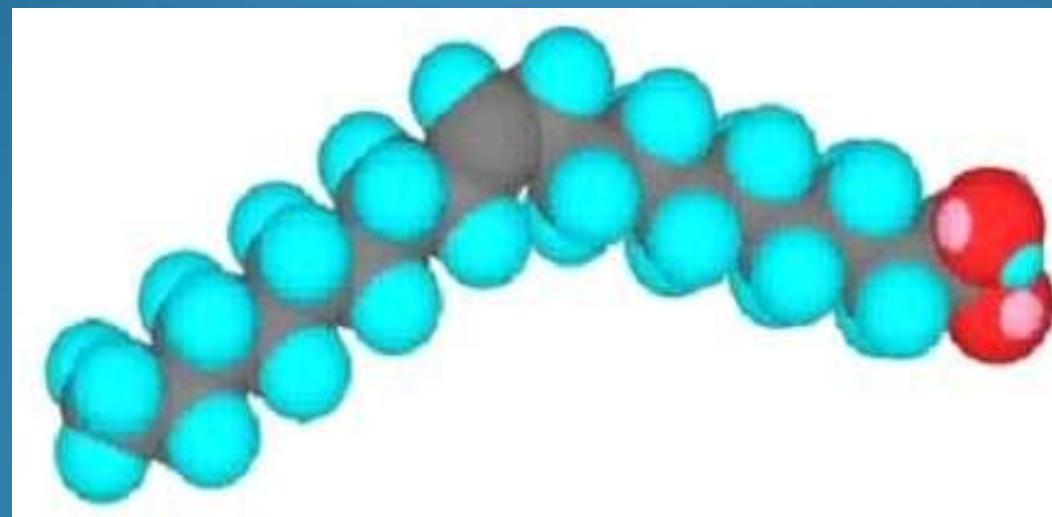


# LIPIDI



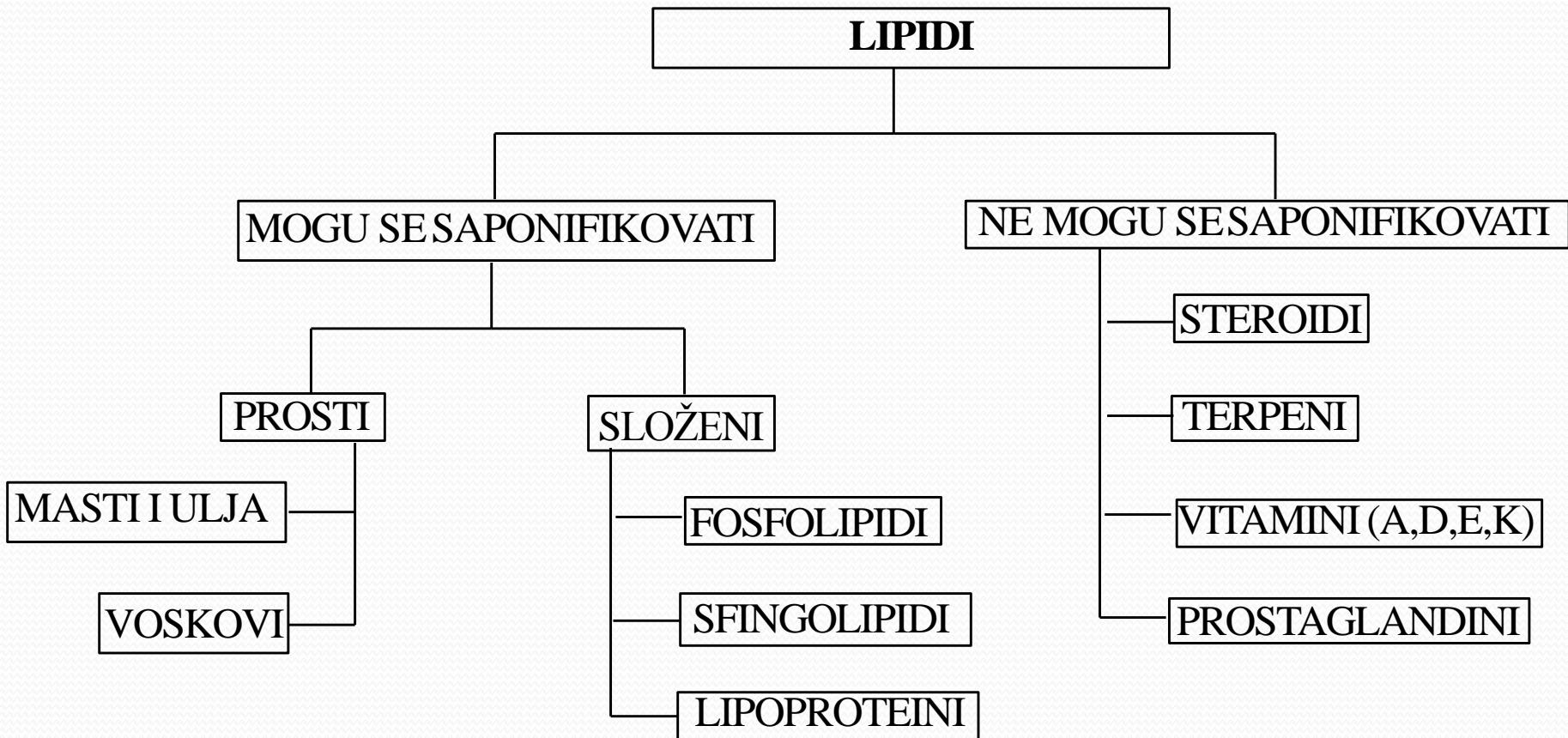
# Lipidi

- Pod nazivom lipidi podrazumeva se velika grupa raznorodnih jedinjenja, koja se nalaze u biljnim i životinjskim tkivima,
- nerastvotljiva u vodi, a dobro rastvorljiva u nepolarni
- organskim rastvaračima (etar, benzen, petroletar i dr.)
- Ime im potiče od grčke reči **lipos** – mast

# ULOGA LIPIDA

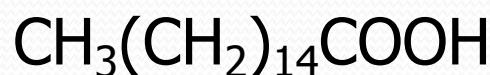
- glavna strukturalna komponenta ćelijskih membrana,
- imaju zaštitnu ulogu (na primer kod kože, listova biljaka),
- čine važnu grupu rezervnih materija za čuvanje energije kod organizama itd.
- ispoljavaju hormonsko ili vitaminsko delovanje.

# PODELA LIPIDA

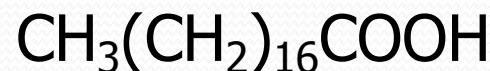


# MASNE KISELINE

- U prirodnim lipidima su nađene masne kiseline sa 4-32 C-atoma, ali su najbitnije one sa 16 i 18 C-atoma
- **ZASIĆENE MASNE KISELINE:**



Palmitinska kiselina



Stearinska kiselina

- **NEZASIĆENE MASNE KISELINE:**

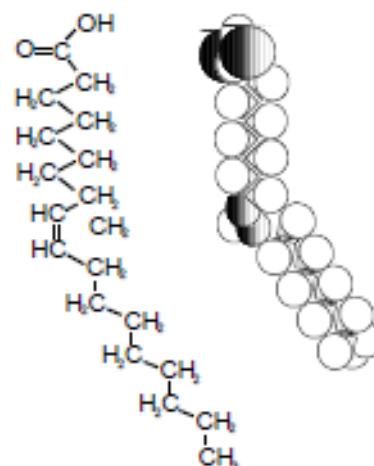
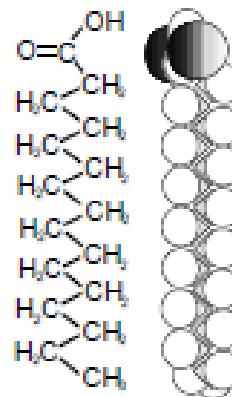
- Nezasićene masne kiseline su normalnog niza i mogu imati jednu ili više (do šest) dvostrukih veza, koje su uvek cis- konfiguracije.

# NEZASIĆENE MASNE KISELINE

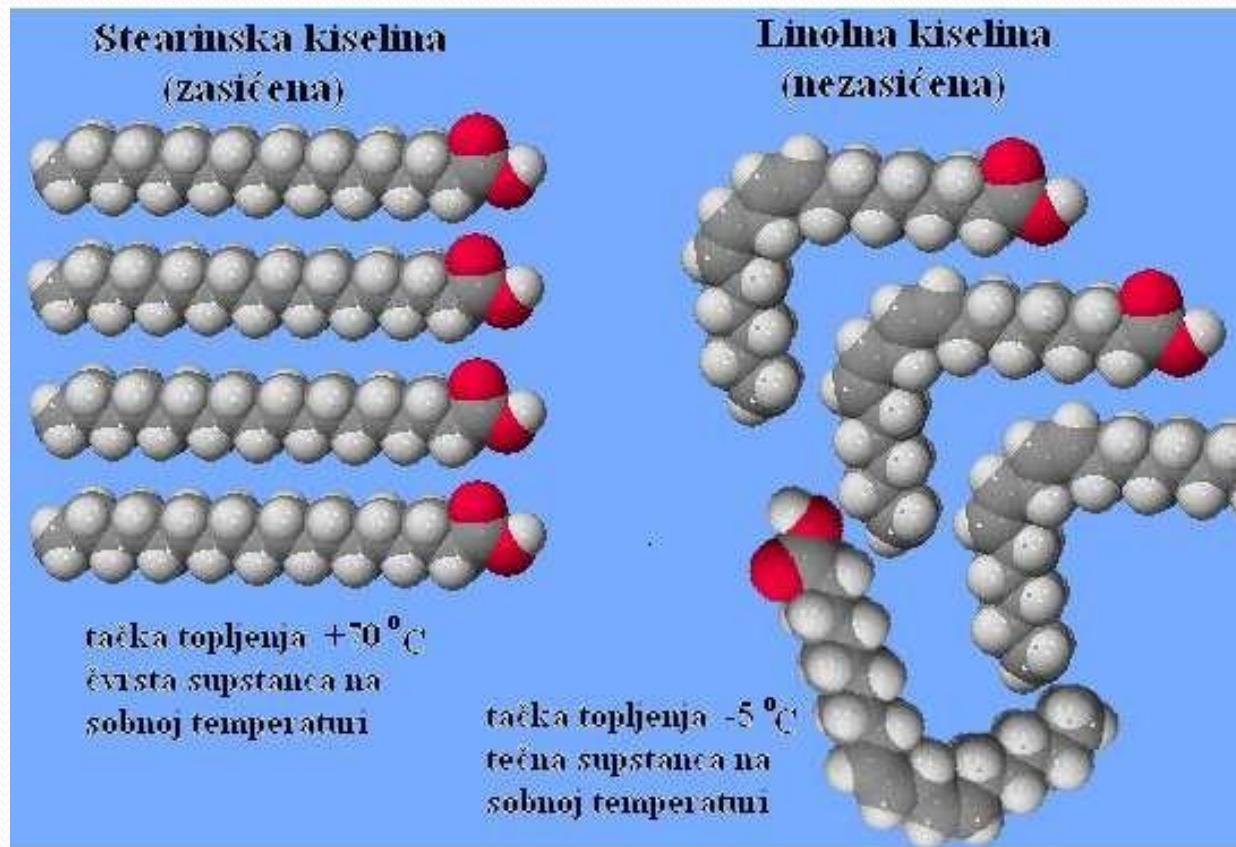
<b>TRIV. NAZ.</b>	<b>BR. C i =</b>	<b>POLOŽ =</b>	<b>FORMULA</b>
Oleinska	C 18:1	9	$C_{17}H_{33}-COOH$
Linolna	C 18:2	9,12	$C_{17}H_{31}-COOH$
Linoleinska	C 18:3	9,12,15	$C_{17}H_{29}-COOH$
Arahidonska	C 20:4	5,8,11,14	$C_{19}H_{31}-COOH$

# Zasićene i nezasićene masne kiseline

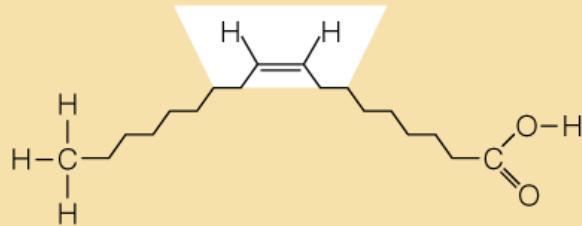
- Zasićene masne kiseline
  - Nema dvostrukih veza
  - Molekule su “prave”
- Nezasićene masne kiseline
  - Sadrže najmanje jednu dvostruku vezu
  - Dvostruka veza uzrokuje savijanje molekule



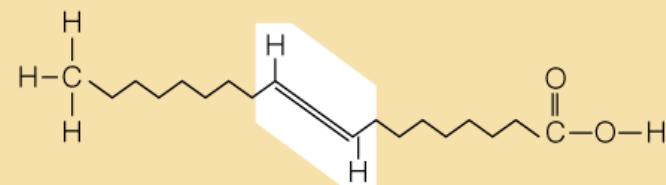
# Zasićene i nezasićene masne kiseline



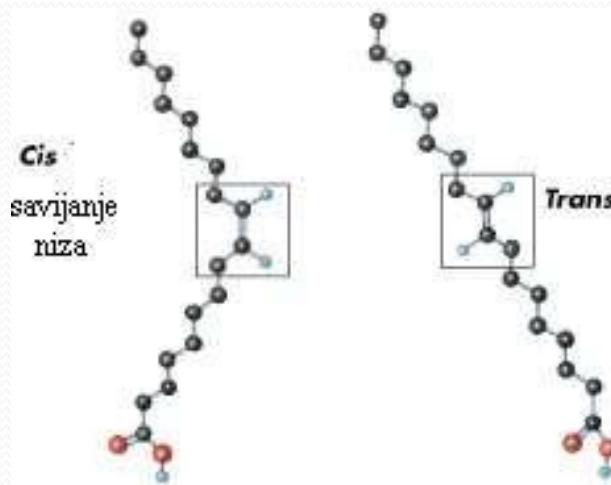
# Cis i trans nezasićene masne kiseline



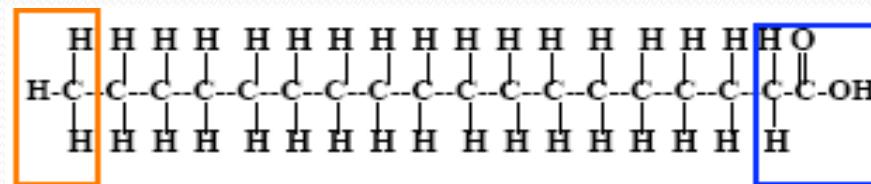
*cis* - masne kiseline



*trans* - masne kiseline

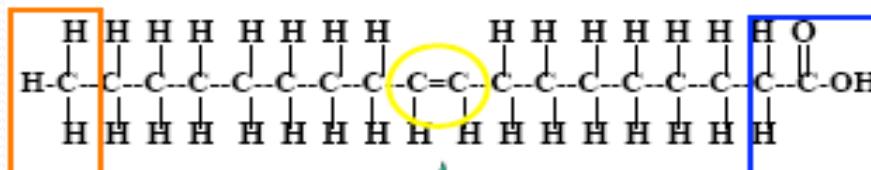


# Struktura masnih kiselina



omega kraj

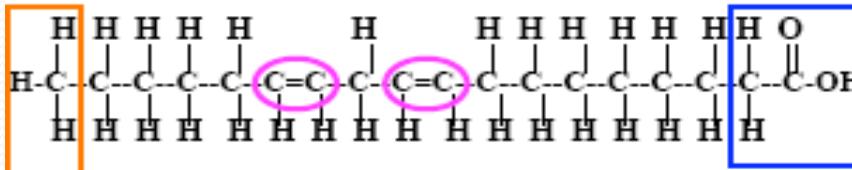
alfa kraj



omega kraj

alfa kraj

jedna dvostruka veza



omega kraj

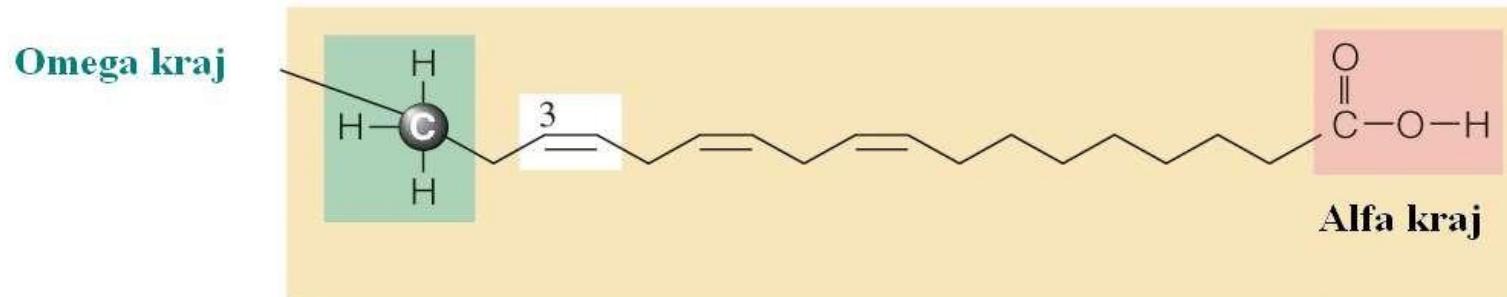
alfa kraj

dve i više dvostrukih veza

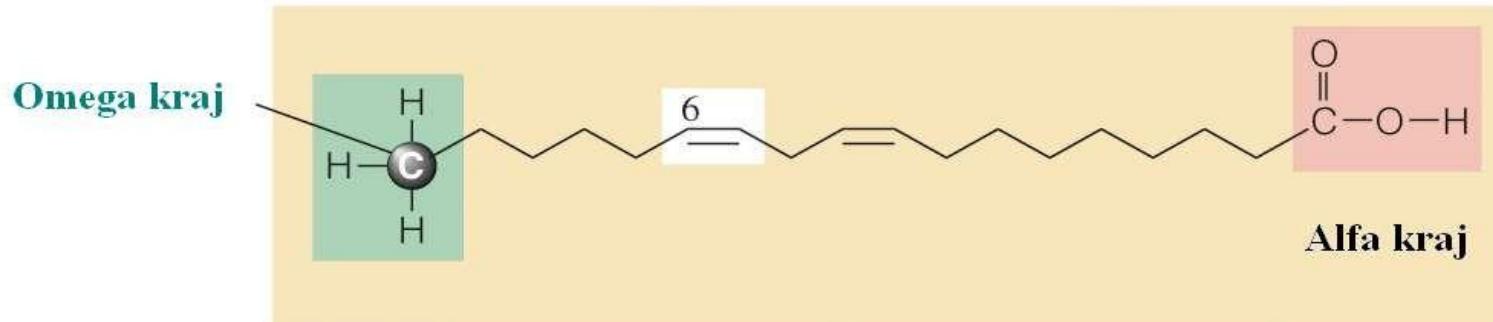
# Omega-3 i omega-6 masne kiseline esencijelne masne kiseline



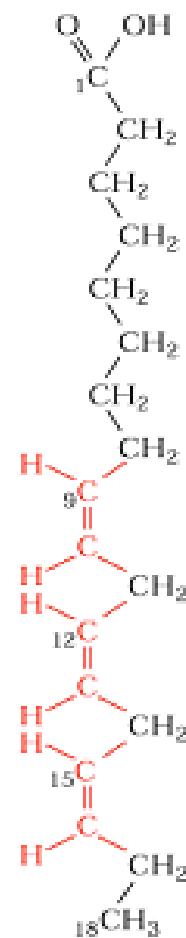
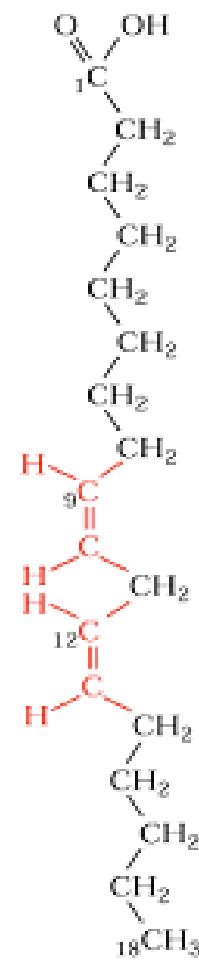
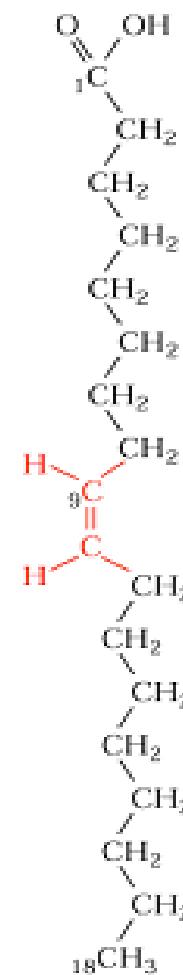
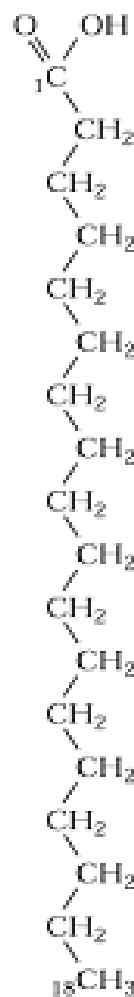
## Linoleinska kiselina - omega-3 masna kiselina



## Linolna kiselina - omega 6 masna kiselina



# Strukture nekih C18 masnih kiselina



Stearinska Oleinska

Linolna Linoleinska

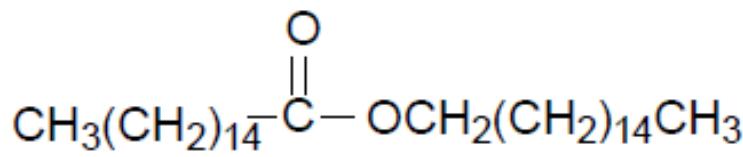
# VOSKOVI

- Voskovi su estri viših masnih kiselina s višim monohidroksilnim alkoholima.
- kiseline i viši alkoholi imaju od 8 do 36 C atoma
- obično paran broj a niz C-atoma nije račvast.
- voskovi pored ovih estara sadrže i značajan udeo primesa (i do 50%) koje se sastoje od oksikarboksilnih kiselina, slobodnih alkohola, ugljovodonika i smolastih materija.
- osobine prirodnih voskova nisu određene osobinama estara koji ih sačinjavaju, nego osobinama primesa s obzirom na njihov udeo

# PODELA I ULOGA VOSKOVA

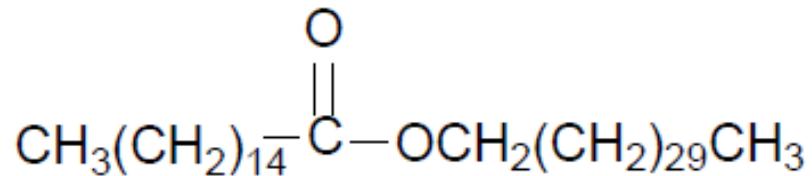
- voskovi se dele na životinjske i biljne
- kod čoveka i životinja voskovi su sastavni deo zaštitnog premaza na koži
- kod ovaca mast iz vune (lanolin) sprečava kvašenje vune
- kod biljaka voskovi na površini lista čine zaštitni sloj koji sprečava isušivanje biljaka

## NAJPOZNATIJI VOSKOVI



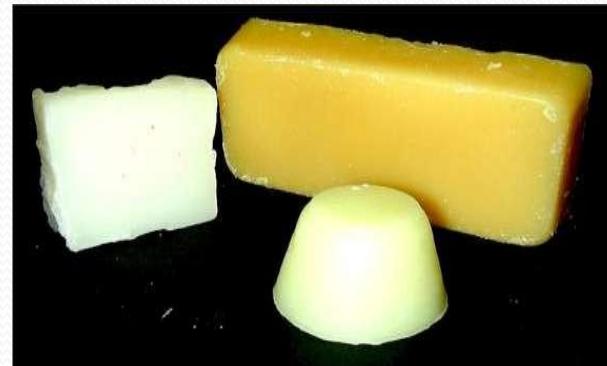
CETILPALMITAT

(izolovan iz kitove glave)



MIRICILPALMITAT

(u pčelinjem vosku)



# Masti i ulja - triacilgliceroli

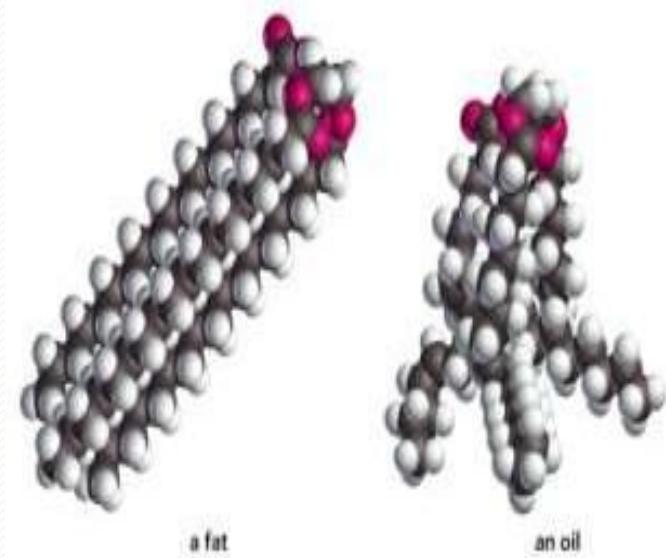
- **Masti i ulja** (neutralne masti, triacilgliceroli) su estri viših masnih kiselina i trohidroksilnog alkohola glicerola.
- Triacilgliceroli čvrstog ili polučvrstog agregatnog stanja na sobnoj temperaturi se nazvaju **mastima** dok tečni triacilgliceroli na istoj temperaturi **uljima**
- Ulja sadrže veći udeo nezasićenih masnih kiselina



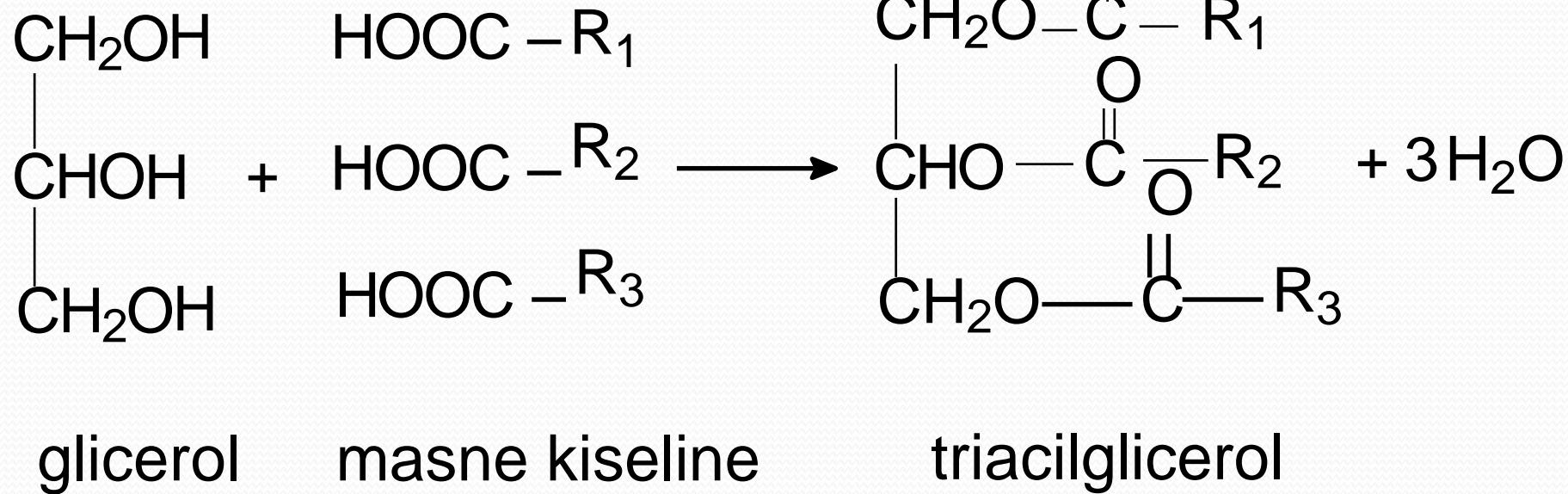
# Masti i ulja

Zašto vrsta masnih kiselina određuje agregatno stanje masti i ulja?

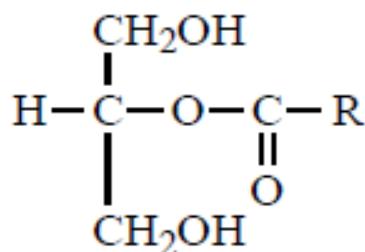
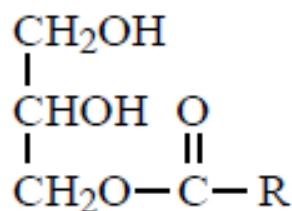
- Dvostruka veza uzrokuje savijanje molekule → ne mogu biti “spakovane tako blizu kao zasićene → manje van der Walsovih sila
- Ovo čini ulja tečnijim na sobnoj temperaturi → zbog toga ulja imaju nižu tačkutopljenja



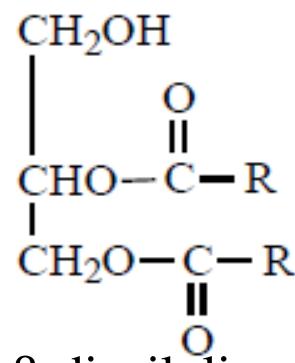
# Nastajanje molekula triacilglicerola esterifikacija



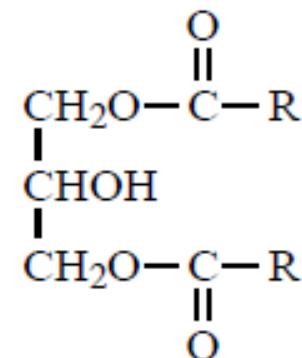
# Mono i diacilgliceroli



$\alpha$ -monoacilglicerol



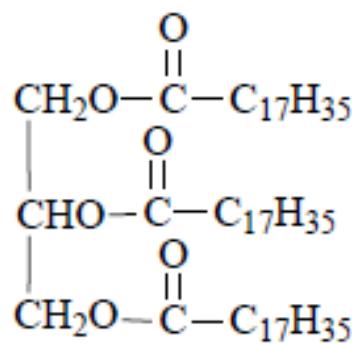
$\alpha,\beta$ -diacilglicerol



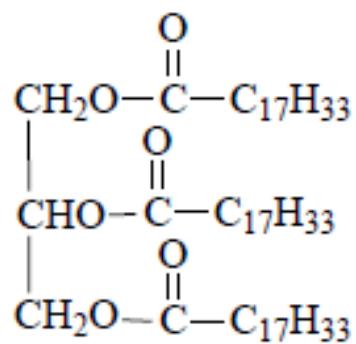
$\alpha,\alpha$ -diacilglicerol

## PROSTI I MEŠOVITI TRIACILGLICEROLOVI

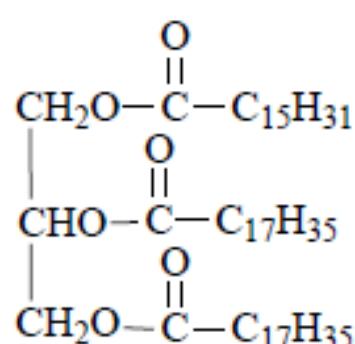
- ukoliko se za glicerol vežu tri iste masne kiseline takvi triacilgliceroli se nazivaju prosti a
- ako su molekuli masnih kiselina različiti onda su to mešoviti triacilgliceroli



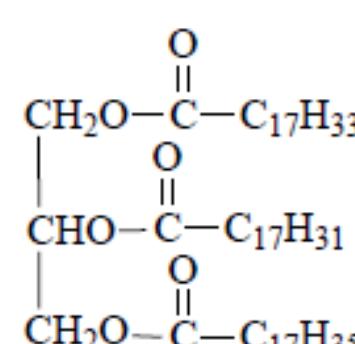
Tristearoilglicerol  
(tristearin)  
Prost triacilglicerol



Trioleoilglicerol  
(trilein)



1-palmitooldistearoilglicerol  
(1-palmitodistearin)

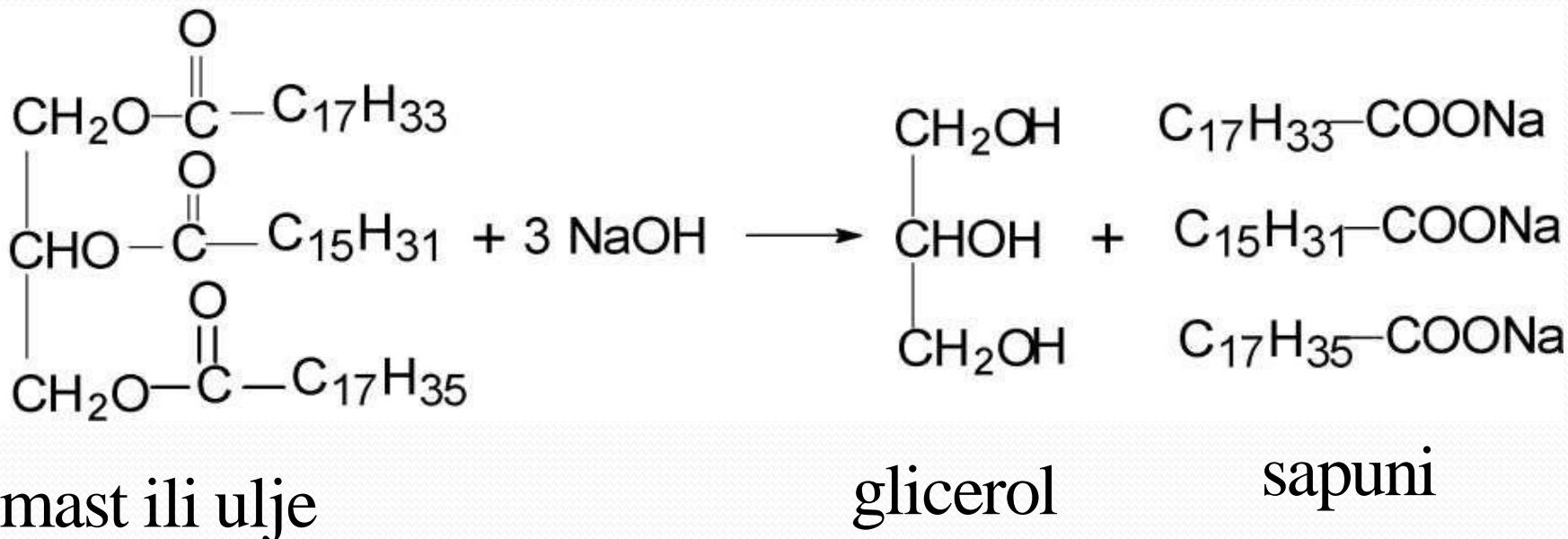


1-Olenoil-2-palmitoil-3-stearoilglicerol  
(1-oleo-2-palmito-3-stearin)  
Mešovit triacilglicerol

# HEMIJSKE OSOBINE I KARAKTERISTIKE MASTI I ULJA

- Saponifikacija masti i ulja
- Transesterifikacija
- Hidrogenacija ulja
- Užegnuće masti i ulja
- Polimerizacija ulja
- Karakteristike masti i ulja (saponifikacioni i jodni broj)

# SAPONIFIKACIJA MASTI I ULJA



- Sapuni u vodenom rastvoru reaguju BAZNO jer HIDROLIZUJU

# Sapuni i detergenti

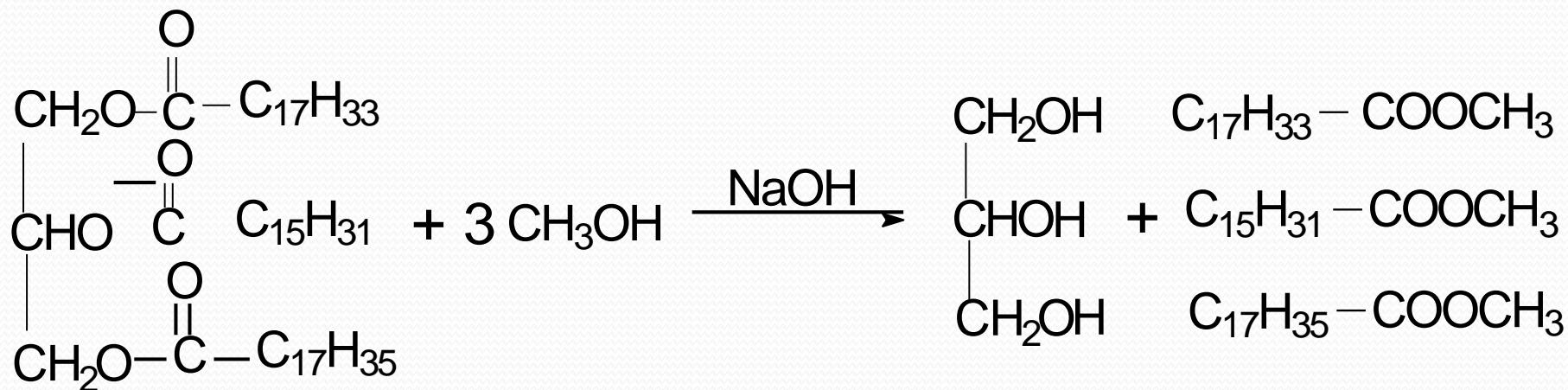
REP

GLAVA



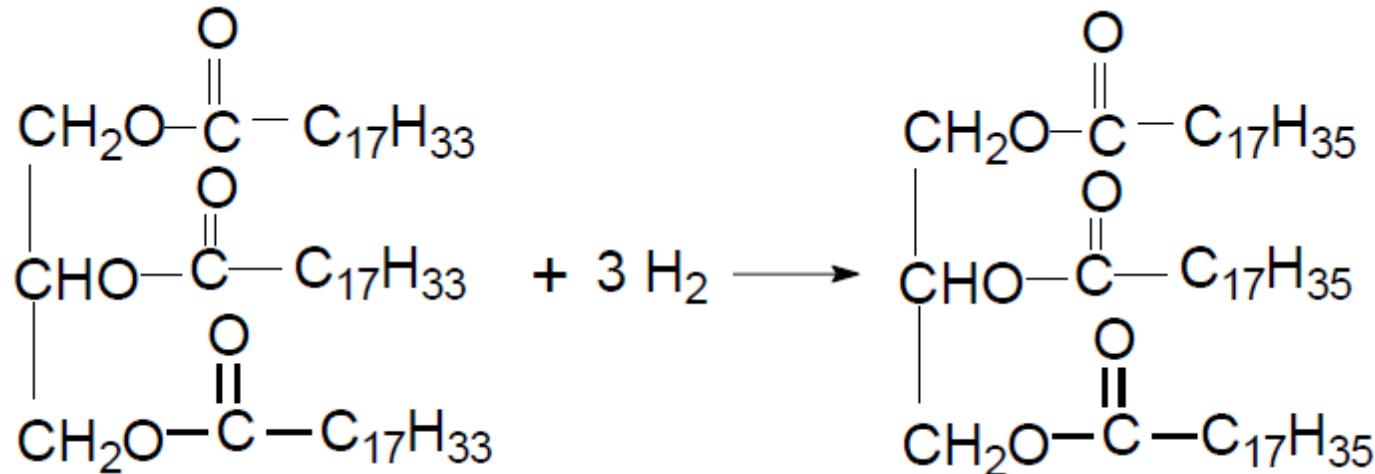
$$m + n = 9 - 12$$

# TRANSESTERIFIKACIJA



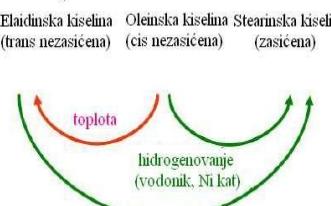
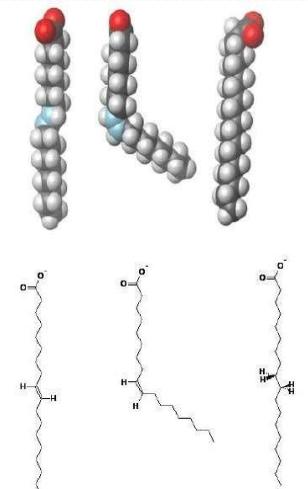
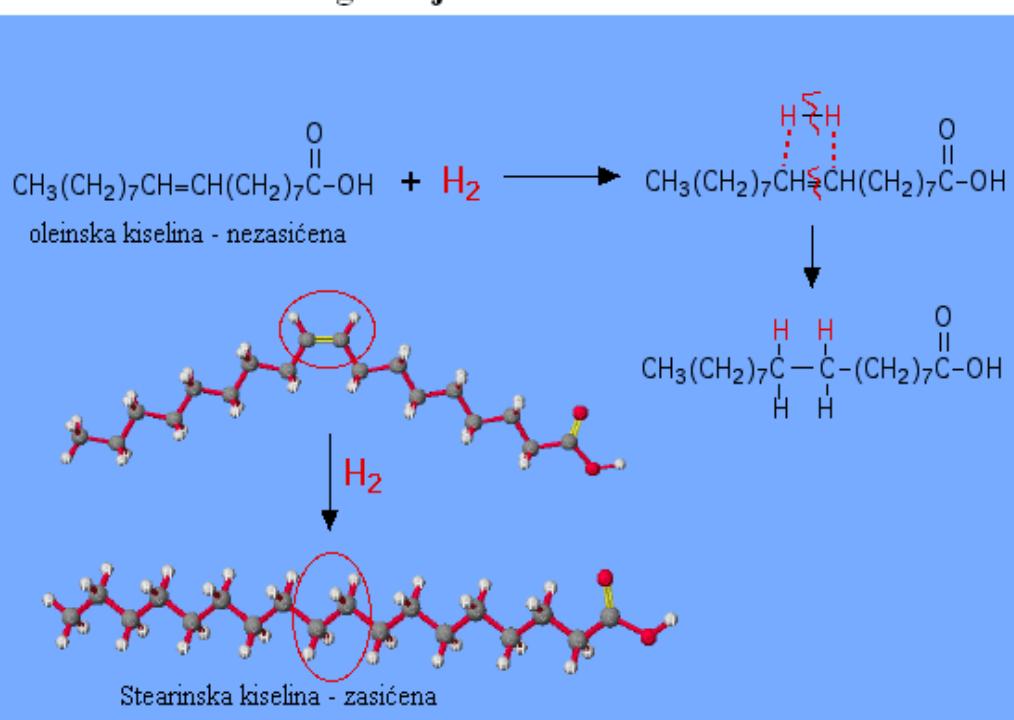
## HIDROGENACIJA ULJA

Tokom ove reakcije dolazi do adicije vodonika na dvostruke veze nezasićenih masnih kiseline i one prelaze u zasićene:



# HIDROGENACIJA

## Hidrogenacija oleinske kiseline

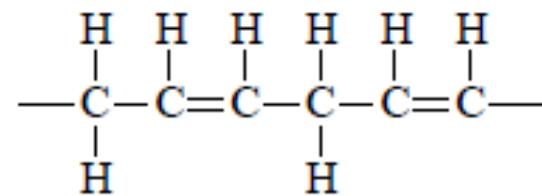


## UŽEGNUĆE MASTI I ULJA

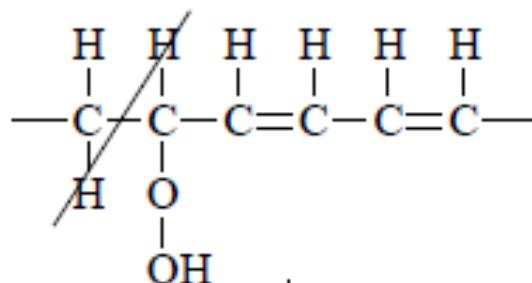
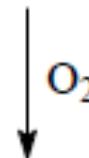
- Nastaje usled prisutva nezasićenih masnih kiselina,
- pri dužem stajanju na vazduhu dolazi do oksidacije
- nastaju složene smeše raznih isparljivih aldehida, ketona i nižih masnih kiselina
- masti i ulja poprimaju neprijatan miris
- uzročnici ovog nepoželjnog procesa mogu biti mikroorganizmi
- antioksidanti



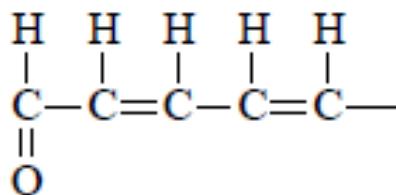
# UŽEGNUĆE MASTI I ULJA



Polinezasicene  
masne kiseline



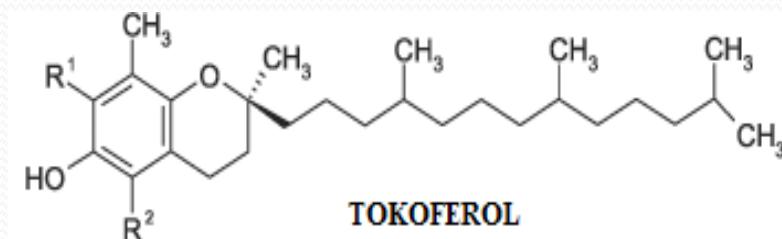
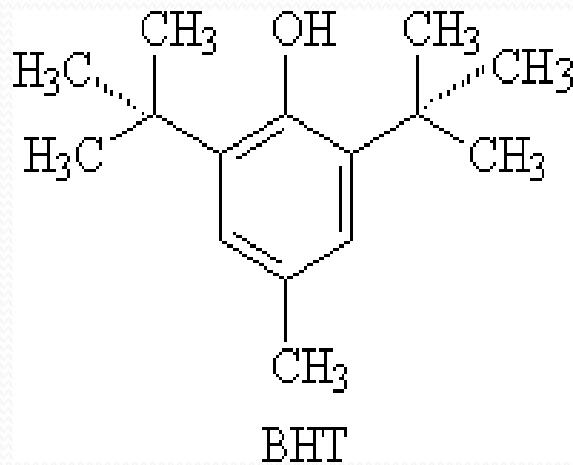
Peroksidi  
bez mirisa  
veoma reaktivni



Aldehidi  
Izrazit miris  
veoma reaktivni

# Antioksidansi

Da bi se masti i ulja, koji su značajan činilac ishrane ljudi, što duže sačuvala, upotrebljiva dodaju im se supstance koje znatno usporavaju proces oksidacije masti, **antioksidanti**.



	R <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>
α-	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>
β-	H	CH <sub>3</sub>
γ-	CH <sub>3</sub>	H
δ-	H	H

# KARAKTERISTIKE MASTI I ULJA

- najbitnije hemijske karakteristike masti i ulja su prisustvo estarske veze (mogućnost saponifikacije) i nezasićenost.
- **Saponifikacioni broj** predstavlja broj milograma kalijumhidroksida koji je potreban za potpunu saponifikaciju jednog grama masti i ulja.
- **Jodni broj** je merilo stepena nezasićenosti masti i ulja i definiše se kao broj grama joda koji adira sto grama masti ili ulja.

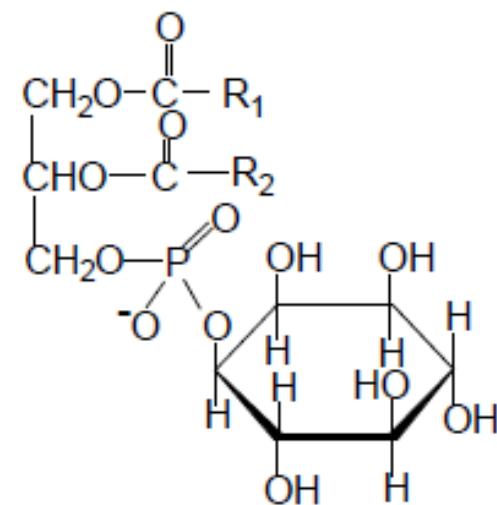
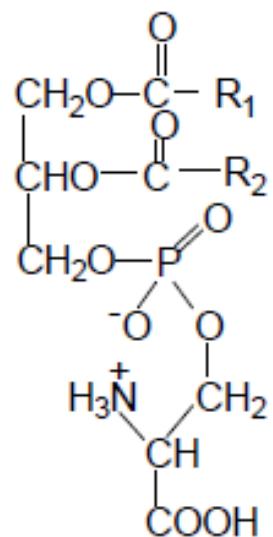
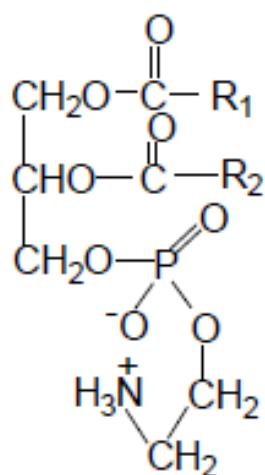
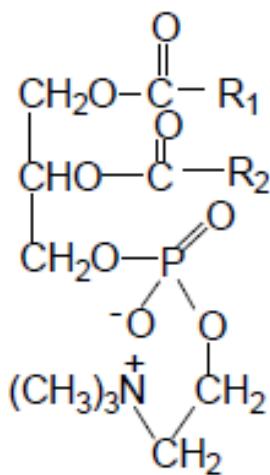
# SLOŽENI LIPIDI

- Hidrolizom daju više od dve vrste jedinjenja.
- Predstavljaju heterogenu grupu koja ima niz zajedničkih fizičkih i hemijskih osobina
- Osnovne su komponente ćelijskih membrana, a svojim osobinama omogućavaju njihove biološke funkcije
- Na osnovu proizvoda hidrolize podeljeni su na:
  1. *FOSFOLIPIDE*
  2. *SFINGOLIPIDE*
  3. *LIPOPROTEINE*

# FOSFOGLICERIDI

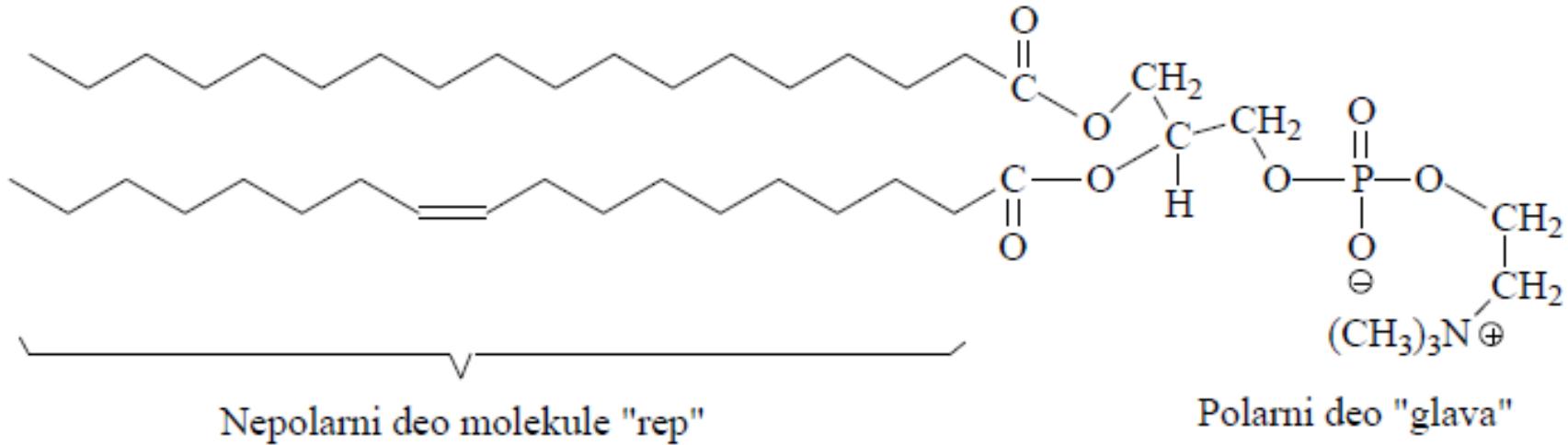
- Obavezni su sastojak ćelijskih membrana i imaju značajnu strukturnu ulogu.
- Potpunom hidrolizom fosfoglicerida nastaje:
- glicerol
- više masne kiseline
- fosforna kiselina
- alkoholna komponenta

## STRUKTURE FOSFOGLICERIDA



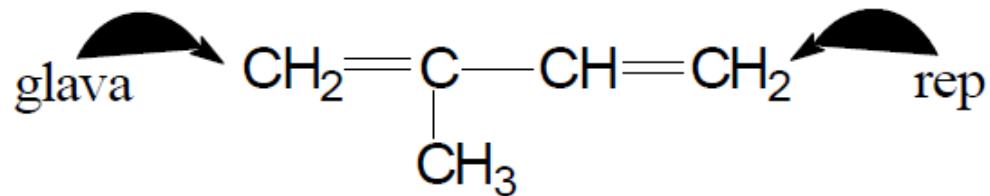
## MOLEKULE FOSFOGLICERIDA SU AMFIFILNE

Najvažnija osobina fosfoglicerida je njihova bifilnost, koja je uslovljena prisustvom u molekulu kako nepolarnih, hidrofobnih, a tako i polarnih, hidrofinih, disosovanih grupa.



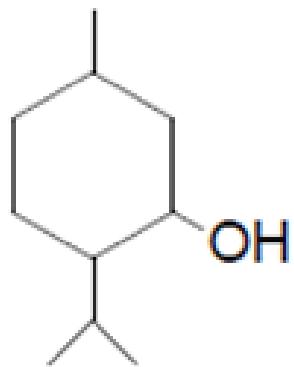
# PROSTI LIPIDI, TERPENI

- Terpeni spadaju širu grupu jedinjenja koja se nazivaju izoprenoidi a sastavljeni su od izoprenskih jedinki, takozvane C5 jedinke, koje se ponavljaju u veoma različitim otvorenim i prstenastim strukturama.
- Struktorna formula izoprena, (2-metil-1,4-butadien)

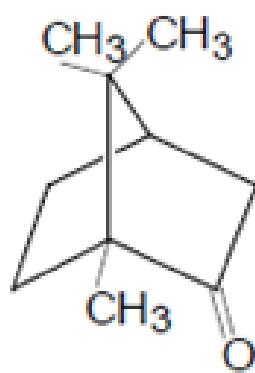


## NEKI PRIMERI TERPENA

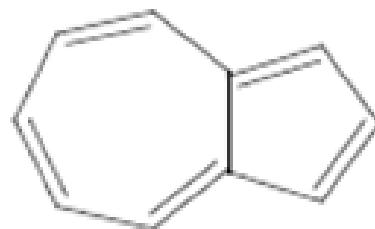
- sastojak etarskih ulja mnogih biljaka (nane, limuna, ruže itd.):



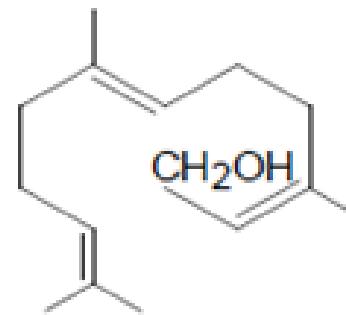
mentol



kamfor  
(kamforovo drvo)



azulen  
(etarsko ulje kamilice)

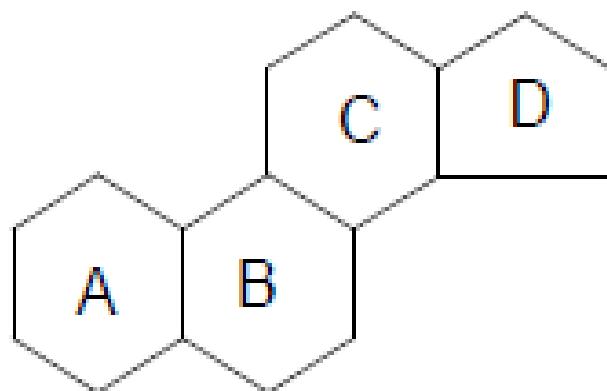


farnezol  
(miris pokošenog sena)

- daju mnogim biljkama i cveću miris, pa se i danas koriste za izradu mirisa i parfema u kozmetici, a takođe kod izrade začina.

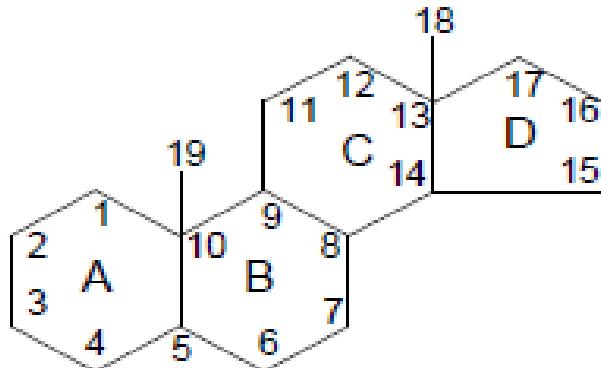
## STEROIDI

- Heterogena grupa jedinjenja za koje je zajedničko da sadrže policiklični skelet – ciklopantanoperhidrofenantren
- Ubrajaju se u lipide zbog toga što ih prate u biološkim sistemima i što su nerastvorni u vodi, a rastvorni u slabo polarnim organskim rastvaračima.



# STEROIDI

- Svi prirodni steroidi imaju metil-grupe u položajima 10 i 13
- U položaju 17 imaju alifatični niz (ugljevodonični ostatak sa nekom funkcionalnom grupom ili bez nje)
- U položaju 3 imaju neku kiseoničnu funkciju
- Ugljevodonik **steran** sa odgovarajućom numeracijom C atoma:

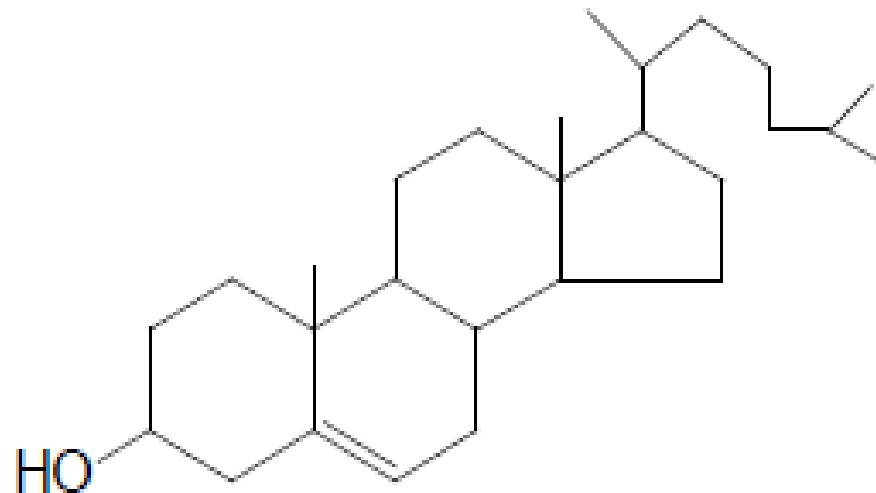


# STEROIDI

Po poreklu se dele:

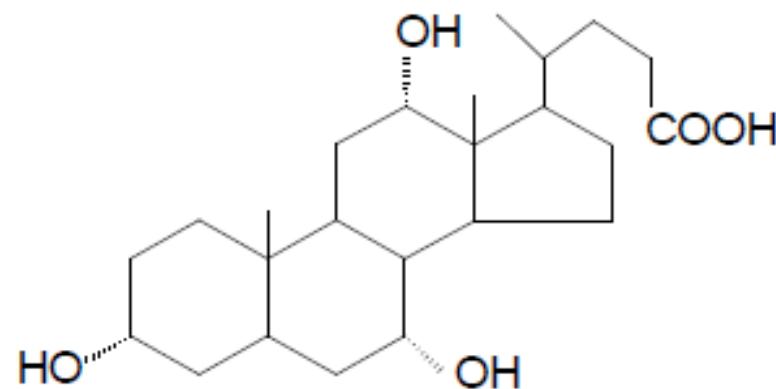
- na životinjske sterole – zoosterole i
- biljne – fitosterole.

Tipični predstavnik zoosterola je holesterol:



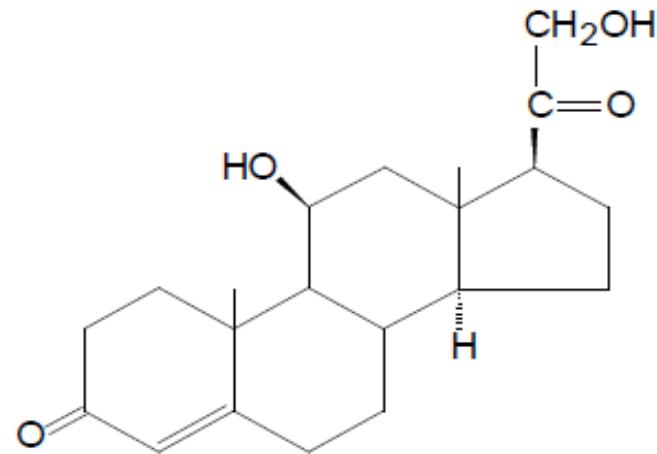
## ŽUČNE KISELINE, HOLNA KISELINA

- Žučne kiseline su steroidna jedinjenja koja sadrže karboksilnu grupu i nekoliko hidroksilnih grupa.
- ulaze u sastav žuči i u organizmu potpomažu iskorišćavanje lipida unetih hranom tako što vrše njihovo emulgovanje te su oni podložniji delovanju lipaza
- U žuči čoveka najzastupljenija je **holna kiselina** koja sadrži tri -OH grupe.



# Steroidni hormoni

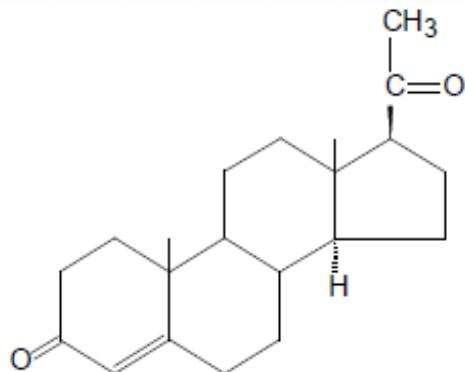
- Steroidne hormone delimo u dve grupe:
  - kortikosteroidi i
  - polni hormoni.
- Kortikosteroidi (poznato ih je oko 40) sintetišu se u kori nadbubrežne žlezde i učestvuju u regulaciji metabolizma ugljenih hidrata i soli.



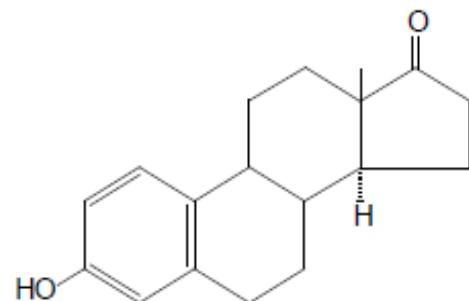
Kortikosteron

## Polni hormoni

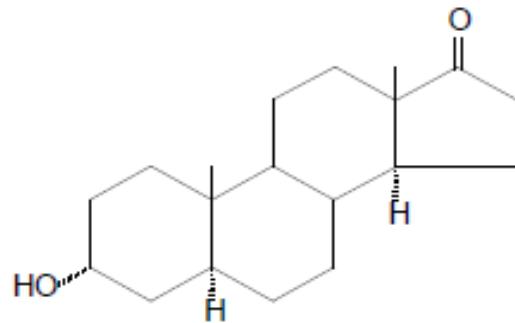
- Polni hormoni sintetišu se u polnim žljezdama i regulišu polne funkcije, dele se na:
  - ženske (estrogeni i gestageni) i
  - muške (androgeni) polne hormone.



Progesteron



Estron



Androsteron