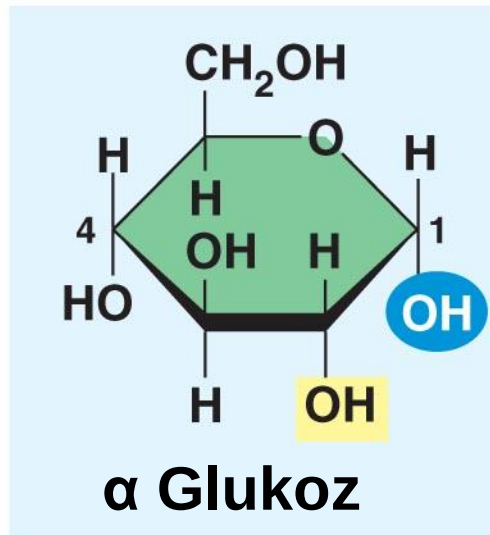
Monosakkaritlerin anomerik şekillleri



Doğrusal ve halkasal formlar

Glukoz halkasal biçime dönüşürken, 1 nolu karbona bağlı hidroksil grubu, halka düzleminin altında veya üstünde olmak üzere iki alternatif pozisyondan birisini kazanır. Eğer anomerik merkezdeki OH grubu, Fisher izdüşümüne göre en uzak kiral merkezdeki OH grubu ile aynı taraftaysa α , ters taraftaysa β olarak isimlendirilir. Düzlemin altında olursa α (alfa) glukoz, düzlemin üstünde olursa β (beta) glukoz olarak adlandırılır.

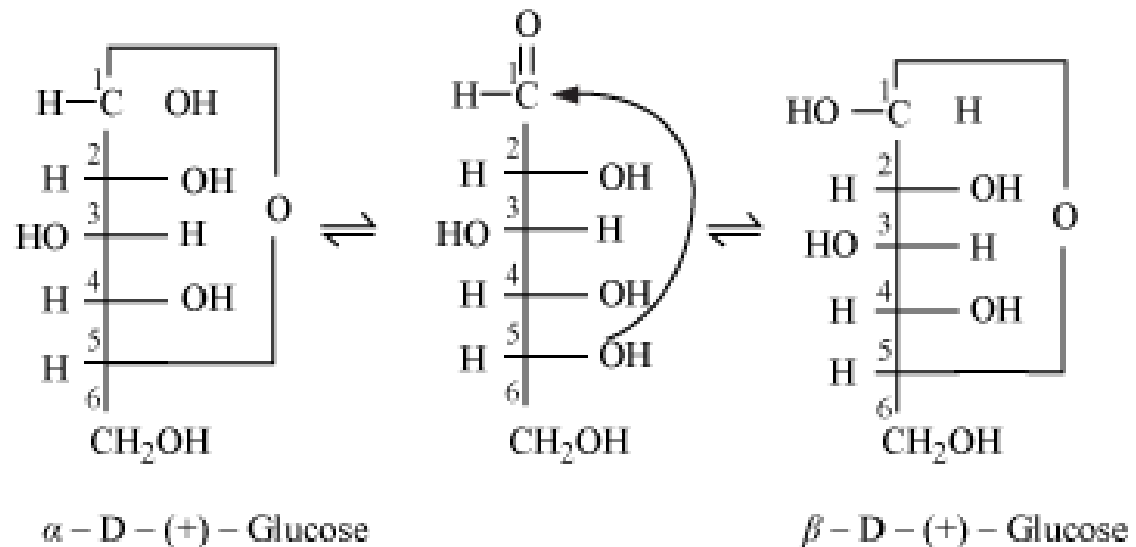




α ve β glukozun halkasal yapıları (Haworth gösterimi)

Monosakkaritlerin anomerik şekilleri

- Heksozların açık zincir yapılarının α - ve β - anomerik yapıları arasında ara geçiş hali olduğu düşünülmektedir.
- D-şeker serisinde α - ve β - formları anomerik C üzerinde --OH 'ın sırasıyla sağa ve sola yazılmasıyla gösterilir.



Monosakkaritlerin anomerik şekilleri

- Birçok monosakkarit sulu çözeltilerde, sahip olduğu asimetrik C sayısından bir fazla asimetrik merkezi varmış gibi davranır. Örneğin D-glukozun iki izomeri vardır: α -D-glukoz ve β -D-glukoz. D-glukozun bu izomerleri suda çözündüğü zaman her birinin optik çevrilmesi zamanla değişir ve son bir denge değerine yaklaşır. Bu değişmeye **mutarotasyon** adı verilir. Bu durum izomerlerin denge konsantrasyonlarına erişme eğilimlerinden ortaya çıkmaktadır.

Monosakkaritlerin anomerik şekilleri

- Böylelikle α -D-glukoz çözeltisi ile β -D-glukoz çözeltisi sonuç olarak aynı optik özelliklere sahip özdeş denge karışımı oluşturur. Bu karışım yaklaşık 1/3 oranında α -D-glukoz, 2/3 oranında β -D-glukoz, çok az miktarda düz zincir ve 5 üyeli halkadan (glukofuranoz) oluşur.

Monosakkaritlerin anomerik şekilleri

- Görüldüğü gibi 1 nolu C hemiasetal reaksiyonu sonucunda asimetrik merkez haline gelmiştir. Bundan dolayı D-glukoz α - ve β - olarak gösterilen iki izomer şekline girmiştir.
- Yalnız 5 veya daha fazla sayıda C atomu bulunduran monosakkaritler kararlı halkalar oluşturabilir ve anomerik yapılara sahip olabilir. Tetroz ve triozlar sulu çözeltilerde açık zincir yapısındadır.

Monosakkaritlerin anomerik şekilleri

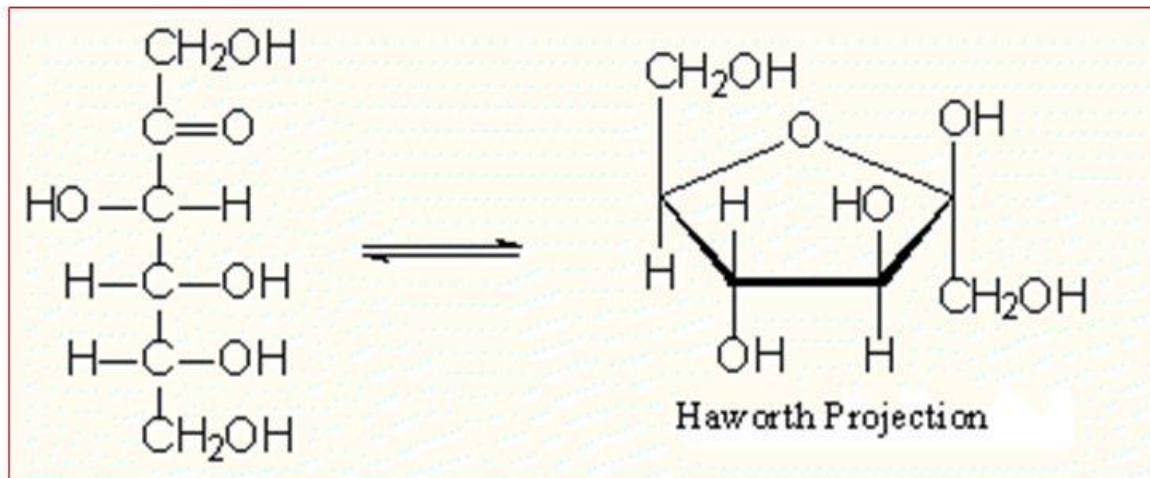
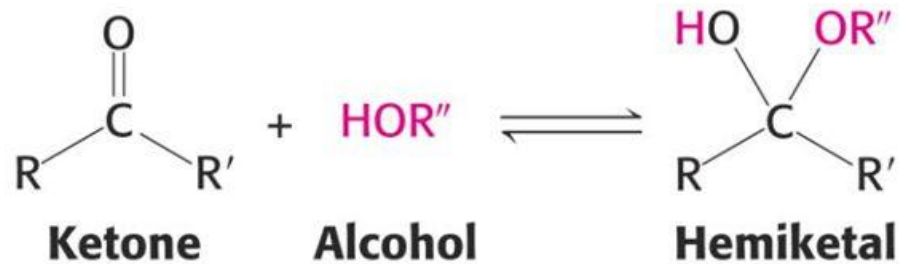
- Ketoheksozlar da α - ve β - anomerik şekillere sahiptir. Bu bileşiklerde 5 nolu karbondaki alkolik hidroksil grubu 2 nolu karbondaki karbonil grubu ile reaksiyona girerek **hemiketal** oluştururlar. Bunun sonucu olarak da dört tane C ve 1 tane O'dan oluşan bir halka meydana gelebilir. Bu bir **furan** halkasıdır ve ketoheksoz da **furanoz** adını alır.
- Ketozlar piran halkası da oluşturabilir.
- Aldozlar da hem piranoz hem de furanoz oluşturabilirler.



Furan

Monosakkaritlerin anomerik şekilleri

Ketonlar alkol ile birleşince "hemiketal" oluşur



Monosakkaritlerin anomerik şekillleri

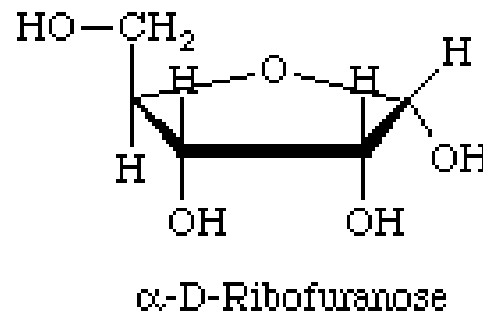
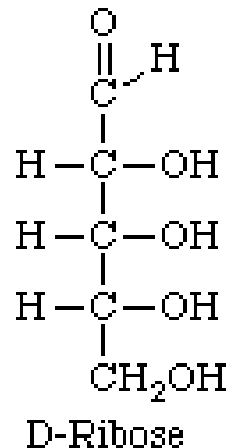
- Monosakkaritlerin solüsyondaki piranoz ve furanoz formları arasındaki dağılımı şekerin yapısına, ortamın pH değerine, solvent içeriğine ve sıcaklığa bağlı olarak değişebilir.

Monosakkaritlerin Biyolojik İşlevleri

- En önemlileri glukoz, fruktoz, galaktoz, mannoz, riboz, ribuloz, deoksiriboz, gliseraldehit ve dihidroksiasetondur.
- Monosakkaritler ve özellikle de glukoz, hücreler için temel besinlerdir. Hücre solunumunda glukoz moleküllerinde depolanmış olan enerji kullanılır.
- Basit şeker molekülleri hücresel işler için temel yakıt olmalarının yanı sıra, amino asitler ve yağlar gibi diğer küçük organik moleküllerin sentezlenmesi için hammadde olarak da iş görürler. Bu amaçlar için kullanılmamış şeker molekülleri ise genellikle disakkarit ya da polisakkaritlerin yapısına katılırlar.

Monosakkaritlerin Biyolojik İşlevleri

- Glukoz (aldoz), fruktoz (ketoz) ve galaktoz (aldoz) iyi bilinen basit şekerlerdir. Bunlar dışında glikoprotein sentezinde N-bağlı oligosakkarit yapısına giren **mannoz** (aldoheksoz), nükleik asitlerin yapısına katılan **riboz** ve **deoksiriboz** (ikisi de aldopentoz) da canlı kimyasında önemlidir.

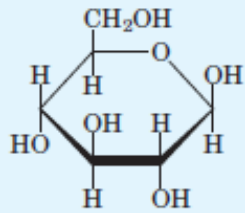


Monosakkaritlerin Önemli Türevleri

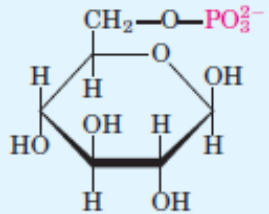
Şeker türevleri

- Glukoz, galaktoz ve mannoz gibi basit heksozlara ilave olarak ana bileşikte hidroksil grubunun bir başka grupta yer değiştirdiği veya bir karbon atomunun karboksil grubuna yükseltgendiği bazı şeker türevleri organizmalarda bulunmaktadır.

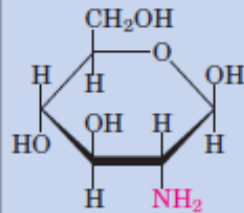
Glucose family



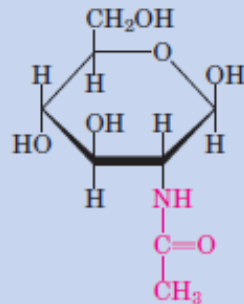
β -D-Glucose



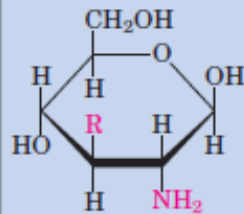
β -D-Glucose 6-phosphate



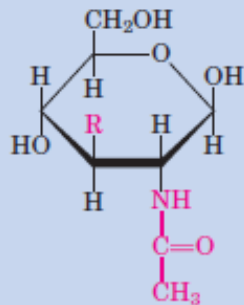
β -D-Glucosamine



N-Acetyl- β -D-glucosamine



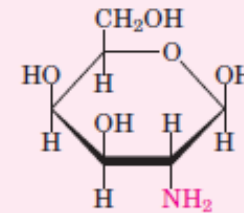
Muramic acid



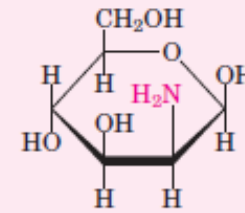
N-Acetylmuramic acid



Amino sugars

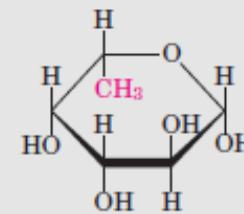


β -D-Galactosamine

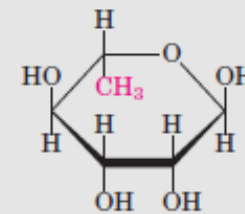


β -D-Mannosamine

Deoxy sugars

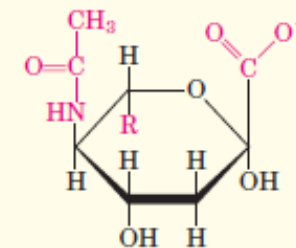


β -L-Fucose

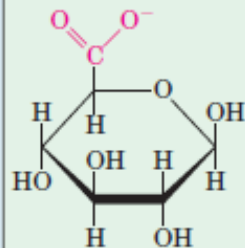
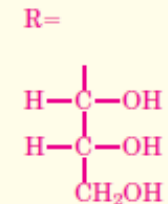


α -L-Rhamnose

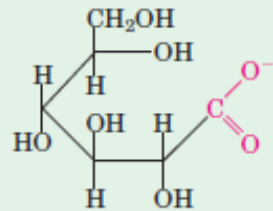
Acidic sugars



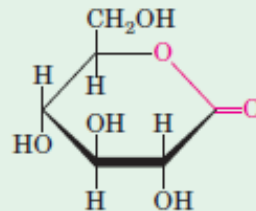
N-Acetylneuraminic acid
(a sialic acid)



β -D-Glucuronate



D-Gluconate



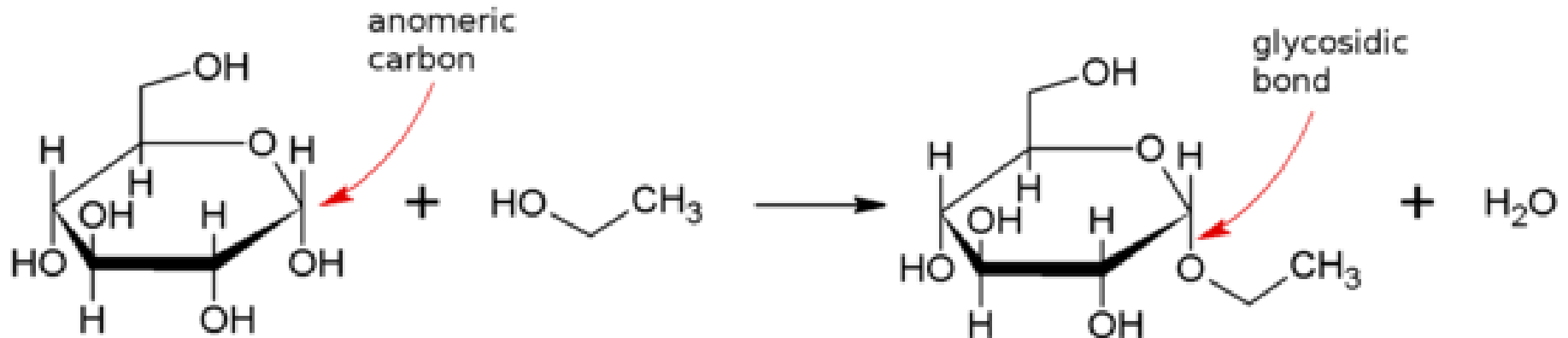
D-Glucono- δ -lactone

Glikozitler

- Glikozidik bağ genel olarak, bir şekerin veya şeker türevinin hemiasetal veya hemiketal grubuyla başka bir OH grubu arasında (ör: alkol, şeker) oluşur. Bu durumda glikozidik bağlar tek bir monosakkaritin üzerinde kurulabileceği gibi, iki monosakkarit arasında da kurulabilir.
- Glikozidik bağ bulunduran bileşiklere de genel olarak glikozit adı verilir.
- Ancak şekerlerden bahsederken disakkarit, oligosakkarit, polisakkarit ifadelerini kullanırız.

Glikozitler

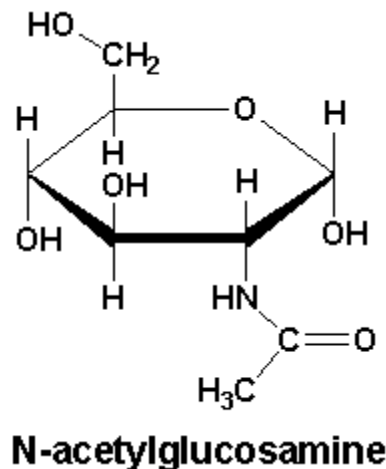
- Aldopiranozlar anomerik α - ve β - glikozitleri oluşturmak için mineral asit varlığında alkollerle kolaylıkla reaksiyona girerler.
- Aldoheksozun aldehit karbonunun bir başka alkole ait hidroksil grubuyla etkileşmesi sonucu glikozitler meydana gelir.



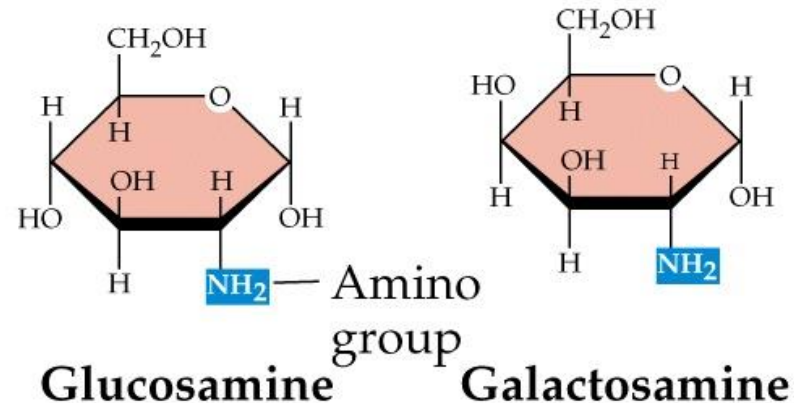
α -Etil glukozit

Amino şekerler

- Ana C iskeletinde C atomuna bağlı bir $-OH$ grubunun $-NH_2$ grubu ile yer değiştirmesiyle **amino şekerler** oluşur. D-glukozamin ve D-galaktozamin en yaygın amino şekerlerdir. Bu amino grubu hemen hemen her zaman asetik asitle birleşir (N-asetil glukozaminde olduğu gibi).

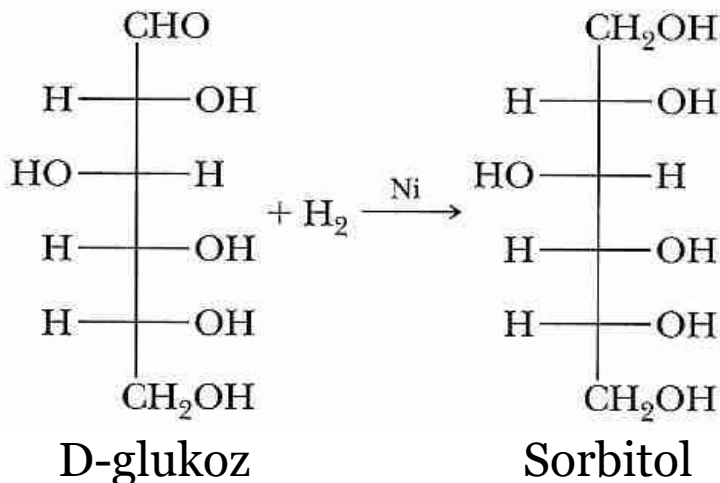


(b) Amino sugars

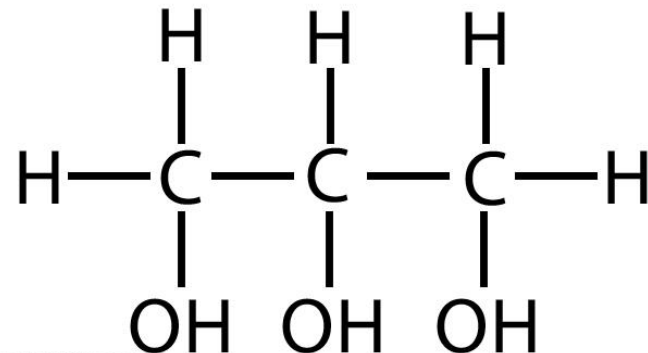


Şeker alkolleri

- Monosakkaritlerin karbonil grupları, metal katalizörlerin varlığında H₂ gazı ile indirgenmesi sonucu **şeker alkolleri** oluşur. Ör: D-glukozun indirgenmesiyle sorbitol. Bu reaksiyonlar enzimlerle de gerçekleşebilir. Gliserol de önemli bir şeker alkolüdür.

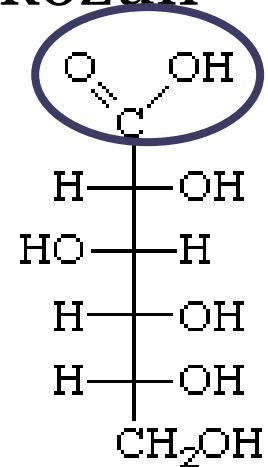


Glycerol (Glycerin)



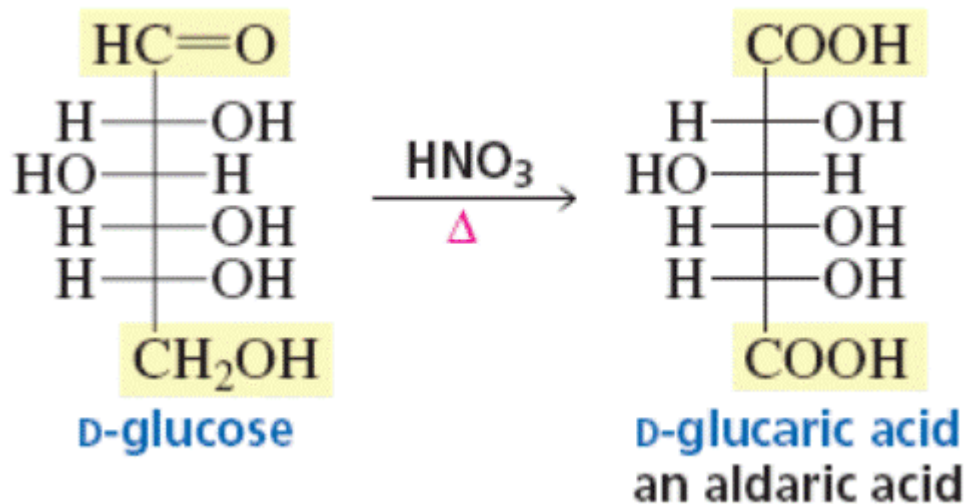
Şeker asitleri

- Bir diğer şeker türevi de **şeker asitleridir**. Üç tip şeker asiti vardır: **aldonik asit, aldarik asit, uronik asit**.
- Aldozlar zayıf oksitleyici ajanlarla reaksiyona girdikleri zaman karbonil karbonunun yükseltgenmesi sonucu aldonik asitler adı verilen karboksil asitleri oluşur. Örneğin D-glukozun oksitlenmesiyle D-glukonik asit oluşur.
- Yani aldehit (karbonil) grubu, Karboksil grubuna dönüşür.



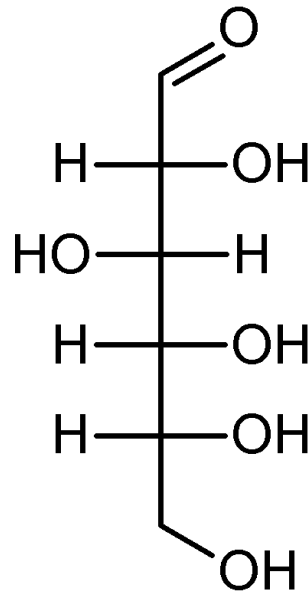
Şeker asitleri

- Glukoz eğer nitrik asit gibi kuvvetli bir oksitleyici ile muamele edilirse hem aldehit karbonu hem de diğer uçtaki primer hidroksil grubu karboksil gruplarına yükseltgenir ve aldarik asitler (sakkarik asitler de denir) meydana gelir. Ör: D-glukarik asit.

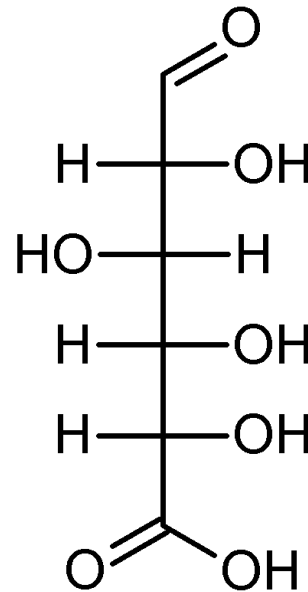


Şeker asitleri

- Uronik asitlerde sadece primer alkol grubu karboksil grubuna yükseltgenmiştir (oksitlenmiştir). Örneğin D-glukozun uronik asit türevi D-glukuronik asit tir.



Glucose



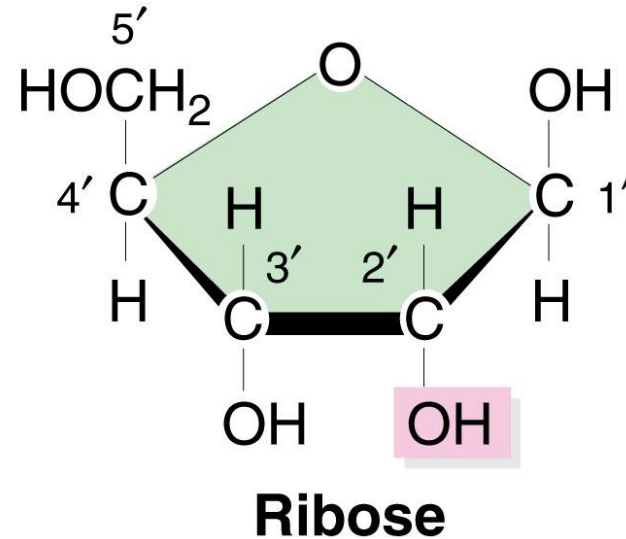
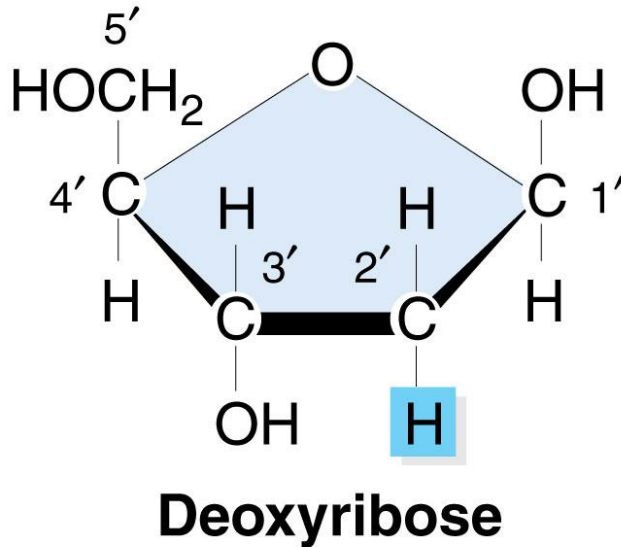
Glucuronic acid

Şeker asitleri

- Asidik şeker türevlerinin karboksilik asit grupları pH 7'de iyonize durumdadır, karboksilatlar olarak adlandırılırlar (glukuronat, galakturonat...)

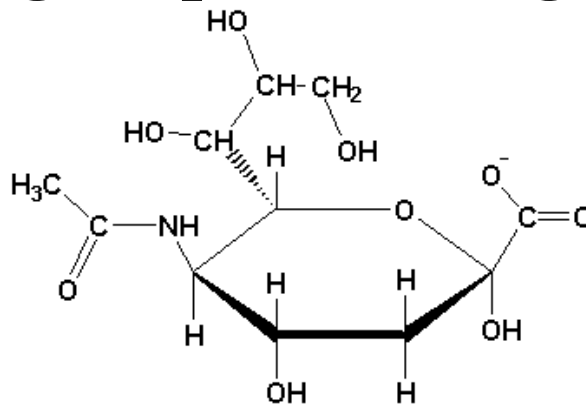
Deoksi şekerler

- Şeker halkası üzerindeki bir OH grubunun H ile yer değiştirmesiyle oluşur. En önemlisi 2-deoksi-D-ribozdur (DNA yapısına katılır).



Nöraminik asit, Muramik asit

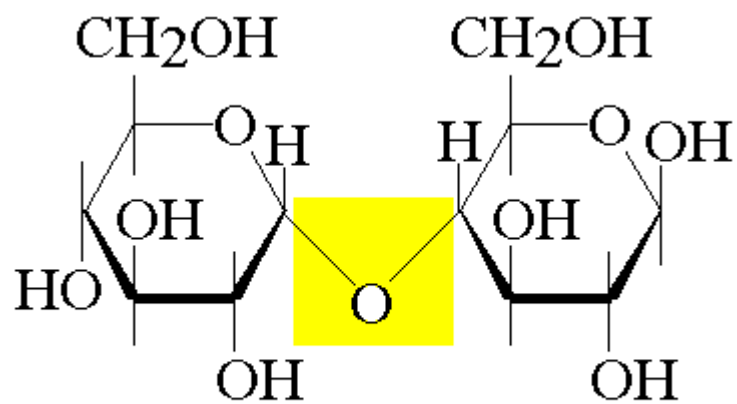
- Altı karbonlu amino şekerlere 3 karbonlu şeker asidinin bağlanmasıyla **nöraminik asit** ve **muramik asit** oluşur. Amino grupları genellikle asetillenmiş olarak bulunur. (Ör: N-asetil nöraminik asit). Bir N-asetilmannozamin türevi olan N-asetil nöraminik asit (sialik asit olarak da adlandırılır) hayvanlarda birçok glikoprotein ve glikolipitin yapısına katılır.



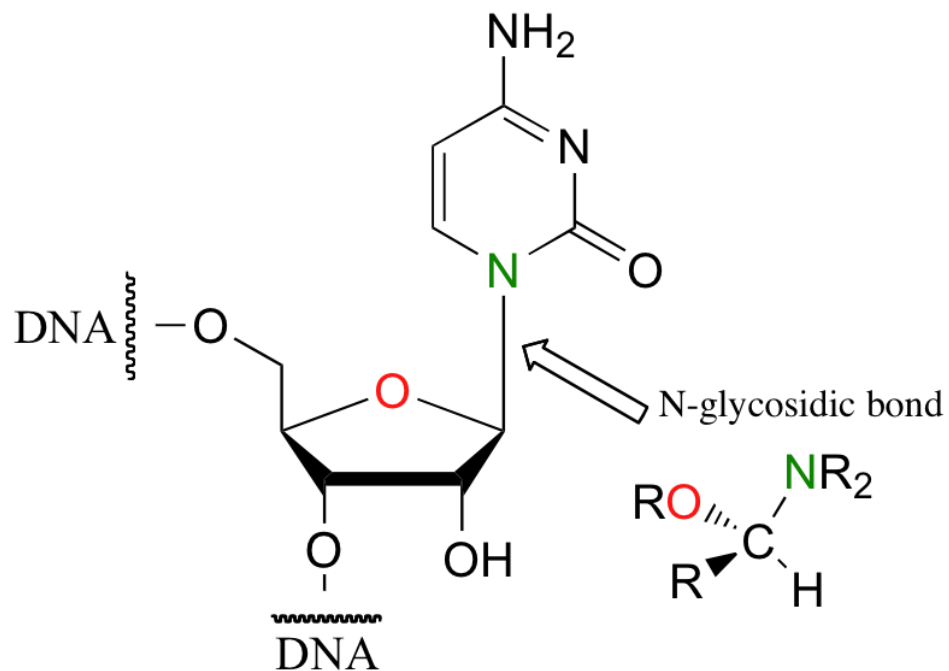
N-Acetyl-Neuraminic Acid

N- ve O- glikozidik bağ

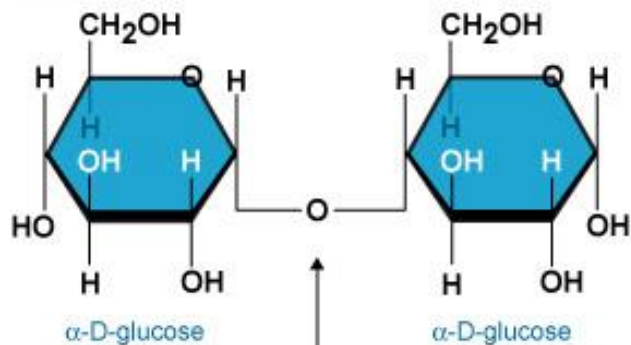
- Bir şekerin anomerik karbonuna bağlı hidroksil grubu ile herhangi bir hidroksil grubu (başka bir monosakkarite ait veya değil) arasında su çıkışı ile oluşan kovalent bağa O-glikozidik bağ denir.
- Diğer bir çeşit glikozit bağı ise bir şekerin anomerik karbonuna bağlı hidroksil grubu ile amin grubundaki azot atomuna bağlı hidrojenin su oluşturarak ayrılmasıyla anomerik C ile N atomu arasında meydana gelir. Buna da N-glikozidik bağ denir. (Nükleotitlerde bu tip bağ bulunur.)
- Örneğin disakkaritler ise genellikle O-glikozidik bağı ile oluşur.



1-4 glycosidic linkage

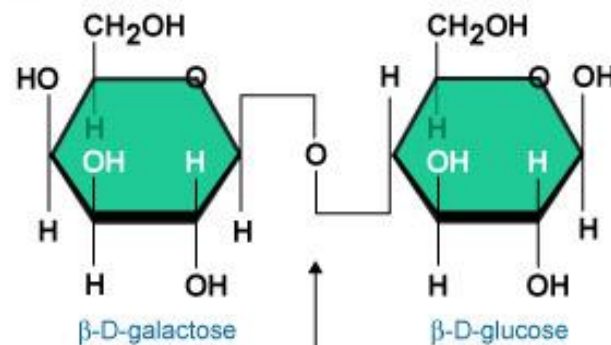


Maltose



α glycosidic bond

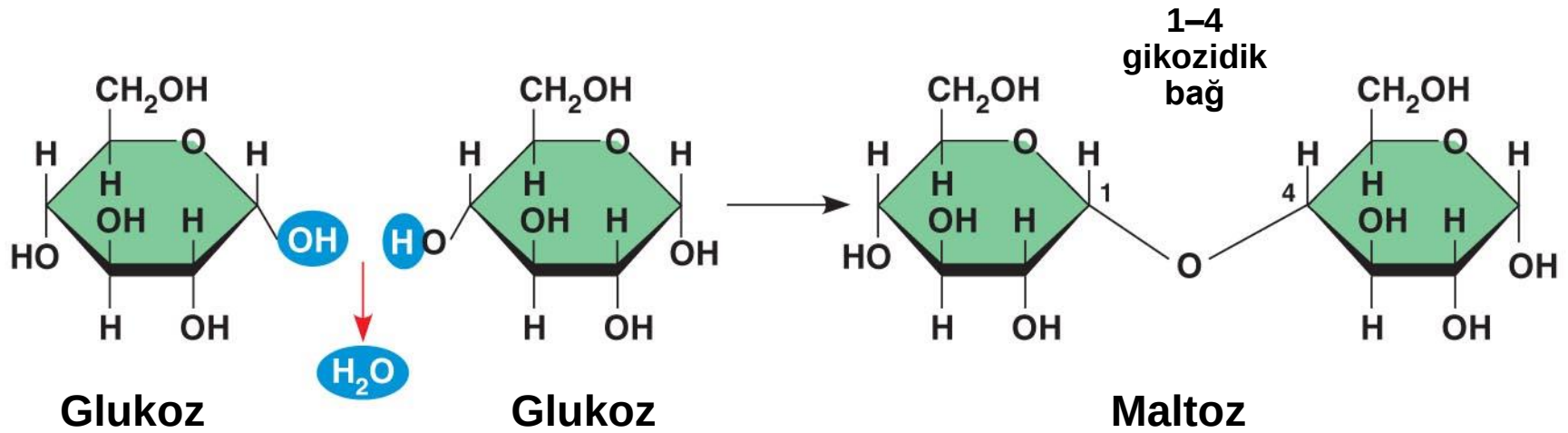
Lactose



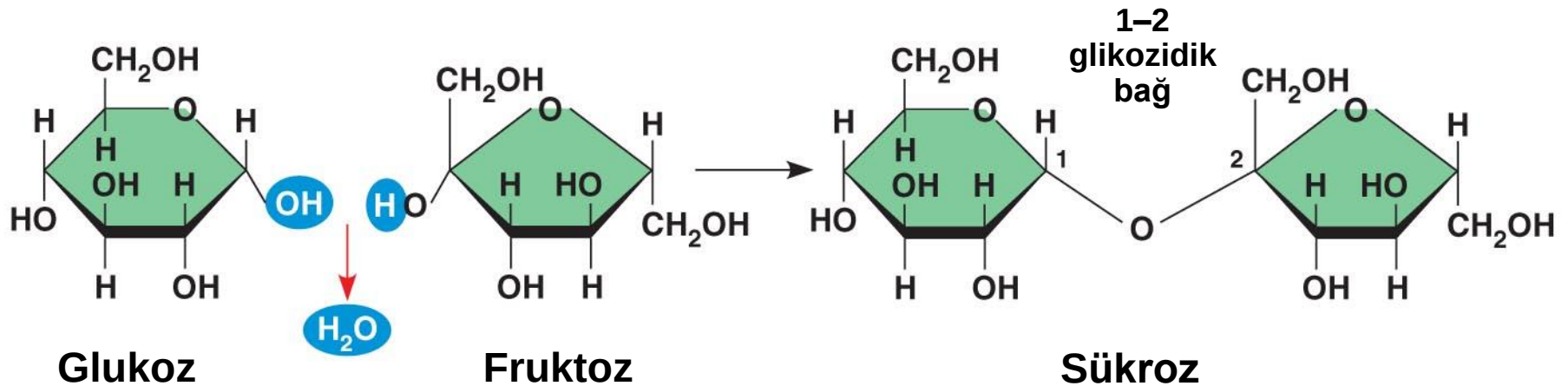
β glycosidic bond

Disakkaritler

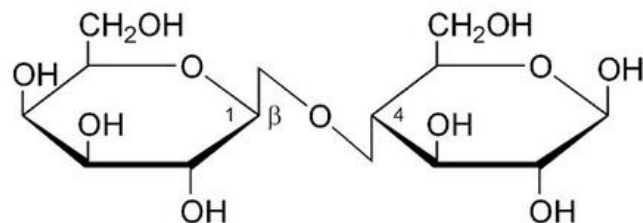
- Disakkarit, iki monosakkaridin **glikozidik bağ** ile birleşmesiyle oluşur.
- Glikozidik bağ iki monosakkaridin dehidrasyon tepkimesi ile oluşturduğu kovalent bağdır.
- Örnekler (doğada en yaygın bulunanlar):
- Glukoz — Glukoz > **Maltoz**
- Glukoz — Fruktoz > **Sükroz (Sakkaroz)**
- Glukoz — Galaktoz > **Laktoz**
- Bunlarda bir şekerin OH grubu ile diğerinin anomerik karbonu tepkimeye girerek bağı oluşturmuştur (O-glikozidik).



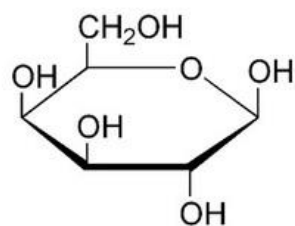
(a) Maltoz sentezindeki dehidrasyon reaksiyonu



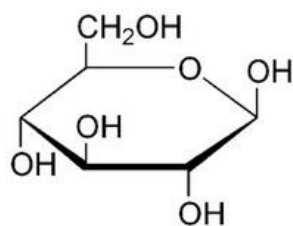
(b) Sükroz sentezindeki dehidrasyon reaksiyonu



Lactose

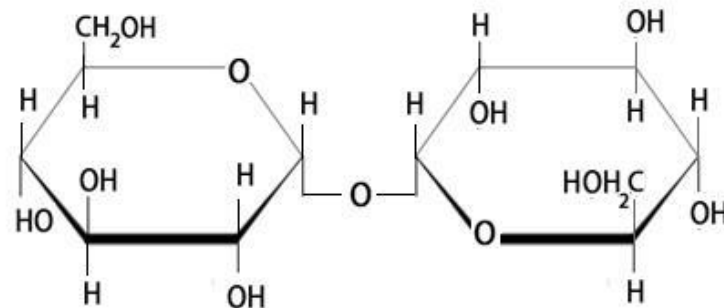


D-galactose



D-glucose

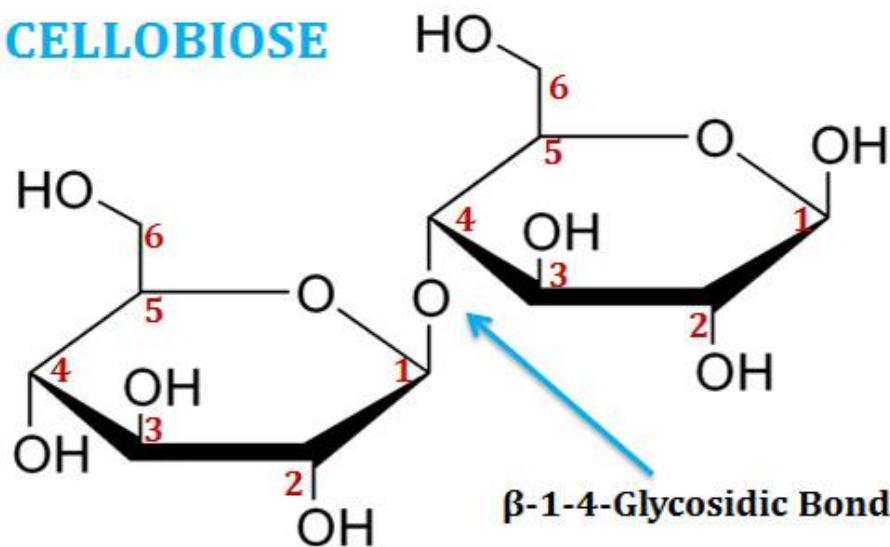
Trehalose



Glucose

Glucose

CELLOBIOSE



Disakkaritler

- İki molekül glukozun (α -D-glukopiranozil + α -D-glukopiranoz) bağlanmasıyla oluşan maltoz malt şekeri olarak da bilinir ve bira yapımında kullanılır. Maltoz, amilaz enziminin nişasta ve glikojeni hidrolizi esnasında oluşur. İnce bağırsaklarda maltaz enzimi ile hidrolize uğrar (parçalanır).
- Sütte bulunan laktoz disakkaridi ise başka bir disakkarit olup bir molekül glukoz ve bir molekül galaktozun (α -D-galaktopiranozil + α -D-glukopiranoz) bağlanmasıyla oluşur. İnce bağırsaklarda laktaz enzimi ile hidrolize uğrar (parçalanır).

Disakkaritler

- Çay şekeri olarak bilinen sükrozun (sakkaroz, invert şeker) monomerleri glukoz ve fruktozdur (α -D-glukopiranozil + α -D-fruktopiranoz) . En bol bulunan disakkarittir. Bitkilerin yapraklardan köklere ve fotosentetik olmayan diğer organlara aktardıkları karbonhidratlar sükroz halindedir.
- İnce bağırsak mukoza hücrelerinde sükraz (sakkaraz, invertaz) enzimi ile hidrolize uğrar.
- Sükrozun elde edildiği temel kaynak şeker kamışı ve pancarıdır. İnsanlar tarafından da en çok tüketilen disakkarittir.
- Sükrozun serbest karbonil grubu olmadığından indirgeyici şekerlerin özelliklerini gösteremez, yani alkali bakır çözeltilerini indirgeyemez, mutorotasyon gösteremez, osazon oluşturamaz.

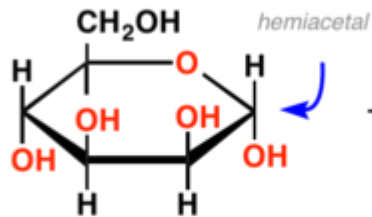
Oligosakkaritler

- Birkaç monosakkaritten oluşan karbonhidratlar bazı kaynaklarda **oligosakkarit** olarak isimlendirilir.
- Bunlara örnek olarak verilebilecek raffinöz, bazı bitkilerde (ör: fasulye, bezelye, soya, şeker pancarı) bulunan bir trisakkarittir. Yapısında glukoz, galaktoz ve fruktoz bulunur.
- Bu karbonhidratı sindirebilecek enzim insanlarda bulunmaz ancak bağırsaklardaki bazı mikroorganizmalar tarafından sindirilir. Bu sindirim sonucunda diğer karbonhidratlarda olduğundan daha fazla H_2 , CH_4 ve CO_2 meydana gelir.

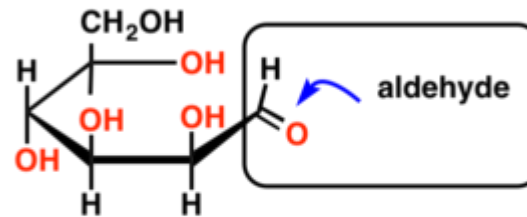
İndirgen şekerler

- Monosakkaritler, bakır (Cu^{2+}) iyonları gibi ılımlı yükseltgen ajanlarla yükseltgenebilirler. Karbonil karbonu karboksil grubuna yükseltgenir. Bakır iyonlarını indirgeyebilen glukoz ve diğer monosakkarit şekerler indirgen şeker olarak isimlendirilir.

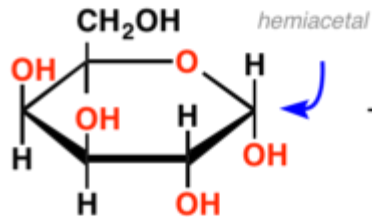
Monosaccharides with a hemiacetal are also "reducing sugars" since their open-chain form contains an aldehyde (or alpha-hydroxy ketone)



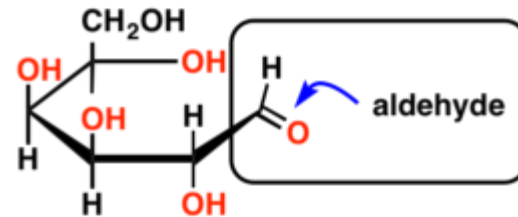
D-Mannose



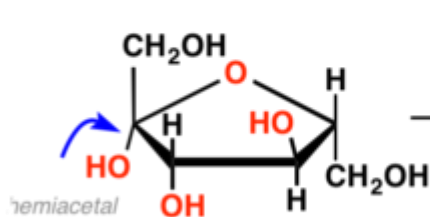
D-Mannose (open-chain aldehyde)



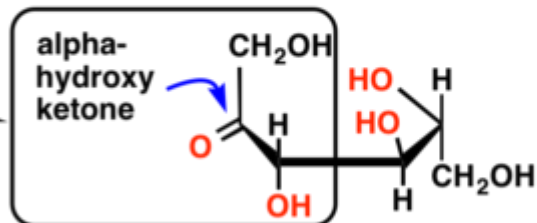
D-Galactose



D-Galactose (open-chain aldehyde)



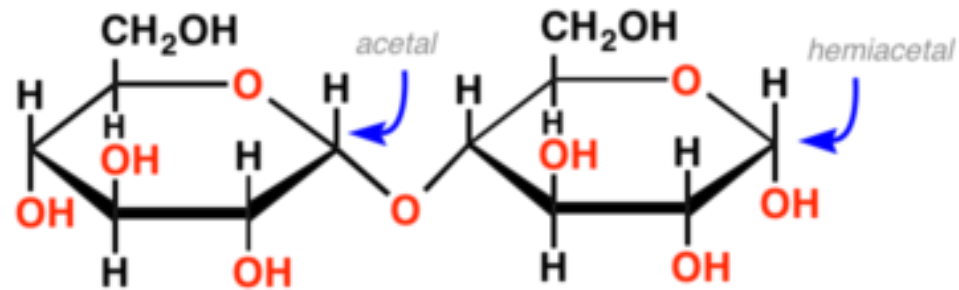
D-Fructose



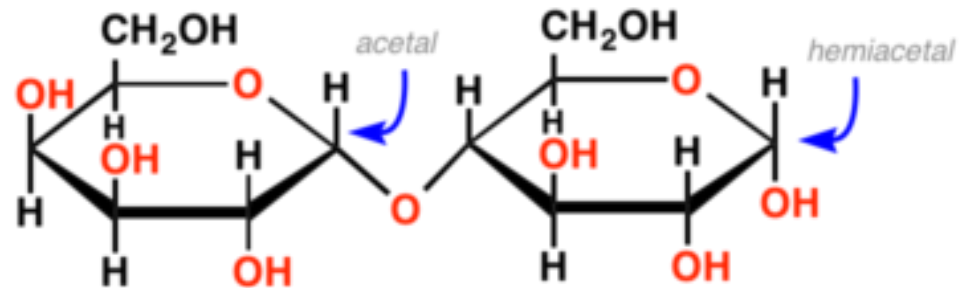
D-Fructose (keto form)

Lactose and Maltose are also reducing sugars
and give a positive Benedict test

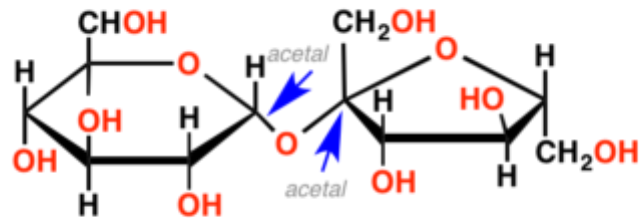
Maltose:



Lactose:

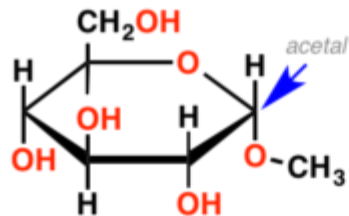


Sucrose is a non-reducing sugar



The structure lacks any hemiacetal functional groups and is therefore "locked" in its cyclic form

Another example of a non-reducing sugar: a "glucoside" of glucose



α -D-glucose
methyl glucoside

no hemiacetal

Polisakkaritler

Polisakkaritler

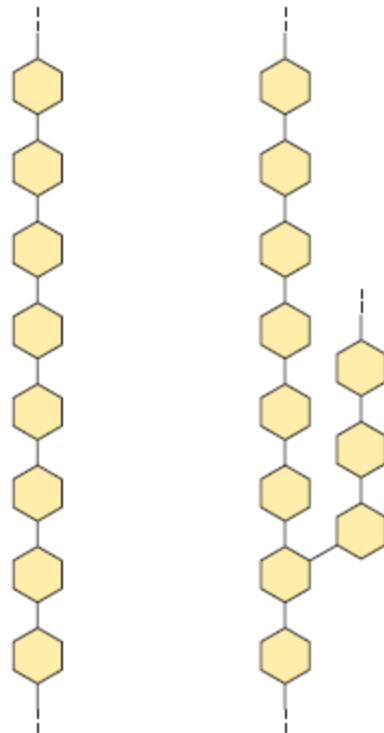
- Polisakkaritler, yüzlerce ya da birkaç bin monosakkaridin (ya da türevlerinin) glikozidik bağlarla bağlanarak oluşturdukları düz veya dallı yapıda polimerlerdir. Tanım olarak 2'den fazla monomer içeren karbonhidratlar polisakkarit olarak isimlendirilebilir. Polisakkaritler genel olarak **besin deposu** ve **yapısal madde** olarak iş görürler.
- Depo maddesi olarak görev yapan bazı polisakkaritler hücrenin monosakkaritlere gereksinimi olduğunda hidroliz edilirler. Diğer polisakkaritler ise hücre ya da tüm bir organizmayı koruyan yapıların temel bileşenleridir.

Polisakkaritler

- Polisakkaridin yapısı ve işlevi yapısındaki şeker birimleri ve glikozidik bağların pozisyonları tarafından belirlenir.
- Polisakkaritleri iki gruba ayırmak mümkündür:
 - **Homopolisakkaritler (homoglikanlar):**
Yapısında tek bir monosakkarit veya türevi bulunduran polisakkaritler (ör: selüloz, nişasta, glikojen).
 - **Heteropolisakkaritler (heteroglikanlar):**
Yapısında en az iki farklı monosakkarit monomerleri bulunduran polisakkaritler (ör: glikozaminoglikanlar).

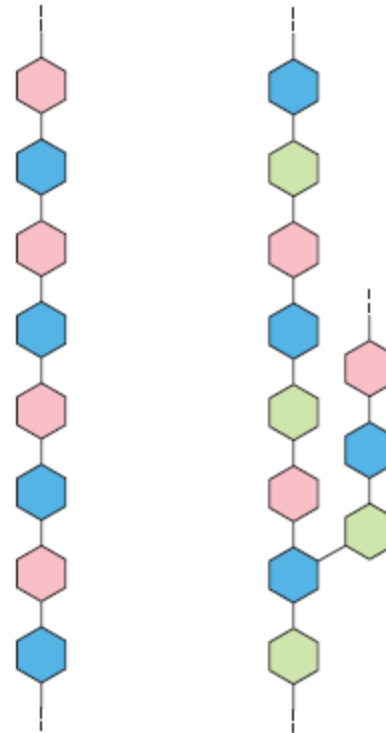
Homopolysaccharides

Unbranched Branched



Heteropolysaccharides

Two monomer types, unbranched Multiple monomer types, branched



Polisakkaritler

- Ayrıca polisakkaritleri,
 - **Depo polisakkaritler**
 - **Yapısal polisakkaritler**
- Olarak ikiye ayırmak da mümkündür.
- Depo polisakkaritlere örnekler: Nişasta, glikojen, inülin, dekstranlar.
- Yapısal polisakkaritlere örnekler: Selüloz, peptidoglikanlar, asit mukopolisakkaritler, glikoproteinler.
- D-glukoz, polisakkaritlerde en çok bulunan monosakkarittir.

Depo polisakkaritleri: nişasta

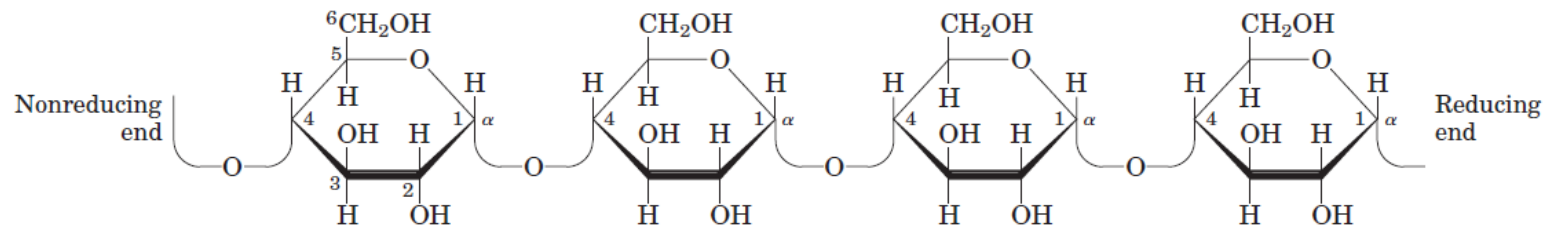
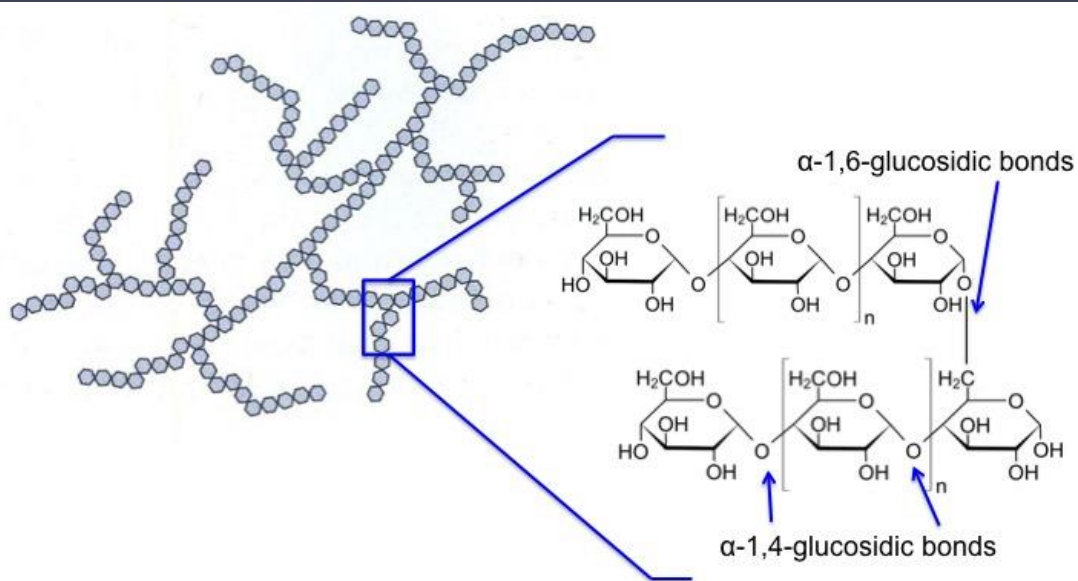
- Bitkilerdeki depo polisakkaridi **nişasta**dır ve sadece glukoz monomerlerinden (α -D-glukoz) oluşmuş bir polimerdir (homopolisakkarit).
- Nişastada monomerlerin çok büyük kısmı 1–4 bağlarıyla bağlıdırlar. Bu bağların açısı polimerin sarmal şekilde bükülmesine neden olur.
- Dallanmamış zincir halinde olan en basit nişasta formuna **amiloz** denir. Amiloz, α -1,4-glikozidik bağları ile bağlanmış dallanmamış bir zincir oluşturan α -D-glukoz ünitelerinden oluşur.

Depo polisakkaritleri: nişasta

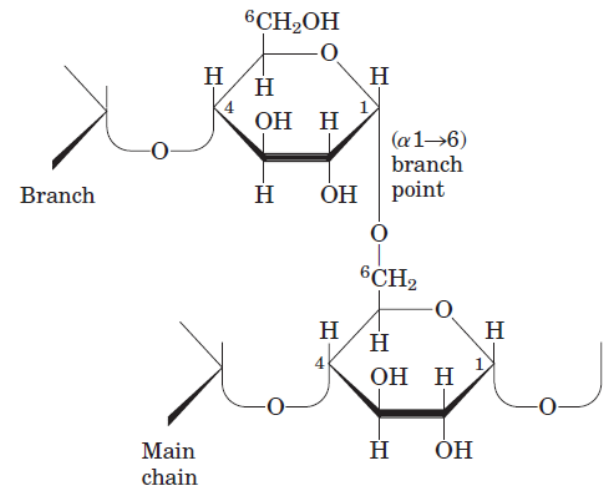
- Hem α -1,4-glikozidik bağları, hem de dallanma noktalarında α -1,6-glikozidik bağları taşıyan daha karmaşık yapıda dallanmış nişasta formuna ise **amilopektin** adı verilir. Az sayıda 1-3 glikozidik bağları da bulunur.
- Nişasta amiloz ve amilopektin'den oluşmuştur. Genel olarak amiloz, nişasta yapısında amilopektin'den daha az bulunur.

Depo polisakkaritleri: nişasta

- Bitkilerdeki nişasta plastitler içinde granüller halinde depolanır. Bitkiler fazla glukozu nişasta sentezleyerek depolarlar. Glukozun temel hücresel yakıt olması nedeniyle depolanmış nişasta enerjiyi temsil eder. Bu depodaki glukoz monomerleri arasındaki bağ hidroliz edilerek şekerler uzaklaştırılır ve hücrede kullanılır.
- İnsanlar ve diğer birçok hayvan bitkisel nişastayı hidroliz ederek hücrelerin glukozu besin olarak kullanmasını sağlayan enzimlere sahiptir. Patates yumruları ve tahıl taneleri (buğday, mısır, pirinç gibi) insan diyetindeki temel nişasta kaynaklarıdır.

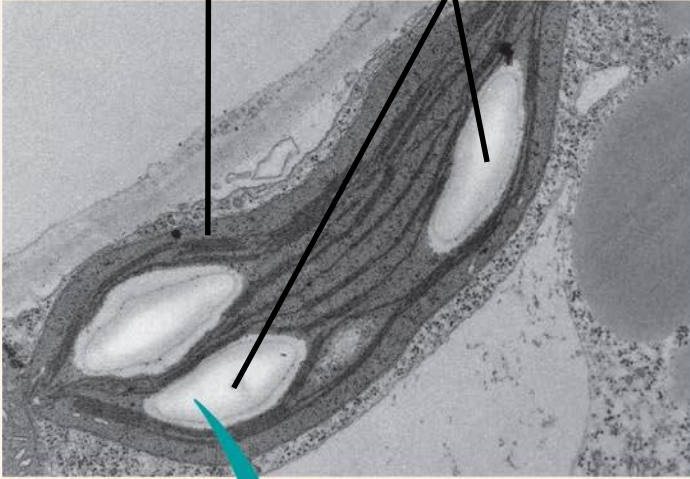


(a) amylose



Kloroplast

Nişasta



1 µm

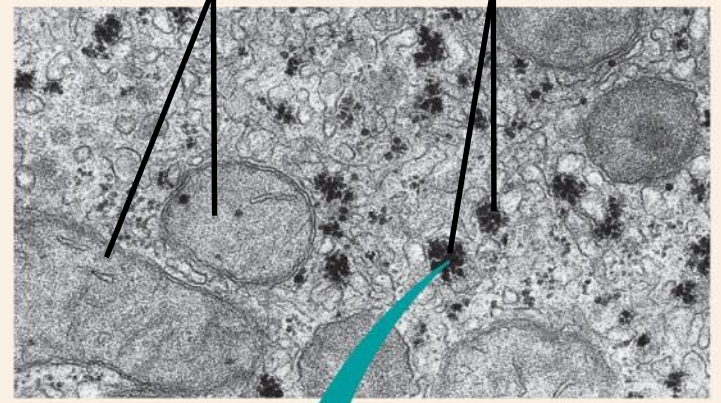
Amiloz

Amilopektin

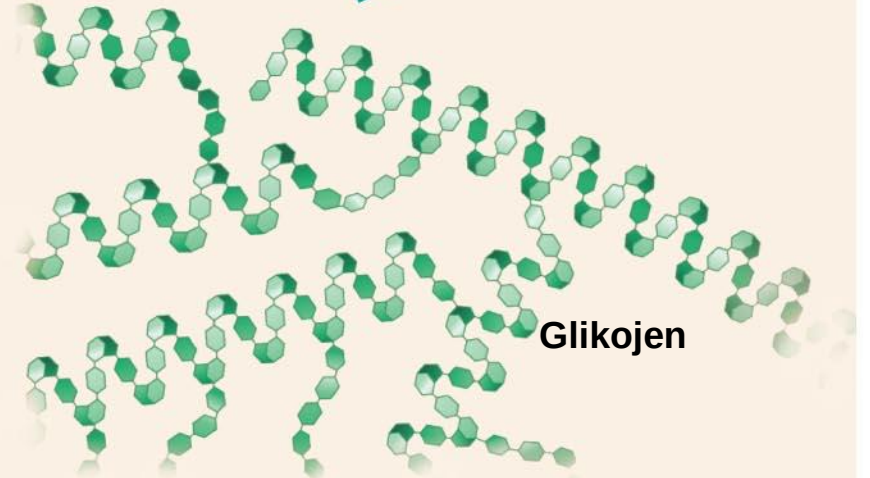
(a) Nişasta: bir bitki polisakkaridi

Mitokondri

Glikojen granülleri



0.5 µm



Glikojen

(b) Glikojen: bir hayvan polisakkaridi

Depo polisakkaritleri: inülin

- D-fruktoz polimeridir.
- Bazı bitkilerde (ör: enginar, soğan, sarımsak, hindiba) yedek karbonhidrat deposu olarak bulunur.

Depo polisakkaritleri: glikojen

- Hayvanlardaki depo polisakkaridi ise yine α -D glukoz monomerlerinden oluşmuş **glikojendir**. Bu da dallanmış yapıda bir polimerdir (amilopektine göre daha fazla dallanmıştır).
- **İnsanlar ve diğer birçok omurgalı glikojeni özellikle karaciğer ve kas hücrelerinde depolarlar.** Şeker gereksinimi arttığında bu hücrelerdeki glikojenin hidrolizi ile glukoz açığa çıkarılır. Ancak bu depo enerji kaynağı hayvana uzun süre yetecek miktarda değildir. Örneğin insandaki glikojen deposu dışarıdan besin alınmazsa yaklaşık 1 günde tükenir.

Depo polisakkaritleri: glikojen

- Glikojen molekülü ana bir zincir ile bundan çıkan yan dallardan oluşur. Zincirler α -glukozların başlıca 1–4 ve daha seyrek olarak 1–3 glikozit bağları ile birbirine bağlanmasından oluşur. Yan dallarda ise yaklaşık 12 α -1,4-glikozit bağları ile glukozlar birbirine bağlandıktan sonra 1,6-glikozit bağı ile diğer glikoz polimerlerine bağlanır.
- Glikojen, çok yüksek molekül ağırlıklı olanları dışında genellikle suda çözünür.
- Glikojende bulunan α -1,4-glikozit bağları dekstrine kadar α -amilaz (pityalin) tarafından yıkılarak glukoz ve maltoz meydana gelir. Dallanma noktasındaki α -1,6 bağı ise α -1,6-glikozidaz enzimi tarafından hidrolize edilmektedir.

Dekstranlar

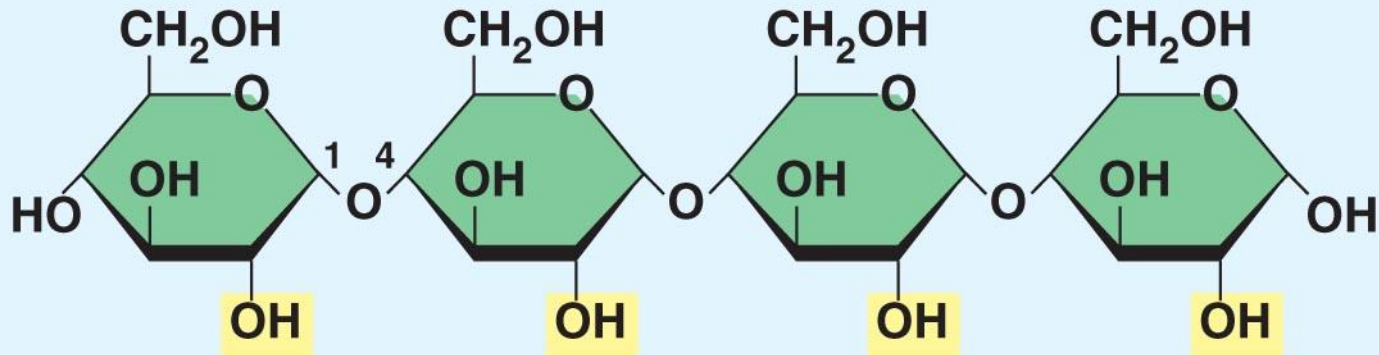
- α 1-6 bağı poli-D-glukozdan oluşan bakteri ve maya polisakkaritleridir. α 1-3 dallanmalar içerirler, bazıları α 1-2 ve α 1-4 dallanmalar da içerirler.

Yapısal polisakkaritler: selüloz

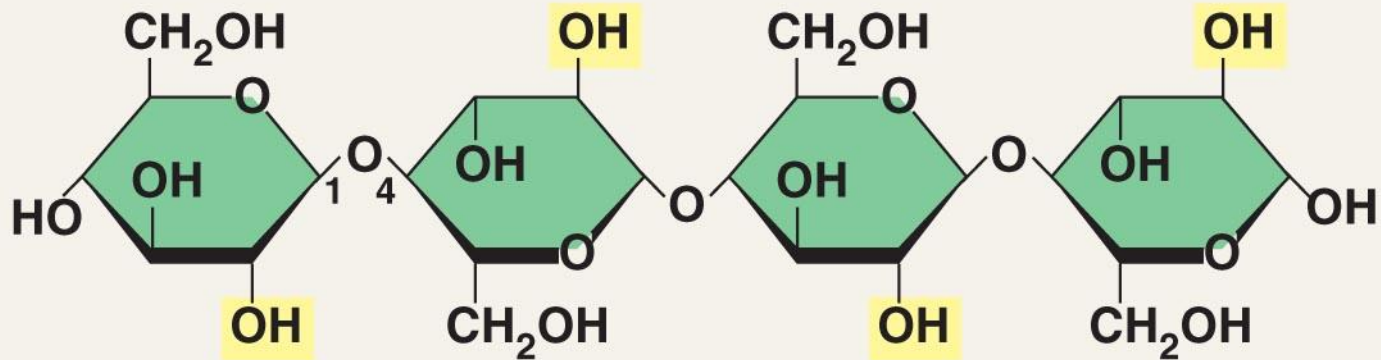
- Yapısal polisakkaritler hücrelerde temel yapının oluşturulmasında ve korunmasında görev alırlar. Örneğin **selüloz** polisakkaridi bitki hücre duvarının temel bileşenidir. Küresel ölçekte bitkilerin yılda yaklaşık olarak 100 milyar ton selüloz sentezlediği hesaplanmıştır. Bu nedenle selüloz yeryüzünde en bol bulunan organik bileşiktir.
- Nişasta gibi selüloz da glukoz monomerlerinden oluşmuş bir polimerdir. Ancak bu iki polimerin glikozidik bağları birbirinden farklıdır. Bu farklılığın temelinde glukozun iki farklı halkasal formda bulunabilmesidir (α glukoz, β glukoz).

Yapısal polisakkaritler: selüloz

- Nişastadaki bütün glukoz monomerleri α (alfa)konfigürasyonundadır (önceki şekillerde de bu konfigürasyon gösterilmiştir). Selülozdaki glukoz monomerleri ise β (beta) konfigürasyonundadır ve β 1-4 glikozidik bağları ile bağlanmıştır. Selülozda glukoz halkalarını birleştiren bağların açısı, her iki glukoz monomerinden birisinin “baş aşağı” olmasına neden olur. Düz zincirlidir, dallanma yapmaz.
- Lifsi, sert ve suda çözünmez bir madde olan selüloz, bitkilerin hücre duvarlarında, özellikle sap, dal ve bitki gövdesinin tüm odunsu kısımlarında bulunur.



Nişasta: α glukoz monomerlerinin 1–4 bağı



Selüloz: β glukoz monomerlerinin 1–4 bağı

Yapısal polisakkaritler: selüloz

- Nişasta ve selülozdaki farklı glikozidik bağlanmalar, bu iki molekülün 3 boyutlu biçimlerinin farklı olmasına neden olur. Nişasta molekülünün büyük kısmı sarmal şeklinde iken selüloz molekülü doğrusal yapılıdır (dallanmamış). Selüloz zincirlerindeki hidroksil grupları, paralel olan diğer selüloz zincirindeki hidroksil grupları ile hidrojen bağı yapacak şekilde serbest konumda bulunurlar. Bitki hücre duvarında birbirlerine hidrojen bağları ile tutunmuş paralel selüloz molekülleri **mikrofibril** adı verilen birlikler halinde gruplanırlar. Kabloya benzetilebilecek olan bu mikrofibriller bitkiler için güçlü bir yapısal madde oluşturur. Bu özelliği nedeniyle selülozca zengin olan odun da insanlar tarafından yapı malzemesi olarak kullanılır.

Yapısal polisakkaritler: selüloz

- α glukozlar arasındaki glikozidik bağları hidroliz ederek nişastayı sindiren enzimler selülozdaki β bağlarını hidrolize edemezler. Sadece az sayıda organizma selülozu sindirebilen enzimlere sahiptir. Örneğin insanlar selülozu sindiremez. Besinlerle alınan selüloz lifleri sindirim kanalından geçerek dışkı ile atılır. Sindirim kanalı duvarını aşındıran bu lifler, kanalın iç cidarını kaplayan hücreleri mukus salgılamak üzere uyarırlar. Böylece besinlerin sindirim kanalından kolayca geçmesi mümkün olur. Dolayısıyla selüloz insanlar için bir besin olmasa da sağlıklı bir diyet için gereklidir.

Yapısal polisakkaritler: selüloz



Yapısal polisakkaritler: selüloz

- Bazı mikroorganizmalar selülozu sindirerek onu glukoz monomerlerine yıkarlar. Örneğin sığırların midesindeki ilk bölme olan rumen, selülozu parçalayan bakteriler içerir. Bu bakteriler saman ve otun içindeki selülozu hidroliz ederek bunu sığırın kullanabileceği glukoz ve diğer besinlere dönüştürürler. Benzer şekillerde termitler de selülozu direkt olarak sindirememekle birlikte, midelerinde yaşayan mikroorganizmalar selülozu sindirerek besine çevirirler.

Yapısal polisakkaritler: kitin

- Bir başka önemli yapısal polisakkarit de eklembacaklılarda (Arthropoda) dış iskeletin yapısında bulunan karbonhidrat olan **kitin**'dir. Dış iskelet hayvanın yumuşak vücut parçalarını çevreleyen bir kılıftır. Saf kitin deri gibi yumuşak olmakla birlikte yapısına kalsiyum karbonat tuzunun katılmasıyla sertleşir. Kitin, hücre duvarlarını oluşturmak için selüloz yerine bu polisakkaridi kullanan birçok fungusta da bulunur. Kitin'in kimyasal yapısı selüloza benzer, ancak kitindeki monomer N-asetil- β -D-glikozamin dir.

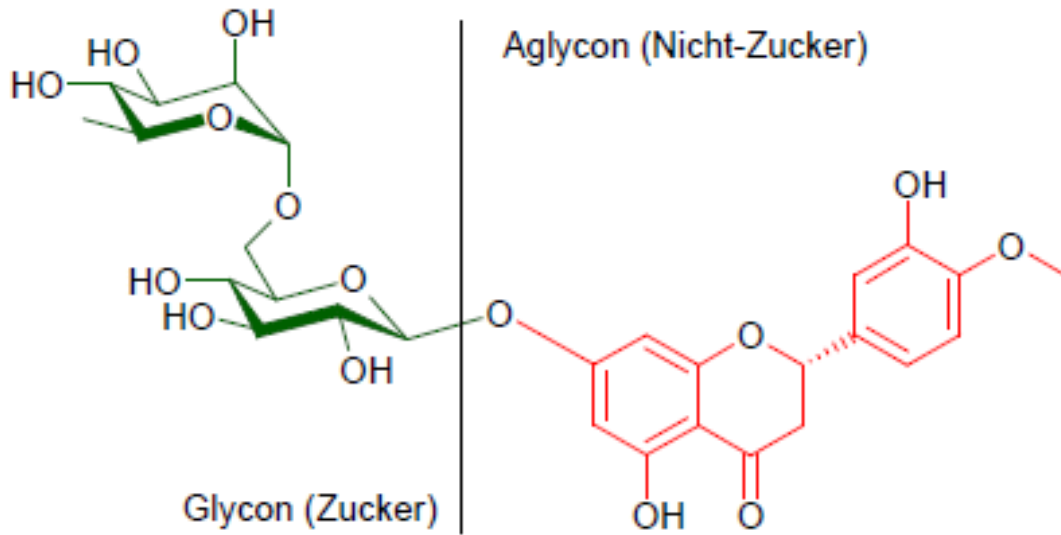
Heteropolisakkaritler

Heteropolisakkaritler

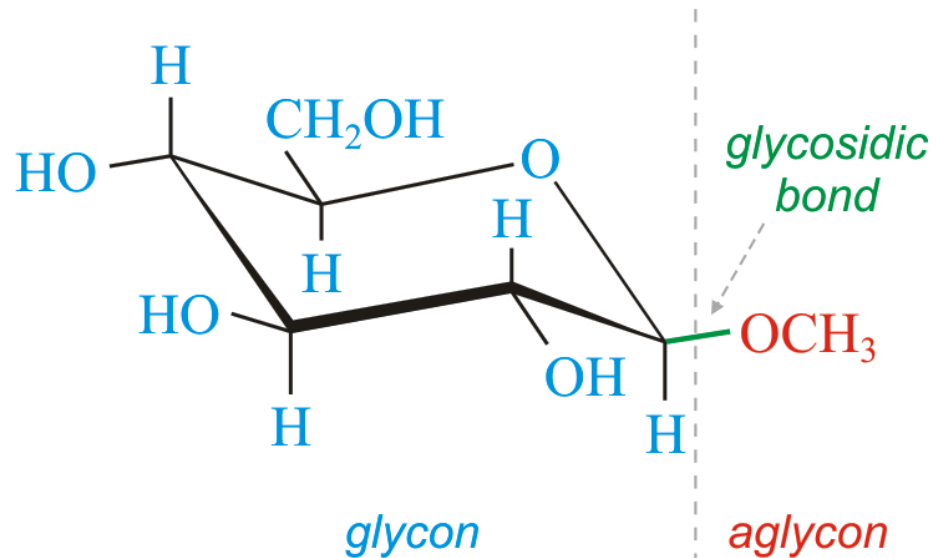
- Basit şekerler birbirleriyle bağlanarak selüloz, glikojen, nişasta gibi polisakkaritleri oluştururlar. Ayrıca pürin, primidin ve fosfatlara bağlanarak nükleik asitleri, proteinlere bağlanarak glikoproteinleri, lipitlere bağlanarak glikolipitleri, çeşitli alkollere bağlanarak glikozitleri, bazı organik gruplara ve sülfatlara bağlanarak glikozaminoglikanları (mukopolisakkaritleri) ve diğer heteropolisakkaritleri oluştururlar.

Heteropolisakkaritler

- Monosakkaritler, karbonhidrat olmayan yapılarla glikozit bağları ile birleşerek kompleks karbonhidratları oluşturabilir. Karbonhidrat olmayan yapıya “**aglikon**” adı verilir. Karboksil karbonuyla glikozit bağına katılan aldoza (veya ketoza), yani anomerik karbonu bağa katılan şekere “glikozil rezidüsü” denir. Anomerik karbonu bağa katılan şekerin indirgeyici özelliği kalmaz.

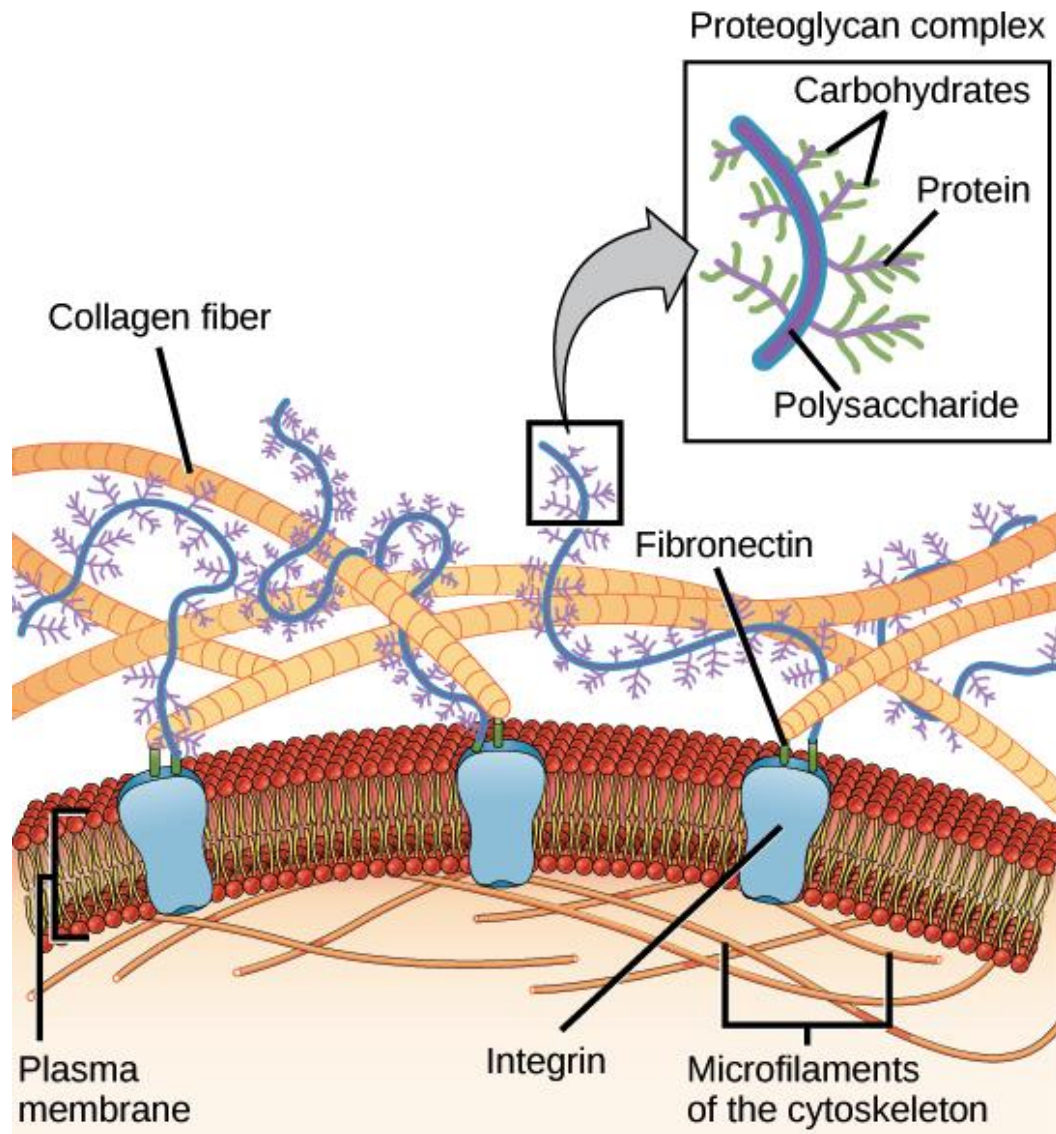


methyl β -D-glucoside



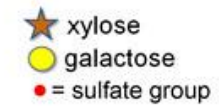
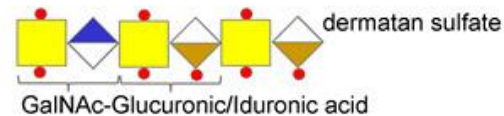
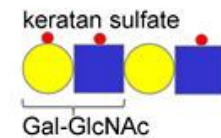
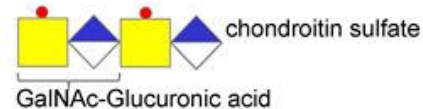
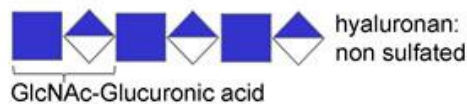
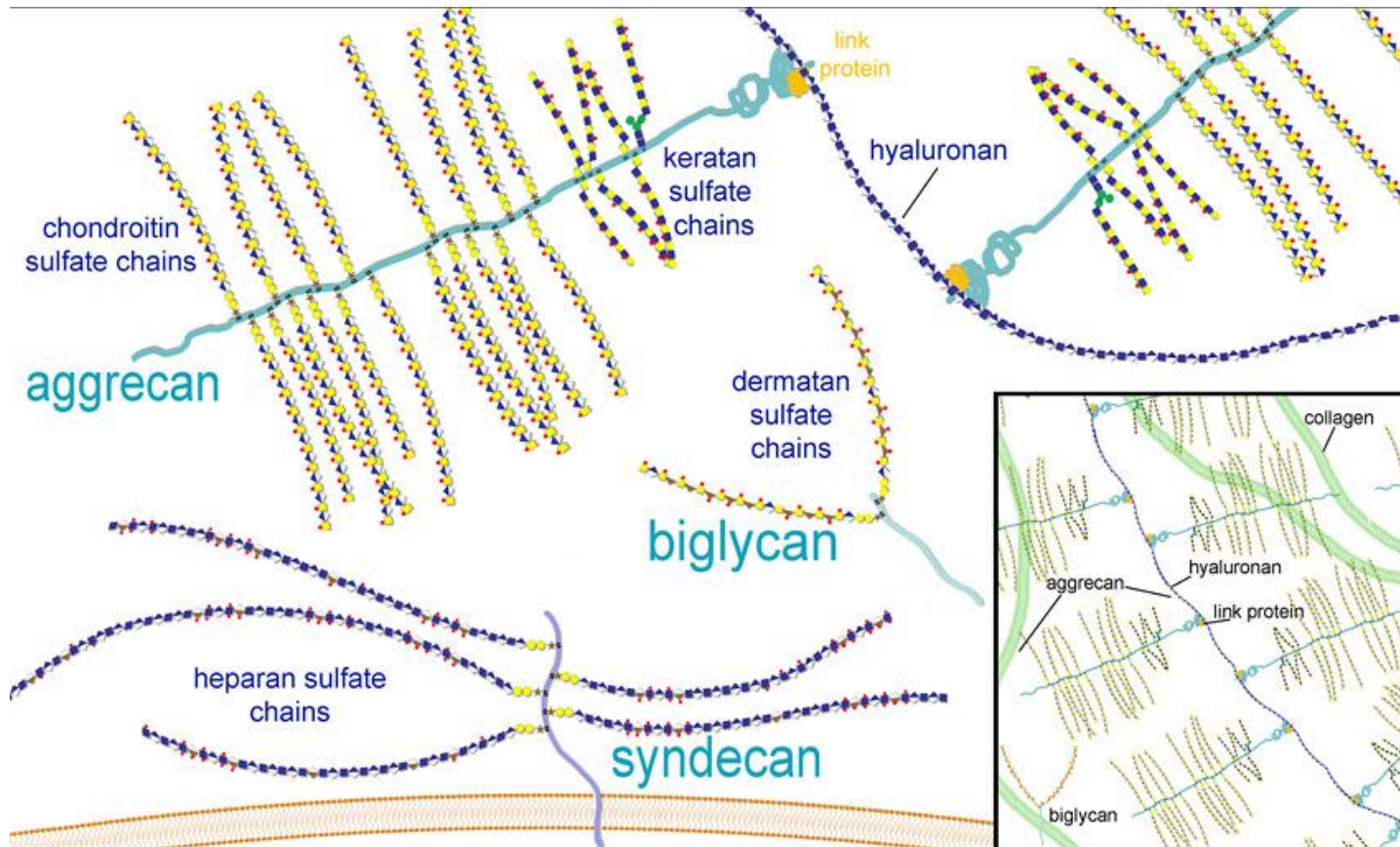
Glikozaminoglikanlar

- Çok hücreli hayvanların dokularındaki hücre dışı boşluk, besinlerin ve oksijenin hücrelere difüzyonu için gözenekli bir yol sağlayan ve hücreleri bir arada tutan hücre-dışı matriks (extracellular matrix, ECM) ile doludur.
- Fibroblastları ve diğer bağ doku hücrelerini çevreleyen retiküler ECM, lifsi kollajenler, elastin ve fibronektin gibi lifsi proteinler ve heteropolisakkaritlerin ağ örgüsü şeklinde kenetlenmesini sağlar.
- Glikozaminoglikanlar heteropolisakkarit olup, yapısal polisakkarit olarak değerlendirilmektedir.



Glikozaminoglikanlar

- Bazal membran, epitel hücrelerin temelini oluşturan özelleşmiş bir ECM olup kollajen, laminin ve heteropolisakkaritleri içerir.
Glikozaminoglikanlar (mukopolisakkaritler) olarak adlandırılan bu heteropolisakkaritler, tekrarlanan disakkarit birimlerinden oluşmuş düz zincirli bir polimer ailesidir.
- Bunlar hayvanlara ve bakterilere özgü olup, bitkilerde bulunmazlar. Glikozaminoglikanlarda iki monosakkaritten birisi her zaman ya N-asetil glukozamin ya da N-asetilgalaktozamindir. Diğeri de çoğu durumda bir uronik asittir (genellikle D-glukuronik veya L-iduronik asittir).

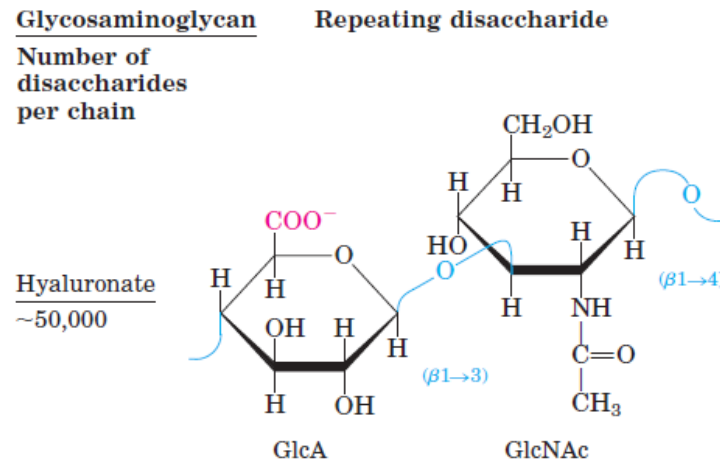


Glikozaminoglikanlar

- Bazı glukozaminoglikanlar esterleşmiş sülfat grupları içerirler (hiyaluronik asit dışındakiler).
- Temel veya birleştirici madde olarak kemik, elastin ve kollajen gibi dokuların yapısal elementleri ile birlikte bulunurlar, bir nevi bağ dokusunun dolgu maddesini oluştururlar. Bu anlamda yapısal (hetero)polisakkaritlerdir.
- Ayrıca vücuttaki mukus sıvılarının da önemli bileşenleridirler.
- Başlıcaları: **hiyaluronik asit, heparin, kondroitin sülfat, dermatan sülfat, heparan sülfat, keratan sülfat**
- Hiyaluronik asit dışındaki glikozaminoglikanlar kovalent olarak bir proteine bağlanarak proteoglikan birimlerini oluşturur.

Glikoaminoglikanlar: hyaluronik asit

- **Hiyaluronik asit (hiyaluronan)**, hayvanlarda bağ dokusunun başlıca maddesidir. D-glukuronik asit ve N-asetil-D-glukozamin'den oluşan bir heteropolisakkarittir. β - 1-3 ve β - 1-4 glikozidik bağları bulundurur. Hidrolizlendiği zaman eşdeğer oranda glukuronik asit, glukozamin ve asetik asit verir.



Glikoaminoglikanlar: hyaluronik asit

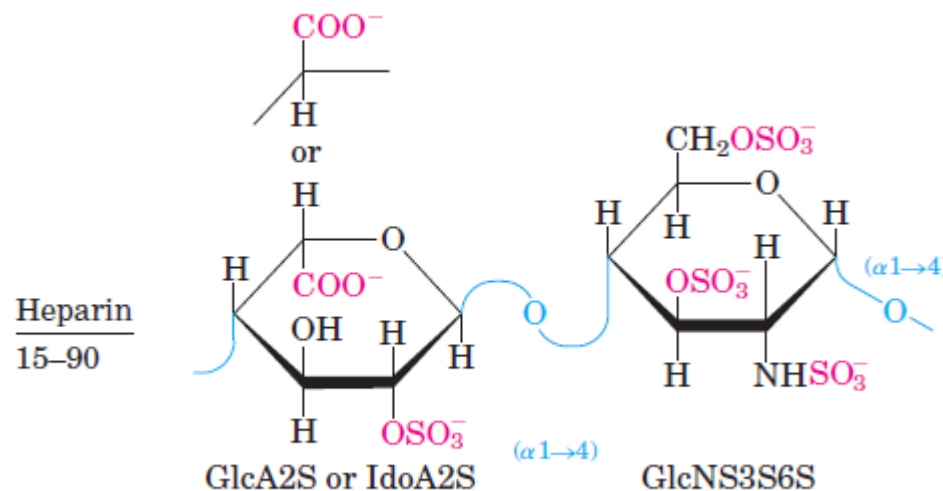
- Hiyaluronik asidin berrak ve viskoz çözeltisi eklemlerin sinoviyal sıvısında kayganlaştırıcı olarak görev yapar. Jelimsi yapısı, omurgalılarda göz merceğinin camsı sıvısını oluşturur.
- Hiyaluronik asit aynı zamanda kıkırdak ve tendonların hücre dışı matiksinin bir bileşenidir ve matriksin diğer bileşenleri ile güçlü bir etkileşime girerek bunlara çekme mukavemeti ve esneklik kazandırır

Glikoaminoglikanlar: hyaluronik asit

- Hiyaluronidaz enzimi hyaluronik asitte bulunan glikozit bağlarını parçalar. Bu enzim patojenik bakteriler tarafından salgılanarak dokuları bakteri istilasına daha müsait hale getirir.
- Yılan zehrinde de hyaluronidaz enzimi bulunur ve zehrin dokuda yayılmasını kolaylaştırır.
- Birçok türde sperm hücresinde sentezlenen benzer bir enzim ovumun etrafını kaplayan dış glikozaminoglikan tabakasını hidrolizleyerek spermin içeri girişini sağlar.

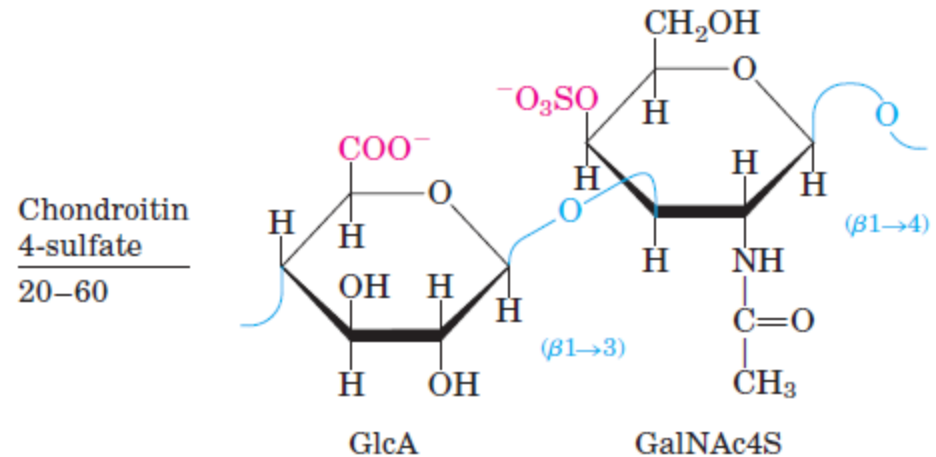
Glikoaminoglikanlar: heparin

- **Heparin**, kan pıhtılaşmasını engelleyen, karaciğer ve akciğerde sentezlenen bir polisakkarittir. Sülfatlanmış D-glukozamin ve iduronik asit (bazılarında glukuronik asit) sülfat esterlerinin polimeridir. Bütün glikozit bağları α -1-4 'tür. Organizmada proteinlere birleşmiş halde bulunur.



Glikoaminoglikanlar: kondroitin sülfat

- **Kondroitin sülfatlar**, memeli hayvan bağ dokusunun ve özellikle kıkırdığın başlıca maddesi olan polisakkaritlerdir. Organizmada proteinlerle birleşmiş halde bulunurlar. Kondroitin sülfatların çoğu eşdeğer miktarda N-asetilgalaktozamin sülfat ve D-glukuronik asit bulundururlar. . β - 1-3 ve β - 1-4 glikozidik bağları bulundurur.



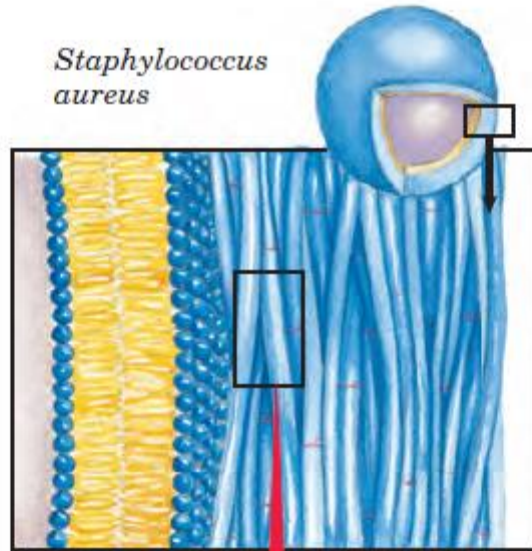
Glikoaminoglikanlar: dermatan sülfat

- **Dermatan sülfatlar**, N-asetil glukozamin sülfat ve D-glukuronik asit birimlerini bulunduran bir polisakkarittir. D-glukuronik asit moleküllerinin çoğu genellikle L-iduronik asit ile yer değiştirmiştir.
- Mukoza salgılarında (tükürük, mide özsusu vb.) proteinlerle birleşmiş şekilde bulunurlar. Ayrıca derinin esnekliğini sağlar ve kan damarlarında ve kalp kapakçıklarında bulunur.

Diğer önemli yapısal heteropolisakkaritler

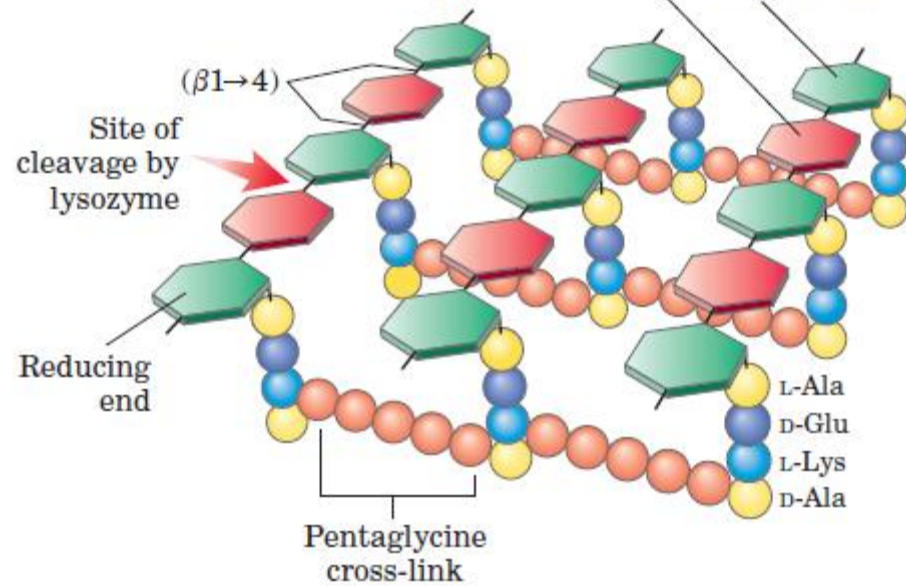
- Yapısal heteropolisakkaritler, bakteri ve alg hücre duvarının önemli bileşenleridir.
- Bakteri hücre duvarını oluşturan **peptidoglikan** tabakası β 1–4 glikozit bağlı N-asetilglukozamin ve N-asetilmuramik asit birimlerinden oluşan bir heteropolisakkarittir. Kısa peptitlerle çapraz bağlı bir şekilde bulunan bu heteropolisakkarit molekülleri düz zincirler oluştururlar ve hücre duvarında yan yana uzanırlar. Peptit çapraz bağları, tüm hücreyi çevreleyen ve suyun ozmotik girişinden dolayı hücrenin şişip parçalanmasını (lisiz) önleyen kuvvetli bir kılıf içinde polisakkarit zincirlerini sıkıca birleştirir.

Staphylococcus aureus



N-Acetylglucosamine (GlcNAc)

N-Acetylmuramic acid (Mur2Ac)

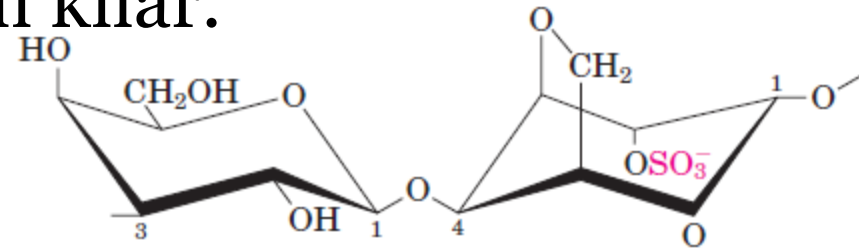


Diğer önemli yapısal heteropolisakkaritler

- Lizozim enzimi bu moleküllerin heteropolisakkarit kısmında bulunan β 1–4 glikozit bağlarını hidrolizleyerek bakterileri öldürür. Lizozim enzimi gözyaşında da bulunur. Lizozim enzimi bazı bakteriyofajlar tarafından da üretilir ve virüslerin salınmasında konak bakteri hücresinin parçalanmasını sağlar.
- Penisilin ve benzeri antibiyotikler, çapraz bağ sentezini önleyip hücre duvarının ozmotik parçalanmaya karşı direncini zayıflatarak bakterileri öldürür.

Diğer önemli yapısal heteropolisakkaritler

- Bazı alg türleri de C-3 ve C-6 arasında eter bağı D-galaktoz ve bir L-galaktoz türevinden oluşmuş, sülfatlanmış bir heterosakkarit karışımı olan **agar** içerirler. Agar, değişen miktarlarda sülfat ve pirüvat gruplarının yerleştiği bir iskelete sahip karmaşık bir polisakkarit karışımıdır. **Agaroz** ise çok az yüklü grupları (sülfatlar, pirüvatlar) olan agar bileşenidir. Agarozun jel oluşturabilme özelliği onu biyokimya laboratuvarlarında kullanışlı kılar.



Agarose
3)D-Gal(β1→4)3,6-anhydro-L-Gal2S(α1 repeats

Glikokonjugatlar

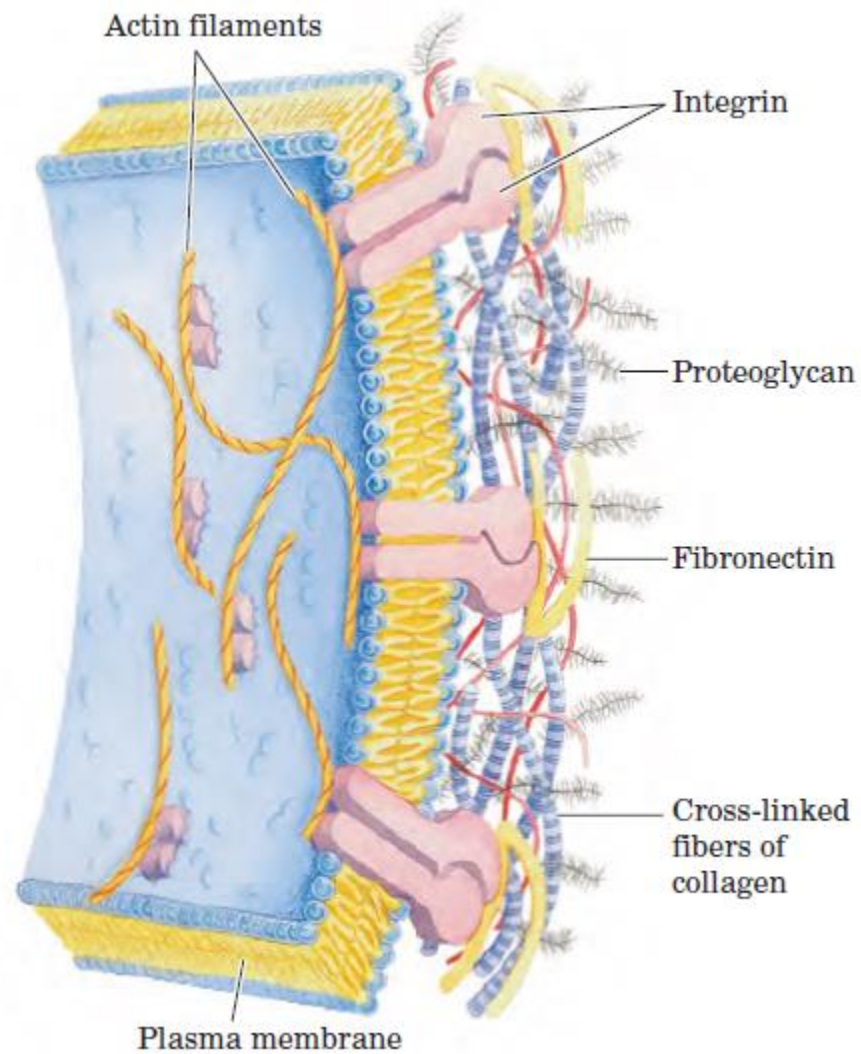
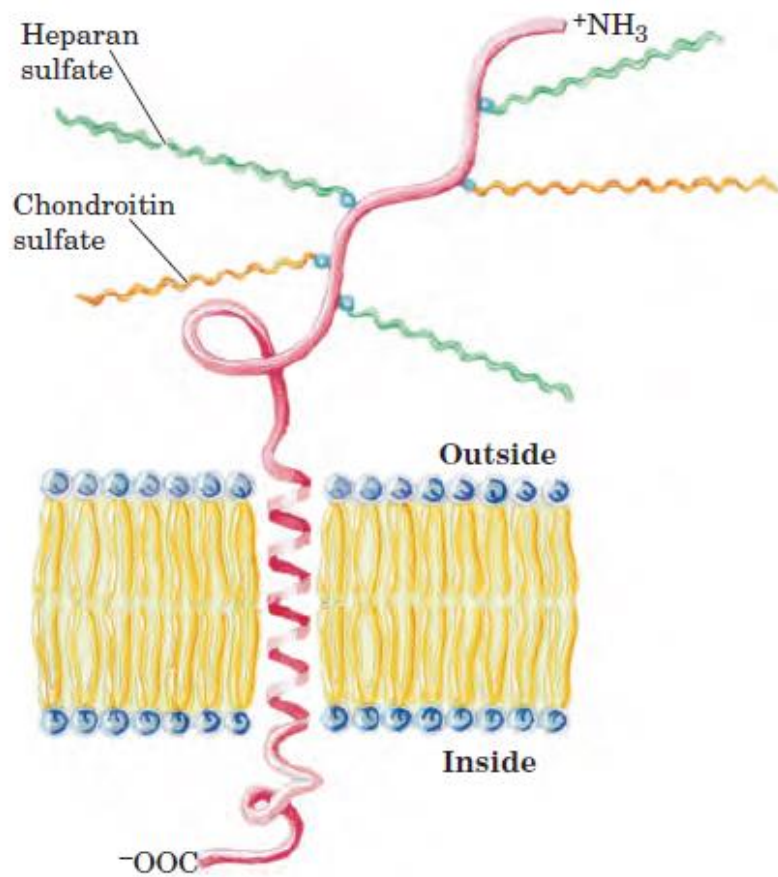
- Polisakkaritler yakıt deposu ve yapısal özelliklerinin yanı sıra bilgi taşıyıcısıdır. Bazıları hücreler ve hücre dışı çevreleri arasındaki iletişimi sağlarken, diğer bazıları proteinleri işaretleyerek onların belirli organellere taşınmasını veya yıkımlarının gerçekleştirilmesini sağlarlar. Bazıları ise hücre dışı sinyal molekülleri (ör: büyüme faktörleri) ve hücre dışı parazitler (bakteriler veya virüsler) için tanıma yerleri olarak görev yaparlar.

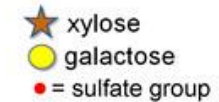
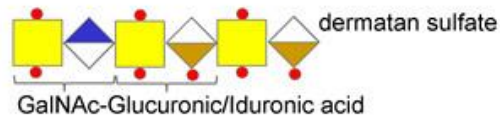
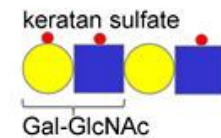
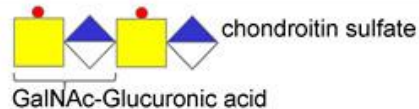
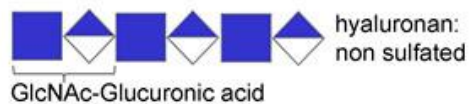
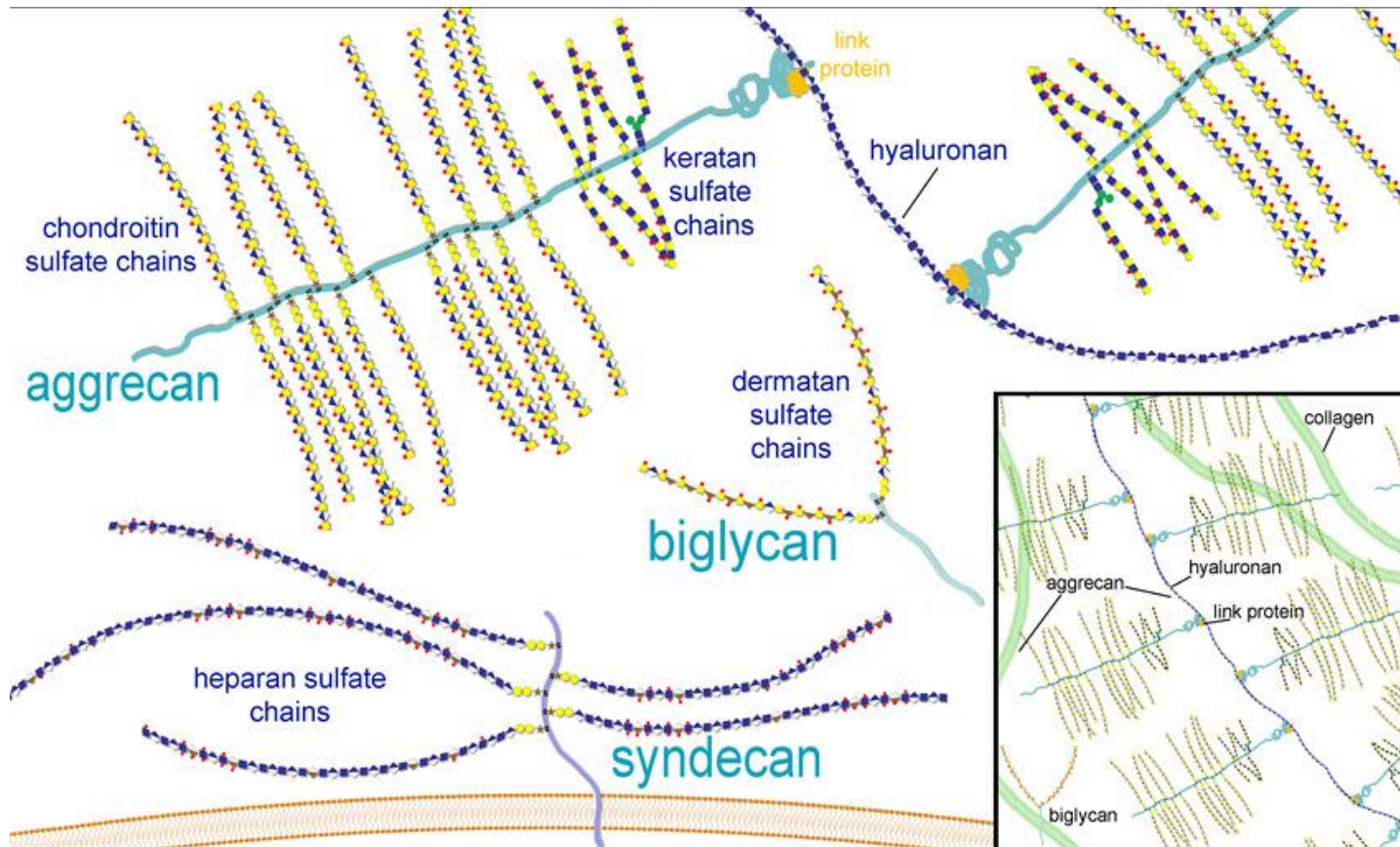
Glikokonjugatlar

- Hücreyi çevreleyen glikokaliks yapısındaki oligosakkaritler hücre-hücre tanıma, hücre adhezyonu ve göçü, kan pıhtılaşması, immün cevap, yara iyileşmesi gibi birçok önemli hücresel faaliyette rol oynarlar.
- Bu durumların çoğunda bilgi taşıyan karbonhidrat, biyolojik aktif molekül olan **glikokonjugatı** oluşturmak üzere bir protein veya lipit molekülüne kovalent olarak bağlanır. Bu anlamda biyolojik aktif olan 3 tip glikokonjugattan bahsedilebilir: **proteoglikanlar, glikoproteinler ve glikolipitler.**

Proteoglikanlar

- Hücre yüzeyi ve hücre dışı matrikste glikozaminoglikanlar proteinlerle kovalent bağlanarak çok büyük agregatlar oluştururlar. Bu yapılara **proteoglikanlar (mukoproteinler)** denir. Proteoglikanlar çoğunlukla (%95 veya daha fazla oranda) polisakkaritten oluşmuştur.
- Proteoglikanlar tüm hücre dışı matrikslerin temel bileşenidir.
- Çoğu proteoglikan hücre dışı matrikse salgılanır, bununla birlikte bazıları integral zar proteinleri olarak görev yapar.





Glikoproteinler

- Glikokonjugatların önemli bir grubu da glikoproteinlerdir. Peptit zincirlerine kovalent bağlı olarak karbonhidrat grupları bulunduran glikoproteinlerin biyolojik önemi büyüktür ve canlılarda yaygın olarak bulunan heteropolisakkaritlerdir.
- Bazı glikoproteinler tek bir oligosakkarit zincirine sahipken bazılarınıninki birden fazladır. Değişik glikoproteinlerdeki karbonhidrat oranı farklılık gösterir; bu oran genellikle %1-70 arasında değişir.
- Glikoproteinlerde birçok monosakkarit tipi ve türevleri bulunabilir. Bunlar 2 veya daha fazla şekerin düz veya dallanmış zincirlerini bulundurabilir.

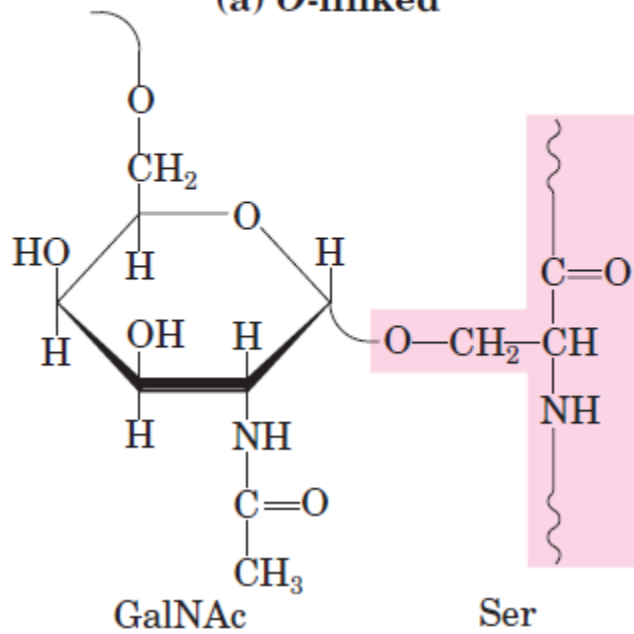
Glikoproteinler

- Omurgalılardaki hemen hemen bütün glikoproteinlerin fonksiyonu hücre dışıdır. Omurgalılardaki önemli glikoproteinler olarak;
 - Hücre çeperi glikoproteinleri
 - Kan glikoproteinleri
 - Antikorlar
 - Bağırsaktan salgılanan çeşitli sindirim enzimleri
 - Ekstraselüler bazal membran glikoproteinleri
 - Bazı protein yapısındaki hormonlar
- sayılabilir

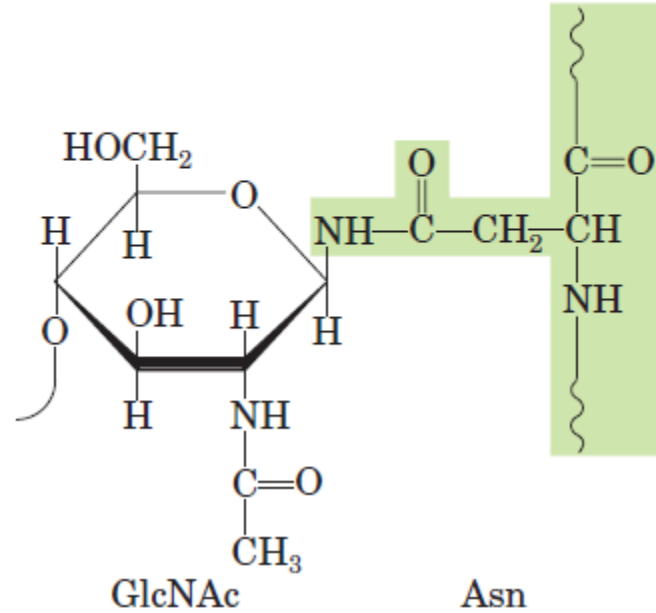
Glikoproteinler

- Glikoproteinlerdeki karbonhidrat grupları polipeptit zincirine genelde 2 farklı şekilde bağlanmıştır:
- Ovalbümin ve immünoglobülinlerde görülen 1. tip glikoproteinlerde; oligosakkaridin N-asetil-D-glukozamin bileşeninin anomerik karbonu ile peptit zincirindeki asparagin amino asidinin amit grubu arasında N-glikozit bağı oluşur.
- Submaksillar mukoproteinlerde görülen 2. tip glikoproteinlerde oligosakkaridin N-asetil-D-galaktozamin bileşeninin anomerik karbonu ile polipeptit zincirinin serin veya treonin amino asitlerinin hidroksil grupları arasında O-glikozit bağı oluşur.

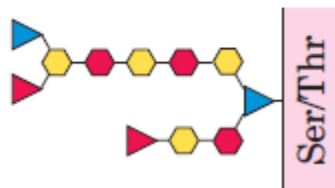
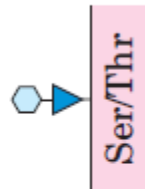
(a) O-linked



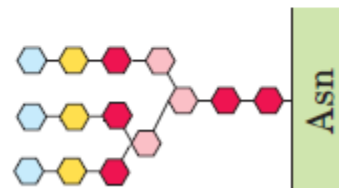
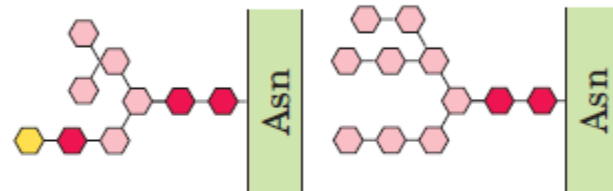
(b) N-linked



Examples:



Examples:



- GlcNAc
- Man
- Gal
- Neu5Ac
- ▼ Fuc
- ▼ GalNAc

Glikoproteinler

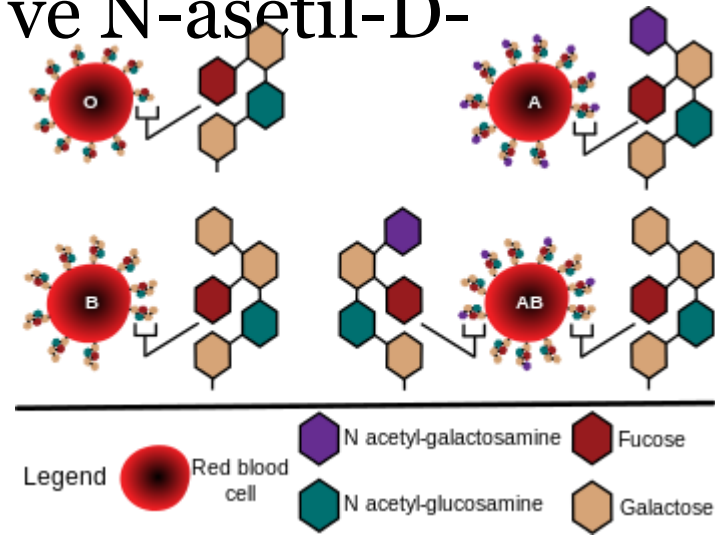
- Hücrede en çok bu iki tip bağlanma görülür. Ancak daha nadir olarak bulunsa da bunlar dışında da bağlanma tipleri vardır:
 - C-glikolizasyon: Mannoza, triptofan amino asidinin indol halkasına bağlanır
 - Glipiasyon: Merkezde bulunan glikan grubu bir tarafında protein, bir tarafında da lipit kuyruğunu bağlar
 - Fosfoglikozilasyon: Oligosakkarit serin amino asidine fosfodiester bağı ile bağlanır.

Glikoproteinler

- **Müsinler**, salgılanan ve çok sayıda O-bağlı oligosakkarit zincirleri içerebilen zar glikoproteinleridir. Müsinler çoğunlukla salgıda bulunurlar ve mukusa tipik kaygan özelliğini kazandırırılar.
- Tüm memeli proteinlerinin yaklaşık yarısı glikozillenmiş durumdadır (bağlı karbonhidrat grupları içerirler) (ör: kan proteinleri, immünoglobülinler, bazı hormonlar) ve tüm memeli genlerinin yaklaşık %1'i bu oligosakkarit zincirlerinin sentezi ve bağlanmasıyla yer alan enzimleri kodlar.

Glikoproteinler

- Plazma zarının dış yüzeyi çeşitli karmaşıklıkta kovalent bağlı oligosakkarit dizileri içeren birçok zar glikoproteinine sahiptir.
- İnsan kan grubu proteinleri de bunlara bağlı oligosakkaritleri bulundurur (glikoprotein yapısındadırlar). Bu oligosakkaritler L-fukoz, D-galaktoz, N-asetil-D-glukozamin ve N-asetil-D-galaktozaminde oluşmaktadır.



Glikoproteinler

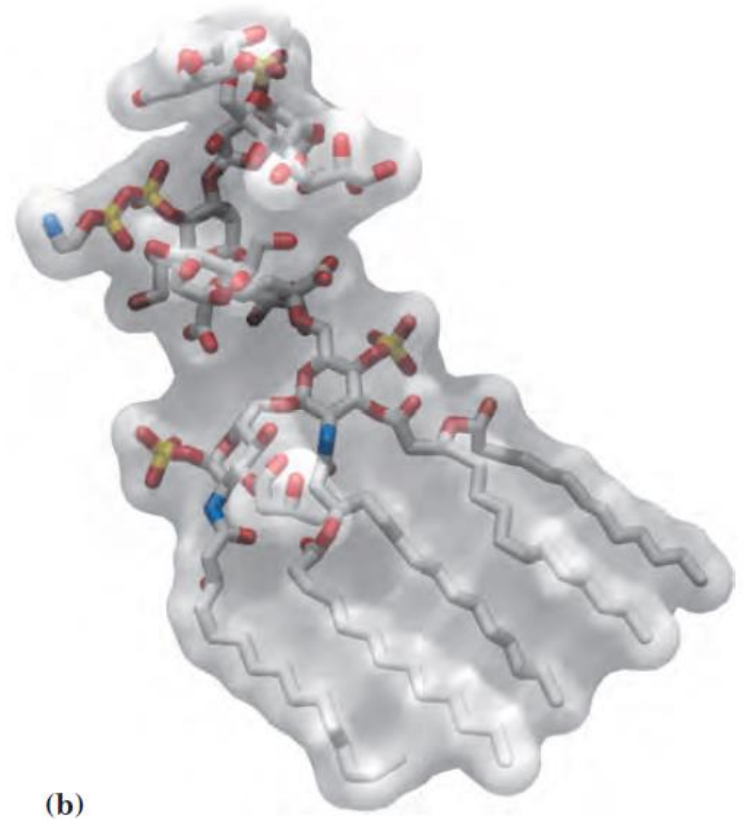
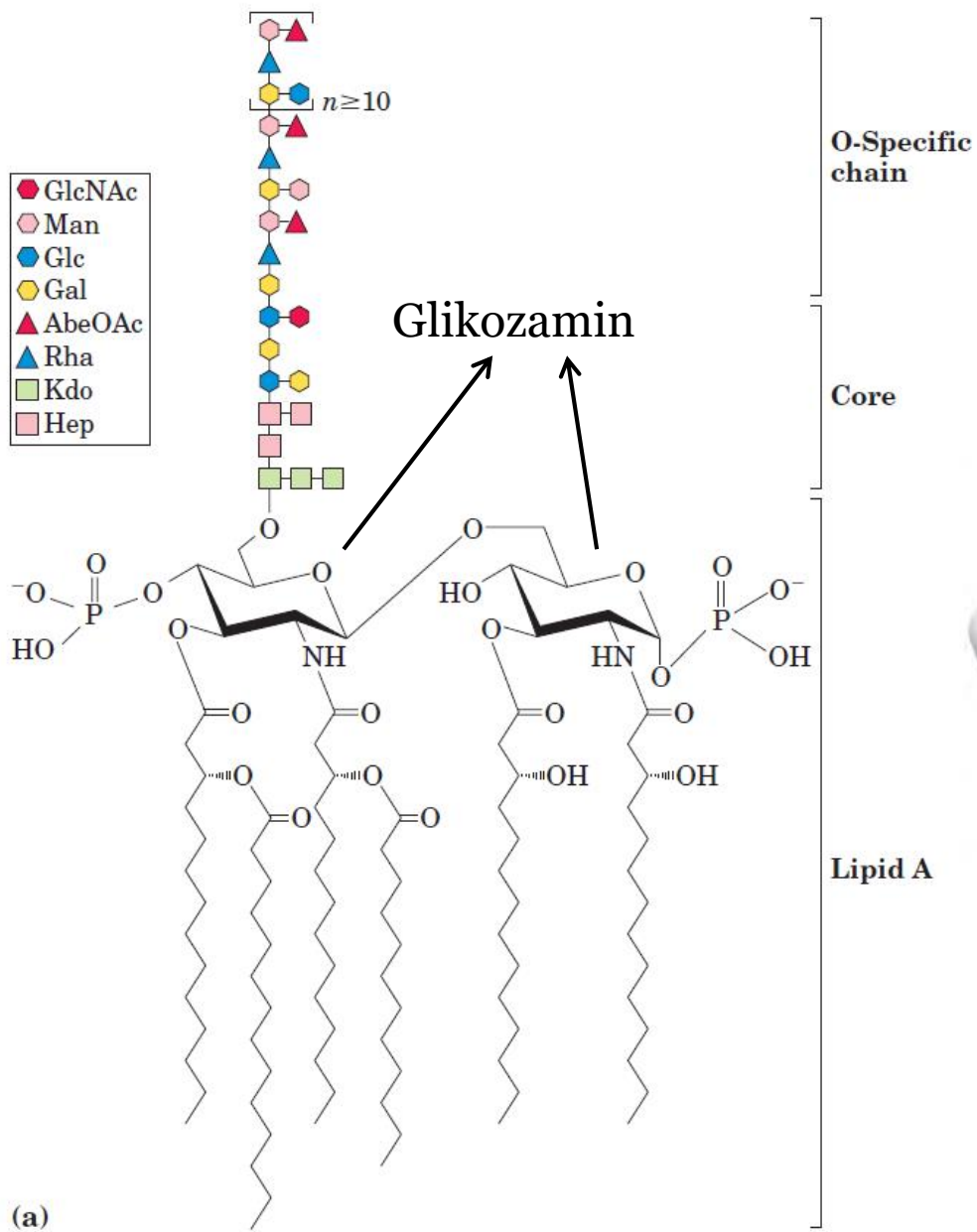
- Kutuplarda yaşayan balıkların kan plazmasında bulunan antifriz proteinleri ilgi çekicidir. Bunların polipeptit zinciri tekrarlayan Ala-Ala-Thr dizileri içerir. Her bir treonin amino asidine galaktozil-N-asetilgalaktozamin disakkaridi bağlanmıştır. Antifriz proteinleri su içerisinde muhtemelen esnek bir yapı oluşturarak buz oluşumunda kristal yapıyı etkiler. Sonuç olarak suyun donma noktasını düşürerek bu balıkların hayatlarını sürdürmelerini mümkün kılar.

Glikolipitler ve lipopolisakkaritler

- Hücrede oligosakkarit zinciri taşıyan glikokonjugatlar sadece glikoproteinler değildir. Bazı lipitler de bunlara bağlı oligosakkarit zinciri içerirler. Bu kompleks moleküller **glikolipit** olarak adlandırılır.
- Ökaryotik hücrelerin membran lipitleri olan **gangliyositlerde**, zarın dış yüzeyini oluşturan polar baş kısmı sialik asit ve diğer bazı monosakkarit birimleri içeren kompleks bir oligosakkarittir.
- İnsan kan gruplarının belirlenmesinde de gangliyositlerin önemi vardır.

Glikolipitler ve lipopolisakkaritler

- Lipopolisakkaritler, *Escherichia coli* ve *Salmonella typhimurium* gibi Gram negatif bakterilerin dış zarının temel yüzey bileşenidir. Bu zarlardaki lipopolisakkaritler, bakteriyel enfeksiyonlara yanıt olarak omurgalı bağışıklık sistemi tarafından üretilen antikörlerin birincil hedefidir



S. typhimurium'un dış zar lipopolisakkaritinin şematik gösterimi.

- Karbonhidratlar ve bunların diğer biyolojik makromoleküllerle oluşturduğu kompleks moleküller (glikokonjugatlar) verilen örneklerde de görüldüğü gibi sadece depo ve yapısal olarak değil, temel hücresel fonksiyonlar açısından da çok önemlidir.
- Tüm proteinlere de lipitlere bağlı karbonhidratlar da dahil olmak üzere belli bir hücre veya dokudaki tüm karbonhidrat içeriğini, bunların fonksiyonlarını ve diğer moleküllere nereden ve ne zaman bağlandıklarını ortaya koymak için yapılan çalışmalar **glikomiks** olarak adlandırılır. Bu alan ise özel olarak **glikobiyoloji** olarak isimlendirilir.

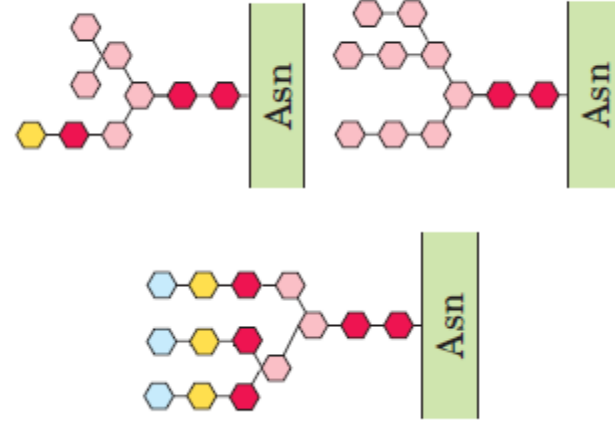
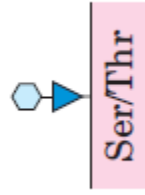
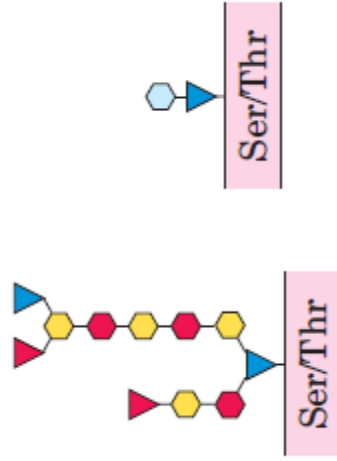
Bilgi Molekülleri Olarak Karbonhidratlar: Şeker Kodu

Bilgi molekülleri olarak karbonhidratlar

- Karbonhidratların ve glikokonjugatların yapı ve işlevleriyle ilgilenen glikobiyoloji, biyokimyanın ve hücre biyolojisinin en aktif ve heyecan verici alanlarından birisidir.
- Giderek daha iyi anlaşıldığı üzere hücreler, hücre içi proteinlerin hedeflenmesi, hücre-hücre etkileşimleri, hücre farklılaşması ve doku gelişimi, hücre dışı sinyalizasyon gibi birçok olayda bilgilerin şifrelenmesinde özgül oligosakkaritleri kullanırlar.

Bilgi molekülleri olarak karbonhidratlar

- Daha önce bahsedildiği gibi farklı şekerler ve şeker türevleri çeşitli pozisyonlarda bağ yapabilirler (1–2, 1–3, 1–4, 1–6, 2–3, 2–6) ve farklı anomerik şekillere sahip olabilirler. Ayrıca nükleik asitlerde ve proteinlerde karşımıza çıkmayan dallanmış yapılar oligosakkaritlerde yaygın olarak bulunur.
- Glikanlardaki bu zengin yapısal çeşitlilik, örneğin kendileriyle etkileşime giren proteinler tarafından okunabilen kendine özgü 3 boyutlu bir yapı oluşturmasını sağlar. *Bu yapı da belli bir bilgiyi şeker koduyla sunmaktadır.*



- GlcNAc
- Man
- Gal
- Neu5Ac
- ▼ Fuc
- ▼ GalNAc

Lektinler

- Bahsedildiği gibi, her bir karmaşık oligosakkarit polimeri belli bir bilgiyi kodlar. Bu bilginin anlaşılabilmesi ve iletilmesi de hücrelerde genellikle proteinler ile gerçekleştirilir.
- Bütün organizmalarda bulunan **lektinler**, karbonhidratlara yüksek özgüllük ile bağlanan, bu sayede şeker kodunu okuyabilen proteinlerdir ve bir çok biyolojik işleme aracılık ederler.
- Lektinler hücre-hücre tanıma, sinyalleşme, hücre adhezyonu, yeni sentezlenen proteinlerin hücre içinde hedefine yöneltilmesinde görev alırlar.

TABLE 7-3 Some Lectins and the Oligosaccharide Ligands They Bind

<i>Lectin source and lectin</i>	<i>Abbreviation</i>	<i>Ligand(s)</i>
Plant		
Concanavalin A	ConA	Man α 1—OCH ₃
<i>Griffonia simplicifolia</i> lectin 4	GS4	Lewis b (Le ^b) tetrasaccharide
Wheat germ agglutinin	WGA	Neu5Ac(α 2 $\rightarrow$ 3)Gal(β 1 $\rightarrow$ 4)Glc GlcNAc(β 1 $\rightarrow$ 4)GlcNAc Gal(β 1 $\rightarrow$ 4)Glc
Ricin		
Animal		
Galectin-1		Gal(β 1 $\rightarrow$ 4)Glc
Mannose-binding protein A	MBP-A	High-mannose octasaccharide
Viral		
Influenza virus hemagglutinin	HA	Neu5Ac(α 2 $\rightarrow$ 6)Gal(β 1 $\rightarrow$ 4)Glc
Polyoma virus protein 1	VP1	Neu5Ac(α 2 $\rightarrow$ 3)Gal(β 1 $\rightarrow$ 4)Glc
Bacterial		
Enterotoxin	LT	Gal
Cholera toxin	CT	GM1 pentasaccharide

Source: Weiss, W.I. & Drickamer, K. (1996) Structural basis of lectin-carbohydrate recognition. *Annu. Rev. Biochem.* **65**, 441–473.

Lektinler

- Tohumlarda bol miktarda bulunan bitkisel lektinler, muhtemelen böcekler ve diğer yırtıcılar için bir çeşit savunma mekanizmasıdır.
- Laboratuvar çalışmaları ile saflaştırılmış bitki lektinleri farklı oligosakkarit gruplarına bağlanma özelliklerinden dolayı çeşitli glikan ve glikoproteinlerin teşhis ve ayrılmasında kullanılırlar.

Lektinler

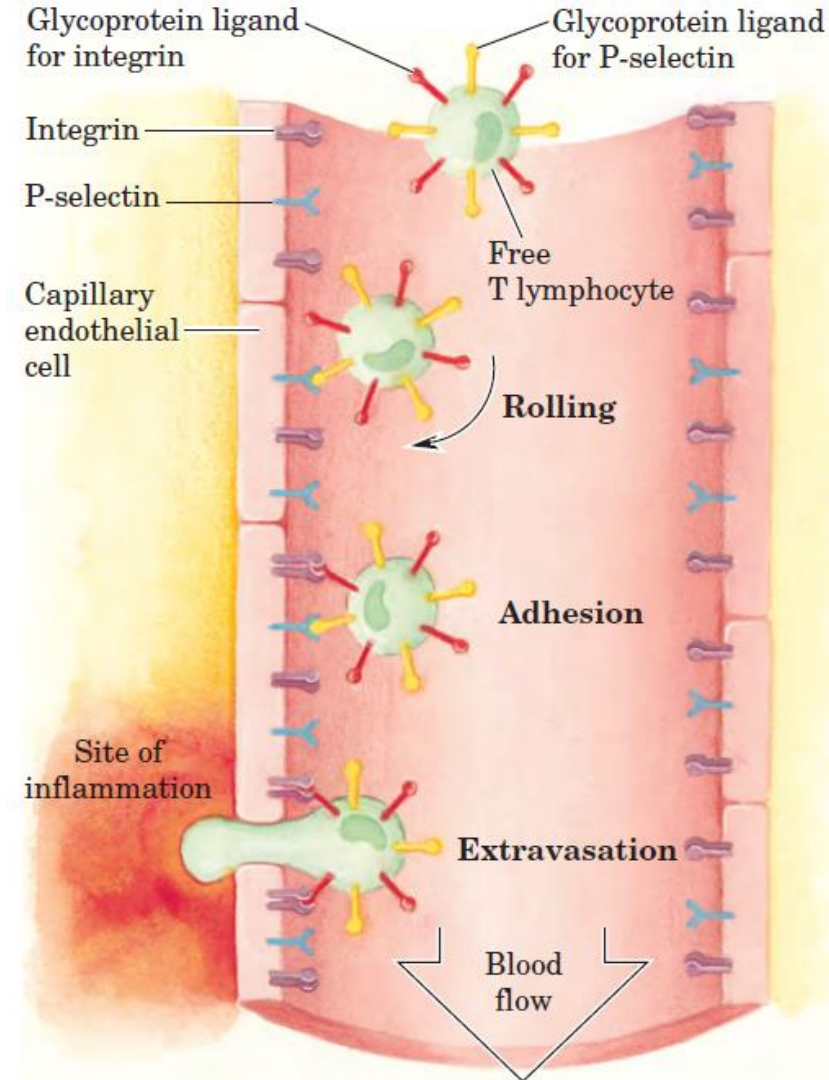
- Hayvanlarda lektinlerin işlevlerine örnek olarak bazı peptit hormonların yapısında bulunan oligosakkaritleri tanımları verilebilir.
- Kan dolaşımındaki bazı peptit hormonlar, dolaşımdaki yarı ömürlerini kuvvetle etkileyen oligosakkarit gruplarına sahiptirler. Örneğin lüteinleştirici hormon ve tirotropin, peptit yapıda hormonlar olup N-bağlı oligosakkaritlere sahiptir. Bunlarda bulunan oligosakkaritler hepatositlerde sentezlenen bir lektin tarafından yüksek özgüllükle tanınır. Lektin-hormon etkileşimi, bu hormonların hücre içine alınmasına ve yıkımına aracılık ederek kandaki derişimlerini düşürür ve denge sağlar.

Lektinler

- İnsanda bazı hastalıkların gelişmesinde hastalıklara verilen immün cevapta hücre yüzeyi lektinleri çok önemlidir.
- **Selektinler**, hücre-hücre tanınmasına ve hücre adhezyonuna aracılık eden plazma zar lektinleri ailesidir. Selektinlerin işlevlerine örnek olarak bazı immün sistem hücrelerinin (nötrofiller) enfeksiyon ve iltihaplanma bölgelerinde kapiller duvardan geçerek kandan dokulara hareketi verilebilir.

Lektinler

- İnsanda bazı hastalıkların gelişmesinde hastalıklara verilen immün cevapta hücre yüzeyi lektinleri çok önemlidir.
- **Selektinler**, hücre-hücre tanınmasına ve hücre adhezyonuna aracılık eden plazma zar lektinleri ailesidir. Selektinlerin işlevlerine örnek olarak bazı immün sistem hücrelerinin (nötrofiller) enfeksiyon ve iltihaplanma bölgelerinde kapiller duvardan geçerek kandan dokulara hareketi verilebilir.



Lektinler

- İnfluenza (grip) virüsü de dahil olmak üzere çeşitli hayvan virüsleri konak hücrelerine, konak hücre yüzeyinde bulunan oligosakkaritlerle gerçekleşen etkileşimler aracılığıyla bağlanırlar. Hemaglütinin (HA) olarak bilinen grip virüsü lektini, konak hücre yüzeyindeki özgül oligosakkaritleri tanır ve virüsün hücreye girmesi ve enfeksiyon gelişimi için gereklidir. Virüs konak hücreye girdikten ve çoğaldıktan sonra viral bir sialidaz enzimi (nöraminidaz) hücreyle etkileşerek viral partiküllerin açığa çıkmasını sağlar ve ikinci bir enfeksiyon döngüsü başlar.

Lektinler

- Antiviral ilaçlar olan oseltamivir (Tamiflu) ve zanamivir (Relenza) grip tedavisinde kullanılır. Bu ilaçlar şeker türevi olup, viral lektinlere bağlanmak için konak hücre oligosakkaritleriyle yarışarak viral sialidazı inhibe eder.
- Benzer şekilde virüs lektinleri ve konakçı yüzey oligosakkaritleri arasındaki tanımayı yarışmalı bir şekilde baskılayan şeker türevleri de antiviral ilaç olarak kullanılmaktadır.

Lektinler

- Lektinlerin bütün işlevlerinde ve lektin-oligosakkarit etkileşimlerinin neden olduğu işlemlerde lektin tanınmasının yüksek derecede özgül olması, oligosakkaritlerin özgün yapılarla sahip olmasıyla sağlanır. Her bir farklı oligosakkarit yapısı, şeker kodunda farklı “kelime”leri ifade eder. Lektinlerin bu özgül tanıma özellikleri, etkileşime girdikleri oligosakkaritler ile geometrik ve fizikokimyasal parametreler yönünden yüksek uyum gerçekleşmesiyle mümkün olur.

