

KARBONHİDRAT VE LİPİT TEKNOLOJİSİ, KARBONHİDRAT VE LİPİTLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

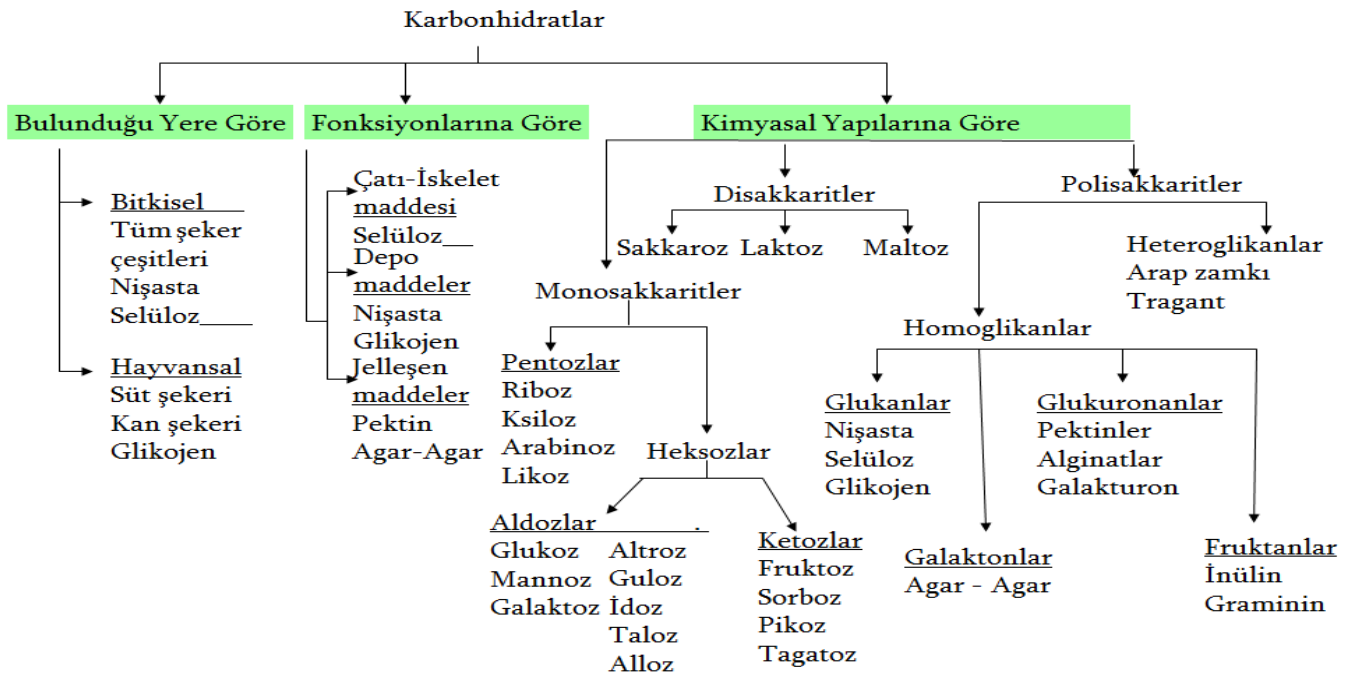
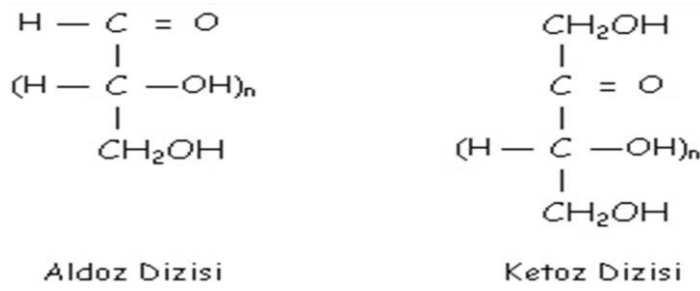
Gıdaların Bileşimi

- Su
- Karbonhidratlar
- **Lipidler**
- Proteinler
- Vitaminler
- Mineral Maddeler

KARBONHİDRATLAR

Karbonhidratlar en yaygın organik maddelerdir. Canlılarda yapısal madde veya depo (enerji) maddesi olarak bulunurlar. Bitkilerde kuru maddenin %75'ini oluştururlar.

- Karbonhidratlar karbon hidrojen ve oksijenden oluşurlar.
- Genel bir kural olarak bir karbonhidrat kendi karbon atom sayısı kadar su molekülüne sahiptir. Karbonhidrat sözcüğü de buradan gelmektedir.
- O halde karbonhidrat formülünü $C_n(H_2O)_n$ şeklinde yazabiliriz.
- Karbonhidratlar aktif aldehyd veya keton grubuna sahip polialkollerin oluşturduğu maddelerdir.



Karbonhidratların Genel Özellikleri

Optik Aktivite

- Bir maddenin doğrusal polarize ışığın salınım yüzeyini çevirme özelliğine optik aktivite denir.
- Asimetrik karbon atomu içeren maddeler, polarize ışığın salınım yüzeyini farklı yönde çevirirler ve bu maddelere optikçe aktif maddeler denilir.
- Polarize ışık düzlemindeki çevirme saat yönünde ise pozitif (+), dekstrorotatory (sağa çeviren), saat yönünün aksine ise negatif (-), levorotatory (sola çeviren) olarak ifade edilir.

Hidroliz

- Karbonhidratların bünyelerine su alarak yapılarını meydana getiren monosakkaritlere parçalanmasına hidroliz denilir.
- Parçalanmada asit veya enzimlerin katalizör etkisi ile monosakkaritler arasındaki glukozidik bağlar hidrolize olurlar.
- Asit hidrolizi enzimatik parçalanmadan daha hızlı seyreder.
- Hidrolizin derece ve hızı, çözeltinin pH değeri ve sıcaklığından etkilenir.
- İnorganik asitler, organik asitlerden daha fazla hidrolitik etki gösterirler.
- Enzimatik hidrolizin endüstriyel kullanım alanları bulunur (nişasta parçalanması).

Suda Çözünürlük

- Karbonhidratların suda çözünürlük derecesi farklıdır.
- Genel olarak karbonhidratların çözünürlüğü molekül büyüklüğüne bağlıdır (artan molekül büyüklüğü ile çözünürlük azalır).
- Çözünme olayı suyun dipol karakterine dayanır.

Bazı Karbonhidratların Suda Çözünürlük Durumları

Karbonhidrat	Suda Çözünürlük
Fruktoz	Çok iyi çözünür
Glukoz	Çok iyi çözünür
Sakkaroz	Çok iyi çözünür
Maltoz	İyi çözünür
Laktoz	Ağır (yavaş) çözünür
Nişasta	Çözünmez
Selüloz	Çözünmez

Tatlılık Derecesi

- Tatlı lezzet (tatlılık) şekerler için tipik özelliktir.
- Tatlılık derecesi karbonhidratlar arasında kıyaslama metodu ile belirlenir.
- Sakkarozun tatlılık derecesi 100 kabul edilir.
- Genelde karbonhidratların molekül ağırlıkları büyüdükçe tatlılık dereceleri azalmaktadır.

1. Monosakkaritler:

- Fruktoz (173.5)
- Glukoz (74.5)
- Galaktoz (32.1)
- Ksiloz (40.0)

2. Oligosakkaritler:

a) Disakkaritler:

- Maltoz (32.5) (Glukoz + Glukoz).
- Laktoz (16.0) (Glukoz + Galaktoz) Süt şekeri
- Sakkaroz (100.0) (Glukoz + Fruktoz)

b) Trisakkaritler:

- Rafinoz (22.6)

Karamelizasyon

- Şekerler, aminoasitler ve proteinler gibi azot içerikli bileşenlerin bulunmadığı ortamda ısıtıldıklarında *karamelizasyon* olarak tanımlanan enzimatik olmayan bir dizi esmerleşme reaksiyonu meydana gelir.
- Bu reaksiyonlar sırasında renk koyulaşır, kahverengiye dönüşür ve tatta da bir takım değişimler olur.
- Karamelizasyonda oluşan pigmentler büyük ve polimerik moleküllerdir.
- Karamelizasyonun gerçekleşmesi için pH 3-9 aralığında, su aktivitesi düşük, sıcaklık 120°C'den fazla olmalı, ortamda protein ve türevleri bulunmamalıdır.

Fermentasyon

- Bazı karbonhidratlar; maya, bakteri veya küf mantarlarının enzimleri ile fermentasyona uğratılırlar.
- Eğer fermentasyon oksijen kullanılmadan meydana gelirse o takdirde anaerob fermentasyondan söz edilir.
- Aerob fermentasyonda ise havanın oksijeni gereklidir.

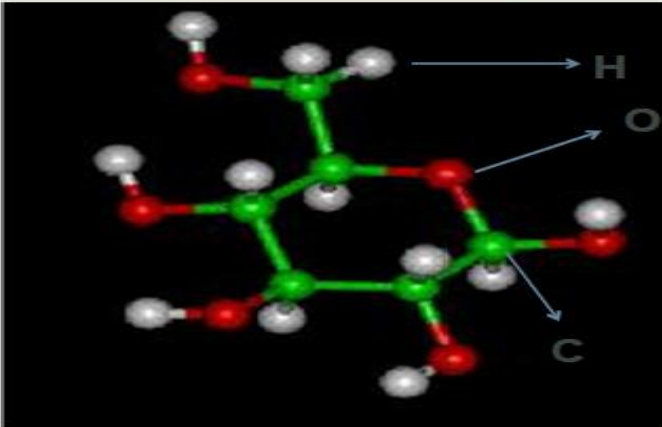
<i>Fermentasyon Çeşidi</i>	<i>Fermentasyon Formu</i>	<i>Fermentasyonda Etkili Olan Mikroorganizmalar</i>
Alkol fermentasyonu	Anaerob	Mayalar
Laktik asit fermentasyonu	Anaerob	Laktik asit bakterileri
Propiyonik asit fermentasyonu	Anaerob	Propiyonik asit bakterileri
Sitrik asit fermentasyonu	Aerob	<i>Aspergillus</i> türleri

Jelleşme Özelliği (Jelatinleşme)

- Polisakkaritler su alarak kesilebilecek sertlikte jel meydana getirme (jelatinleşme) kabiliyetine sahiptirler.
- Su, jel yapıda tutuklanmış olarak bulunur.
- Bu grupta pektinler, agar-agar, alginatlar, gam arabika, nişasta ve tragant gamı yer almaktadır.
- Jeller, katı gibi davranan sıvı sistemlerdir.
- Bazı karbonhidratların jelleşme özelliğinden meyve jöleleri, marmelatlar, krema, jöle çeşitleri vb. yapımında yararlanılır.

Önemli Monosakkaritler

GLİKOZ (ÜZÜM ŞEKERİ)



Tüm tatlı lezzet veren meyvelerde, bazı sebzelerde, balda ve kanda bulunur.

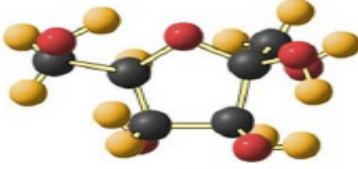
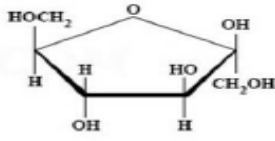
Diskkaritlerin ve polisakkaritlerin yapısında bulunur.

Glikoz mısır ve patates nişastasından elde edilir.

Sakkarozun ¾ü kadar tatlıdır. Şekerlemelerde, şuruplarda ve meşrubatlarda tatlandırıcı olarak kullanılır.

FRUKTOZ (MEYVE ŞEKERİ)

Fructose



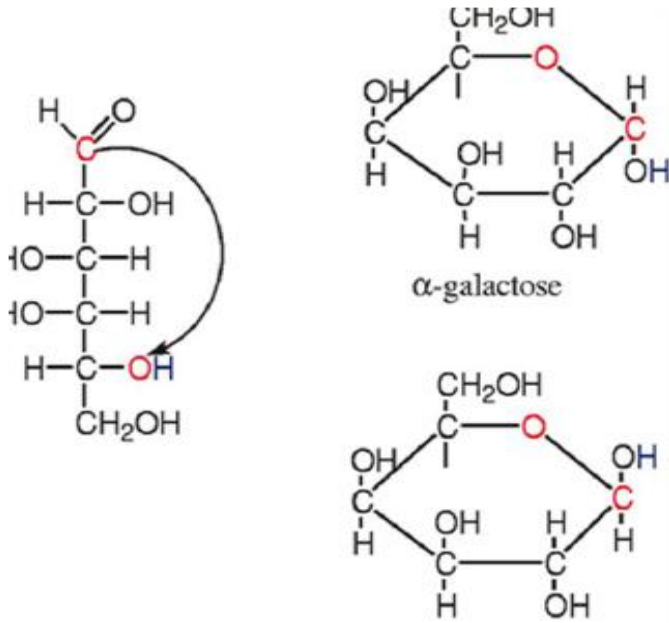
C
H
O

Fructoz serbest formda genelde glikozla beraber tatlı meyvelerde ve çiçek nektarlarında, bitkilerin tatlı kısımlarında bulunur.

Birleşik formda rafinoz ve polisakkaritlerin yapısında yer alır.

Yüksek bir tatlılık derecesi vardır.

Gazlı içeceklerde, meyveli sodalarda ve soğuk çayda fruktoz şurupları kullanılır.

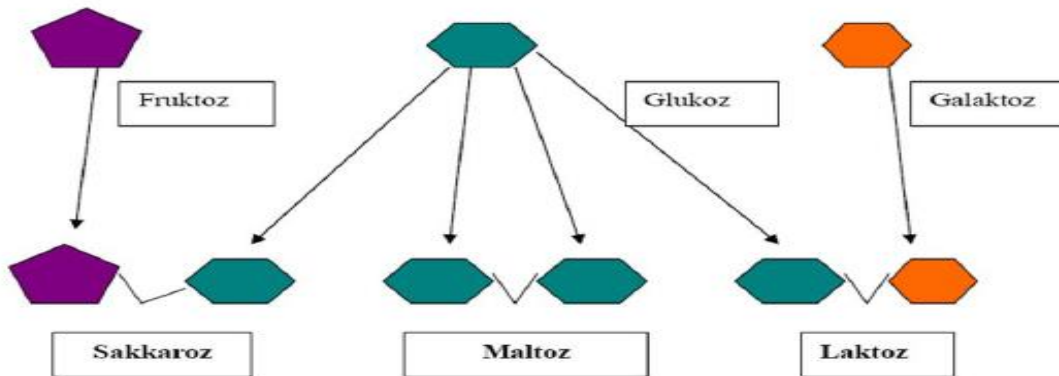


GALAKTOZ

Serbest formda bulunmaz. Laktoz, rafinoz ve bazı polisakkaritlerin yapısında yer alır.

Galaktozu ancak belirli mayalar fermente edebilir.

En iyi kaynağı laktozdur.



Sakkaroz

- Glikoz ve Fruktozdan oluşan bir disakkarittir ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Dünya şeker üretiminin %58'i şeker kamışından, %42'si şeker pancarından sağlanmaktadır.
- Şeker Kamışından Üretimi**

- Şeker kamışı küçük parçalara parçalanır, ezilerek çözeltisi oluşturulur. Karbonat ile nötrleştirilir, filtre edilir, koyulaştırılır, kristalleştirilir ve santrifügasyonla ham şeker kristalleri elde edilir. Ham şeker rafine edilerek (yıkama, eritme, koku giderme, ağartma, filtrasyon, koyulaştırma, kristalleştirme ve santrifügasyonla ayırma) %99,96 sakkoroz içeren bir ürün elde edilir.

• Şeker Pancarından Üretimi

- Şeker pancarı küçük dilimlere kesilir. Sıcak su ile şeker ekstrakte edilir, karbonatla nötrleştirilir, filtrasyon, koyulaştırma, koku giderme, ağartma, kristalleştirme, santrifügasyonla ayırma işlemlerinden sonra rafine edilir.
- Sakkaroz asitle hidrolize edilerek kolaylıkla D-Glikoz ve Fruktoz içeren invert şekere dönüştürülür.
- Bu işlem (inversiyon) asit yanında enzim ile de gerçekleştirilebilir.
- Gıda teknolojisinde oldukça önemli bir işlemdir, özellikle şekerin kristalleşmesini önlemek için gerekli olduğu tatlılar, dondurma, pastalar ve içecek yapımında önemli bir yer tutar.

Oligosakkaritler

- *Sindirilemeyen oligosakkaritlerin:*
- Besinsel lif, prebiyotik, yağ ikame edici özellikleri vardır.
- Bebek mamaları, fermente süt ürünleri, kahvaltılık tahıllar, dondurma, fırıncılık ürünlerinde yaygın olarak kullanılırlar.
- Çoğu ince bağırsakta sindirilemez.
- Aralarındaki bağ β formunda olduğu için insanlardaki sindirim enzimleri ile parçalanamazlar.
- Anne sütünde bulunan oligosakkaritler bağışıklık sistemine olumlu etki yapar.

Nişasta

- Glikoz birimlerinden oluşan bir polisakkarittir.
- Tüm bitkilerde bulunur. Tohum, yumru ve kökler nişastaca zengindir.
- Tahıl daneleri %70'e kadar, baklagiller %50'ye kadar ve patates %24 kadar nişasta içerir.
- Teknik olarak nişasta patates, mısır, buğday ve pirinçten elde edilir.
- Nişasta %22-26 amiloz ve %74-78 amilopektin kısımlarından oluşur.

Amiloz

- Molekül ağırlığı 100-400 dalton olan birkaç yüz birkaç bin D-Glikoz biriminin α 1-4 glikozidik bağla bağlanmasıyla meydana gelir.
- Mısır, patates, ve pirinç nişastasında amiloz oranı %17-30'dur. Amiloz, β -amilaz enzimi ile maltoz birimlerine (Glikoz+Glikoz) parçalanır.

Amilopektin

- Molekül ağırlığı 1-6 milyon dalton olan büyük yapıda olup yine D-Glikoz biriminin α 1-4 şeklinde bağlanmış zincir halindedir. Ancak her 25-27 Glikoz biriminden biri α 1-6 bağlı dallanmalardan oluşur.
- Nişasta sıcak suda jel oluşturur.
- Nişasta suda sezilebilir bir şekilde şişmez. Ancak nişasta süspansiyonu ısıtıldığında (patates nişastası 59-67°C'ye, mısır nişastası 62-70°C'ye) hızla şişmeye başlar ve jeletinizasyon meydana gelir. Nişasta süspansiyonunun parlaklığı artarak nişasta peltesi oluşur.

- Jeletinizasyondan sonra eğer ısıtma işlemi devam ederse nişasta peltesi viskoz bir durum alır. Pelte yavaş yavaş soğuduğunda amiloz kristalleşerek çöker. Retrogradasyon olarak bilinen bu olay ekmeğin bayatlamasının da nedenidir. Retrogradasyon olayı nişasta konsantrasyonunu artmasıyla ve soğutma derecesinin 0°C'ye yaklaşmasıyla hızlanır.
- Alkol üretiminde, glikoz şurupları yapımında ve tatlıcılıkta önemlidir.
- Dekstrinler oluştururlar. Bunlarda kağıt ve tekstil endüstrisinde kullanılır.

Gamlar

- Doğal ve modifiye bir polisakkarit şeklinde yaygın olarak Gıda teknolojisinde kullanılırlar.
- Çözünmeyen gamlar modifiye edilerek kullanılırlar.
- Soğuk ve sıcak suda disperse olup viskoz çözeltiler oluşturabilen polisakkaritlerdir. Düşük oranlarda bile viskoz çözelti oluşturabilirler.
- Gıda endüstrisinde gamlar stabilizatör, emülgatör, kıvam arttırıcı ve jel yapıcı olarak kullanılırlar.
- Gıda endüstrisinde bitkisel gamların yanında fermantasyon yöntemi ile mikroorganizmalarca da bazı gamlar üretilip kullanılmaktadır.
- Hemisellüloz, algin ve karragenan gibi gamlar süt endüstrisinde kullanılır.
- Agar, arapzamkı ve CMC (karboksil metil selüloz) şekerli ürünlerde şekerin kristalleşmesini önlemek için kullanılır.
- Ghatti gam, karaya gam ve guar gam ekmeğe sürülebilir, peynir yapımında kullanılır.
- Gamlar genelde bitkilerden ve bazen de yosunlardan elde edilir ve geniş bir şekilde gıda endüstrisinde kullanılır.

Pektin ve Pektik Maddeler

- Kimyasal olarak metil esteri şeklinde bulunan D-galaktronik asit birimlerinden oluşan polimerlerdir.
- Bitkilerde bulunurlar. En önemli özelliği %1 gibi düşük konsantrasyonda bile jel oluşturabilme yeteneğidir. Pektin ayrıca emülsifiye görevi de yapabilmektedir.
- Pektin üretimi turunçgil kabuğu, elma posası ve pancar posası (şeker endüstrisinden ve meyve suyu endüstrisinden arta kalan posalar) gibi ucuz maddeler kullanılarak yapılmaktadır.
- Pektin uygun koşullarda şeker ve asitlerin etkisiyle jel oluşturur. Bu özelliğinden dolayı;
- Reçel, marmelat ve jöle yapımında
- Domates ürünlerinde viskoziteyi artırmak için
- Dondurma yapımında stabilizatör ve emülgatör olarak geniş kullanım alanına sahiptir
- Pektin için en iyi jel oluşturma koşulları:
- pH 3,2 şeker %65-70 pektin %0,2-1,5
- Bazı bitkilerin pektin içeriği % olarak

Bitki	Pektin Oranı
Patates	%2-5
Domates	%3.5
Elma	%5-7
Elma Posası	%15.20
Havuç	%10
Şeker Pancarı Posası	%15-20
Turunçgiller Kabuğu	%30-35

Selüloz

- Glikozun β - 1-4 şeklinde bağlanması sonucu oluşan uzun zincirli polimerlerdir. Bitki hücre duvarının temelini oluşturarak yapı maddece bulunurlar.
- Bitkilerdeki kuru maddenin;
- Tek yıllıklarda %35-40'ını selüloz, %18-22'sini lignin, %30-40'ını hemiselüloz oluşturur.
- Çok yıllıklarda %40-50'sini selüloz, %20-30'unu lignin, %10-30'unu hemiselüloz oluşturur.
- En saf selüloz pamuktur. %98'i selülozdur.
- Selülozdan elde edilen CMC (karboksil metil selüloz) gıda teknolojisinde kıvam arttırıcı, süspansiyon sağlayıcı ve stabilizör olarak kullanılır.
- Hemiselüloz ise arabinoz, pentoz, xyloz ve metil uronik asit gibi değişik sakkaritlerin polimerleridir.
- Buğday kepeğinde dallanmış yapı gösterir, oldukça viskoz ve jel yapıcı özelliktedir. Bu nedenle hemiselüloz hamurun yapısal özelliklerinde rol oynar.

Diyet (Besinsel) Lifler

- Selüloz, hemiselüloz, pektin ve lignin (lignin bir karbonhidrat değildir) gibi lifsel maddeler insan sindirim sistemindeki enzimlerce sindirilemezler.
- Besinsel liflerin bir çok yararı olduğunu kanıtlamıştır.
 1. Kolon kanseri riskini azaltır,
 2. Kan şekeri (glikoz) düzeyini düşürür,
 3. Kanda kolesterol düzeyini düşürür,
 4. Sindirimi fiziksel olarak düzenler,
 5. Zehirli maddelerin atılımını hızlandırır,
 6. Safra kesesinde taş oluşumunu engeller,
 7. Kalın bağırsaklarda probiyotik bakterilerin vitamin ve kısa zincirli yağ asidi (SCFA) üretmesine yardımcı olarak beslenmeye katkı sağlar.

Bu nedenlerden dolayı besinsel lifler bir fonksiyonel gıda olarak görülmektedir.

LİPİD TEKNOLOJİSİ

- Lipitler organik çözücülerde çözünen ve C, H, O içeren heterojen bileşiklerdir. Mumlar, fosfolipitler ve steroller kapsayan lipitlerin en önemli bölümünü yağlar ve yağ asitleri oluşturur.
- Yağlar esas olarak bir molekül gliserol ile 3 molekül yağ asidinin esterleşmesi sonucu oluşan trigliseritlerdir.

Nötral Yağlar



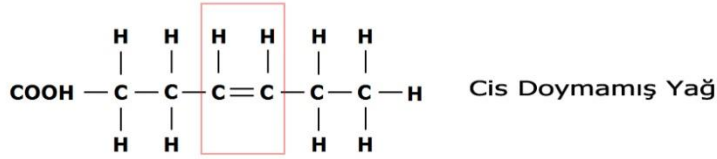
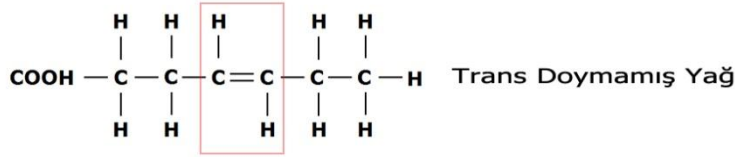
Yapısında;

bir molekül yağ asidi bulunanlara **monogliserid**
iki molekül yağ asidi bulunanlara **digliserid**,
üç molekül yağ asidi bulunanlara **trigliserid** denir

Yağ Asitleri

Bileşimindeki Karbon atomları (C) sayısına göre;	Karbon atomları arasındaki bağların özelliğine göre;	İnsan organizmasında sentezlenmeye göre;
1. Kısa Zincirli	1. Doymuş	1. Elzem
2. Orta Zincirli	2. Tekli Doymamış	2. Elzem Olmayan
3. Uzun Zincirli	3. Çoklu Doymamış	

- Yağların özelliği yapıda bulunan yağ asitlerinin özelliklerinden ileri gelmektedir.
- Doymamış yağ asitleri 1,2,3,4 veya 5 doymamış bağ (çift bağ $\text{CH}_2\text{-C}=\text{C}-\text{CH}_2$) içerebilir. Çift bağ sayısı arttıkça kimyasal reaksiyona girme kabiliyetleri daha fazla olur.
- $\text{C}_2 - \text{C}_8$: kısa zincirli yağ asitleri; $\text{C}_9 - \text{C}_{14}$: orta zincirli yağ asitleri; $\text{C}_{15} - \text{C}_{32}$: uzun zincirli yağ asitleri
- Doymamış C'deki H atomlarının pozisyonuna göre cis veya trans geometrik izomerler oluştururlar.
- Beslenme yönünden cis formu yararlı, trans formu zararlıdır.
- Gıda teknolojisi açısından önemli olan yağlar sortening özelliğine sahiptir.
- Bu özellik sayesinde yağlar proteinlerin ve nişastanın yapısının arasına girerek fırın ürünlerine gevreklik ve tazelik kazandırır.



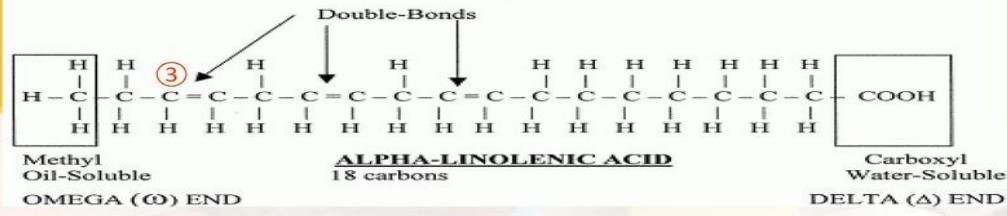
- **Fiziksel özellikleri bakımından;**

Doymuşlar:

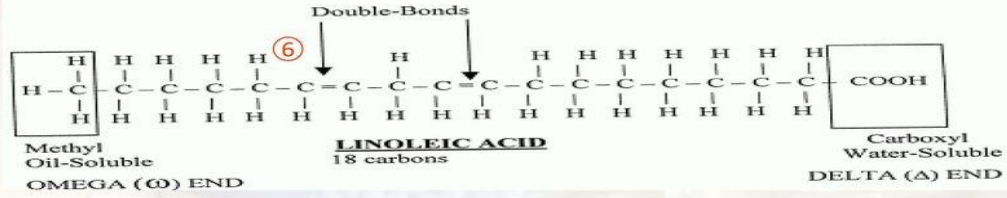
- $\text{C}_2 - \text{C}_{10}$; oda sıcaklığında sıvıdırlar ve uçucudurlar.
- $\text{C}_2 - \text{C}_4$; her oranda suda çözünürler.
- $\text{C}_5 - \text{C}_{10}$; C sayısı arttıkça suda çözünme gücü azalır. C_{10} 'dan fazla olanlar suda çözünemezler.

Doymamışlar:

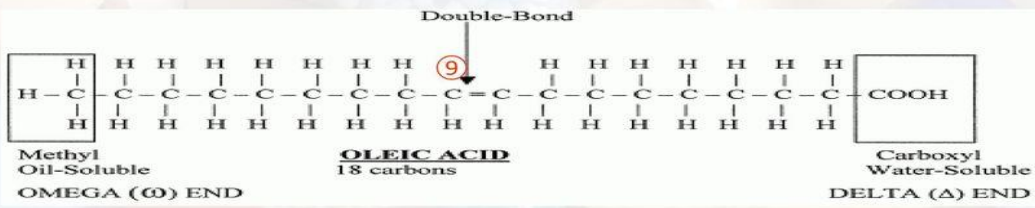
- Oda sıcaklığında sıvıdırlar. Suda çözünmezler ve uçucu değildirler.
- Doymamış Tekli (MUFA) ve çoklu (PUFA) doymamış yağ asitleri şeklinde adlandırılır.
- Beslenmede linolenik, linoleik ve araşidonik mutlaka besinlerde olması gereken esansiyel (temel) yağ asitleridir.
- Ancak yeterince linoleik (zeytin yağı) alındığında diğer iki esansiyelleri (linolenik ve araşidonik) sentezlenebilir.
- Tereyağı doğada bulunan en mükemmel yağ asidi dağılımına sahip bir üründür. Doymuş doymamış (MUFA, PUFA) açısından oldukça dengeli bir üründür.
- Doymamış yağlarda OMEGA diye bilinen yağlar yağlar yeni bir adlandırmadan başka bir şey değildir. Örneğin;
- Linolenik $\text{C}_{18} : 3$ omega yağ asitidir.
- Araşidonik $\text{C}_{20} : 4$ (Balık yağı) omega



n-3



n-6



n-9

Gıda Teknolojisinde Yağların Önemi

- Şortening özelliği ile gevreklik ve tazelik kazandırır.
- Ürünlerin yapısını düzeltir.
- Özel aroma kazandırır.
- Yağda eriyen vitaminlerin (A,D,E,K) kaynağıdır.
- Yüksek enerji değerine sahiptir. 1 g → 9 kcal
- Vücut açısından ısı kaybını önler ve iç organları sardığı için darbelere karşı korur.
- Bozulmaları durumunda (oksidlenme, polimerizasyon, lipoliz) ürünün aromasını bozarlar.
- Monogliseritler ve digliseritler dipolar özelliğe sahiptirler, hem su hem de yağ ile bağlanabilirler. Bu nedenle yağı suda kolloid olarak dağıtabildiğinden emülgator olarak kullanılırlar.
- Bu özellik, yağın üründe içiinde dağılmasının istendiği ürünlerde oldukça önemli olmasına karşın yemeklik yağ teknolojisinde rafinasyon kaybına yol açtığı için istenmez.
- Genelde doymuş yağlar oda ısısında katı ve doymamış yağlar sıvı olurlar. Doymamışlar değişik yöntemlerle doyurularak katılaştırılabilirler.
- Yağların doymamışlık derecesi, yağ kristallerinin boyutu, yağ asitlerinin trigliseritlerdeki izometrik şekli gibi özelliklerinin modifikasyona uğratılması ile birçok değişik yağ, tereyağı ve margarin üretimi sağlanmaktadır.

Yağların Bozulması

Gıda teknolojisinde en önemli sorun olarak yağlarda meydana gelen bozulmalar yağ ve yağ içeren gıda ürünlerinde tat, koku, renk, viskozite, yapı gibi özelliklerde önemli değişimlere yol açabilir.

Yağ oranı çok düşük olan gıda ürünlerinde bile yağ bozulması ürünlerde tat ve kokusunda bozulmalara yol açar. Yağların bozulması 4 grupta incelenir.

- Ransidite (Hidrolitik ransidite): Doymamış yağ asitlerinin çift = bağlarındaki otooksidasyon, kötü kokuların oluşmasına yol açar
- Hidroliz: Lipaz enzimi etkisiyle gliseritten yağ asitlerinin kopması ve serbest duruma geçmesi, sabunumsu aroma bozukluğuna yol açar.
- Reversiyon (Tat Dönmesi): Boya ve ot kokusu oluşması, Soya yağı (mekanizması tam belli olmayan)
- Polimerizasyon: Kızartma yağlarının uzun süre yüksek sıcaklıkta kalması sonucu doymamış yağ asitlerinin birbirine ters bağlanması, zararlı ve bozuk kokulu maddelerin oluşumuna yol açar.

Oksidasyonu Etkileyen Faktörler:

- Doymamışlık derecesi → artırır
- Oksijen miktarı → artırır
- Işık şiddeti → artırır
- Sıcaklık derecesi → artırır
- Bakır ve demir, katalitik etki → artırır
- Oksidasyonu önlemek için yukarıda belirtilen artırıcı etkenleri etkisiz hale getirmek, özellikle kullanılan ambalaj O₂ geçirmez, ışık geçirmez ve depolama soğuk ortamlarda yapılırsa bir ölçüde oksidasyon önlenir.
- Oksijen bağlayıcı, antioksidan maddeler çok etkili oksidasyon önleyici maddelerdir.
- Antioksidanlar mekanizması genelde doymamış fenolik yapı bulundurlar ve bu yapı sayesinde oksidasyona yol açan O₂'yi kendi çift bağlarına bağlayarak yağların çift bağlarının etkilemelerini önlerler.
- Ticari antioksidanlara eklenen sitrik asit ve sitrat gibi Cu ve Fe bağlayan maddeler. Bunlar Cu ve Fe gibi oksidasyona katalitik etki yapan maddeleri bağlayarak antioksidan varlığında oksidasyonu daha iyi bir şekilde önlerler (Sinergizm).
- Antioksidanlar genelde %0,1-0,2 oranında gıda maddesinin yağ içeriğine göre katılır.
- Antioksidan örnekleri; propil gallat, tokoferol (Vitamin E), butilat hidroksi tolueen (BHT) butilat hidroksi anisol (BHA). Ancak en fazla doğada E vitamini olarak bulunan Tekoferol kullanılmaktadır.