

Karbonhidratlar (devam)

4. Hafta

Temel Kaynak: Okuyan R. 1997.Hayvan Besleme Biyokimyası Ankara Üniv. Ziraat Fak. Y.No:1491 D.K:450 Ankara

Disakkaritler

İki monosakkarit molekülünün bir molekül su çıkararak oluşturdukları karbonhidratlardır. Genel formülleri $C_n(H_2O)_{n-1}$ 'dir.

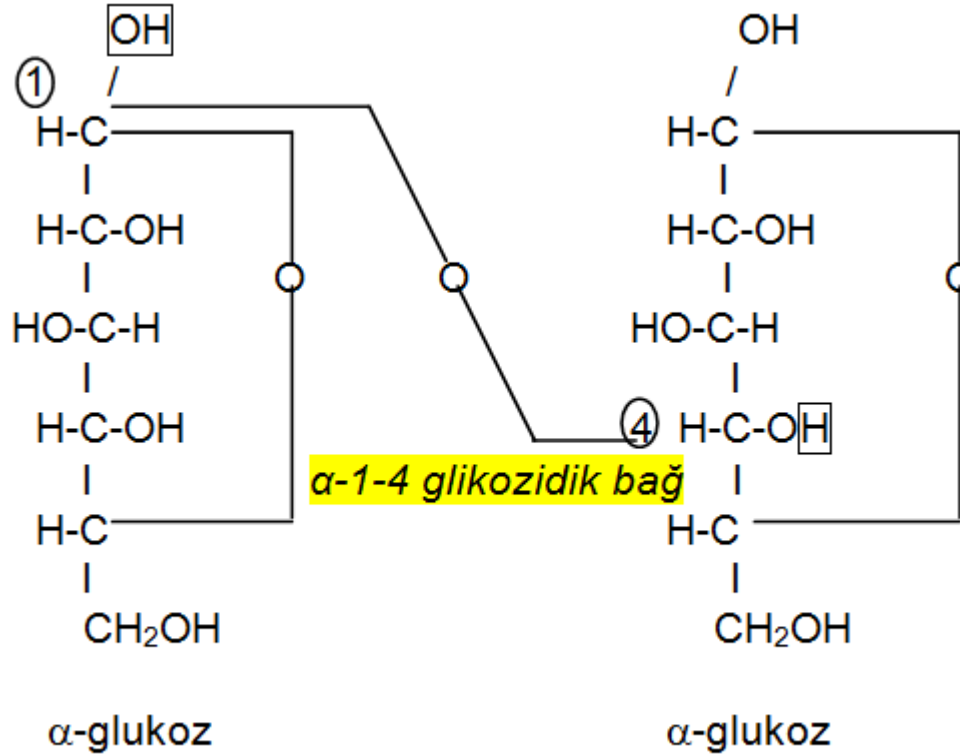
Monosakkaritler birbirlerine bir glikozid bağı ile bağlanırlar. Glikozid bağı, bir monosakkaritin hidroksil grubu ile diğer monosakkaritin karbonil grubu (aldehid ya da keton grubu) arasında bir molekül H_2O çıkmasıyla oluşur.

İki monosakkarit molekülü;

- 1) Bir monosakkaritin karbonil grubu diğer monosakkaritin bir alkol grubu ile bağı (**maltoz tipi bağı**),
- 2) Bir monosakkaritin karbonil grubu diğer monosakkaritin karbonil grubu ile bağı (**trehaloz tipi bağı**), oluşturur.

Disakkaritler

Glikozidik bağın, α - veya β - olmak üzere iki şekli vardır. α -monosakkaritin karbonil grubunun hidroksil grubu kullanılmışsa **α -glikozidik bağ**, β -monosakkaritin karbonil grubunun hidroksil grubu kullanılmışsa **β -glikozidik bağ** adı verilir.

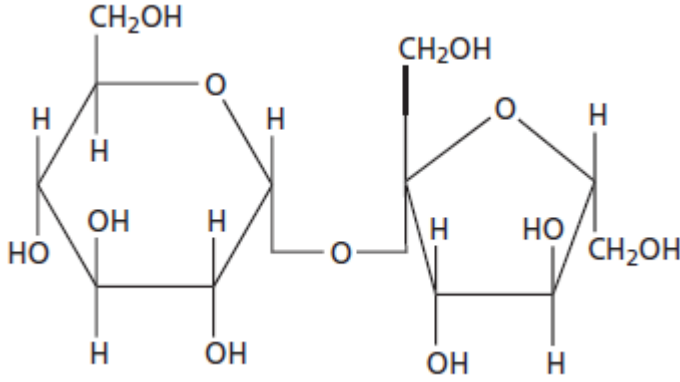


Disakkaritler

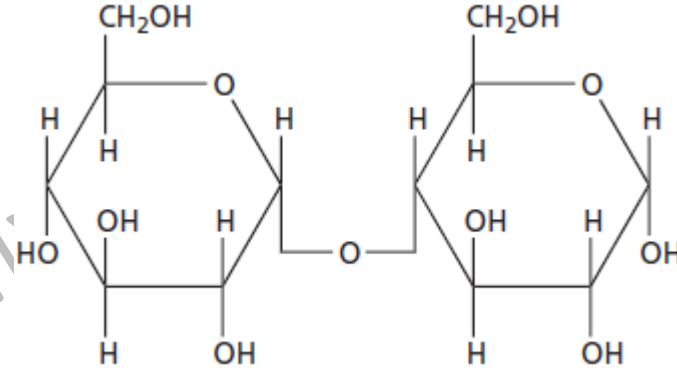
En önemli disakkaritler;

- **Maltoz** (α -D-Glucopyranosyl-(1 \rightarrow 4)-D-glucopyranose), malt şekeri ve nişastanın α -amilaz hidrolizi sonucunda
- **Laktoz** (β -D-Galactopyranosyl-(1 \rightarrow 4)-D-glucopyranose), sütte ve bazı bitkilerin polen kanallarında
- **Selülobiyoz** (β -D-Glucopyranosyl-(1 \rightarrow 4)-D-glucopyranose), ağaçların öz sularında bulunur ve selüloz polisakkaritinin disakkarit birimidir
- **Sakkaroz** (α -D-Glucopyranosyl- (1 \leftrightarrow 2)- β -D-fructofuranoside), sükroz, şeker pancarı ile şeker kamışında bulunur. Işık çevirme derecesi +66.5°'dir. Fakat, hidrolize edildiği zaman elde edilen karışım, polarize ışığı -20° sola çevirir. Bu olaya **inversiyon**, elde edilen glukoz ve fruktoz karışımına da **invert şeker** denir.
- Bunlardan başka; **izomaltoz, turanoz, trehaloz, melibioz** ve **gentibioz** gibi disakkaritler de vardır.

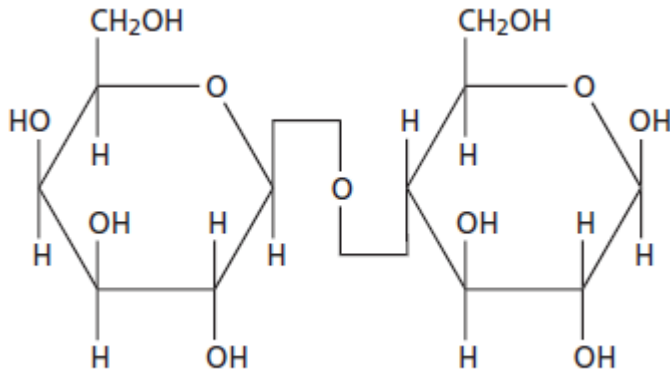
Disakkaritler



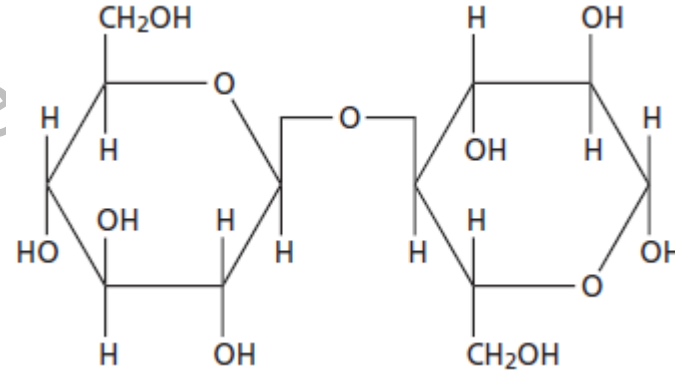
sakkaroz



maltoz



laktoz



selülobiyoz

Oligosakkaritler

İkiden daha fazla- 10 dan daha az monosakkaritin birbirine glukozidik bağ ile bağlanması suretiyle polimerize olması sonucu oluşurlar.

Oligosakkaritler, ya doğal olarak ya da polisakkaritlerin asit ya da enzimatik hidrolizleri ile meydana gelmektedirler. şeker pancarında % 0.5 rafinoz (D-glukoz+D-fruktoz+D-galaktoz) bulunur ve sofrta (çay) şekeri kristalize edilerek alındıktan sonra geride kalan karışımda (melas) yer alır.

Oligosakkaridler genel olarak sindirim enzimleriyle hidroliz olmaz ve sindirim sisteminin son bۆlümünde probiyotik mikroorganizmalar tarafından değerlendirilebilmektedir ve bu ۆzellikleri dolayısıyla **prebiyotik** bileşikler olarak da adlandırılabilir.

Polisakkaritler

Ondan fazla monosakkarit molekülünün glikozid bağları ile birbirlerine bağlanmaları sonucu meydana gelirler.

Polisakkaritlerin yapılarında yer alan başlıca monosakkarit, D-glukozdur. Fakat aynı yapıda; D-mannoz, D-fruktoz, D- ve L-galaktoz, D-ksiloz ve D-arabinoza yer alabilmektedir. D-glukozamin, D-glüküronik asit, D-galaktozamin, N-asetilmuranik asit, N-asetil glukozamin ve N-asetil neuraminik asit adları ile bilinen monosakkarit türevleri de polisakkaritlerin yapısında bulunabilir.

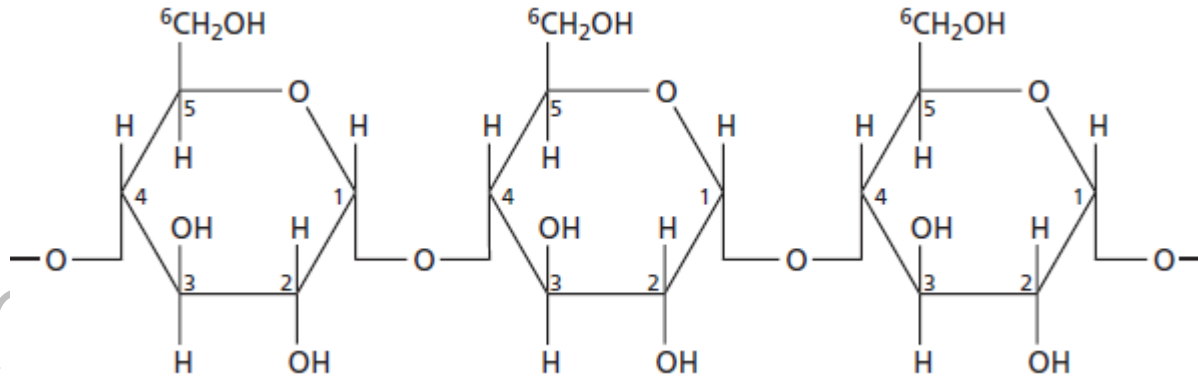
Polisakkaritler

Polisakkaritler, yapısında yer alan monosakkarit birimlerine göre birbirinden farklılık gösterirler. Tek tip monosakkarit birimlerinin polimerleşmesi ile oluşan polisakkaritlere **homopolisakkaritler** (monosakkaritin adının sonunda yer alan “oz” takısı yerine “an” takısı konularak adlandırılır, örnek, glukoz→glukan, mannoz→mannan vb.), iki ya da daha fazla çeşitteki monosakkarit birimlerinin polimerleşmesi ile oluşanlara **heteropolisakkaritler** denir.

Polisakkaritler

Polisakkaritler,

1. depo polisakkaritler,
2. Yapısal polisakkaritler.

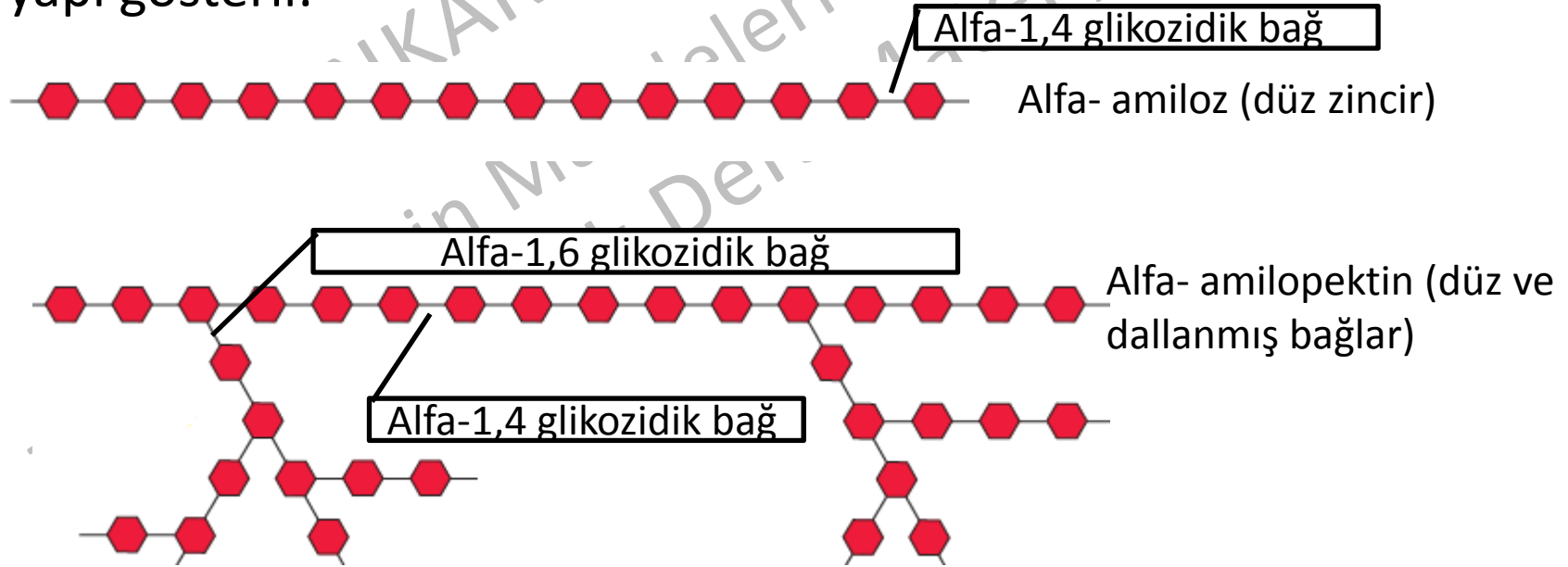


Temel Kaynak: Okuyan R. 1997.Hayvan Besleme Biyokimyası Ankara Üniv. Ziraat Fak. Y.No:1491 D.K:450 Ankara

Depo polisakkaritler - Nişasta:

İki yapısal formda (**α -amiloz** ve **amilopektin**) bulunur. **α -amiloz**, dallanma göstermeden düz zincirler halinde uzanır ve D-glukoz birimlerinin $\alpha(1,4)$ glikozidik bağ ile birbirlerine bağlanırlar.

Amilopektin molekülünde glukoz birimleri birbirlerine $\alpha(1,4)$ ve her 24-30 glukoz biriminde $\alpha(1,6)$ glikozidik bağlar ile dallanmış yapı gösterir.



Depo polisakkaritler - Nişasta:

α -amiloz nişatanın %20-30 sini, α -amilopektin ise %70-80 nini oluşturmaktadır. α -amilozun yapısında yaklaşık 1 800 glukoz birimi, α -amilopektin ise 300 000-birkaç milyon glukoz birimi yer almaktadır.

Amilopektin, sulu çözeltide kollodial ya da miseller yapı gösterir ve iyotla kırmızı-menekşe renk verir. Buna karşılık, α -amiloz, suda çözünmez, fakat su emerek miseller haline gelebilir ve iyotla mavi renk meydana gelir.

Pankreas salgısı ve tükrükte bulunan α -amilaz, maltozun glikozid bağlantısı dışında, α -(1,4) glikozidik bağları rasgele koparır ve maltoz-glukoz karışımı ortaya çıkar.

Depo polisakkaritler - Nişasta:

Nişasta yem kaynaklarından en yüksek oranda (%65-70) mısır olmak üzere tahıllarda ve yumru yem kaynaklarında yüksek oranda yer almaktadır. Nişasta hayvan beslemede ana enerji kaynağı kaynağıdır.

Nişasta ruminant hayvanların rasyonlarında (TMR- tam yem) yaklaşık %20-25 oranında yer alır ve büyük oranda rumende fermente olarak uçucu yağ asitlerine dönüştürülür ve belirli miktarı rumende fermente olmadan by-pass nişasta olarak midenin şirden bölümüne ulaşır ve sonrasında duodenumda pankreatik amilaz ile sindirilerek maltoz dönüştürülür ve bağırsak çeperinden salgılanan maltaz ve izomaltaz enzimleriyle glukozaya indirgenir ve sonunda emilir. Kanatlılarda ise karma yemde yaklaşık %40-45 oranında nişasta bulunur. Kanatlılarda duodenumda pankreatik α -amilaz ve bağırsak çeperinden salgılanan maltaz ve izomaltaz enzimleriyle glukozaya kadar hidroliz edilir.

Depo polisakkaritler - Glikojen:

Hayvansal nişasta olarak da adlandırılır. Hayvansal hücrelerde özellikle karaciğer ve belirli oranda da kas hücrelerinde depo maddesi olarak yer alan bir homopolisakkarittir. Glikojenin molekül ağırlığı genelde 270.000-3.500.000 arasında değişmektedir. Glikojen de, nişasta gibi D-glukoz molekülünden oluşmaktadır. Glikojen molekülü, D-glukoz birimlerinin $\alpha(1,4)$, dallanma noktalarının ise $\alpha(1,6)$ glikozid bağlar ile bağlanmaları sonucu oluşan amilopektin yapısındadır. Nişata amilopektininden farkı daha fazla dallanmış olmasıdır. Glikojen amilopektini her 8-12 glukoz biriminden sonra bir dallanma noktası içerirler. Hayvanlarda enerjiye ihtiyaç duyulduğunda , karaciğer glikojeni tekrar glukozu dönüşür ve kan glukozunu oluşturur. Kas glikojeni ise kasların kasılıp gevşemesi için kullanılır.

Depo polisakkaritler - İnülin:

Fruktan olarak da adlandırılan inülin, fruktoz moleküllerinden oluşan bir homopolisakkarittir. Fruktoz birimleri β -(1,2) glikozidik bağ ile bağlanmışlardır. İnülin molekülü, yaklaşık 30 fruktoz birimi içerir. Molekül ağırlığı 5.000 civarındadır. Doğada, enginar, soğan, sarımsak, yer elması ve karahindibağ gibi çeşitli bitkilerin köklerinde ve yumrularında bulunmaktadır. Bu bileşiği hidroliz edecek enzim çiftlik hayvanlarının sindirim sisteminden sağlanmadığından enerji yönünden doğrudan bir katkı oluşturmazlar. Ancak sindirim sisteminin son bölümünde (ileum-sekum ve kalın bağırsak) özellikle probiyotik mikroorganizmalar tarafından fermente edilerek laktik asit ve bazı uçucu yağ asitlerine dönüştürülür. Bu özelliği dolayısıyla prebiyotik bileşik olarak adlandırılır.

Depo polisakkaritler - Mannan:

Mannoz monosakkarit birimlerinin polimerize olmalarından meydana gelen homopolisakkaritlerdir. Homopolisakkarid yanında mannoz molekülleri belirli oranda galaktoz ile de bağ oluşturarak galaktomannan bileşikler halinde de yem materyallerinde yer alabilmektedir. Molekülde 200-400 mannoz birimi içerirler. Bakteri, maya, mantarlarda (alfa-mannan) yanında guar küspesi, hindistan cevizi ve keçi boynuzunda (beta mannan) yüksek oranda bulunurlar. Tüm yem ham maddelerinde düşük (mısırdaki %0.09-0.14) oranlarda da yer almakla beraber soya kabuğunda (%6-7) daha yüksek oranda yer almaktadır. Soya gibi ham maddelerinin galakto- β -mannan bileşiğinde yer alan mannoz E. coli ve Salmonella Tip1 fibrasının mannozu ile benzer şeker yapısında olduğundan, yemlerden gelen β -mannan mannozu ince bağırsak reseptörlerine bağlanabilmekte ve sonuçta yanlış (gereksiz) bağışıklık tepkisi oluşturabilmektedir. Gereksiz bağışıklık tepkisi alınan enerjinin bir kısmının bağışıklık için harcanmasına yol açmaktadır.

Depo polisakkaritler – Dekstranlar:

Dekstranlar, D-glukoz birimlerinin polimerize olmalarından meydana gelen ve çok dallanma gösteren homopolisakkaritlerdir. Maya ve bakterilerde depo polisakkarit olarak bulunurlar. Dallanma noktalarında; 1-2, 1-3, 1-4 ya da 1-6 glikozidik bağ bulunur.

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
ZZT303-Besin Maddeleri Biyokimyası Dersi
AÇIK DERS MATERYALİ

Depo polisakkaritler – **Ksilanlar ve arabinanlar** **(pentozanlar):**

Pentozanlar olarak tanımlanan bu depo polisakkaritler, homopolisakkarittirler. Hidrolize edildiklerinde ksilandan D-ksiloz, arabinandan L-arabinoz molekülleri elde edilir. Ksilan kepeklerde ve tahıl samanlarında, arabinan ise pancarda ve pancar posasında fazla miktarda bulunur. Ruminant hayvanların rumenlerinde yaşayan mikroorganizmalar tarafından fermente edilerek uçucu yağ asitlerine dönüştürülerek değerlendirilirler.

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
ZZT303-Besin Maddeleri Biyokimyası Dersi
AÇIK DERS MATERYALİ

Depo polisakkaritler – Galaktanlar:

D-galaktoz ünitelerinden oluşmaktadır. Bitkilerde yaygın olarak bulunurlar. Özellikle, saman, odun ve birçok tohum, deniz yosunları galaktan içerir. Galaktoz birimleri birbirine 1,3 glikozid bağ ile bağlanmışlardır.

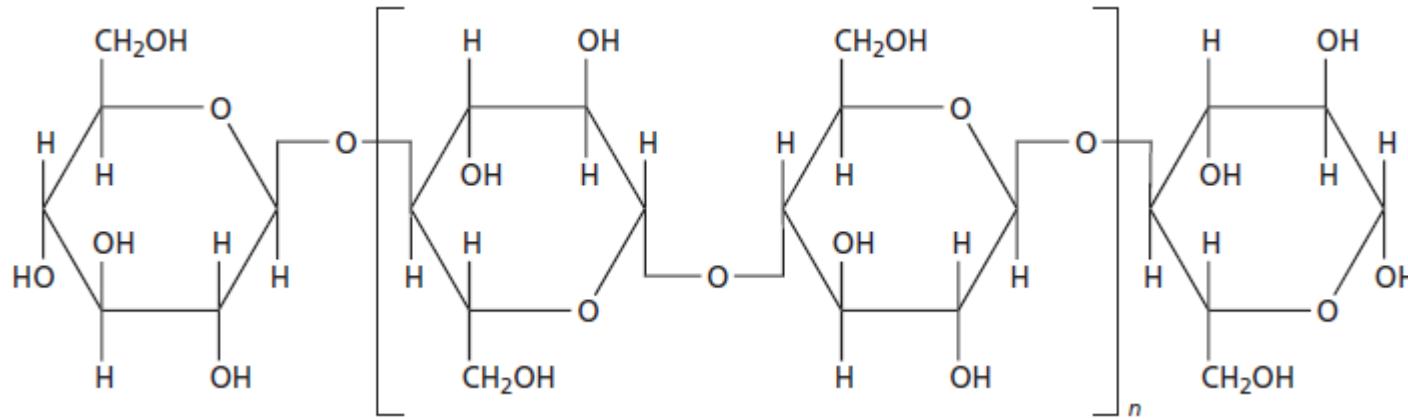
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
ZZT303-Besin Maddeleri Biyokimyası Dersi
Açık Ders Materyali

Yapısal polisakkaritler – Sellüloz:

Bitkiler aleminde en fazla bulunan lif yapısında yapısal bir polisakkarittir. Bitkilerin hücre duvarı yapısında yer alır. Odun % 50, keten ve pamuk % 97-99, buğday samanı % 30-43 sellüloz içerir. Sellüloz fibriller yapıda, sert ve suda çözünmeyen bir maddedir. Sellüloz, bitkilerin hücre duvarında ve özellikle ağaç dallarında, gövdelerinde ve bütün odunsu dokularında yer alır. Sellülozla beraber hemiselüloz da bitkilerin yapısında yer alır ve bunun mikrobiyal sindirimi sellülozun fermentasyonuna göre daha kolaydır.

Zayıf asitlerden etkilemez, kuvvetli asitlerle ısıtılırlarsa, sellobioz ve D-glukoz moleküllerine parçalanır. Sellüloz, en az 10 000 D-glukoz molekülünün düz bir zincir halinde bağlanmaları sonucu oluşur. Sellüloz nişastanın amiloz yapısına benzer glukoz moleküllerinden meydana gelmiştir. Ancak, sellülozda D-glukoz molekülleri β - (1,4) glikozidik bağ ile bağlanmıştır.

Yapısal polisakkaritler – Sellüloz:



Sellülozda beta-1,4 glikozidik bağ yapısı

Sellülozun yapısında yer alan $\beta(1,4)$ glikozid bağı hidroliz edecek sindirim enzimi bulunmadığından, pratik olarak sindirilmez. Ruminant hayvanların rumeninde bulunan selülotik bakteriler tarafından belirli oranda fermente edilerek başta asetik asit olmak üzere uçucu yağ asitlerine dönüştürülür. Bu uçucu yağ asiti enerji sağlama ve süt yağı oluşumunda kullanılmaktadır. Ruminant olmayan hayvanlarda ve insanlarda sindirimi söz konusu olmasa da sindirim sistemi gelişimi (tavuklarda taşlık gelişimi), sağlığı ve bağırsak hareketleri ile defekasyon için belirli oranlarda tüketilmesi gerekmektedir.

Yapısal polisakkaritler – kitin/Agar/Zamklar/:

- **Kitin:** N-asetil glikozamin birimleri $\alpha(1,4)$ glikozid bağ ile bağlanmıştır. Böcek, istakoz ve yengeç gibi eklem bacaklıların dış kabuklarının yapısal maddesidir.
- **Agar:** D-galaktoz ile L-galaktoz birimlerinden meydana gelmiştir. Bazı deniz alglerinde bulunur.
- **Zamklar:** Bitkilerde meydana gelen yaralarda oluşur. Yapısında çeşitli monosakkaritler ile üronik asit bulunur. Örnek arap zamkı

Yapısal polisakkaritler – Glikopolisakkaritler/Asit mukopolisakkaritler/Pektik maddeler

/Glikolipidler:

- **Glikopolisakkaritler:** bakteri ve bazı mikroorganizmaların hücre duvarı yapısında bulunur. N-asetil glukozamin ve N-asetil muramik asit $\beta(1,4)$ bağ ile polimerize olmuştur.
- **Asit mukopolisakkaritler:** Monosakkarit türevlerinden oluşur. Hayvansal organizmalarda, **kondroitin A, B ve C, heparin, hyaluronik asit, kan grubu maddeleri ve keratosulfat** gibi bileşikler halinde bulunurlar.
- **Pektik maddeler:** bitkilerin hücre duvarlarında ve hücre arası bölmelerde bulunurlar. Bu maddeler dört çeşittir: **protopektin, pektik asit, pektin ve pektinik asit**. Pektin hayvan besleme açısından önemlidir. Pancar posası ve bitkilerin yapısında yer alır.

Yapısal polisakkaritler – Glikolipidler/Lignin:

- **Glikolipidler:** Karbonhidratların lipidlere bağlanması ile oluşan bileşiklerdir. Gram-negatif bakterin hücre duvarının yapısal maddesidir.
- **Lignin:** Aslında karbonhidrat bileşiminde olmasa da, özellikle yapısal karbonhidratlarla birlikte bir arada birbirine geçmiş bir yapıda bulunduğundan karbonhidratlarla beraber incelenmektedir. Fenil-propan türevlerinin yüksek molekül ağırlığına sahip amorf polimerik lif yapıdadır. Hayvanlarda mikrobiyal ve kimyasal sindirim ile parçanlanmaz ve dışkı ile atılır. Yemlerdeki yüksek düzeyi sindirimi olumsuz etkiler ve yemlerin tüketilebilirliği ve sonuçta yem değerini düşürür.