

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**



MEGEP

**(MESLEKİ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)**

GIDA TEKNOLOJİSİ

LİPİTLER

ANKARA 2006

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ - 1	3
1. LİPİTLER.....	3
1.1. Lipitlerin Yapısı ve Ortak Özellikleri.....	3
1.2. Lipitlerin Vücut Çalışmasındaki Görevleri.....	4
1.3. Lipitlerin Sınıflandırılması	4
1.3.1. Basit Lipitler	4
1.3.2. Bileşik (Konjuge) Lipitler	13
1.3.3. Türev Lipitler	15
UYGULAMA FAALİYETİ.....	16
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	17
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	18
ÖĞRENME FAALİYETİ - 2	21
2. YAĞLARIN ÖZELLİKLERİ	21
2.1. Yağların Fiziksel Özellikleri.....	21
2.1.1. Yağların Yoğunluğu.....	21
2.1.2. Yağların Kristal Yapısı.....	21
2.1.3. Yağların Erime Noktaları	22
2.1.4. Yağların Çözünürlükleri.....	23
2.1.5. Yağların Işık Absorbsiyonu	23
2.2. Yağların Kimyasal Özellikleri	24
2.2.1. Asitlik	24
2.2.2. Sabunlaşma	24
2.2.3. Dumanlanma	24
2.2.4. Kuruma Özelliği.....	25
2.3. Yağların Gıda Sanayinde Kullanımı	27
2.3.1. Lipitlerin Gıda İşlemedeki Fonksiyonları.....	27
2.3.2. Antioksidanlar (Oksidasyonu Engelleyici Bileşikler)	28
2.3.3. Hidrojenlenme	28
2.3.4. Margarinler	29
2.3.5. İzomerizasyon.....	29
2.3.6. Halojenlendirme.....	29
2.3.7. Reversiyon (Eski Durumuna Dönme)	29
2.3.8. Kızartma ile Yağda Görülen Değişiklikler	30
2.3.9. Kızartma Yapılmasında Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar	30
UYGULAMA FAALİYETİ.....	32
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	33
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	34
MODÜL DEĞERLENDİRME.....	36
CEVAP ANAHTARLARI	39
KAYNAKÇA	40

AÇIKLAMALAR

KOD	541GI0007
ALAN	Gıda Teknolojisi
DAL/MESLEK	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Lipitler
MODÜLÜN TANIMI	Gıda Teknolojisi dalında eğitim gören öğrenciler için hazırlanmış, lipitlerin yapı ve özellikleri, gıda endüstrisindeki kullanım yerleri ve yağlarda bozulma ile ilgili bilgilerin yer aldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	Lipitlerin özelliklerini incelemek.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül ile gerekli bilgileri alıp, uygun araç-gereç ve ekipman sağlandığında bilimsel yöntemlere uygun olarak lipitlerin özelliklerini inceleyebileceksiniz. Amaçlar 1. Yağların doymuşluk özelliğini inceleyebileceksiniz. 2. Yağların çözünbilme özelliğini belirleyebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Laboratuvar, sınıf ve kütüphane ortamı, Donanım: Bilgisayar Laboratuvar ortamı, incelenecek olan örnekler, deney tüpü, CCl ₄ , CCl ₄ deki %2'lik brom çözeltisi, terazi, beher, alkol, ayırma hunisi, Materyal: Bitkisel ve hayvansal yağlar
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Sınıf geçme yönetmenliğine uygun olarak modülün içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen çoktan seçmeli ve eşleştirmeli test sınavları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Modül sonunda ise kazandığınız bilgi, beceri ve tavırları ölçmek amacıyla uygulama faaliyetlerindeki işlem basamaklarında gösterdiğiniz başarıya göre değerlendirileceksiniz.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Gıda, canlıların yaşamlarını sürdürmelerini, sağlıklarını korumalarını ve büyümelerini sağlayan, enerji eldesi, dokuların yapım ve onarımında kullandıkları, karbonhidrat, protein, yağ, vitamin, mineral gibi besin öğelerini içeren, doğal veya çeşitli şekillerde işlendikten sonra tüketilen hayvansal veya bitkisel kaynaklı biyolojik sistemler olarak tanımlanır.

Gıdaların yapısında çeşitli fonksiyonları olan besin öğeleri, enzimler, pigmentler, toksik maddeler, organik asitler, tat ve koku oluşturan aroma maddeleri gibi kimyasal bileşikler bulunur. Her gıdada bu kimyasal moleküllerin çeşit, miktar ve kalitesi farklıdır.

Günlük hayatta gıdalarda bulunan ve besin öğelerinden biriside lipitlerdir yağlar olarak adlandırdığımız lipitlerdir. Enerji verme, iç organları koruma, vücut sıcaklığını sabit tutma gibi fizyolojik fonksiyonların yanında lipitlerin gıda işleme ve saklamada da önemli fonksiyonları vardır.

Yağlar tek başına bir besin öğesi oldukları gibi tüketime hazır konserve, unlu mamul, yemek vb. gıdaların üretiminde katkı maddesi olarak kullanılır.

Gıdalara gevreklik ve yapı kazandıran, emülsiyon oluşturan, ısı iletimini kolaylaştıran lipitlerin yapılarındaki değişimler; acılaşma, renk kaybı, beslenme değerini azaltma gibi olumsuz sonuçlar da doğurabilmektedir. Sabunlaşma, çift bağların H ile doyurulması yoluyla sıvı yağlardan margarin üretimi gibi olaylar lipitlerin kimyasal yapısındaki değişimlerle gerçekleşmektedir.

Gıda sektöründe görev alacak olan sizler “Lipitler” modülü ile lipitlerin yapı ve çeşitlerini bilecek, lipitlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini inceleyebilecek, bu özelliklerin gıda sektöründeki kullanım yerlerini belirleyebileceksiniz.



ÖĞRENME FAALİYETİ - 1

AMAÇ

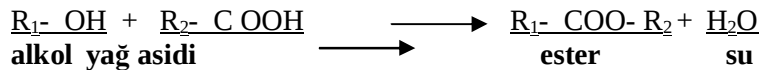
Gerekli bilgileri alıp, uygun araç gereç ve ekipman sağlandığında bilimsel yöntemlere uygun olarak lipitleri ve bileşenlerini tanıyabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Ø Günlük hayatta tükettiğiniz yağları listeleyip, bu listedeki yağların özelliklerini farklı kaynaklardan araştırınız hazırladığınız listeyi arkadaşlarınızla karşılaştırıp tartışınız.
- Ø Çevrenizdeki yağ fabrikalarına giderek üretim koşullarını inceleyiniz ve farklılıkları karşılaştırınız.
- Ø Çevrenizdeki restoran, işletme mutfakları, pastahane vb. toplu beslenme kurumlarına giderek hangi yağları, hangi amaçlar için kullandıklarını araştırınız ve raporlaştırarak sınıfta sununuz.

1. LİPİTLER

Lipitler ortak özellikleri su ile karışmamak olan organik maddelerdir ve kimyasal olarak yağ asitlerinin bir alkolle esterleşmesinden oluşur. Alkollerin ve yağ asitlerinin genel yapıları ve ester oluşturma özelliklerini aşağıda verilen formüller ile görmeye çalışalım.



1.1. Lipitlerin Yapısı ve Ortak Özellikleri

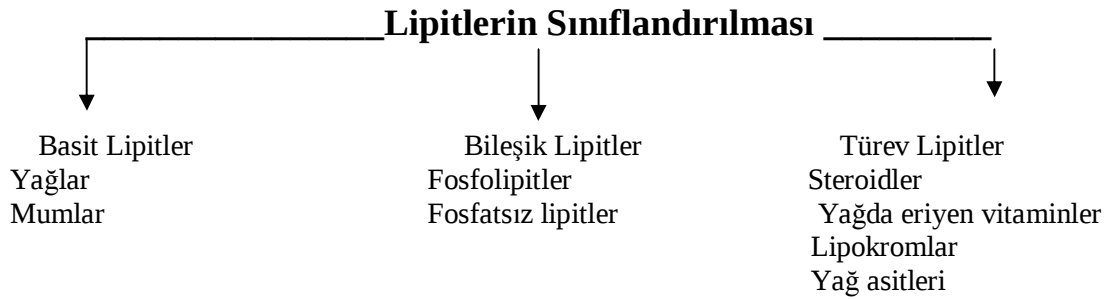
- Ø Yapılarında C, H, O bulunur. Bazılarında C, H, O dan başka N, P, S bulunur.
- Ø Suda değil organik çözücülerde çözünürler yani hidrofobdurlar (suyu sevmezler).
- Ø Yağ asitlerinin esterleridir veya yağ asitlerinin esterleri haline gelebilirler.
- Ø Canlı organizmalar tarafından kullanılırlar.
- Ø Lipit sınıfında, yaşayan organizmada bulunma koşulu geçerli olduğundan minarel yağlar, uçucu yağlar sınıfına sokulmazlar.

1.2. Lipitlerin Vücut Çalışmasındaki Görevleri

- Ø Enerji sağlarlar.Vücuda karbonhidrat ve proteinlerin iki katından fazla enerji verirler.
- Ø Yağda eriyen A, D, E, K vitaminlerinin taşıyıcısıdırlar.
- Ø Büyüme ve normal metabolik olaylar için gerekli elzem yağ asitlerinin alınmasını sağlarlar.
- Ø Mideyi geç terk ederler. Dolayısıyla doyma duyusunun oluşmasına yardımcı olurlar.
- Ø Organların çevresini sararak desteklik yapar ve dış etkenlere karşı korurlar.
- Ø Vücuttan ısı kaybını önlerler.
- Ø Hücrenin yapı maddelerindendirler.
- Ø Vücutta sentezlenemeyen elzem yağ asitleri,besinlerin yapısında bulunan yağlarla alınır.
- Ø Yağların gebelik, laktasyon (enzimlik dönemi), dış koşullara dayanıklılık ve protein metabolizması üzerine etkileri vardır.
- Ø Vücut derisinin esnekliğini korumasında etkilidirler.
- Ø Sinir sistemine olumlu etki yaparlar, sindirim metabolizmasının düzenli yürümesini sağlarlar.

1.3. Lipitlerin Sınıflandırılması

Çizelge 1: Lipitlerin sınıflandırılması



1.3.1. Basit Lipitler

Yalnızca C, H, O'dan meydana gelmiş, yağ asitlerinin esterleri olan lipitlerdir.

1.3.1.1. Yağlar

Yağlar; kimyasal olarak gliserin ve yağ asitlerinin esterleridir. Yani yapı taşları üç değerli bir alkol olan gliserol ($C_3H_5(OH)_3$) ve yağ asitleridir($R-COOH$).

Bitki ve hayvan yağlarının % 99'una yakın kısmında gliserin (gliserol) esterleri olduğundan bunlara nötral yağlar da denir. Nötral yağların yapılarında N bulunmaz.

Nötral yağlar bitkisel ve hayvansal hücrelerin başlıca depo yağlarıdır. Bitkisel yağların bileşiminde gliseritlerden başka fosfogliseritler, yağ alkolleri ve türevleri, pigmentler, yağda çözünen A,D,E,K vitaminleri, doğal antioksidanlar, steroller, tat ve aroma maddeleri bulunur.

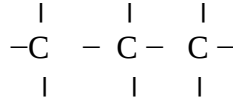
Ø Yağların yapısı

Yağların gliserol ve yağ asitlerinin esterleşmesinden oluştuğu belirtilmişti. Burada gliserol ve yağ asitlerini tanımaya çalışacağız.

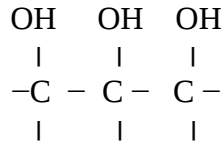
• Gliserol (Gliserin)

Gliserol 3 hidroksil grubu içeren (-OH) bir trialkoldür. Bir karbonun (C) dört bağ yapabileceğini hatırlatarak gliserolin açık formülünü yazmaya çalışalım.

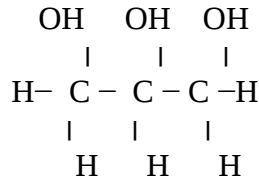
- o Üç karbon atomunu yan yana yazalım.



- o Gliserol üç hidroksil grubu içeren alkol olduğuna göre hazırlamaya çalıştığımız formüle hidroksilleri (OH) yerleştirelim.

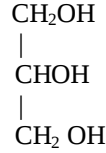


- o Boşta kalan bağlara her zaman hidrojen (H) atomu bağlanacaktır. O halde formülümüz:



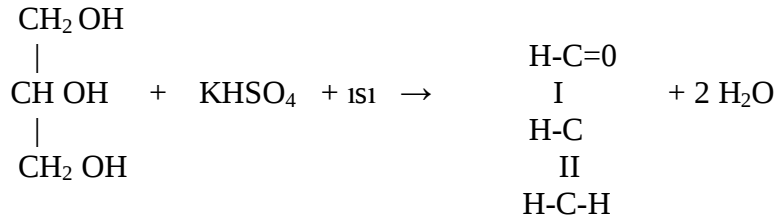
şeklinde olacaktır.

Aynı formül, karbon atomları yukarıdan aşağıya doğru yazılarak da oluşturulabilir.



Açık formülleri yukarıda verilen gliserolün kapalı formülü ise basitçe sahip olduğu elementlerin sayısının toplamını belirlemekle bulabiliriz. Gliserolün kapalı formülünün $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ olduğunu görünüz.

Yağın yaklaşık %10'unu oluşturur. Suda çözünür, organik çözücülerin büyük kısmında çözünmezler (lipitlerin tersi). Nem çekici, renksiz, kıvamlı bir sıvıdır. KHSO_4 gibi nem çekici maddelerle ısıtılırsa bozunur ve akrolein (akrilaldehid) oluşurlar. Akrolein yakıcı, tahrip edici kokusu ile nötral yağların mineral yağlardan ayırt edilmesini sağlar. Çünkü mineral yağlar gliserol içermez.

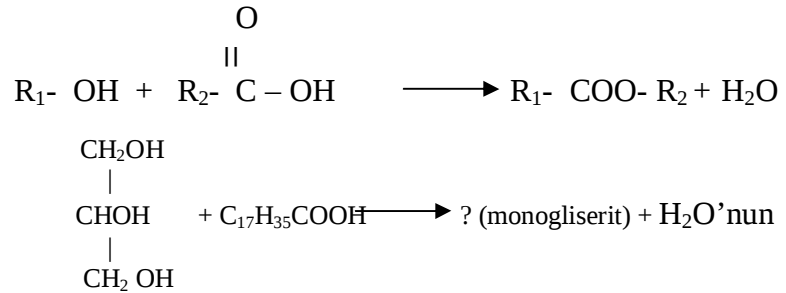


Gliserol potasyumbisülfat Akrolein su

- Ø Gliserolün birinci karbon atomundaki –OH grubu 1 mol yağ asidi ile esterleşirse monogliseritler,
- Ø Gliserolün ikinci karbon atomundaki –OH grubu 2mol yağ asidi ile esterleşirse digliseritle,
- Ø Gliserolün üçüncü karbon atomundaki –OH grubu 3 mol yağ asidi ile esterleşirse trigliseritler oluşur.

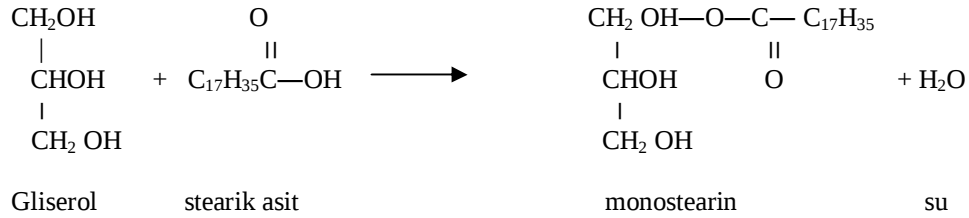
Şimdi sırayla size verilen esterleşme formülasyonunu hatırlayarak mono ve digliserit oluşturalım.

o Monogliserit oluşum reaksiyonu

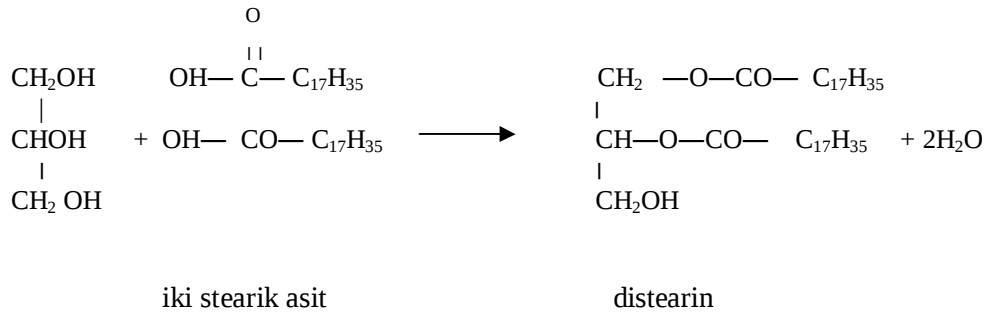
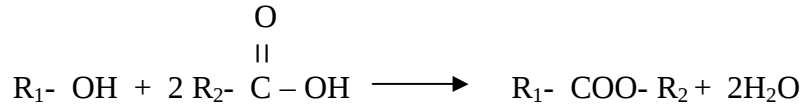


nasıl oluştuğunu görelim,

Alkoldeki –OH grubunun H atomu ile asidin –COOH grubunun –OH grubu bileşikten bir mol su oluşturmak üzere ayrılır ve geriye kalan gruplar birleşerek esterleşme reaksiyonu sonucu monogliserit oluşturur.



O Digliserit oluşum reaksiyonu

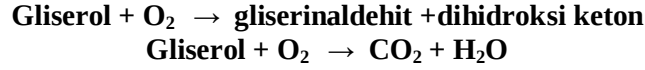


$ \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{CHOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OOC-R} \\ \\ \text{CHOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OOC-R} \\ \\ \text{CH}_2\text{OOC-R} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OOC-R} \\ \\ \text{CH}_2\text{OOC-R} \\ \\ \text{CH}_2\text{OOC-R} \end{array} $
Gliserol	Monogliserit	Digliserit	Trigliserit
(R yağ asitlerinin serbest radikal kökünü ifade etmektedir)			

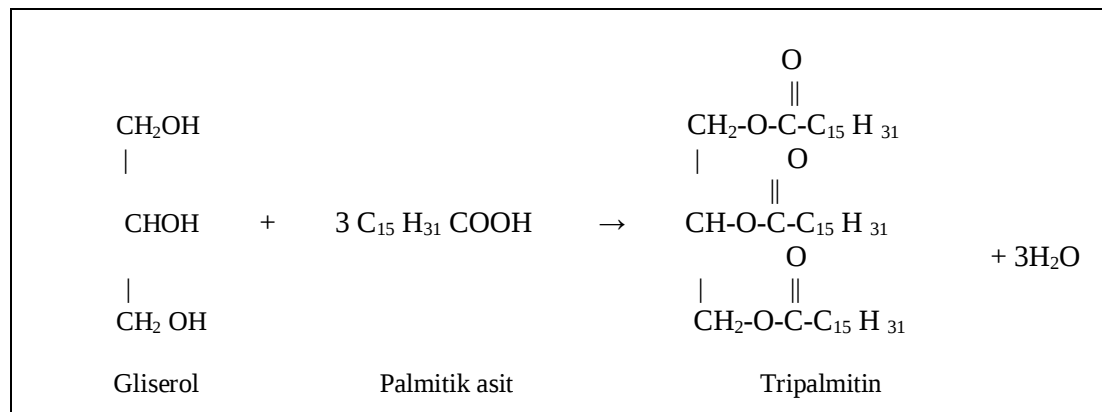
Tablo 1. Gliserolden trigliseritlere kadar değişim reaksiyonları

Yemeklik yağlarda mono ve digliserit miktarının, buna bağlı olarak da serbest asitlik miktarının az olması kalite açısından istenen bir özelliktir ve yağ işlemede kolaylık sağlar.

Gliserol yükseltgenebilir ve yükseltgendiğinde gliserinaldehit, dihidroksi keton oluşur. Tamamen yükseltgendiğinde ise CO₂ ve H₂O verir. CO₂ ve H₂O aynı zamanda karbohidrat metabolizmasının da ürünleridir. Gıdalarla alınan fazla gliserol, insan vücudunda O₂ ile yükseltgenerek şeker (glukoz) ve glikojene dönüşür.



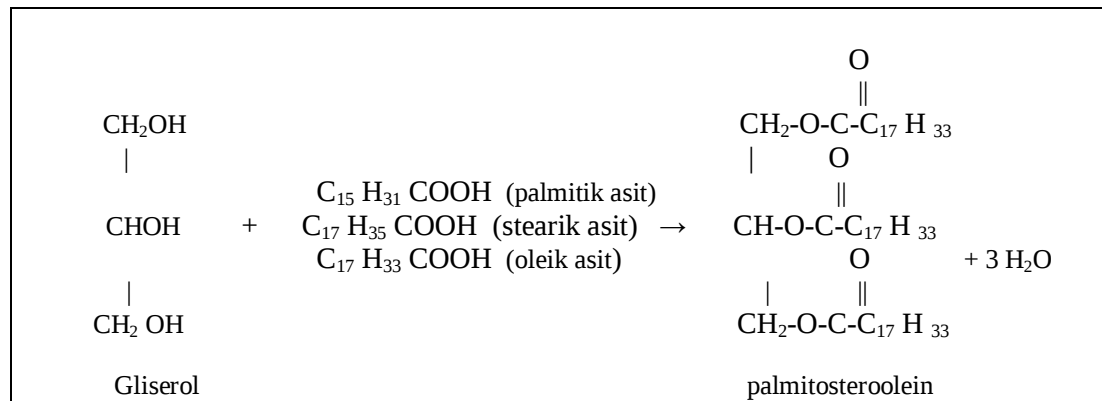
Gliseritler esterleştiği alkollere göre isimlendirilir. Eğer gliserolün her üç alkol grubu aynı asitle esterleşmişse bu aside göre adlandırılır. Bu tip gliseritlere basit gliserit denir. Örneğin aşağıda verilen tripalmitin bir basit gliserittir.



Tablo 2: Basit gliserit oluşum reaksiyonu

Fakat yağlarda daha çok gliserinin OH gruplarının 2 veya 3 farklı yağ asitleriyle birleşmesinden oluşmuş **karma trigliseritler** bulunur. Karma gliseritlerin birçok izomeri (aynı kapalı formüle sahip olan fakat farklı molekül yapısına sahip olan bileşikler) olabilir.

Örneğin: palmitik asit (C₁₅H₃₁COOH), stearik asit (C₁₇H₃₅COOH) ve oleik (C₁₇H₃₃COOH) asitlerinin her üçü aynı gliseritte bulunduğu 3 izomer oluşur.



Tablo 3: Karma gliserit oluşum reaksiyonu

Yağ asitlerinin:

- molekül ağırlıkları yani çeşidi,
- çift bağı olup olmaması,
- çift bağı sayısı, yeri, çift bağı konjuge (yağ asidi zincirinde bir atlayarak çift bağı bulunması) olup olmaması,
- çift bağların cis (bağı olan grupların aynı yönde olması) ve trans (çift bağı olan grupların ters yönde olması) olup olmaması,
- zincir uzunluğu,
- zincire bağı fonksiyonel grupların bulunup bulunmaması özelliklerini etkiler.

Trigliseritlerde serbest olarak asidik veya bazik gruplar olmadığı için bunlara nötral yağlar denir ve lipidlerin çoğunluğunu oluşturur.

Ø Yağ asitleri

C sayısı çift olan monokarboksilli alifatik (düz zincirli) organik asitlerdir. Bu tanıma göre asetik asit ($\text{CH}_3\text{-COOH}$) ilk yağ asididir. Fakat yağların yapısında bulunmaz. Bu nedenle bütirik asit ($\text{C}_3\text{H}_7\text{-COOH}$) ilk yağ asidi kabul edilir ve tereyağında bulunur.

Doğada kırktan fazla yağ asidi vardır.

Yağ asitleri çift bağı içerip içermemelerine göre doymuş ve doymamış yağ asidi, insan vücudunda sentezlenip sentezlenememesine göre de elzem (esansiyel =temel) ve elzem olmayan yağ asitleri olarak sınıflandırılır.

• Doymuş yağ asitleri (satüre yağ asitleri)

$\text{C}_n\text{-H}_{2n}\text{O}_2$ formülü ile gösterilen, alkil gruplarındaki (radikal serbest kök) bütün bağları σ (sigma), yani tek bağı (-C-C-C-) olan yağ asitleridir. Zincir şeklinedirler, dallanma yoktur. “n” işareti karbon sayısını gösterir.

Örneğin, C sayısı 12 olan yağ asidinin kapalı formülü $\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_2$ 'dir. Doymuş yağların molekül ağırlıkları arttıkça vizkozite (akışkanlık,kıvam) ve kırılma indisleri artar, yoğunlukları düşer.

Adı	Kapalı Formülü	Bulunduğu yer
Bütirik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	Tereyağı, palm yağı
Kaproik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	Tereyağı, koka yağı
Kaprilik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	Tereyağı, palm yağı
Kaprik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	Tereyağı, palm yağı
Laurik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	Tereyağı, palm yağı
Miristik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	Hayvansal yağlar, koka yağı
Palmitik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	Tüm yağlar
Stearik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	Hayvansal yağlar
Arasidik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	Yer fıstığı yağı
Behenik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COOH}$	Yer fıstığı yağı, hardal yağı
Lignoserik Asit	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$	Yer fıstığı yağı, kolza yağı

Tablo 4. Başlıca doymuş yağ asitleri ve bulundukları gıdalar

o Doymuş yağ asitlerinin özellikleri:

- Ø Molekülündeki karbon sayısı 4-32 arasında değişir.
- Ø 8 karbonluya kadar olanları oda sıcaklığında sıvıdır ve su buharı ile uçarlar. Bu yağ asitlerine uçucu yağ asitleri denir. Daha fazla karbonlu olanlar ise katıdır.
- Ø Fizyolojik bir aktiviteleri yoktur.
- Ø Hemen bütün lipidler doymuş yağ asiti esterlerini içerirler.
- Ø En çok bilinen doymuş yağ asitleri 16 karbonlulu palmitik asit ile 18 karbonlu stearik asittir.

• Doymamış yağ asitleri(unsatüre yağ asitleri)

Molekül yapılarında karbonlar arasında çift bağ ($-\text{C}=\text{C}-$) vardır. Genel formülleri $\text{C}_n\text{H}_{2(n-a)}\text{O}_2$ dir. “n” karbon sayısını, “a” ise çift bağ sayısını gösterir.

Örneğin 18 karbonlu 3 çift bağlı doymamış yağ asidinin kapalı formülü $\text{C}_{18}\text{H}_{2(18-3)}\text{O}_2=\text{C}_{18}\text{H}_{30}\text{O}_2$ olur.

Adı	Kapalı Formülü	Çift bağ sayısı	Bulunduğu Yer
Kaproleik asit	C ₉ H ₁₇ -COOH	1	Tereyağı
Lauroleik asit	C ₁₁ H ₂₁ -COOH	1	Deniz hayvanları yağı
Miristoleik asit	C ₁₃ H ₂₅ -COOH	1	Balık yağı
Palmitoleik asit	C ₁₅ H ₂₉ -COOH	1	Balık yağı, tereyağı
Oleik asit	C ₁₇ H ₃₃ -COOH	1	Birçok bitki ve hayvan yağı
Eurisik asit	C ₂₁ H ₄₁ -COOH	1	Kolza ve hardal yağı
Linoleik asit	C ₁₇ H ₃₁ -COOH	2	Keten, ceviz, ayçiçeği yağları
Linolenik asit	C ₁₇ H ₂₉ -COOH	3	Keten ve soya yağları
Araşidonik asit	C ₁₉ H ₃₁ -COOH	4	Fıstık, karaciğer, beyin ve yumurta

Tablo 5. Başlıca doymamış yağ asitleri

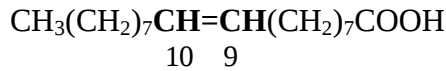
o Doymamış yağ asitlerinin özellikleri:

- Ø Yapılarında bir çift bağ içeren yağ asitlerine monoansature yağ asidi denir.
- Ø Birden fazla çift bağ içeren yağ asitlerine poliansature yağ asidi denir.
- Ø Yağ asitlerinde yediye kadar çift bağa rastlanmıştır.
- Ø Yağlarda bulunan önemli doymamış yağ asitlerinin karbon sayısı 18'dir.

o Önemli doymamış yağ asitleri

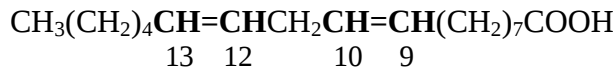
1. Oleik asit:

Bir çift bağlıdır. Türk zeytin yağlarında %60-80 arasında bulunur. onsekiz karbonludur. Günümüzde oleik asit n-9 (omega 9) olarak bilinmektedir (9 ve 10. karbonlar arasında çift bağ vardır).



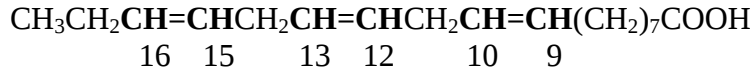
2. Linoleik asit:

İki çift bağlıdır. Çiğit ve soya yağlarında %50'nin üzerinde bulunur. Doğada cis şeklindedir. onsekiz karbonludur. Çift bağlar 9-10 ve 12-13 karbonlar arasında bulunur. Günümüzde linoleik asit n-6 (omega 6) olarak bilinmektedir.



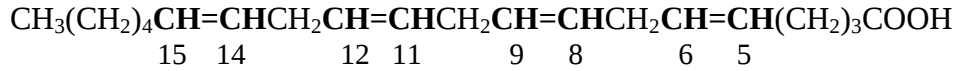
3.Linolenik asit:

Üç çift bağlıdır. Keten, kenevir gibi bitki yağlarında ve bu bitkilerle beslenen hayvanların süt yağı ve yumurta sarılarında bulunur. onsekiz karbonludur.Çift bağlar 9-10, 12-13 ve 15-16 karbonlar arasında bulunur. Çift bağların cis-trans (çift bağa bağlı grupların farklı yönde olması) durumuna göre sekiz izomeri vardır. Günümüzde linolenik asit n-3 (omega 3) olarak bilinmektedir.



4. Araşidonik asit:

Dört çift bağlıdır. Ciğer, balık, yumurta lipitleri gibi hayvansal yağlarda ve fıstık yağlarında bulunur. Yirmi karbonludur. Çift bağlar 5-6, 8-9, 11-12 ve 14-15. karbonlar arasında bulunur. Büyüme hormonlarının ön ögesidir ve damarlarda yağın akıcılığı için gereklidir.



5. Elzem yağ asitleri:

Birden fazla çift bağ içeren linoleik, linolenik ve araşidonik asitlere **elzem yağ asitleri** denir. İnsan vücudu yalnızca bir çift sentezleyebildiğinden bu asitlerin gıdalarla hazır alınması gerekir.

Elzem yağ asitlerinin fonksiyonları

- Ø Yağların damar içinde akıcılığını sağlar.
- Ø Kolesterol metabolizmasında görev alır.
- Ø Hücre zarının dayanıklılığı ve işlevinde etkindir.
- Ø Retina ve beyin gelişiminde etkilidir.
- Ø Hücrelerin hormonlara karşı cevaplarını ayarlayan hormon benzeri bileşikler olan prostaglantinlerin sentezinde görev alırlar.

Elzem yağ asitlerinin yetersizliğinde ciltte kuruma ve kanamalar, büyümede gerilik, kanda lipid taşınmasında bozukluklar oluşur.

Hayvan	Laurik asit	Mirisitik asit	Palmitik asit	Stearik asit	Araşidik asit	Palmitoleik asit	Oleik asit	Linoleik asit	Linolenik asit
Sığır	-	6.3	27.4	14.1	-	-	49.6	2.5	-
Koyun	-	4.6	24.6	30.5	-	-	53.4	6.6	-
Hindi	0.1	0.8	20.0	6.4	1.3	6.2	38.4	23.7	1.6
Piliç	1.9	2.5	36.0	2.4	-	8.2	48.2	0.8	-

Tablo 6. Hayvan yağlarının doymuş ve doymamış yağ asidi oranları

Bitki	Laurik asit	Mirisitik asit	Palmitik asit	Stearik asit	Araşidik asit	Palmitoleik asit	Oleik asit	Linoleik asit	Linolenik asit
Pamuk	-	1	20	4	-	2	24	40	-
Ayçiçeği	-	-	11	6	-	-	29	54	-
Zeytin	-	-	14	2	-	2	64	16	-
Soya	-	-	11	4	-	-	25	51	9
Susam	-	-	10	5	-	-	40	45	-

Tablo 7. Bitki yağlarının doymuş ve doymamış yağ asidi oranlar

1.3.1.2. Mumlar

Yüksek moleküllü yağ asitlerinin, yüksek moleküllü doymuş monoalkoller ile yaptıkları esterlerdir. Yapılarında yağ asidi olarak serotin asit ($\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{24}-\text{COOH}$) ve alkol olarak 16 karbonlu setil, 18 karbonlu oktandesil veya 20 karbonlu seril alkol bulunur. Mumlar 2'ye ayrılır.

- Ø **Gerçek mumlar:** 16-20 karbonlu yağ asitleri ile 16-18 karbonlu düz zincirli yüksek alkollerin esterleridir.
- Ø **Diğer mumlar:** Aromatik (halkalı) alkollerin yağ asitleri ile oluşturdıkları esterlerdir.

Mumlar suda erimez, organik çözücülerde erir. Yağlar gibi kolay hidrolize olmaz ve sabunlaşmaz. Lipaz enzimleri mumları çok yavaş hidrolize edebildiğinden mumların besinsel değeri fazla değildir.

Mumlar biyolojik yönden önemlidir. Bitki ve hayvan vücutlarını örten mum tabakaları su kaybını önler.

Mumlar meyvelerin kurutulması sırasında suyun buharlaşmasını engelleyip kurumayı güçleştirdiklerinden kırmızı erik gibi üzerinde mum tabakası meyveler kurutma öncesi NaOH, KOH, Na_2CO_3 vb. alkali çözeltilerine batırılır. Alkali uygulaması kurumayı engelleyen mum tabakasını inceltir veya ortadan kaldırarak kuruma hızını artırır.

Mumlar endüstride merhem ve kozmetik üretiminde kullanılır.

1.3.2. Bileşik (Konjuge) Lipitler

Yapılarında C, H, O'dan başka N, P, S bulunduran lipitlerin karbonhidrat, fosforik asit, protein gibi moleküllerle birlikte oluşturdıkları bileşiklerdir.

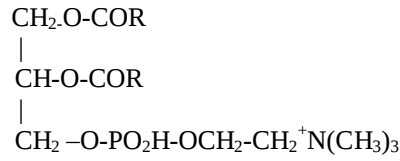
1.3.2.1. Fosfolipitler

Lipitlerin yağlardan sonraki en önemli grubudur. Fosforik asidin (H_3PO_4) diesteridirler (fosfolipitlere fosfatitler de denir.).

Ø **Gliserofosfatitler:** Alkolü gliserol olan fosfolipitlerdir. Özellikle hayvan dokularında çok bulunan ve organizmanın gelişmesinde önemli rol oynayan maddelerdir. En önemlileri lesitin (fosfotidil kolin) dir.

Lesitin: Gliserolün iki hidroksil grubunun biri doymuş, diğeri doymamış olmak üzere iki yağ asidi ile esterleşmiştir. Üçüncü hidroksil grubu ise kolinle birleşmiş olan H_3PO_4 ile esterleşmiştir.

Saf lesitin saydam ve renksizdir. Havada bırakıldığında sararır. Çünkü oksijene karşı dayanıksızdır. Suda erimez, eter, kloroform, benzen ve sıcak alkolde erir.



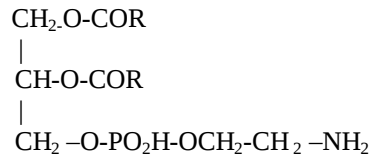
Lesitin

Lesitinler beyin, karaciğer ve yumurta sarısında bulunur. Teknik olarak soya fasülyesinden elde edilir. Fakat sentetik lesitinin fizyolojik etkisi henüz bilinmemektedir.

Lesitin sanayide emülsiyeye edici, yumuşatıcı ve antioksidant olarak makarna, margarin, çikolata, şekerleme, dondurma, mayonez yapımında ve ilaç sanayinde kullanılır.

Ø **Sefalinler:** Yapıları lesitine benzer. Farklı olarak etanol amin ve serin aminoasidi içerir.

Saf iken renksizdir. Lesitin gibi ışık ve hava etkisi ile esmerleşir. Higroskopik yani nem kapıcıdır.



1.3.2.2. Sfingolipitler

Alkolü gliserol değildir. Yapısında gliserin yerine 18 karbonlu bir baz, doymamış bir amino grubu ve bir dialkol olan sfingozin ve lipit bulunur. Yapılarında H_3PO_4 de bulunanlara sfingomiyelin denir.

Hayvansal dokularda yaygındır. Beyin ve sinir sisteminde yüksek oranda bulunur. Lipazlar tarafından parçalanmaz, higroskopik değildir.

1.3.2.3. Fosfatsız Lipitler (Glikolipitler)

Yapı olarak sfingomiyelinlere benzerler. Ancak moleküllerinde fosfat grubu yoktur. Fosforikolin grubu yerine glikoz veya galaktoz gibi monosakkaritleri bulunur.

1.3.3. Türev Lipitler

Katı alkollerin yağ asitleri ile yaptıkları esterlerdir. Steroller de denir. Biyolojik açıdan önemlidirler. Kolesterol, yağ asitleri, mum alkoller, klorofil, karotenoidler gibi lipokromlar, A, D, E, K lipovitaminleri antioksidantlar, steroidler, mono ve digliseridler.

Basit lipitlerden alkollü gliserol olanlara gliserid, alkölü bir değerli düz zincirli yüksek alköl olanlara steroid denir.

Ø **Steroidler:** Doğada serbest halde veya yağ asitleri ile esterleşmiş halde bulunan kristalsi alkollerdir. Hayvan, bitki ve mantar streolleri olmak üzere üç grupta toplanır.

Steroidler yağ sabunlaştıktan sonra ayrılan sabunlaşmayan artık içinde bulunur.

Steroidlerin fizyolojik önemi çok büyüktür. Cinsiyet hormonları, adrenalın kortizon gibi hormonlar, safra asitleri, bazı alkölöidler, D vitaminleri steroid grubundaki bileşiklerdir.

Steroidlerin en önemlileri kolesterol ve ergesteroldür.

Ø **Kolesterol:** İlk bulunan steroidtir. Yalnız hayvansal dokularda sentezlenir. Serbest ve yağ asitleriyle esterleşmiş olarak tüm hayvansal yağlarda bulunur. Safra asitleri, steroid hormonları ve D vitamini kolesterol türevidir.

Ø **Dehidrokolesterol (D₃ provitamini):** Kolesterolün yükseltgenmesi ile elde edilir. İki çift bağlıdır. Deri altında bulunur. Ultraviyole ışınları ile D vitaminine dönüşür.

Ø **Ergesterol:** Maya sterolüdür (mikosterin). D₂ provitaminidir (vitaminin öncü maddesi).

UYGULAMA FAALİYETİ

KULLANILACAK ARAÇ GEREÇLER

- Ø Deney tüpü
- Ø CCl_4 (Karbontetraklorür)
- Ø Saat
- Ø Margarin
- Ø Tereyağı
- Ø Karbontetraklorürdeki %2'lik brom (Br) çözeltisi
- Ø Zeytinyağı

İşlem basamakları ve önerilerde belirtilen hususları dikkatte alarak, size verilen örneklerde yağ asirlerinin doymuş ya da doymamış olduklarını belirleyiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
- Ø 3 adet deney tüpü alınız. - Ø Birinci deney tüpüne 0.1 g tereyağı alınız. - Ø Tereyağının üzerine 2 ml CCl_4 ekleyerek yağı çözündürünüz. - Ø İkinci deney tüpüne 0.1 g margarin alarak üzerine 2 ml CCl_4 ekleyiniz. - Ø Üçüncü deney tüpüne 0.2 ml zeytin yağı alınız. - Ø Hazırlamış olduğunuz her deney tüpüne CCl_4 'deki %2'lik brom çözeltisinden 1'er damla ekleyiniz. - Ø Yaklaşık 1 dk bekleyerek renk oluşumunu gözleyiniz. - Ø Oluşan sarı renk kaybolursa 2.damlayı ekleyiniz.İki damladan az çözelti harcanıyorsa yağ doymuş, iki damladan fazla çözelti katıldığında renk değişimi oluyor ve gaz çıkışı gözlüyorsanız yağ doymamıştır. - Ø Sonuçları raporlaştırınız.	- Ø Temiz ve ütülü önlük giyerek önlüğün düğmelerini ilikleyiniz. - Ø Çalışma ortamını temizleyiniz. - Ø Araç gereçlerinizi kullanıma hazır hale getiriniz. - Ø Ölçüleri hassas yapınız. - Ø Kimyasal maddelerle çalıştığınızı unutmayınız. - Ø İş güvenliğine dikkat ediniz. - Ø Sonuçlarınızı deney rapor formuna işleyiniz. - Ø Çalışma sonrası araç gereç ve ortam temizliğini unutmayınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ

Öğrenme faaliyeti içinde edindiğiniz bilgiler doğrultusunda gliserol ve stearik asidi kullanarak bir trigliserid oluşumunu formülle gösteriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Gliserolün formülünü yazabildiniz mi?		
Stearik asidin formülünü yazabildiniz mi?		
Doğru sayıda yağ asidi ve gliserol kullandınız mı?		
Esterleşme reaksiyonunu doğru şekilde gösterdiniz mi?		

Yanlış cevaplandırduğınız soruları bir kere daha gözden geçiriniz. Gerekliyse öğrenme faaliyetini tekrarlayınız, yanlıştınız yoksa bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

ÇOKTAN SEÇMELİ SORULAR

Aşağıdaki sorulardan, doğru bulduğunuz seçenekleri işaretleyiniz.

- Aşağıdakilerden hangisi lipidlerin vücut çalışmasındaki fonksiyonları arasında sayılamaz?
A) Enerji sağlanması
B) Dış etkenlerden korunması
C) Hücre yapısını oluşturmaları
D) C vitamini metabolizması
E) Vücut ısını koruması
- Yağların hidrolizinden aşağıdakilerden hangisi oluşur?
A) Alkol ve asit
B) Alkol ve aminoasit
C) Hidroksi asitler
D) Gliserol ve yağ asidi
E) Organik asitler ve sabunlar
- Aşağıdakilerden hangisi doymuş yağ asidi değildir?
A) Bütirik asit
B) Stearik asit
C) Palmitik asit
D) Oleik asit
E) Kaprilik asit
- 22 C'li 4 çift bağlı doymamış yağ asidinin formülü aşağıdakilerden hangisidir?
A) $C_{12}H_{12}O_2$
B) $C_{22}H_{36}O_2$
C) $C_{22}H_{22}O$
D) $C_{22}H_{44}O_2$
E) $C_{12}H_{36}O$
- Linolenik asit niçin elzem yağ asididir?
A) 18 karbonlu olduğu için
B) Bitkisel yağlarda bulunduğu için
C) İnsan vücudunda sentezlenmediği için
D) Trigliseritlerin yapısına girdiği için
E) Karboksilli asit olduğu için

6. Aşağıdakilerden hangisi ya da hangileri uçucu yağ asididir?
1. 6 karbonlu kaprilik asit
2. 18 karbonlu stearik asit
3. 16 karbonlu palmitik asit
4. 4 karbonlu bütirik asit
A) 1 ve 4
B) 2 ve 3
C) 3 ve 4
D) 1 ve 3
E) Hepsi
7. Aşağıdakilerden hangisi fosfolipitlerin suda trigliseritlerden daha iyi çözünmesini açıklar?
A) Fosfolipitlerin hayvansal dokularda daha fazla bulunması
B) Fosfolipitlerin yapılarında hidrofil PO_4 ve $-OH$ grupları bulunması
C) Fosfolipitlerin H_3PO_4 ile esterleşmeleri
D) Fosfolipitlerin doymuş ve doymamış yağ asitleri içermesi
E) Fosfolipitlerin hem asit hem baz grubu içermesi
8. Aşağıdaki yağlardan hangisi ya da hangilerinde doymamış yağ asitleri daha fazla bulunur?
1. Margarin
2. Ayçiçeği yağı
3. Zeytinyağı
4. Soya yağı
5. Tereyağı
6. Mısırözü yağı
A) Yalnız 3
B) 1 ve 5
C) 2, 3, 4 ve 6
D) 2, 5 ve 6
E) 3, 4, 5 ve 6
9. Gliserol ile iki oleik asit esterleştiğinde aşağıdakilerden hangisi oluşur?
A) Monogliserit
B) Digliserit
C) Trigliserit
D) Lesitin
E) Doymuş yağ

EŞLEŞTİRMELİ SORULAR

Aşağıda sütun-1’de verilen terimlerin doğru açıklamasını sütun-2’den bulunuz. Önündeki harfi sütun-1’deki parantezin içine yazınız.

Sütun-1	Sütun-2
1. Yağların oluşumunu sağlayan kimyasal olaylar()	A. Araşidonik asit
2. Alkolü gliserin olan H_3PO_4 esteri ()	B. Lesitin
3. Elzem yağ asidi ()	C. Emülsifer
4. Yüksek moleküllü alkollerin, yüksek moleküllü yağ asitleri ile oluşturduğu lipitler ()	D. Mumlar
5. Digliserit ()	E. Esterleşme

Yanlış cevaplandırıdığınız soruları bir kere daha gözden geçiriniz. Gerekliyse öğrenme faaliyetini tekrarlayınız, yanlışıınız yoksa bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ - 2

AMAÇ

Gerekli bilgileri alıp, uygun araç gereç ve ekipmanlar sağlandığında bilimsel yöntemlere uygun olarak lipidlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini kavrayarak, gıda sanayinde kullanım yerlerini öğrenebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Ø Yağların saklama koşullarını araştırınız.
- Ø Farklı yağları ışıklı, ışısız, buzdolabı, oda sıcaklığı gibi farklı koşullarda bekleterek değişiklik olup olmadığını inceleyiniz.
- Ø Çevrenizde varsa sabun ve margarin fabrikalarına giderek üretimin ilkesini ve üretim sürecini araştırınız.
- Ø Türk Gıda Kodeksi'nin yağlarla ilgili tebliğlerini inceleyiniz.

2. YAĞLARIN ÖZELLİKLERİ

2.1. Yağların Fiziksel Özellikleri

Yağlar renksiz ve tatsızdır. Sarı renk yağdan eriyen bir pigment olan ksantofil ve karotenden ileri gelir. Yağlarda 5-6 mg/L karoten bulunur.

2.1.1. Yağların Yoğunluğu

0,9-0,92 g/cm³'tür. Molekül ağırlığı ve doymunluk derecesi arttıkça yoğunluk düşer. Yağların yoğunluğu sudan az olduğu için suyla beraber olduklarında suyun yüzeyinde kalır.

2.1.2. Yağların Kristal Yapısı

Her yağın kendine özgü bir kristal yapısı vardır;

- Ø Kristal yapının şekline göre yağın kıvamı değişir. Oda sıcaklığında katı olan yağlarda kristalize olmuş miktar daha fazladır.
- Ø Trigliseritlerde en az üç çeşit kristal yapı vardır ve her kristal yapı tipinin kendine has bir erime noktası vardır.

- Ø Trigliseritlerin hemen hepsi yağ asidinden oluşmuş ise yağın kristal yapısı daha homojen olur.
- Ø Uzun zincirli yağ asitleri daha kuvvetli kristal yapı oluşturur.
- Ø Çift bağ sayısı arttıkça düz zincir yapı bozulduğundan kristal yapı zayıflar.
- Ø Katılaştırma işlemi sonunda karıştırılarak hızlı şekilde soğutulan yağlar küçük ve düzgün kristal yapıdadır. Yavaş soğutulan yağlarda ise kristal yapı büyük ve dağılımları homojen olmadığından kumlu bir yapısı vardır.
- Ø Yağlarda kristal miktarı yağ asidinin zincir uzunluğuna, doymunluk derecesine, doymamış yağlarda çift bağdaki atomların dizilişine ve yağdaki diğer maddelerin cins ve miktarına göre değişir.

2.1.3. Yağların Erime Noktaları

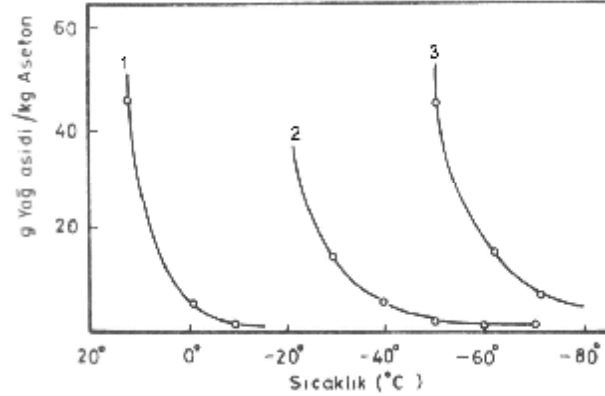
Her yağın erime noktası farklıdır. Yağlar değişik gliserit ve diğer maddelerin karışımı olduğundan sabit bir erime noktaları yoktur;

- Ø Düz ve uzun zincirli asitleri içeren yağların erime noktası yüksektir. Çünkü bu yağların kristal yapısı kuvvetlidir ve kristaller arası bağları koparmak için daha fazla ısı gerekir.
- Ø Yağlardaki yağ asitlerinin karbon sayısı arttıkça erime noktası yükselir. Örneğin, 4 karbonlu doymuş yağ asidi olan butirik asitin erime noktası -4°C , 22 karbonlu doymuş yağ asidi behenik asidin erime noktası 80°C 'dir.
- Ø Çift bağ sayısı arttıkça erime noktası düşer. Çünkü çift bağlı yağ asitleri düz zincir yapıyı bozar ve kristal oluşturmayı zorlaştırır. Örneğin, 18 karbonlu ve çift bağız stearik asidin erime noktası 72°C iken, 18 karbonlu 3 çift bağlı linolenik asidin erime noktası -11°C 'dir.
- Ø Yağların doymunluk derecesi arttıkça erime noktası yükselir. Yani doymamış yağ asitlerinin çoğunlukta bulunduğu yağlarda ısısında sıvı, doymuş yağ asitlerinin çoğunlukta bulunduğu yağlar ise katıdır.
- Ø Yağ asitlerinin cis veya trans oluşu erime noktasını etkiler. Doymamış yağ asitleri genellikle doğal olarak cis şeklinde bulunurken işlem görmüş yağlar trans şeklindedir. Trans şekli molekülün düz zincir yapısını cis şekline göre daha çok koruduğundan, trans izomerin erime noktası daha yüksektir. Doymunluk dereceleri ve karbon sayıları aynı olan yağlardan biri oda sıcaklığında sıvı, diğeri katı olabilir. Bu durumda sıvı olanlarda cis, katı olanda trans izomeri çoğunluktaadır.
- Ø Kristal yapının şekli de erime noktasını etkiler.

2.1.4. Yağların Çözünürlükleri

Yağlar suda değil, organik çözücülerde çözünür.

- Ø Yağın gliserol kısmı yapısındaki -OH grupları nedeniyle suda kolay erir.
- Ø Yağ asitlerinin hidrokarbon kısmı ise su ile karışmaz. Fakat altı karbona kadar olan kısa zincirli yağ asitleri suda az oranda erir. Altı karbonlu kaproik asit ve daha uzun zincirli yağ asitleri eter, benzen, kloroform gibi organik çözücülerde çözünür. Uzun zincirli yağ asitlerinin sadece alkali metal tuzları (sabun) suda çözünebilir.
- Ø Bir gliseriolun -OH grupları tamamen esterleştiğinde hiç hidrofilik (suda çözünen, suyu seven) olan -OH grubu kalmadığından trigliseritler suya karşı hidrofobiktir (suda çözünmeyen, suyu sevmeyen). Mono ve digliseritler ise hem yağın hem de suyun özelliklerini taşıdığından su ile karışır . Bu nedenle gıda endüstrisinde emülsifer =emülgatör olarak kullanılır.
- Ø Fosfolipitler yapılarındaki PO_4 ve -OH grupları, glikolipitler ise şeker molekülünün -OH grupları nedeniyle suda gliseritlere göre daha iyi çözünür.
- Ø Yağlar kendileri gibi hidrofob olan başka bileşikler için iyi bir çözücüdür. Buzdolabında tereyağı ile soğan yan yana konulduğunda tereyağının soğan kokması gibi. Bu nedenle saf domuz yağı parfümeride çiçek esanslarını eritmek için kullanılır.



1-Stearik asit 2-Oleik asit 3-Linoleik asit
Şekil 1.Farklı yağ asitlerinin asetondaki çözünürlükleri

2.1.5. Yağların Işık Absorbsiyonu

Doğal olarak elde edilen doymuş ve doymamış yağ asitleri ultraviyole (UV) ve vizibil (görülebilir) alandaki ışınları absorbe etmezler. Fakat yapılarında birden fazla çift bağ bulunan yağ asitleri KOH ile ısıtıldığında, konjuge çift bağlı izomerleri meydana gelir. Bu izomerler 230-260 nm dalga boyundaki ışınları absorbe eder. İzomerize olan yağ asitlerinin bu özelliğinden yararlanılarak spektrofotometrik olarak miktar tayinleri yapılır.

2.2. Yağların Kimyasal Özellikleri

Yağlar hiçbir zaman tek ve saf maddeden oluşmuş değildir. Birbirine kimyasal olarak yakın maddeler karışımıdır. Yağın cinsini, saflığını, nerede kullanıldığını saptamak için fiziksel ve kimyasal bazı yöntemlerle yağ indeksleri (tanıma sayısı) bulunmuştur. Bu indeksler genellikle yemeklik yağların kontrolünde önemlidir.

2.2.1. Asitlik

Yağlarda asitlik yağda bulunan serbest yağ asitlerinden ileri gelir. Serbest yağ asitleri yağların doğal yapısında bulunabileceği gibi, kötü işleme nedeniyle veya pişirme, özellikle kızartma sırasında ve depolamada oluşabilir.

2.2.2. Sabunlaşma

Yağların NaOH veya KOH çözeltileri ile tepkimeye girmesi sonucu sabun elde edilir. Yağların vermiş olduğu bu tepkimeye sabunlaşma denir.

Yağ asitlerinin çift bağlarına halojenler özellikle iyot bağlanarak halojen türevleri oluşur. Doymamış yağ asitlerinin iyot bağlama yetenekleri ve iyot sayıları farklıdır.



İyot sayısı yağlarda doymamışlık ölçüsüdür ve her yağın İyot sayısı farklı olduğundan yağların birbiriyle karıştırılıp karıştırılmadığını, özellikle zeytin yağına diğer yağların katılıp katılmadığının saptanması ve yağların doymamışlık özelliğinin belirlenmesinde kullanılır.

Molekül ağırlığı küçük olan yağ asitleri su buharı ile uçarlar ve bu özelliğinden yararlanacak yağlara diğer yağların katılıp katılmadığı tesbit edilir.

2.2.3. Dumanlanma

Yağlar yüksek sıcaklıkta ısıtıldığında yapıları parçalanır ve parçalanma ürünü olan uçucu gazlar gözle görülecek şekilde çıkar. Yüksek sıcaklıkta ısıtılan yağlarda tava üzerinde duman çıkışının başladığı sıcaklık derecesine **dumanlanma noktası** denir. Dumanlanma noktası; yağların parçalanma ürünü olan uçucu gazların gözle görülebilecek şekilde belirli bir hızla dışarı verildiği en düşük sıcaklık derecesidir.

Dumanlanma noktası düşük olan yağlar kızartmalarda kullanılmaz. Genelde doymamış yağ asitlerini fazla içeren sıvı yağların dumanlanma noktaları doymuş yağ asitlerini fazla içeren katı yağlardan daha yüksektir.

Dumanlanma noktası düşük yağlarda serbest yağ asitleri, mono ve digliserit miktarı daha fazladır. Ayrıca kızartma yağlarında bulunan un kırıntısı gibi yabancı maddeler ve, geniş tavalarda yağın dumanlanma noktasını düşürür.

Trigliserit + ısı -----> Yağ asitleri + Gliserol
Gliserol + Isı -----> Akrolein + Duman

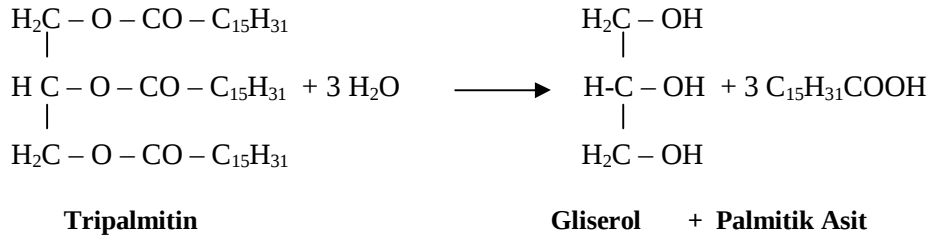
2.2.4. Kuruma Özelliği

Yağlar hava oksijenini tutma yeteneğine göre kuruma özelliği gösterir. Kuruma özelliği düşük derecedeki oksidasyonla gerçekleşir ve çoklu doymamış yağ asitlerine özgüdür. Yağların kuruması suyun uçmasını gerektiren bir olay değildir.

Oksijenin emilmesiyle yağ molekülleri polimerize olarak büyür. Polimerizasyon sonucu doymamış yağlar kurur, katılaşır, fiziksel özellikleri değişir. Kıvam ve yoğunlukları artar, erime noktaları yükselir.

Kuruma özelliği yağ moleküllerindeki çift bağlardan ileri gelir. Bundan dolayı çift bağ sayısı fazla olan yağ asitleri daha fazla kuruma özelliği gösterir.

Ø **Hidroliz:** Gliserit molekülünde suyun etkisi ile gliserol ve yağ asitleri arasındaki ester bağlarının kopması, serbest yağ asidi ve gliserol oluşmasına hidroliz denir. Kızgın buhar, alkali, asitler ve lipaz enzimi yağlarda hidrolize neden olur.



Ø **Ara esterleşme:** Triglicerit molekülünden yağ asidinin kopararak bir başka alkole transfer edilmesidir. Ara esterleşme ticari amaçla mono ve digliseritlerin elde edilmesinde kullanılır. İşlem ortamına serbest gliserol katılarak yapılır.

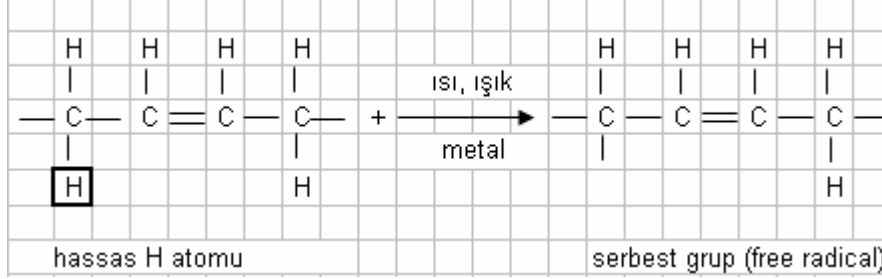
Ø **Yeni moleküllerin oluşması:** Gliserol molekülü üzerinde yağ asitlerinin gelişmesi güzel dağılıp, yağda homojen yapının bozulması, farklı yeni moleküllerin oluşması ve yağların fonksiyonel özelliklerinin değişmesidir.

Ø **Oksidasyon:** Oksijenin etkisiyle yağ asitlerinin çift bağlarında görülen bir oksitlenme olayıdır. Oksidasyon bir kimyasal olaylar serisidir ve birkaç basamaktan oluşur.

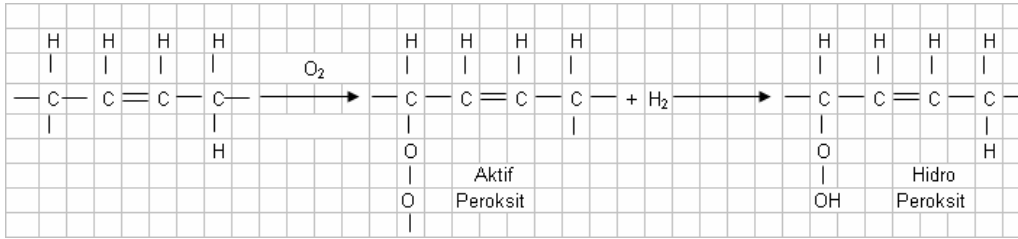
Oksidasyonun başlaması için moleküler Oksijen gerekir. Oksidasyon olayı başladıktan sonra kendiliğinden devam eder. Buna otooksidasyon denir. Otooksidasyon yağ asidindeki çift bağ sayısı ile doğru orantılı olarak ilerler.

- **Otooksidasyonun aşamaları**

- o **Otooksidasyonun başlaması:** Çift bağa en yakın C atomundaki H'lerden birinin ayrılması ile başlar. Isı, ışık ve metaller H'nin ayrılmasını kolaylaştırır ve serbest radikal (free radical) oluşur.



- o **Otooksidasyonun ilerlemesi:** Yağ zincirinden ayrılan H yerine ikinci basamakta moleküler O bağlanır ve aktif peroksitler, hidro peroksitler oluşur. Peroksitler dengesiz bileşiklerdir ve katalizör gibi etki ederek otooksidasyonun devamını sağlar.



- o **Polimerizasyon:** Otooksidasyonun ilerlemesi ile parçalanma, yeni moleküllerin oluşumu ve uzama olayları görülür. Büyük polimerlerin yanı sıra parçalanma ürünü olan kısa zincirli aldehytler, ketonlar, organik asitler ve bunların hidroksi türevleri gibi bileşikler oluşur, gliserit molekülü parçalanır.

- **Oksidasyonu hızlandıran faktörler**

- o Yağ asitlerindeki çift bağ sayısı: Çift bağ sayısı arttıkça oksidasyon daha fazla görülür. Otooksidasyon ile yağların parçalanması önce linoleik asitte başlar. Bu asit kalmayınca oleik asit parçalanmaktadır.
- o Çift bağın cis veya trans oluşu: Cis izomerler daha kolay okside olur.
- o Esterleşme durumu: Farklı doymamış yağ asitlerinin esterleşerek oluşturduğu gliseritler daha hızlı, aynı yağ asitlerinden oluşan gliseritler daha zor oksitlerdir.

- o Ortamda oksidasyonu başlatacak katalizör bulunup bulunmayışı: Lipoksidaz enzimi ve ışık katalizör görevi yapar. Bitki ve hayvan dokularında bulunan lipoksidaz enzimi soğukta depolanan yağlı gıdaların bile bozulmasına neden olur.
- o Ortamda serbest O₂'nin bulunması: Ambalajlama sırasında vakum uygulayarak veya N₂, CO₂ gibi gazlarla ambalajlama yapılarak O₂ ortamdaki uzaklaştırılır ve oksidasyonun başlaması engellenir.
- o Depolama yerinin ışık ve ısı durumu: Ortam sıcaklığının her 10 derece artışı oksidasyonu 2 kat hızlandırır. Işık katalizör etki gösterdiğinden yağların karanlık yerde veya kahverengi şişelerde saklanması gerekir.
- o Metaller: Fe ve Cu iyonları yağ tarafından absorbe edilerek oksidasyonu hızlandırır. Kısa süre depolanacak yağlı yiyeceklere askorbat, fosfat EDTA gibi maddeler eklendiğinde bu bileşikler metalleri bağlayıp oksidasyonu etkisizleştirebilir.
- o Yiyeceklerde antioksidan olup olmaması: Antioksidantlar oksidasyonu önler.

2.3. Yağların Gıda Sanayinde Kullanımı

2.3.1. Lipitlerin Gıda İşlemedeki Fonksiyonları

- Ø Hamurlara yumuşaklık verir.
- Ø Hava kabarcıklarını tutarak yapıyı hafifletir, gevreklik verir.
- Ø Kızartmalarda ısıyı iletir, dokuyu yumuşatır.
- Ø Mayonez ve sosislerde karışımın bileseni olurlar.
- Ø Yiyeceklerde baharatların taşıyıcısı olarak görev yapar.
- Ø Yağlardaki mono ve digliseritler, fosfolipitler emülsiyeye edicidir.
- Ø Kızartma sırasında yiyeceklerin tavaya yapışmasını önler.
- Ø Kabarmaya olumlu etki yapar.

Tereyağı, kuru yemiş ve yağlı yiyeceklerde depolamadan önce lipaz enzimi inaktive edilmemişse, depolanma sırasında lipaz enzimi tarafından hidrolize edilir ve serbest yağ asitleri artarak yağın tadını bozar. Buna halk arasında yağın acılaşması denir. Hidroliz olayının neden olduğu acılaşmaya hidrolitik acılaşma denir.

Hidroliz insan vücudunda gerçekleşir. Bağırsakta pankreas lipazının etkisi ile yağlar hidrolize olarak emilebilecek duruma gelir.

Tekrar tekrar kullanılan kızartma yağlarında, yağa atılan yiyeceklerden yüksek ısının etkisi ile trigleseritler hidrolize olur. Daha sonra yine yüksek ısının etkisi ile gliserol parçalanarak akrolein oluşur, yağ yanar ve özelliklerini kaybeder.

Oksidasyon sonucu yağın tadı bozulur, acılaşır. Oksidasyon olayının neden olduğu acılaşmaya oksidatif acılaşma denir.

2.3.2. Antioksidanlar (Oksidasyonu Engelleyici Bileşikler)

Yağların oksidasyonunu önleyici ve indirgeyici maddelerdir. Antioksidanlar, oksidasyonu doğrudan oksitlenmiş yağ asidine H bağlayarak peroksit oluşum zincirini durdurur.

Bitkilerde bulunan doğal antioksidanlar, bitkilerdeki doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunu önler. Bitkisel yağlar bu nedenle doymamış yağ asitlerince zengin olmasına rağmen acılaşmaya katı yağlardan daha dayanıklıdır.

Tokoferoller (E vit) ve askorbik asit (C vit) doğal antioksidanlardır. Doğal antioksidanlar flavonoid yapısındadır. Yapay antioksidanlar ise doymamış bir benzen halkası ile buna bağlı bir fenol veya amin grubu içerir.

Yağ çeşidi	Tokoferol miktarı (mg/100 g yağ)	Yağ çeşidi	Tokoferol miktarı (mg/100 g yağ)
Çiğit yağı	80-100	Zeytin yağı	3-30
Yer fıstığı yağı	26-59	Kolza yağı	50
Mısır özü yağı	100-250	Soya yağı	90-250
Haşhaş yağı	40	Ayçiçeği yağı	31-78

Tablo 8.Farklı yağlarda bulunan tokoferol miktarları

BHA (bütilat hidroksi analin), BHT (bütilat hidroksi toluen), galatlar (propil gallat) gıdalarda kullanılan yapay antioksidanlardır. Yapay antioksidanlar, az oranda kullanıldıklarında yararlıdır, yiyeceklerin tat koku ve renklerini bozmazlar. Ancak aşırı miktarda iseler;

- Ø Yiyeceğin görünümünü bozarlar.
- Ø Sağlık açısından zararlı olurlar.
- Ø Oksitlenmeyi hızlandırırlar.

Bazı maddeler antioksidanlara yardımcı olur ve onların etkilerini artırır. Bu bileşiklere **sinerjist** denir. Sinerjistler antioksidanlara H⁺ iyonu verir ve ortamda bulunan oksidasyonu hızlandıran metal iyonlarını bağlar. Sitrik asit, fosforik asit gibi asitler, sistin, methionin, histidin, triptofan gibi aminoasitler, fostolipitler sinerjistir.

2.3.3. Hidrojenlenme

Çok dereceli doymamış yağ asitlerinin bulunduğu yağların basınç altında ve uygun katalizör kullanılarak çift bağların açılıp hidrojenle doyurulmasıdır.



Doyurulma olayında çift bağı fazla olan yağ asitleri ve gliserin esterine en uzak olan çift bağ H'leri önce kapar. Hidrojenlendirme olayı ile gıda sanayinde sıvı yağlardan katı yağ elde edilir.

2.3.4. Margariner

Margarin tereyağı taklidi bir yağdır. Latince inci anlamına gelen margarita kelimesinden kaynaklanır. Margarin kimyasal olarak su ve yağ içeren bir emülsiyondur. Margarinler sıvı yağlardaki doymamış yağ asitlerinin çift bağlarına H₂ verilerek çift bağların tek bağ haline dönüştürülmesidir. Margarin üretimi bir hidrojenlendirmedir. Hidrojenlendirme ile;

- Ø Sıvı yağlar katı hale gelir.
- Ø Yağın erime noktası yükselir.
- Ø Serbest yağ asitleri oluşur ve yağların dumanlanma noktası düşer.

Hidrojenlendirme linoleik asidi bol olan bitkisel sıvı yağlara uygulanır. Çift bağları tamamen doyurulmuş yağlar çok sert olur ve kullanımları zorlaşır.

2.3.5. İzomerizasyon

Yağların doyurulması sırasında yan reaksiyon olarak görülür. Çift bağların cis şeklinin trans şekline dönüşmesidir. İzomerizasyon yağların erime noktasını değiştirdiğinden istenen sertlikte veya yumuşaklıkta yağ elde etme bakımından önemlidir.

2.3.6. Halojenlendirme

Hidrojenlendirmede olduğu gibi yağ asitlerinin çift bağlarının doyurulması işlemidir. Asitlerinin doymamışlık derecesini belirten bu işlem hidrojen yerine klor, iyot ve flor gibi halojenlerle yapılır.

2.3.7. Reversiyon (Eski Durumuna Dönme)

Özellikle rafine ve Hidrojenlendirilmiş yağların depolama sırasında ısı ile oksidasyondan önce ot, balık kokusu gibi hoşla gitmeyen değişikliklere uğramasıdır. Bu olay daha çok çift bağ sayısı fazla olan yağ asitlerinde görülür. Özellikle linolenik asit içeren soya, kolza, keten yağı gibi yağlarda daha çok rastlanır. Oksidasyondan daha az O₂, ısı, ışık ve iz elementler reversiyonu etkileyen faktörlerdir. Reversiyon sırasında meydana gelen tat ve koku değişiklikleri yağların her çeşidinde farklı iken oksidasyondan sonraki tat tüm yağlarda aynıdır.

Kızartma sırasında yağın ısısı 180-200 °C'dir. Sıcaklık etkisiyle yağlar parçalanmaya başlar. Yiyeceklerdeki su yağa karışarak yağın parçalanmasını hızlandırır.

2.3.8. Kızartma ile Yağda Görülen Değişiklikler

- Ø Serbest yağ asitleri miktarı artar.
- Ø İyot sayısı düşer.
- Ø Dumanlama noktası düşer, erime noktası düşer, viskozitesi artar.
- Ø Yağ acılaşıp, köpürür.
- Ø Kızartılmış yağın rengi kararır, besin değeri azalır, sindirim güçleşir.

2.3.9. Kızartma Yapılmasında Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar

- Ø Yağda kızartma sırasında gıdalar yağ emdiklerinden enerji değerleri artar.
- Ø Gözenekli gıdalar ve ince dilimler kızartılmamalı, çünkü daha çok yağ emerler
- Ø Kızartma sırasında emilen yağ miktarının azaltılabildiği için balık ve et dilimleri (snitzel gibi) un veya yumurtalı una bulanmalıdır.
- Ø Yağ iyice kızgın olmalıdır.
- Ø Derin yağda kızartma yapılmalıdır.
- Ø Bitkisel sıvı yağlar kullanılmalıdır. Tereyağı, margarin kızartma için uygun değildir. Çünkü dumanlanma noktası düşüktür. İçine antioksidan katılmış özel kızartma yağları tercih edilmelidir.
- Ø Yağlar birkaç kez kızartma amacıyla kullanılabilir. Yağların kaç sefer kullanılacağı kızartılan yiyecek türüne, kızartma süresine ve saklama koşullarına bağlıdır.
- Ø Kızartılan yağlar süzülerek cam kavonozlarda, ışıktan korunarak, buzdolabında saklanmalıdır. Çünkü kızartılan gıdadan kopan kırıntılar, O₂, sıcaklık ve ışık yağın parçalanmasını hızlandırır.
- Ø Şişmanlık problemi olanlar, şişkinlik, hazımsızlık şikayetleri, safra kesesi hastalığı, gastrit, karaciğer yağlanması vb rahatsızlıkları bulunanlar kızartılmış yiyeceklerden uzak durmalıdır.
- Ø Viskozitesi artmış, rengi koyulaşmış, köpürmüş yağlar tekrar kızartma işleminde kullanılmamalıdır.

Kızartma tipi	Oluşan reaksiyonlar	Oluşan ürün
Tavada kızartma	Otooksidasyon İzomerizasyon Polimerizasyon	Uçucu asitler, uçucu aldehitler, uçucu esterler, uçucu alkoller, aromatik bileşikler, trans izomerler, serbest yağ asitleri
Fritözle kızartma	Otooksidasyon İzomerizasyon Polimerizasyon Hidroliz	Uçucu asitler, uçucu aldehitler, uçucu esterler, uçucu alkoller, aromatik bileşikler, trans izomerler, serbest yağ asitleri, mono ve digliseritler. Gliserol, H ₂ ve CO ₂

Tablo 9.Farklı kızartma yöntemleri ile kızartma sırasında oluşan reaksiyonlar ve ürünler

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
- Ø İki ayrı ayırma hunisi alınız. - Ø Ayırma hunilerine farklı yağ örnekleri koyunuz.	- Ø Laboratuvar çalışma kurallarına titizlikle uyunuz. - Ø Laboratuvarda kullanacağınız kimyasal maddeleri, özelliklerini ve kullanım amaçlarını öğreniniz, yazınız ve dosyalayınız. - Ø Bilmediğiniz kimyasal maddeleri ve araçları yalnız başınıza kullanmayınız, öğretmenin denetiminde çalışınız. - Ø Bilgi sayfalarını dikkatlice çalışmadan uygulamaya başlamayınız.
- Ø 1. ayırma hunisine su, - Ø 2. ayırma hunisine alkol (etanol) ekleyiniz. - Ø Kuvvetlice çalkalayınız. - Ø Kaplardaki yağları inceleyiniz. - Ø İnceleme sonuçlarını raporlaştırınız.	- Ø Planlı ve titiz çalışınız. - Ø Soğukkanlı ve sabırlı olunuz. - Ø İş güvenliğine dikkat ediniz. - Ø Laboratuvar kazalarında ilk yardım ilkelerini öğreniniz, liste halinde yazınız ve dosyalayınız. - Ø Hazırladığınız listeyi tablo haline getiriniz. - Ø Laboratuvar duvarına asınız. - Ø Gözlemlediğiniz değişimleri ve nedenlerini, kimyasal olarak açıklayınız, arkadaşlarınızla tartışınız. - Ø Gözlemlerinizi rapor haline getirip dosyalayınız. - Ø Raporlarınızı bilgi sayfaları ile karşılaştırınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Ayırma hunilerine farklı yağ örneklerini aldınız mı?		
Her ayırma hunisine farklı yağ örnekleri aldınız mı?		
Ayırma hunilerinin kapaklarını kapatıp kuvvetlice çalkaladınız mı?		
Yağların çözünürlükleri arasında fark var mı?		
Çözünürlük farkının nedenini açıklayabiliyor musunuz?		
Araç gereç ve ekipman kullanımına özen gösterdiniz mi?		
Gözlemlerinizi rapor haline getirip sınıfta tartıştınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızın hepsi evet ise bir sonraki faaliyete geçiniz. Hayır cevaplarınız varsa ilgili faaliyete dönerek konuyu tekrar ediniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

Aşağıdaki sorulardan, doğru bulduğunuz seçenekleri işaretleyiniz.

1. Yağlarda serbest asitlik hangi durumda artmaz?
A) Uygun olmayan koşullarda işleme
B) Kızartma
C) Yağın uygun olmayan şekilde depolanması
D) Ham maddenin uygun olmayan şekilde depolanması
E) Hidrojenlenme
2. Aşağıdaki indekslerden hangisi yağlarda doymamışlık belirtisidir?
A) Sabunlaşma sayısı
B) Serbest asitlik
C) Peroksit sayısı
D) İyot sayısı
E) Erime noktası
3. Tereyağına hile yapıp yapılmadığı hangisi ile anlaşılabilir?
A) İyot sayısı
B) Serbest asitlik
C) Polanske sayısı
D) Sabunlaşma sayısı
E) Reichert-Meissel sayısı
4. Yağ asitlerindeki çift bağların hidrojen ile doyurulması işlemi hangisi ile tanımlanabilir?
A) Hidrojenlenme
B) Halojenlenme
C) İzomerizasyon
D) Sabunlaşma
E) Polimerizasyon
5. Yağların erime noktaları ile ilgili aşağıdaki cümlelerden hangisi doğrudur?
A) Çift bağ sayısı arttıkça erime noktası düşer.
B) Kristal yapısı homojen yağların erime noktası düşüktür.
C) Doymuş yağ asitlerini içeren yağların erime noktası düşüktür.
D) Karbon sayısı arttıkça erime noktası düşer.
E) Trans izomerlerin erime noktası düşüktür.

6. Aşağıdaki yağlardan hangisi ya da hangilerinin kristal yapısı daha kuvvetlidir?
- 1) Doymuş yağ asitlerinden oluşmuş yağlar
 - 2) Farklı yağ asitlerinden oluşmuş yağlar
 - 3) Uzun zincirli yağ asitlerini içeren yağlar
 - 4) Doymamış yağ asitlerini içeren yağlar
- A) Yalnız 1
B) Yalnız 3
C) 1 ve 2
D) 1 ve 3
E) Hepsi
7. Oksidatif bozulmalara karşı hangi yağlar daha dayanıklıdır?
- A) İyod sayısı fazla olan yağlar
 - B) Tokoferol oranı fazla olan yağlar
 - C) Asitlik indeksi yüksek olan yağlar
 - D) Doymamış yağ asitleri daha çok olan yağlar
 - E) Dumanlama noktası düşük olan yağlar
8. Yağların dumanlanma noktası ile ilgili aşağıdaki cümlelerden hangisi doğrudur?
- A) Sıvı yağların dumanlanma noktası düşüktür.
 - B) Dumanlanma noktası düşük yağlarda mono ve digliseritler az bulunur.
 - C) Kızartmada kullanılan yağların dumanlanma noktası yüksek olmalıdır.
 - D) Un, kızartma kırıntısı vb. dumanlanma noktasını yükseltir.
 - E) Geniş tavalarda kızartma dumanlanma noktasını yükseltir.

Yanlış cevaplandığınız soruları bir kere daha gözden geçirin, gerekiyorsa öğrenme faaliyetini tekrarlayınız. Bütün cevaplarınız doğru ise modül değerlendirmeye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

Aşağıdaki sorulardan doğru bulduğunuz seçenekleri işaretleyiniz.

- Aşağıdakilerden hangisi uçucu yağ sınıfında değildir.?
A) Margarinler
B) Mineral yağlar
C) Zeytinyağı
D) Tereyağı
E) Kolza yağı
- Hangisi türev lipitler sınıfında yer alır?
A) Yağlar
B) Mumlar
C) Fosfolipitler
D) Fosfatsız lipitler
E) Steraitler
- Aşağıdakilerden hangisi yağ asidinin formülüdür?
A) $R-COOH$
B) $R-OH$
C) ROR
D) $RCHO$
E) $R_1-COO-R_2$
- Yağlarda gliserinin OH gruplarının 2 veya 3 farklı yağ asitleriyle birleşmesi sonucu aşağıdakilerden hangisi oluşur?
A) Digliseritler
B) Trigseritler
C) Basit gliseritler
D) Karma gliseritler
E) Managliseritler
- Hangi yağların erime noktası yüksektir?
A) Uzun zincirli yağ asitleri
B) Uzun ve düz zincirli asitler
C) Çift bağ sayısı çok olan asitler
D) **Karbon** sayısının az olduğu durumlar
E) Cis izomere sahip yağ asitleri

6. Aşağıdakilerden hangisi hidrojenlenme sonucu oluşan bir yağdır?
- A) Zeytin yağı
 - B) Susam yağı
 - C) Mineral yağ
 - D) Margarin
 - E) Akciğer yağları
7. Kızartma ile yağlarda hangi değişiklik görülmez?
- A) Serbest yağ asitleri
 - B) Yağ acılaştır.
 - C) Vizkozitesi azalır.
 - D) Rengi kararır.
 - E) İyot sayısı düşer.
8. Oksidasyon başlaması için hangisi gereklidir?
- A) Oksijen
 - B) Hidrojen
 - C) Halojenler
 - D) Fosfor
 - E) Karbon

Yanlış cevaplandığımız soruları bir kere daha gözden geçiriniz. Gerekliyse öğrenme faaliyetlerdeki ilgili bölümleri tekrarlayınız. Bütün cevaplarınız doğru ise modül teknolojisi uygulamalı testine geçiniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Size önerilen ön araştırmaları yaptınız mı?		
Modül bilgi sayfalarını dikkatli bir şekilde çalıştınız mı?		
Verilen formülleri yazarak öğrendiniz mi?		
Uygulama faaliyetlerini size verilen öneriler doğrultusunda uyguladınız mı?		
Anlamadığınız konularda öğretmeninizden yardım istediniz mi?		
Her öğrenme faaliyeti sonunda ölçme soruları ile kendinizi değerlendirdiniz mi?		
Değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınız olduğunda öğrenme faaliyetini yeniden incelediniz mi?		
Yeterli olmadığınızı düşündüğünüzde faaliyeti tekrar ettiniz mi?		
Dikkatli, planlı ve titiz çalıştınız mı?		

Verilen kriterlerin tamamına cevabınız evet ise bir sonraki modüle geçebilirsiniz. Modülü başarıyla tamamladınız. Tebrik ederiz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ 1 CEVAP ANAHTARI ÇOKTAN SEÇMELİ SORULAR

1	D
2	D
3	D
4	B
5	C
6	A
7	B
8	C
9	B

EŞLEŞTİRMELİ SORULAR

1	E
2	B
3	A
4	D
5	C

ÖĞRENME FAALİYETİ 2 CEVAP ANAHTARI

1	E
2	D
3	E
4	A
5	A
6	D
7	B
8	C

MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1	B
2	E
3	A
4	D
5	B
6	D
7	C
8	A

KAYNAKÇA

- Ø BAŞOĞLU F, **Gıda Kalite Kontrolü**, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, No:50, Bursa, 1992.
- Ø BAŞOĞLU F, **Yemeklik Yağ Teknolojisi**, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, No:91, Bursa, 2002.
- Ø BAYSAL A, **Beslenme**, Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, 1996.
- Ø CONBA Cemalettin, **Organik Kimya Laboratuvarı**, Ostim Çıraklık Eğitim Merkezi Matbaası, Ankara, 1999.
- Ø ÇOPUR Ö.U, **Gıda Teknolojisi**, Devlet Kitapları, Ilıcak Matbaası, İstanbul, 2000.
- Ø DOKUZLU C, **Gıda Analizleri**, Bursa, 2000.
- Ø ERTUGAY Z, A. KURT, A. ELGÜN, Y. GÖKALP, **Gıda Bilimi ve Teknolojisi**, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın NU: 301, Erzurum, 1990.
- Ø GÜMÜŞKESEN A.S, **Yağ Teknolojisi**, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Yayın No:94, İzmir, 1996.
- Ø İŞİKSOLUĞU M, **Beslenme**, Devlet Kitapları, Hürriyet Ofset Matbaacılık, İstanbul, 1988.
- Ø KANDEMİR İ, S. ERDOĞAN, **Biyokimya**, Milli Eğitim Basımevi, 1990.
- Ø KESKİN H, **Besin Kimyası**, İstanbul Üniversitesi Yayınlarından Kimya Fakültesi, No:47, İstanbul, 1981.
- Ø ÖKTEMER A, H. KOCABAŞ, N. KINAYOĞLU, İ. DEMİR, **Organik Kimya ve Uygulamaları**, MEB, Devlet Kitapları, Çınar Ofset, 1992.
- Ø ÖZKAYA H, E. ŞAHİN, İ. TÜRKER, **Gıda Bilimi ve Teknolojisi**, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:119, Ankara, 1993.
- Ø SALDAMLI İ, **Gıda Kimyası**, Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Yayınları, No: Ankara, 2002.
- Ø TELEFONCU A. **Besin Kimyası**, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, No:149, İzmir, 1993.
- Ø ÜNVER B, **Deneyisel Yiyecek Hazırlanma**, Mars Matbaası, Ankara, 1987.