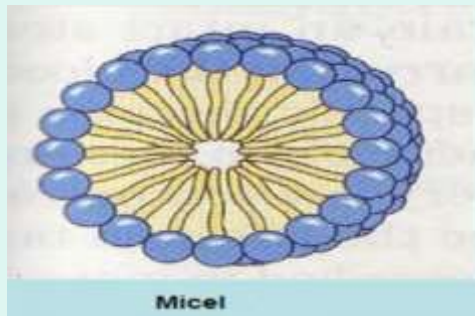


LIPIDI

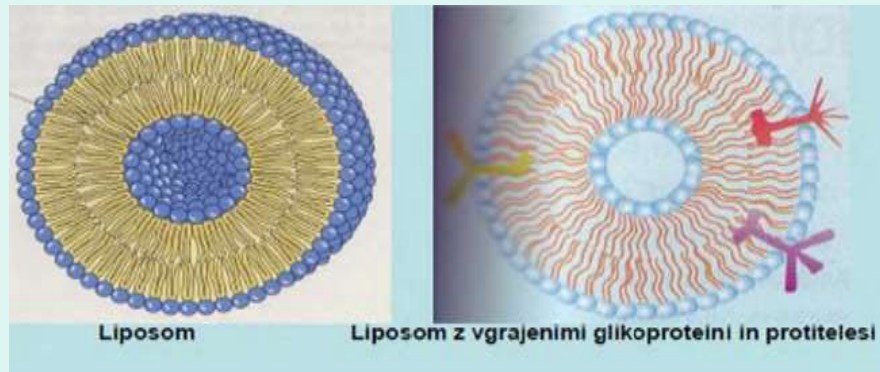
Predmet biokemija

LIPIDI SO RAZNOLIKA SKUPINA MOLEKUL Z MAJHNO MOLEKULSKO MASO

- med lipide spadajo maščobe, olja, sestavine bioloških membran, kofaktorji, barvila za absorpcijo svetlobe, prenašalci elektronov, hormoni, itd.
- značilna je **slaba topnost v vodi** (hidrofobne ali amfoterne)

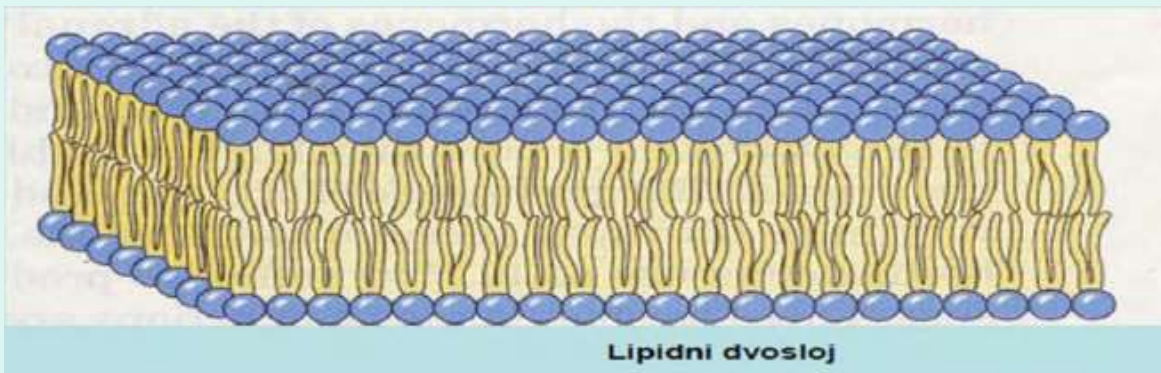


Micel



Liposom

Liposom z vgrajenimi glikoproteini in proteolizi



Lipidni dvosloj

Lipide razvrščamo glede na biološko vlogo

1. skladiščne-zalogo energije

- triacilgliceroli (maščobe)
- voski

2. strukturne ali membranske

- glicero-fosfolipidi
- sfingolipidi

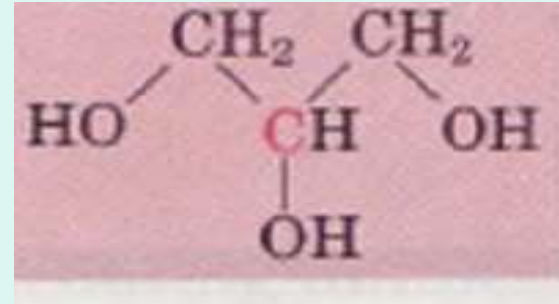
3. lipide s specifično biološko aktivnostjo

- steroidni hormoni
- žolčne kisline
- holesterol

Skladiščni lipidi:

maščobe in olja (triacil-gliceroli)

so estri glicerola in maščobnih kislin

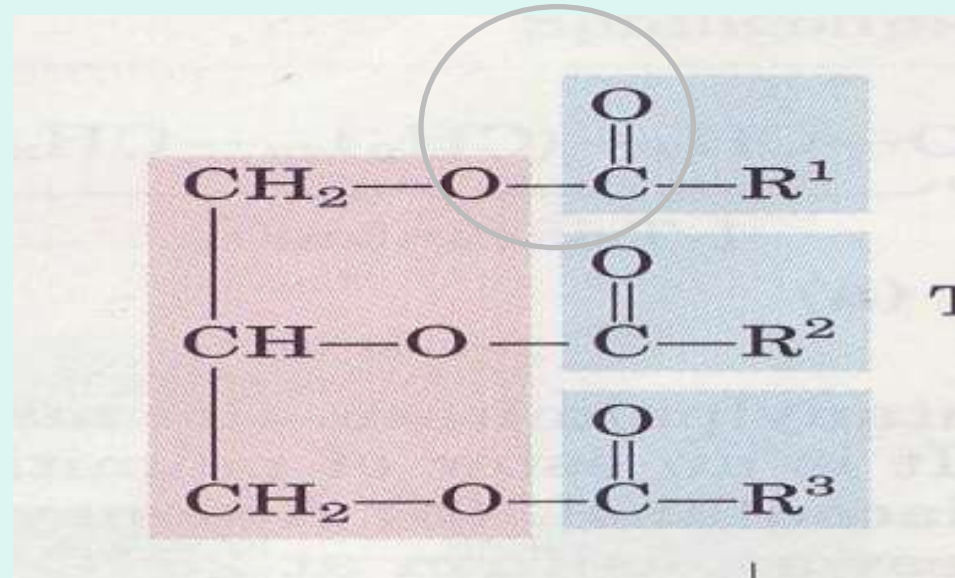


glicerol

Glycerol

- maščobna kislina
- maščobna kislina
- maščobna kislina

Estrska vez med OH skupino glicerola in COOH skupino maščobne kisline

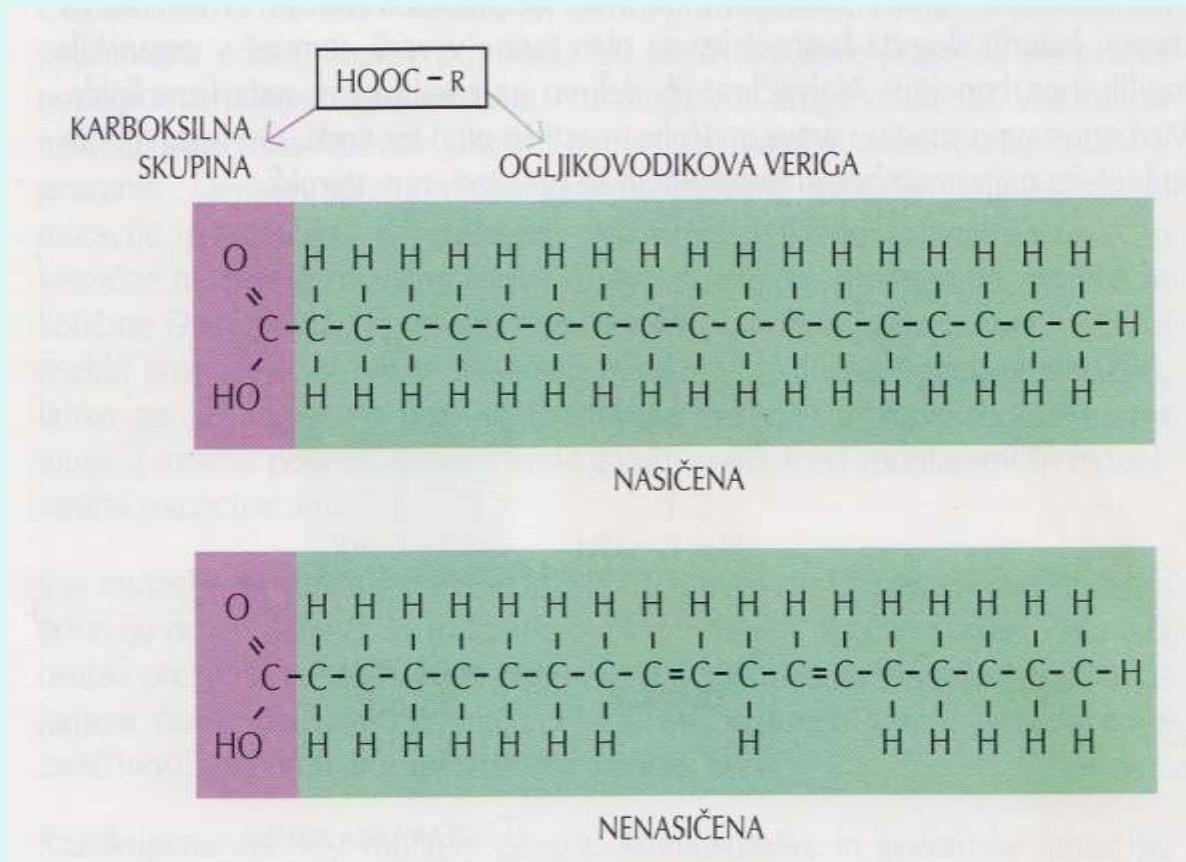


R₁, R₂, R₃ = različne maščobne kisline

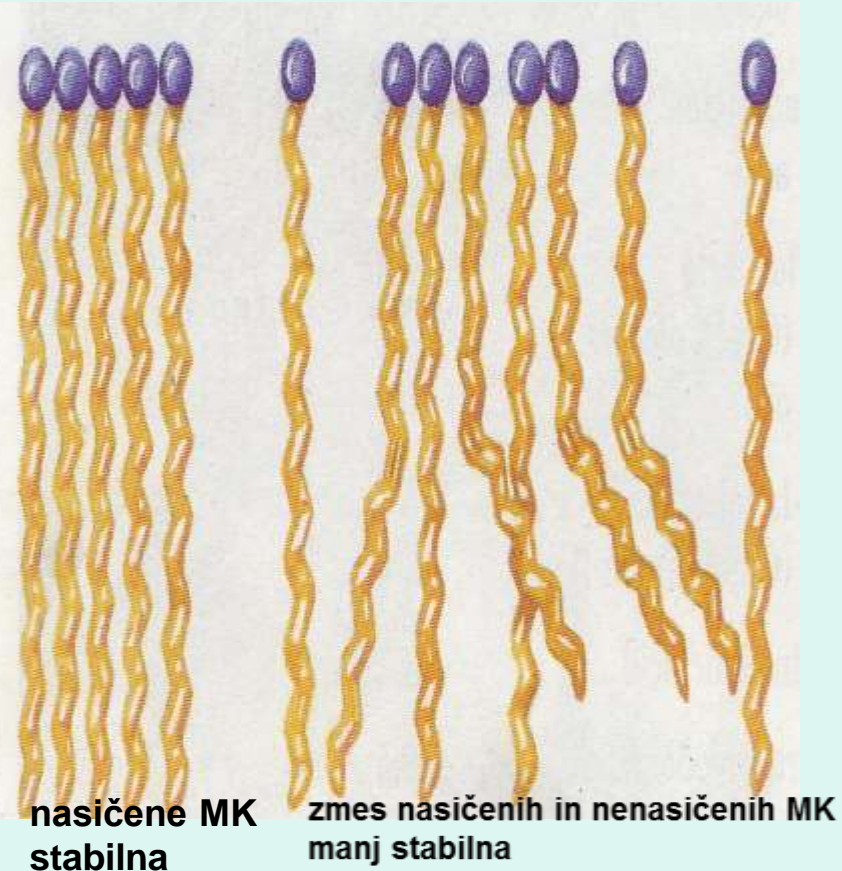
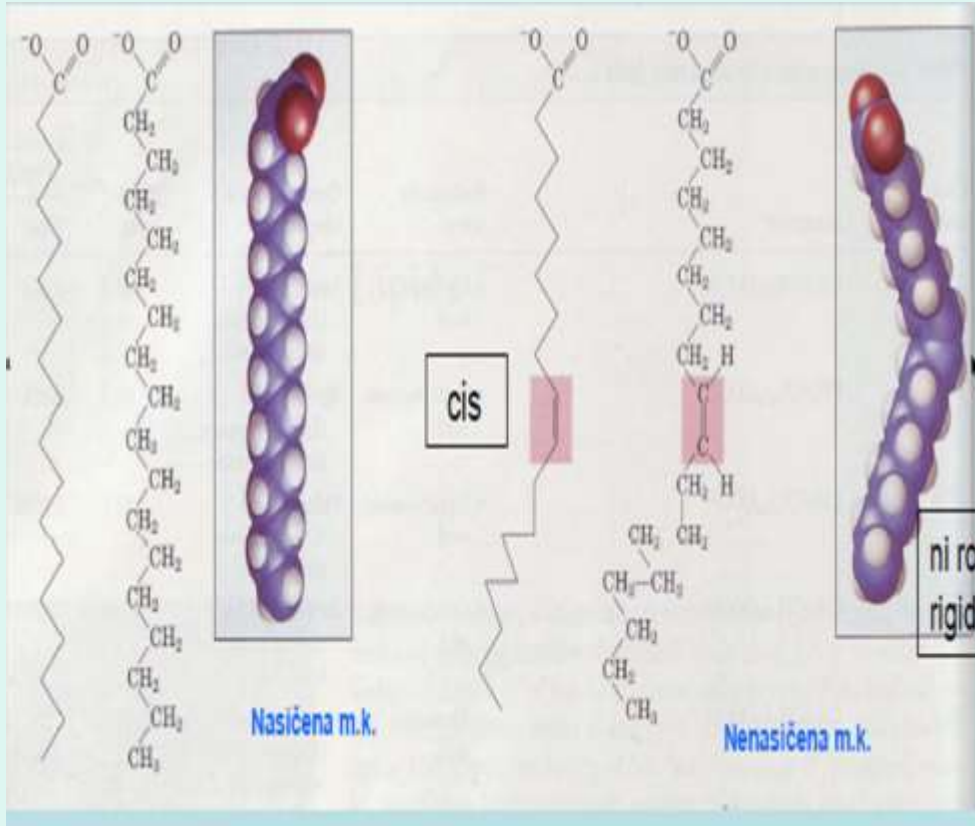
- shranjena je kemijska energija
- toplotna izolacija organizmov

Maščobne kisline ki sestavljajo maščobe

- Imajo
 - **verigo ogljikovodikov** (12-24 C atomov) - nepolarna in nereaktivna
 - **karboksilno skupino** - hidrofilna in zelo reaktivna
- nasičene ali nenasičene



Maščobne kisline



Nasičene MK se bolje pakirajo in dajejo trdne maščobe (masti)
Nenasičene pa so bolj 'neurejene in gibljive' in dajejo olja.

Maščobne kisline

Nasičene MK

R-COOH

Laurinska kisl.	C12:0
Miristinska kisl.	C14:0
Palmitinska kisl.	C16:0
Stearinska kisl.	C18:0

Nenasičene MK

R-CH=CH-(CH₂)_n-COOH

Palmitoleinska kisl	9-C16:1
Oleinska kisl.	9-C18:1
Linolna kisl.	9,12-C18:2
Linolenska kisl	9,12,15-C18:3
Arahidonska kisl.	5,8,11,14-C20:4

Vse dvojne vezi: *cis*-konfiguracija !

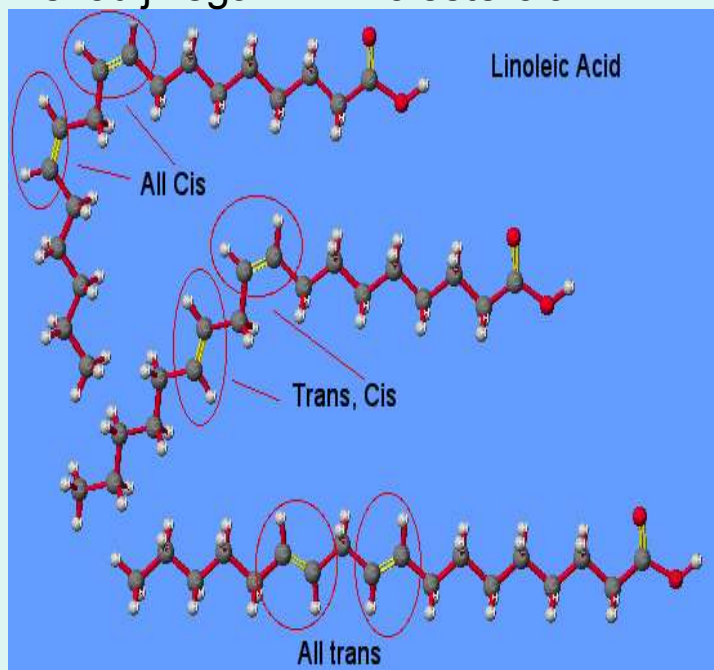
Primerjava *cis* in *trans* konfiguracije

- Če sta vodikova atoma ob dvojni vezi :
 - **na isti strani** je maščobna kis. v ***cis*** konfiguraciji – manj stabilna
 - **na nasprotni strani** je maščobna kis.v ***trans*** konfiguraciji - bolj stabilna

Za večo stabilnost komercialno pretvorijo olja v trde maščobe (margarina), tako da jih termično obdelajo in hidrogenirajo

To povzroči tudi spremembo naravne CIS konfiguracije maščobnih kislin v TRANS.

Uživanje trans-maščobnih kislin škodujejo zdravju : - srčno-žilne bolezni, povišanje škodljivega LDL holesterola



IZDELEK	KOLIČINA TRANS MK %
Krekerji VIC (Kraš)	38,5
Čokoladna torta (Zmajčkov butik)	15,2
Krompirjev čips (Merkator)	2.6
Margarinski namaz (Merkator)	2,1

Nasičene in nenasičene maščobne kisline (MK)

- nasičene: - med ogljikovi atomi so **enojne vezi**
 - so v hrani živalskega izvora,
 - stearinska (C₁₈), palmitinska (C₁₆), lavrinska, (C₁₂) miristinska (14)
 - prevelik delež v prehrani- boleznj srca in ožilja
- nenasičene : - med ogljikovi atomi so tudi **dvojne vezi**
 - rastlinskega izvora (<20% nasičenih in > 80% nenasičenih MK)
 - oleinska je (1x), linolna je (2x), linolenska, arahidonska (4x)

linolna, linolenska in arahidonska so esencialne maščobne kisline

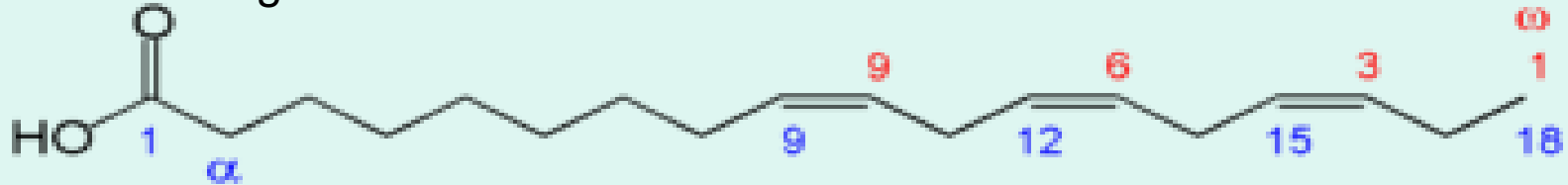
Skupina omega -3 maščobne kisline (EPA in DHA) so večkrat nenasičene, v morski hrani(losos, tuna in skuša). Ugotovili so številne ugodne učinke,

preprečevanje:

- obolenj srca in ožilja
- raka debelega črevesja,dojk in prostate
- zatrdelost sklepov, posledice artritisa
- strjevanje krvi

Esencialne maščobne kisline: organizem jih nujno potrebuje za pravilno delovanje, vendar jih ne more sam sintetizirati. Dobimo jih s prehrano.

Alfa-linolenska kislina (omega-3 maščobna kislina): v rastlinskih oljih; protektivna vloga



Omega-3 maščobne kisline najdemo v morskih organizmih in rastlinskih oljih. Gre za polinenasičene m. kisline, pri katerih se prva dvojna vez (C=C) pojavi za tretjim C-atomom, če začnemo šteti s CH₃-konca (ω-konca,

Gama-linolenska kislina (omega-6 maščobna kislina) arahidonska k. prostagl



Omega-6 maščobne kisline najdemo predvsem v rastlinskih oljih, orehih, avokadu, jajcih. Gre za polinenasičene m. kisline, pri katerih se prva dvojna vez (C=C) pojavi za šestim C-atomom, če začnemo šteti s CH₃-konca (ω-konca, n-konca).

Med omega 3 maščobne kisline spadajo:

alfa-linolenska kislina (ALA) - esencialna
eikozapentaenojska kislina (EPA)
dokozaheksaenojska kislina (DHA)
dokozapentaenojska kislina (omega3) (DPA)

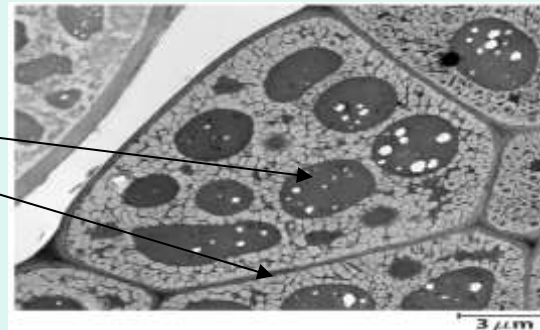
Omega 6 maščobne kisline:

linolna kislina (LA) - esencialna m.k.
arahidonska kislina (AA)
gama-linolenska kislina (GLA)
dihomo-gama-linolenska kislina (DGLA)
dokoza-tetraenojska kislina (DTA)
dokoza-pentaenojska kislina (omega6) (DPA)

Triacil-gliceroli ki vsebujejo:

- večji delež **nasičenih MK** so pri sobni temperaturi trdi (**masti**) pridobljeni so iz živalskega tkiva (40-50% nasičenih MK)
- večji delež **nenasičenih MK**, so pri sobni temperaturi tekoči (**olja**); pridobljeni so iz rastlinskih semen (<20% nasičenih in > 80% nenasičenih MK)
 - glavna naloga je **skladiščenje energije in toplotna izolacija**.
 - so pogosta sestavina prehrane
- maščobe se kvarijo:
 - pride do počasne oksidacija s kisikom iz zraka, postanejo žarke
 - pri premočnem segrevanju se razkrajajo – propenal (akrolein)
- proizvodnja mil, Na ali K soli višjih maščobnih kislin

mašobne kapljice v celicah semen rastline



maščobe so:

- **poglavitni vir energije za večino organizmov, ker:**
 - so najbolj reducirane oblike ogljika v naravi
 - ni potrebna solvatacija
 - majhna prostornina pakiranja
 - primerne snovi za rezervo!
- **dodatne prednosti :**
 - toplotna izolacija (zaščita)

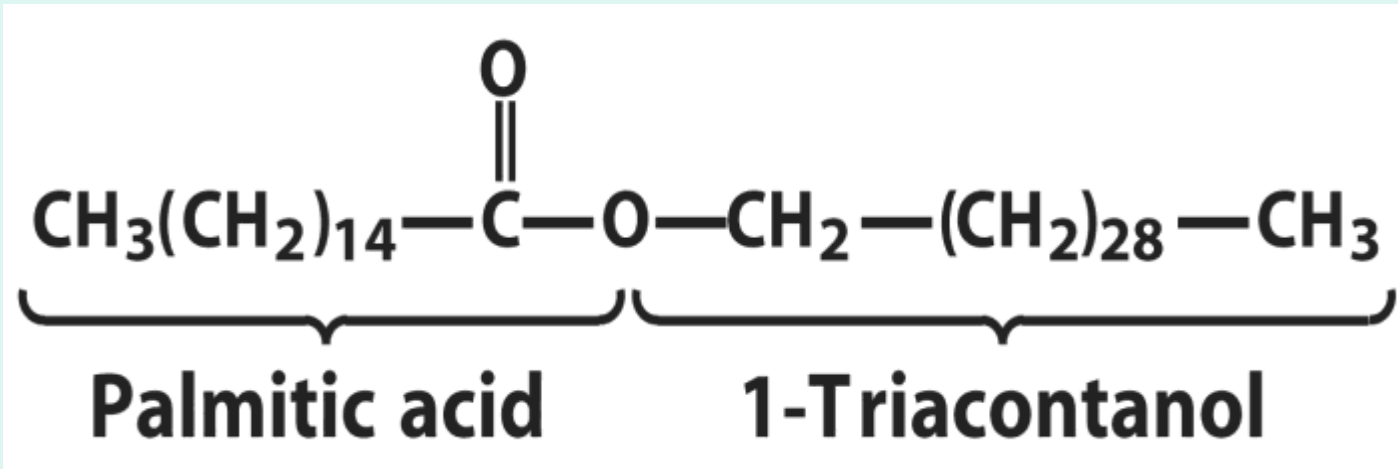


Skladiščni lipidi:

voski so estri maščobnih kislin z višjimi alkoholi

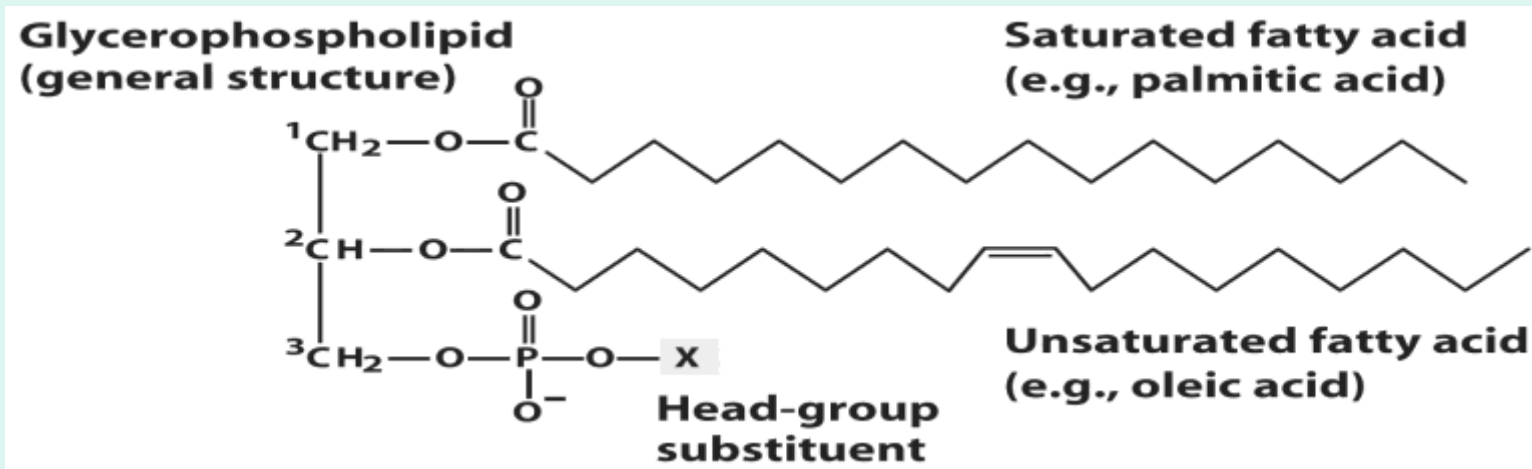
- najdemo jih v rastlinskem in živalskem svetu
- so gradbeni material (čebelji sat)
- so zaščita pred zunanjo vlago : ovce imajo z voski prevlečeno dlako
- listi in plodovi prevlečeni z voski, ki jih ščitijo pred izgubo vode

Primer čebeljega voska



Strukturni ali membranski lipidi:

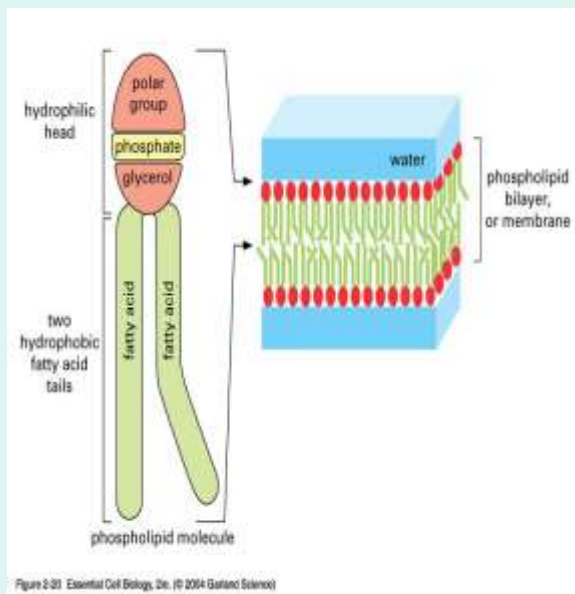
glicerofosfolipidi



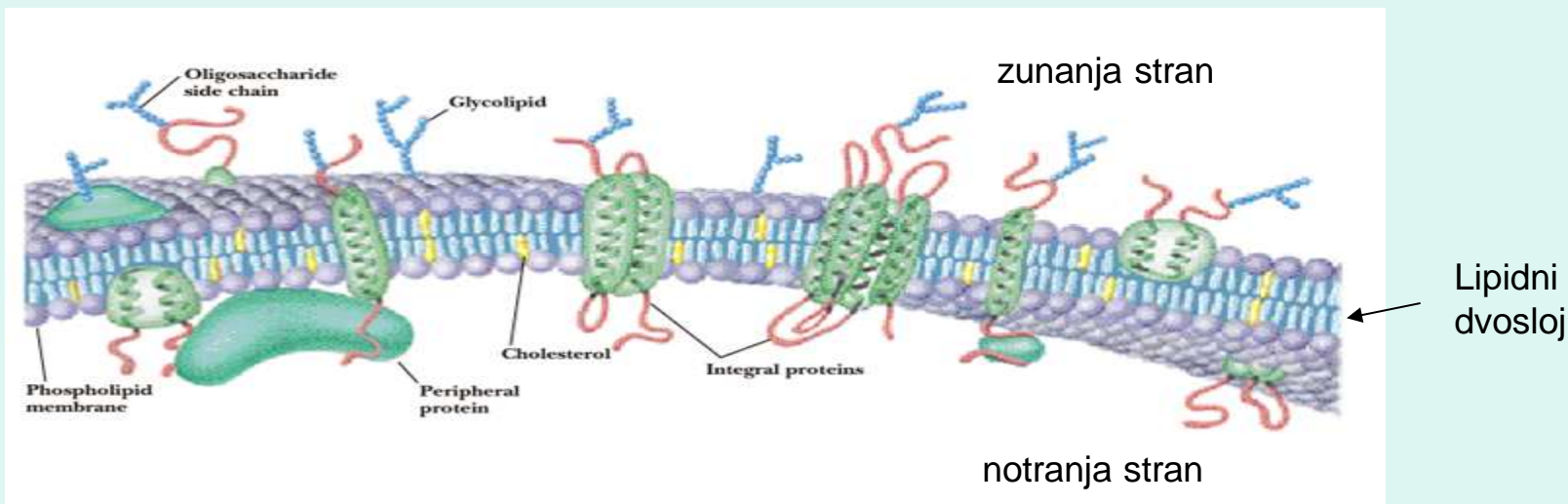
- dve hidroksilni skupini glicerola so zaestreni z maščobnima kislinama
- tretja OH skupina je zaestrena s fosforno kislino, ki je še dodatno zaestrena z aminoalkoholom
- molekula ima polarno glavo in nepolarne rep, ima hidrofilne in hidrofobne lastnosti
- Glicerofosfolipidi so pomembni membranski lipidi, gradijo biološke membrane

Name of X	Formula of X	Name of glycerophospholipid	Net charge (at pH 7)
—	— H	Phosphatidic acid	-1
Ethanolamine	— CH ₂ —CH ₂ —NH ₂	Phosphatidylethanolamine	0
Choline	— CH ₂ —CH ₂ —N ⁺ (CH ₃) ₃	Phosphatidylcholine	0
Serine	— CH ₂ —CH—NH ₃ ⁺ COO ⁻	Phosphatidylserine	-1
Glycerol	— CH ₂ —CH—CH ₂ —OH OH	Phosphatidylglycerol	-1

Fosfolipidna molekula je hidrofilna in hidrofobna



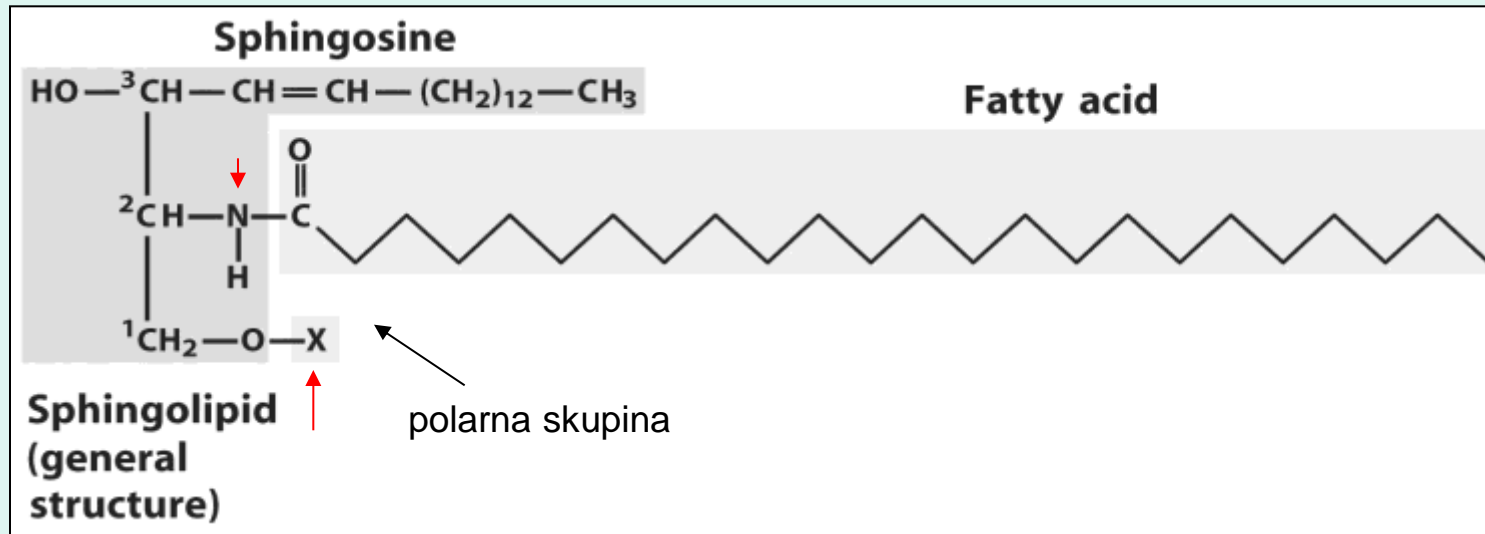
- polaren del molekule dobro topen v vodi (hidrofilni del)
- nepolarne verige maščobnih kislin so v vodi netopne (hidrofobni del)
- fosfolipidi v vodni raztopini spontano tvorijo dvojno plast
- hidrofilni deli lahko z vodo tvorijo vodikove vezi in se obrnejo proti vodi
- hidrofobne verige MK pa so obrnjene v notranjost
- lipidni dvosloj je osnovna struktura membran



BIOLOŠKA MEMBRANA

Strukturni ali membranski lipidi

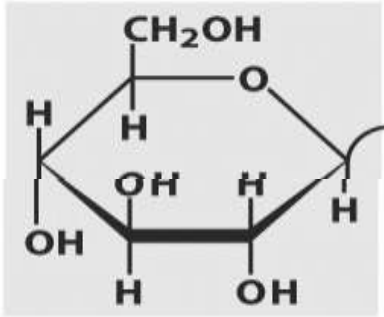

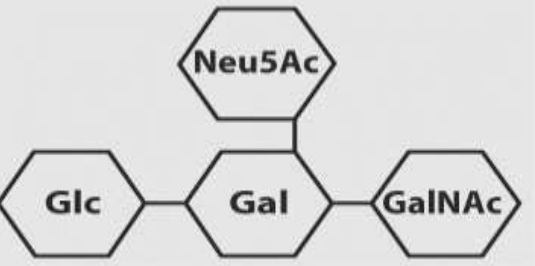
Sfingolipidi



- osnova je *sfingozin*
- dve funkcionalni skupini (aminsko in hidroksilno)

Sfingolipidi pomembni

- membranski lipidi (v membranah možganov in celic živčnega sistema) in za
- prepoznavanje na celični površini (antigenske determinante, receptorska mesta ..)

Ime sfingolipida	X	Struktura X
Ceramidi	vodik	— H
Sfingomielini	fosfoholin	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{P} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{N}^+(\text{CH}_3)_3 \\ \\ \text{O}^- \end{array}$
Glukocerebrozidi	glukoza	
Gangliozi	Kompleksni oligosaharidi	
Gangliozi	Kompleksni oligosaharidi	

Sfingolipidi determinirajo krvne skupine

Osnova zgradbe so oligosaharidi na sfingolipidu.

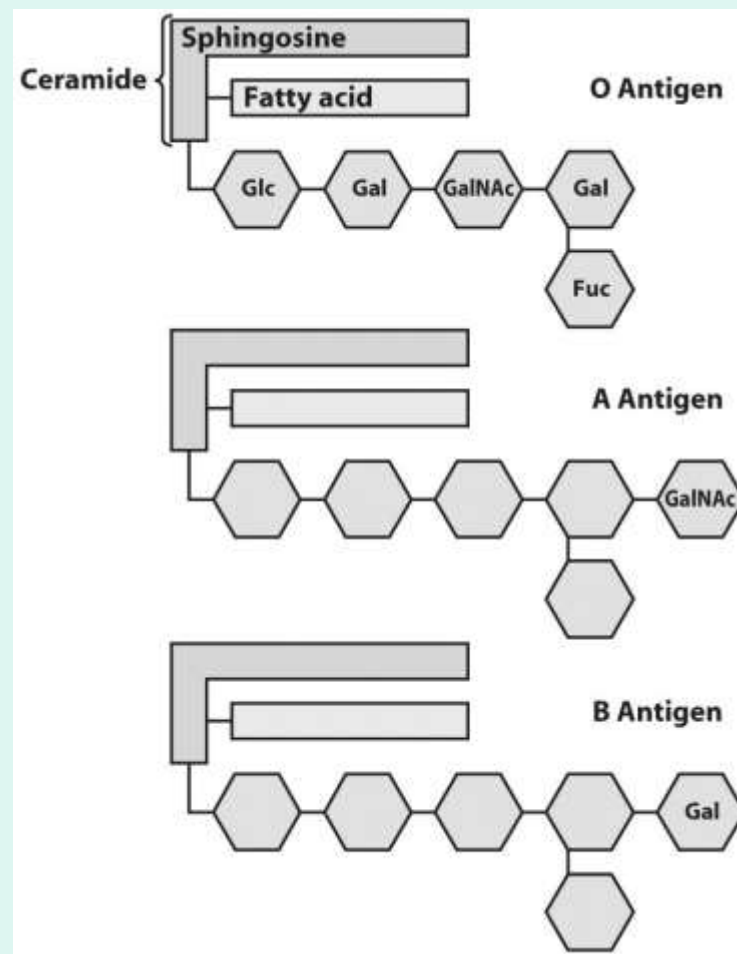
Oligosaharid iz petih enot, je osnova, ki jo imamo vsi in se imenuje **substancia H**.

Če na njej ni nič drugega, gre za skupino 0.

Če je na njej še N-acetilgalaktozamin, gre za skupino A,

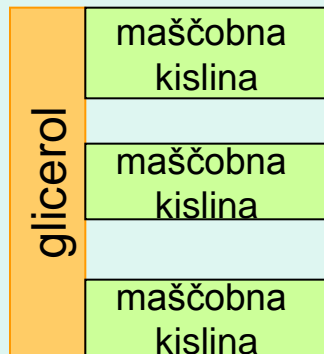
Če je tam galaktoza, gre za skupino B,

Če pa imamo oba ta dva sladkorja (deloma enega, deloma drugega), pa gre za skupino AB.



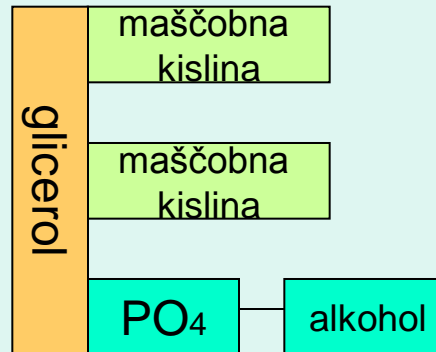
Strukturne značilnosti lipidov

trigliceridi



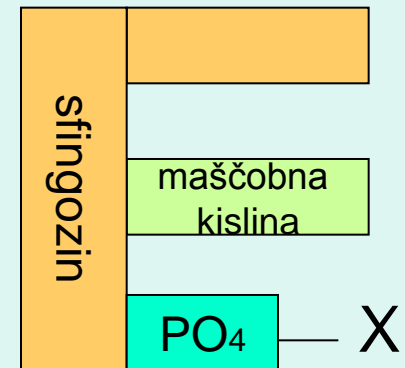
rezervni lipidi
(nepolarni)

glicero fosfolipidi



membranski lipidi
(polarni)

sfingolipidi



Lipidi s specifično biološko aktivnostjo

Steroidi:

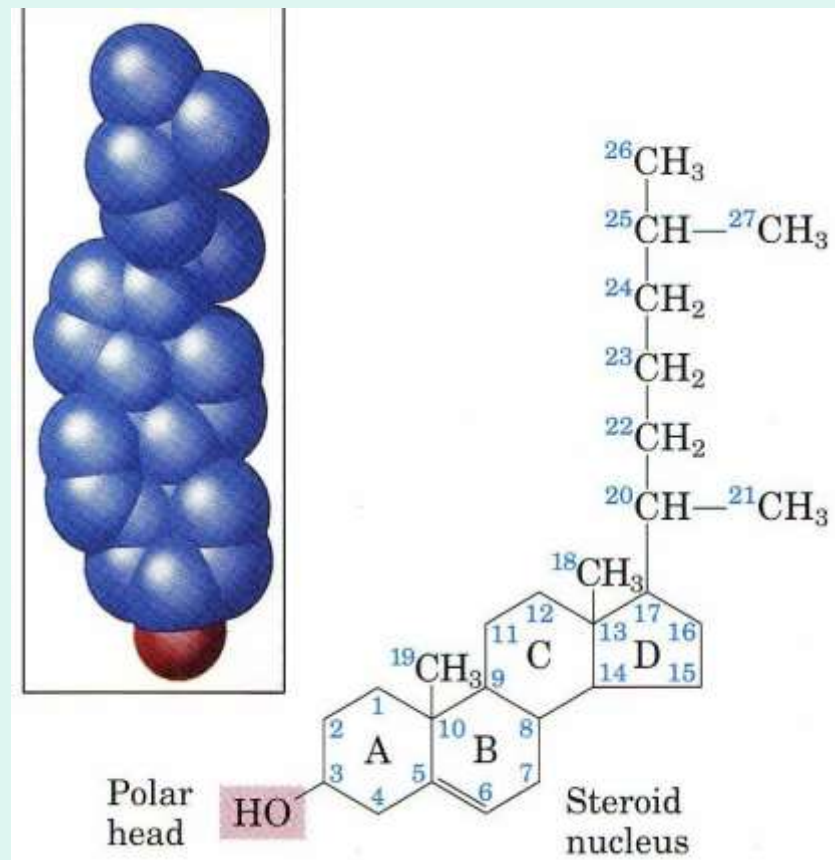
- skupina rastlinskih in živalskih lipidov
- zgrajeni iz štirih kondenziranih obročev: A.B.C in D

Holesterol:

- OH skupina na C3, stranska veriga ogljikovih hidratov na C17,
- molekula je amfoterna; polarna glava (skupina –OH) in hidrofobno področje (kondenzirani broči)

Vloga holesterola

- sestavlja celične membrane (fluidnost membran)
- je izhodna molekula drugih steroidov

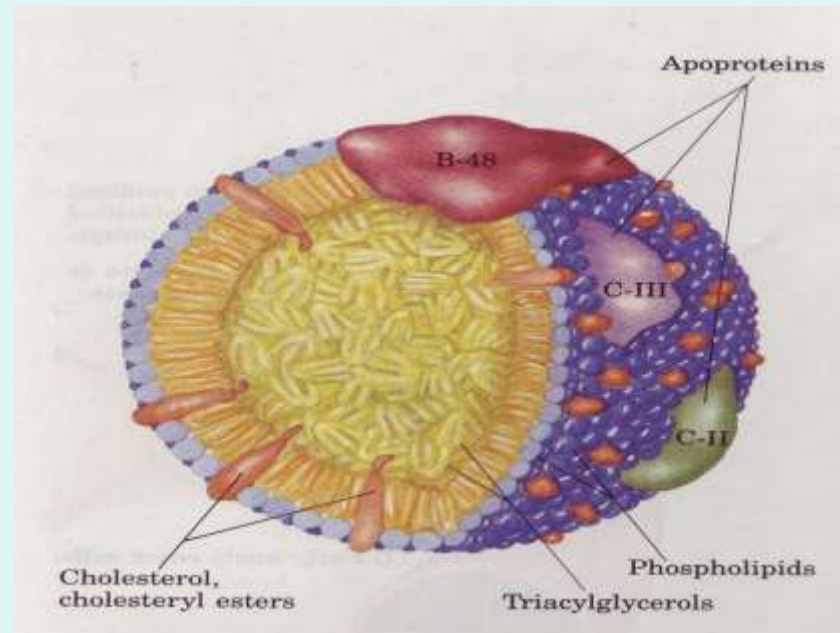


HOLESTEROL

Holesterol je nujno potreben za normalno celično rast in razvoj, je tudi potencialno nevarna molekula

- nastaja v jetrih kot razgradni produkt nasičenih maščobnih kislin.
- Iz nenasičenih maščobnih kislin, ki so v rastlinah, holesterol ne nastaja.
- prenaša po telesu s krvjo in limfo z plazemski lipoproteini
(lipoproteini so prenašalci :maščob,holesterola oz. estrov holesterola po krvi.
(Apoproteini so za prepoznavanje površin celic,kamor plazemske lipoproteine prinesejo)

- **PLAZEMSKI LIPOPROTEINI:**
- - LDL, (nizkogostotni)
- - HDL (visokogostoten)



Dejavniki ki vplivajo na raven holesterola

- genetski ustroj in spol
- kajenje, uživanje alkohola, prehrana z veliko maščobami, pomanjkanje gibanja in močan stres

holesterol,skupni	4,0 - 5,7 mmol/l
LDL-holesterol	2,03 -3,90 mmol/l
HDL-holesterol	nad 1,4 mmol/l

Pomembno je tudi razmerje med lipoproteini :

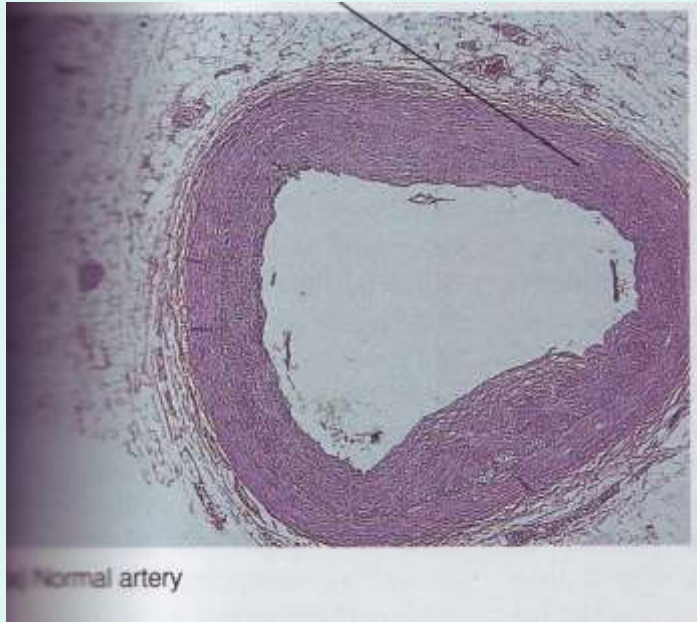
LDL (nosijo holesterol v tkiva) in

HDL(nosijo holesterol iz tkiv v jetra izločanje z žolnimi kislinami)

zdravila

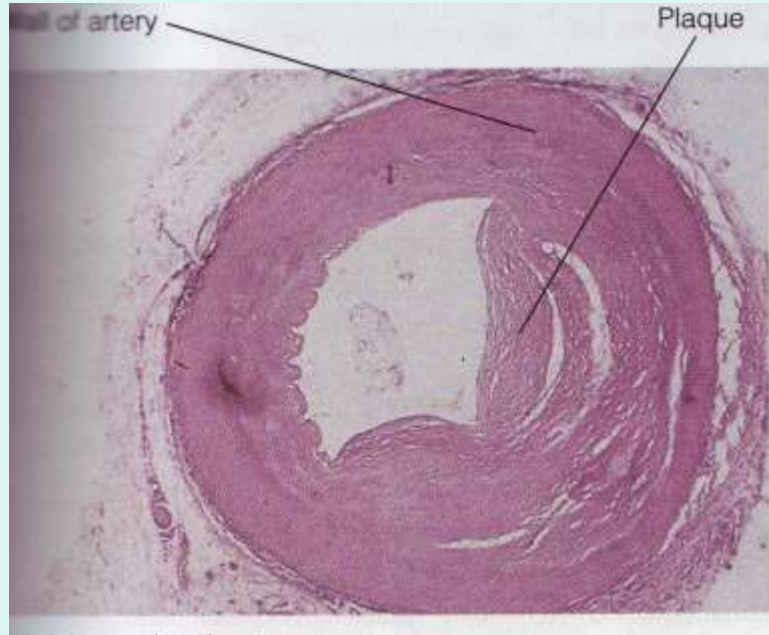
- a) zmanjšana sinteza
- b) zmanjšana resorpcija

stena arterije



Normalna arterija

stena arterije

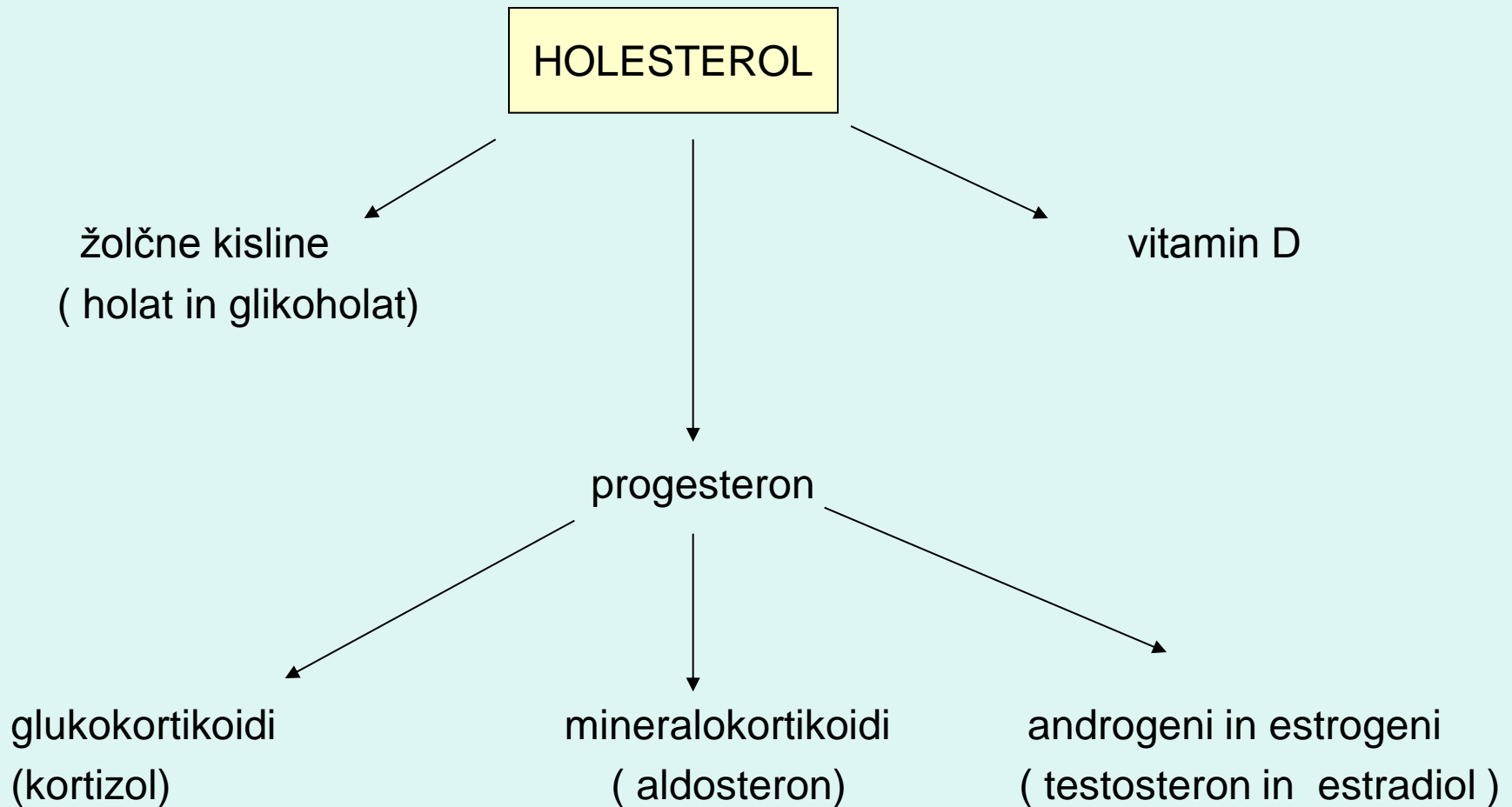


Aterosklerotična arterija

Če je razmerje med LDL in HDL porušeno (preveč LDL oz. premalo HDL), potem se holesterol kopiči v celicah ožilja. Stena arterije se debeli, pride do vnetne reakcije, ki lahko povzroči krvne strdke, ki zamašijo zoženi lumen.

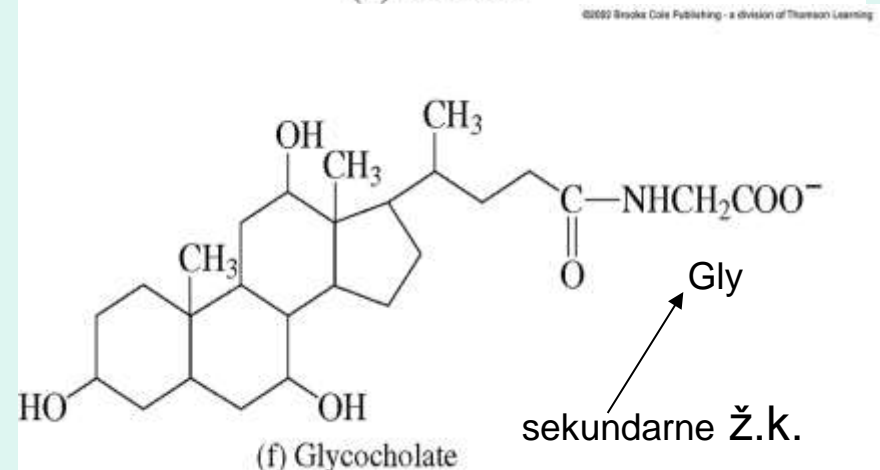
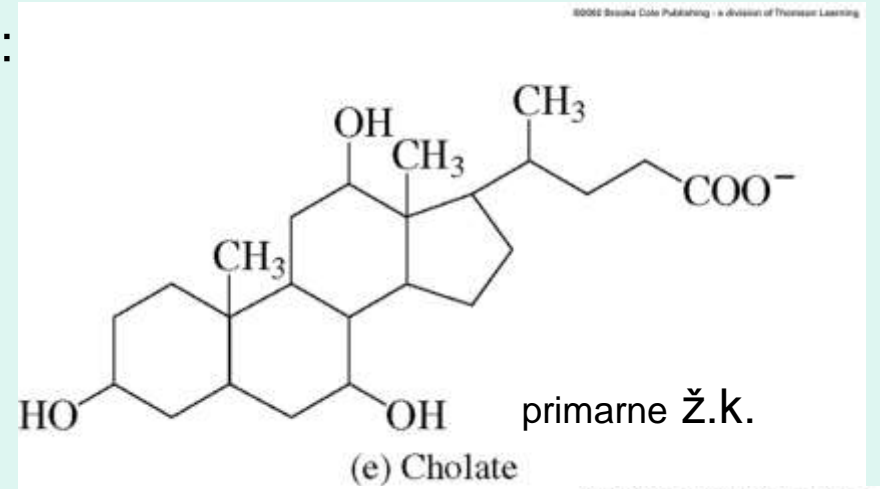
Oviran ali blokiran pretok krvi - srni infarkt, možganska kap, tromboza.

Holesterol je izhodna spojina za sintezo drugih steroidov



Žolčne kisline

- so derivati holesterola, nastajajo v jetrih skladiščijo se v žolčniku in izločajo v črevesje, kjer pomagajo: pri emulgiranju, razgradnji in absorpciji zaužitih maščob
- holna kislina in
- glikoholna kislina

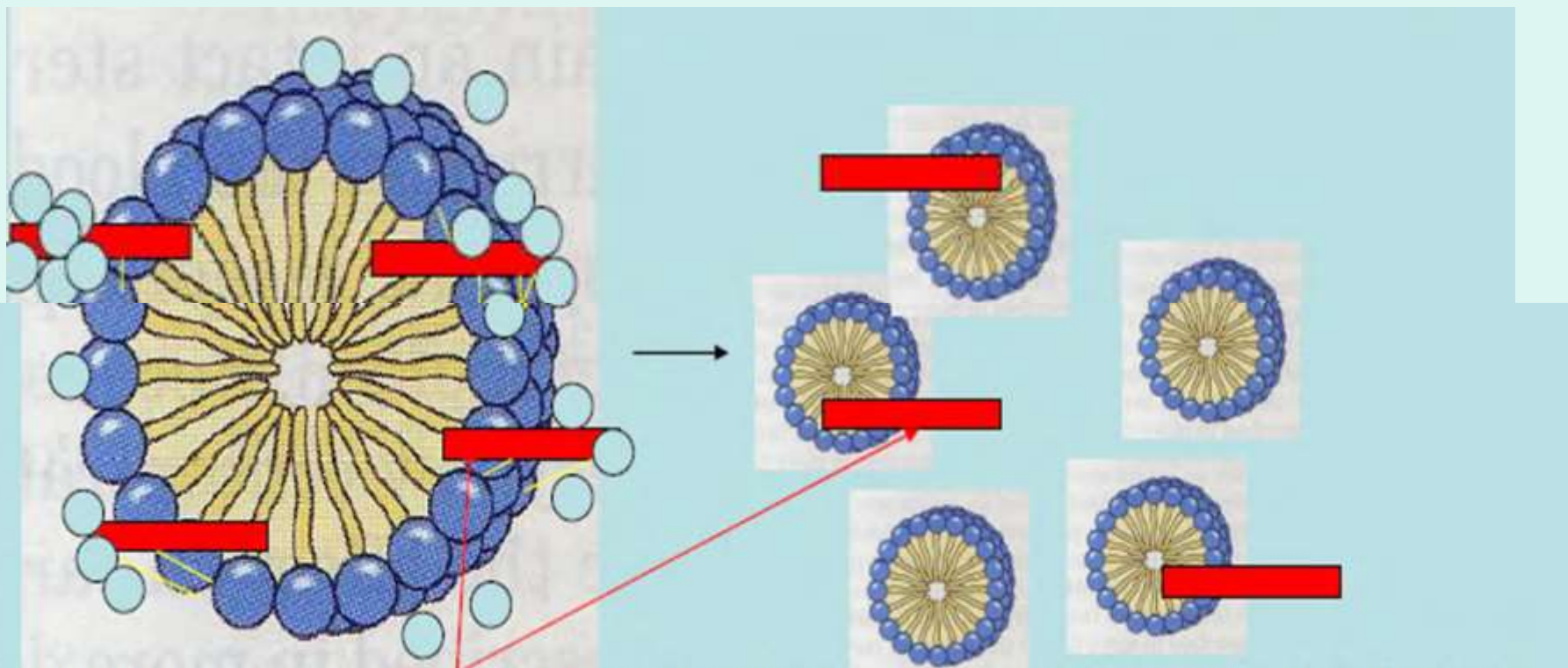


SINTEZA ŽOLČNIH KISLIN JE GLAVNI NAČIN ODSTRANJEVANJA HOLESTEROLA

Žolčni kamni nastanejo , če je v žolču preveč holesterola in premalo žolčnih kislin

Glavni vzroki so zmanjšana količina žolčnih kislin, in povečana količina holesterola v žolču
(stradanje, debelost, vpliv estrogenov, nepravilna prehrana)

ŽOLČNE KISLINE SO NARAVNI DETERGENTI, KI POMAGAJO PRI RAZGRADNJI MAŠČOB



Emulgiranje maščobne kapljice: **žolčne kisline** se s hidrofobnim delom vsidrajo v lipidni sloj maščobne kapljice, voda (na sliki svetlomodre sfere) pa obda polarni del žolč. kisline; **strižne sile** razbijejo mašč. kapljico na mikronske delce.

Povzetek

- značilnost lipidov je njihova netopnost v vodi
- trigliceridi so estri glicerola in maščobnih kislin
- MK so lahko nasičene ali nenasičene
- trigliceridi so zaloga energije in izolacija
- glicerofosfolipidi in sfingolipidi so polarni lipidi, gradniki membran
- steroidi so skupina lipidov z kondenziranim obročem, najbolj poznan je holesterol
- holesterol je v membranah, pomemben je kot prekurzor za sintezo steroidnih hormonov, žolčnih kislin in drugih biomolekul.

LIPIDOTOPNI VITAMINI

- vitamini so snovi, ki jih nujno potrebujemo v majhnih količinah in jih večinoma ne znamo sintetizirati sami.
- RAZDELITEV VITAMINOV:
- VODOTOPNI (pridejo na vrsto kasneje) → KOENCIMI
- **LIPIDOTOPNI**: večinoma niso koencimi
- vitamin A
- vitamin D
- vitamin E
- vitamin K

LIPIDOTOPNI VITAMINI

- **VITAMIN D** je derivat holesterola. Nastaja v koži, jetrih in ledvicah v treh stopnjah
Vpliva predvsem na rast kosti.
- POMANJKANJE **rahitis** ; PREVEČ **patološka kalcifikacija**

- **VITAMIN A** je RETINOL, ki ga dobimo iz b-KAROTENA. Ta je predvsem v
- 'oranžnem' sadju in povrtninah (korenje, marelice, mango...). Daje dva hormona
RETINOJSKO KISLINO in RETINAL VIDNI PIGMENT je

- **VITAMIN E** je pomemben antioksidant in 'lovilec prostih radikalov'. Ščiti
predvsem lipide (membrane) pred oksidacijo.
- Pomanjkanje **nevrološke motnje** in hemoliza (poškodovane membrane
živčevja in eritrocitov). Najdemo ga v oljih in semenih

- **VITAMIN K** je KOFAKTOR (deluje kot koencim!) pri strjevanju krvi.
Pomanjkanje je znano pri novorojenčkih **notranje krvavitve** in pri
odrasli s slabo absorpcijo iz črevesja. Dobimo ga iz rastlin
(zelenjava!), **varianto K3** pa izdelujejo tudi črevesne bakterije