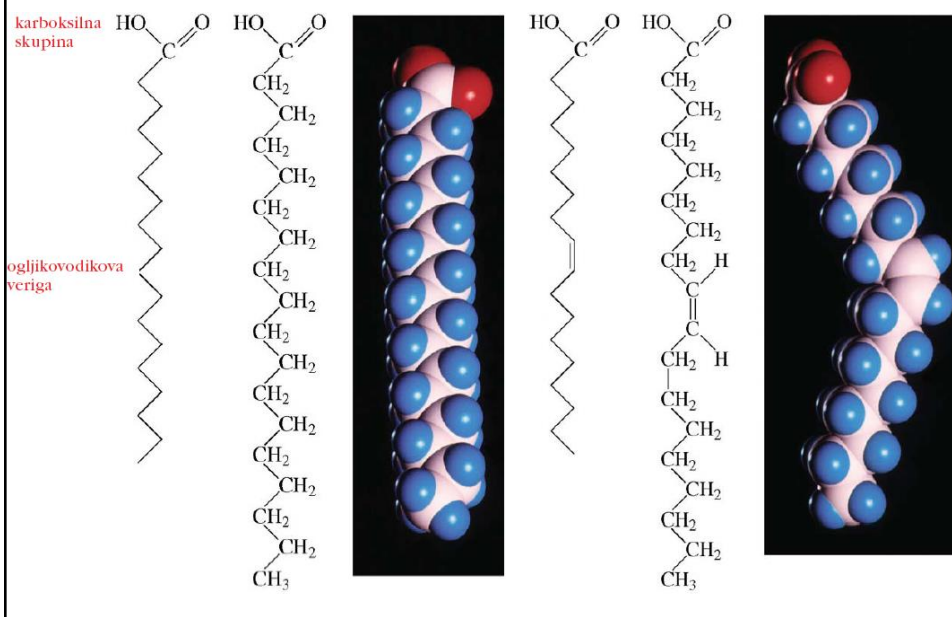


Maščobne kisline



Maščobne kisline

1. Večina maščobnih kislin ima sodo število ogljikovih atomov.
2. Ogljikovodikova veriga je praviloma nerazvejana.
3. Večina vezi ogljik-ogljik je enojna, kislina pa lahko vsebuje tudi eno, dve ali več dvojnih vezi.
4. Konfiguracija ob dvojni vezi je skoraj vedno *cis*.
5. Mononenasičene maščobne kisline imajo dvojno vez običajno med ogljikoma 9 in 10.
6. Če je prisotna več kot ena dvojna vez, te niso konjugirane, ampak so ločene z metilensko skupino.

št. ogljikov ^a	trivialno ime	sistematsko ime	okrajšan simbol ^b	struktura ^c
12	lavrinska kislina	<i>n</i> -dodekanojska kislina	12:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$
14	miristinska kislina	<i>n</i> -tetradekanojska kislina	14:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
16	palmitinska kislina	<i>n</i> -heksadekanojska kislina	16:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
16	palmitoleinska kislina	<i>n</i> -heksadecenojska kislina	16:1 ^{5B}	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_9\text{COOH}$
18	stearinska kislina	<i>n</i> -oktadekanojska kislina	18:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
18	oleinska kislina	<i>n</i> -oktadecenojska kislina	18:1 ^{5B}	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_9\text{COOH}$
18	linolna kislina	9,12-oktadekadienojska kislina	18:2 ^{5B,7}	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
18	linolenska kislina	9,12,15-oktadekatrienojska kislina	18:3 ^{5B,7,15}	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$
20	arahidonska kislina	5,8,11,14-eikozanotetraenojska kislina	20:4 ^{5,8,11,14}	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$
20	EPA	5,8,11,14,17-eikozanopentaenojska kislina	20:5 ^{5,8,11,14,17}	
22	DHA	dokozaheksaenojska kislina	22:6 ^{5,8,11,13,15,19}	

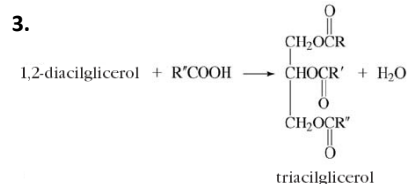
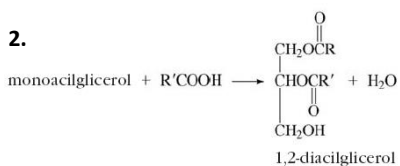
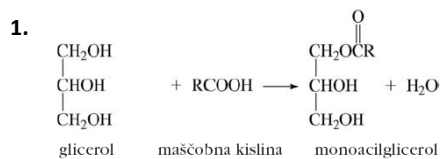
^aVse imajo sodo število ogljikov.

^bOznacuje število ogljikovih atomov in položaj dvojne vezi.

^cVse dvojne vezi so *cis*.

Triacilgliceroli

Maščobne kisline se shranjujejo v obliki **triacilglicerolov** v **adipocitih**. Ob potrebi se sprostijo v kri kot proste maščobne kisline in prenesejo po telesu. Kot vir energije jih porabijo mišične celice. Služijo pa tudi kot toplotna izolacija telesa. Triacilgliceroli so sestavljeni iz glicerola in treh maščobnih kislin.



Triacilgliceroli

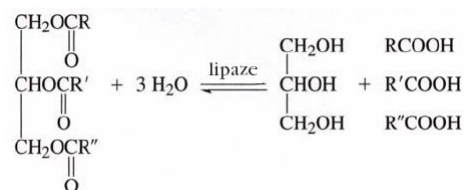
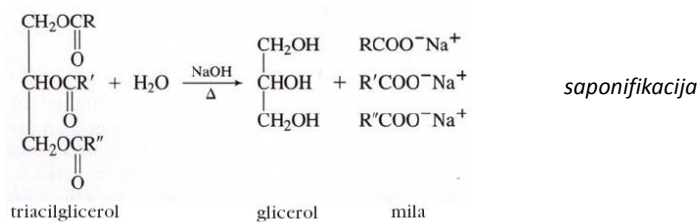
Živalski triacilgliceroli so pro sobni temperaturi trdni (maščobe oz. masti), rastlinski pa tekoči (olja). Prvi vsebujejo pretežno nasičene, drugi pa nenasičene maščobne kisline.

izvor	maščobne kisline ^a				
	nasičene				nenasičene
	C ₇ -C ₁₄	C ₁₄	C ₁₆	C ₁₈	C ₁₈ +C ₁₉
repično olje	-	-	5	1	94
oljčno olje	2	2	13	3	80
maslo	10	11	29	10	40
loj	2	2	29	21	46
kokosovo olje	60	18	11	2	8
koruzno olje	-	2	10	3	85
palmovo olje	-	2	40	6	52
olje muškatalega oreška	7	90	3	-	-

^a Številke predstavljajo odstotek posamezne maščobne kisline.

Triacilgliceroli

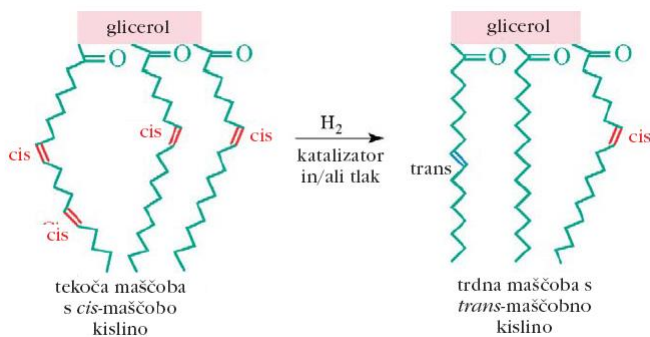
Reaktivna mesta v triacilglicerolih so estrske vezi in dvojne vezi.



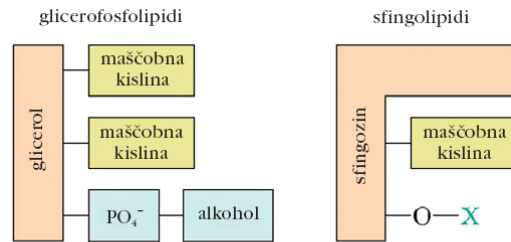
Triacilgliceroli

Reaktivna mesta v triacilglicerolih so estrske vezi in dvojne vezi.

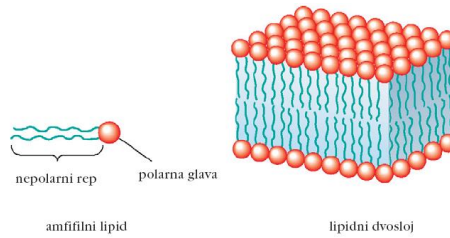
Hidrogeniranje rastlinskih olj:



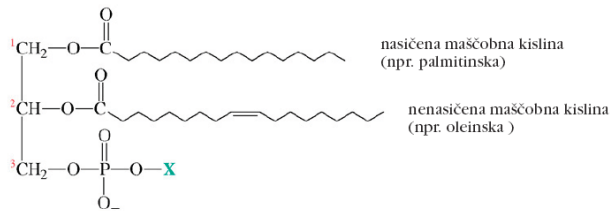
Polarni lipidi



membranski lipidi
(polarni)

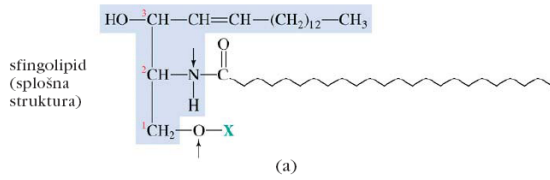


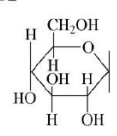

Glicerofosfolipidi



X	struktura X	ime glicerofosfolipida
(a) vodik	—H	fosfatidna kislina
(b) etanolamin	—CH ₂ —CH ₂ —NH ₃ ⁺	fosfatidiletanolamin
(c) holin	—CH ₂ —CH ₂ —N ⁺ (CH ₃) ₃	fosfatidilholin
(d) serin	—CH ₂ —CH(NH ₃ ⁺)—COO ⁻	fosfatidilserin
(e) inozitol		fosfatidilinozitol

Sfingolipidi



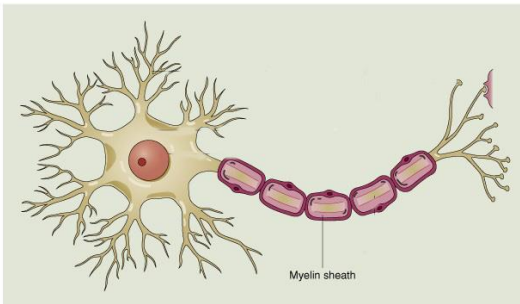
X	struktura X	ime glicerofosfolipida
(b) vodik	-H	ceramid
(c) fosfoholin	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{P}-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_3 \\ \\ \text{O}^- \end{array} $	sfingomiclin
(d) glukoza		glukozilcerebrozid
(e) kompleksni oligosaharidi		ganglioizid

najpogostejši (85% vseh sfingolipidov); 10-20% membranskih lipidov. Kemijsko gledano je fosfolipid.

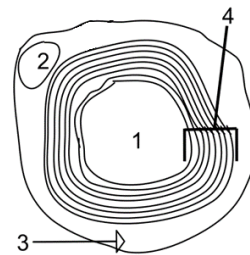
Pogosti v živčnem sistemu.

Mielin

Mielinska ovojnica je izolator aksonov živčnih celic, po katerih se prenašajo električni impulzi. Sintetizirajo jo Schwannove celice, ki obdajajo akson.



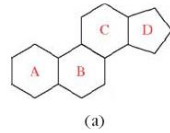
Mielin vsebuje okoli 80% lipidov, od teh je največ cerebrozidov, sfingomielina in holesterola.



- 1 ... Akson
- 2 ... Jedro Schwannove celice
- 3 ... Citoplazma Schwannove celice
- 4 ... Mielinski ovoj

<http://en.wikipedia.org/wiki/Myelin>

Steroidi



Steroidni sistem
obročev

Najbolj poznan steroid je **holesterol**. Je amfifilen. Nahaja se v živalskih celičnih membranah. Regulira fluidnost membran. Lahko se zaestri z maščobno kislino.

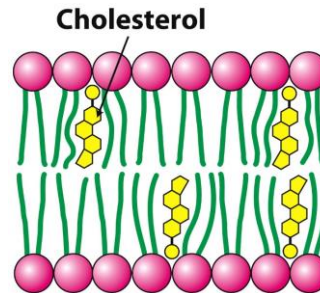
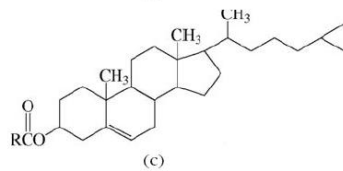
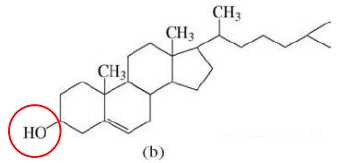
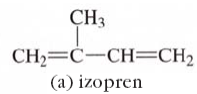


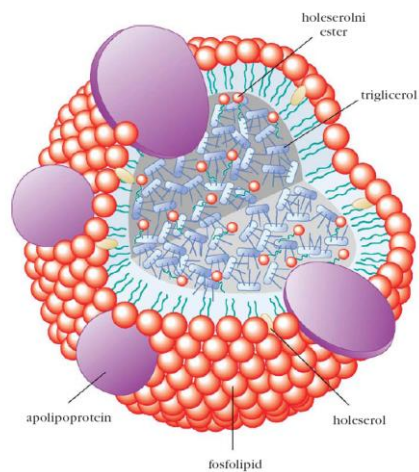
Figure 12.13
Biochemistry, Seventh Edition
© 2012 W. H. Freeman and Company



Holesterol se sintetizira
iz **izoprena**.

Holesterol

Holesterol se v telesu sintetizira v večini celic, najbolj pa v jetrih (celokupno cca. 1 g/dan). Vnašamo ga tudi s hrano (okoli 200-300 mg/dan). Po krvnem obtoku se transportira v obliki lipoproteinskih delcev.



Holesterol

Holesterol se v telesu sintetizira v večini celic, najbolj pa v jetrih (celokupno cca. 1 g/dan). Vnašamo ga tudi s hrano (okoli 200-300 mg/dan). Po krvnem obtoku se transportira v obliki lipoproteinskih delcev.

lipoprotein	gostota (g/ml)	premer (Å)	sestava (utežni odstotki)			
			protein	holesterol*	fosfolipidi	triacilgliceroli
hilomikroni	< 0,95	800-5000	2	4	9	85
zelo majhne gostote (VLDL)	0,95-1,006	300-800	10	20	20	50
majhne gostote (LDL)	1,006-1,063	180-280	25	45	20	10
velike gostote (HDL)	1,063-1,2	50-120	55	17	24	4

* prost holesterol in holesterolni estri

hilomikroni – kapljice maščob iz hrane, obdane s proteini, po krvi se prenesejo do tkiv, kjer se odcepijo (lipoprotein-lipaza) in v celice prenesejo maščobne kisline, ostane hilomikronski ostanek bogat s holesterolom, ki se prenese v jetra

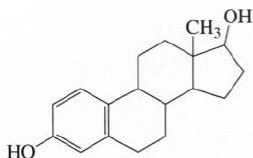
VLDL – nastanejo v jetrih iz sintetiziranih triacilglicerolov in holesterola, po krvi se prenesejo do tkiv, kjer se odcepijo in v celice prenesejo maščobne kisline

LDL – nastanejo iz VLDL, ko le-ti oddajo večino maščobnih kislin; prenašajo holesterol po telesu, v celice se prenesejo z endocitozo, če je teh delcev v krvi preveč, povzročajo **aterosklerozo**

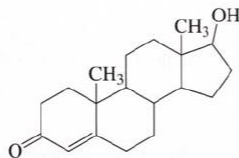
HDL – zbirajo prebitni holesterol v tkivih in ga prenašajo v jetra.

Derivati holesterola

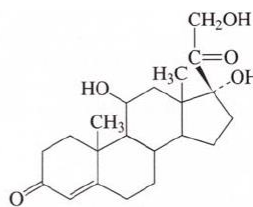
hormoni



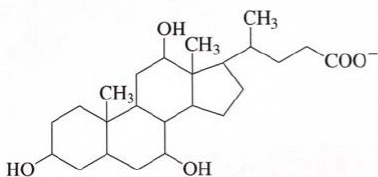
(b) estradiol



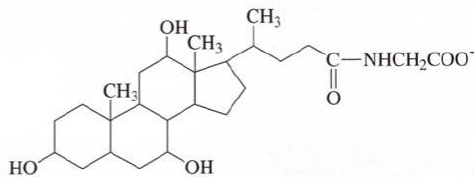
(c) testosteron



(d) kortizol



(e) holat

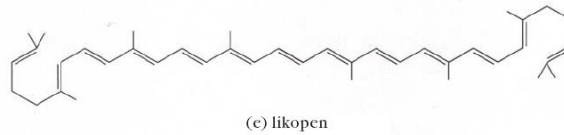
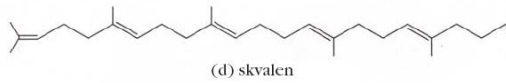
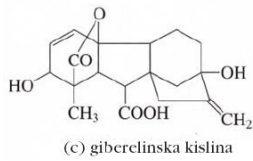
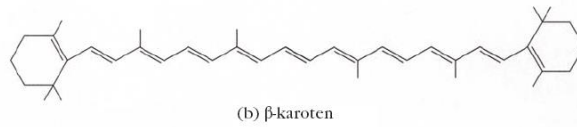
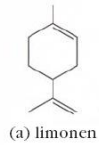


(f) glikoholat

solj žolčnih kislin

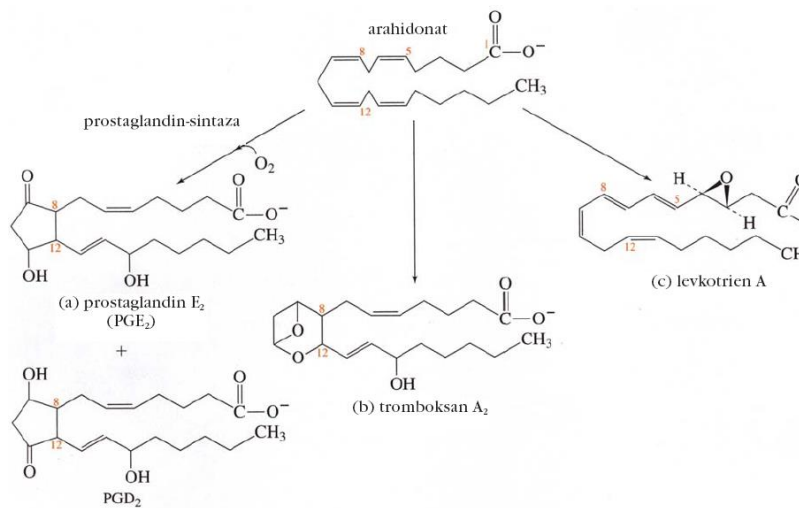
Terpeni

Derivati izoprena v rastlinah in živalih.



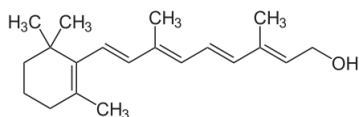
Eikozanoidi

Signalne molekule, prisotne v zelo nizkih koncentracijah. Regulirajo telesno temperaturo, krvni tlak, cikel budnosti in spanja, ...

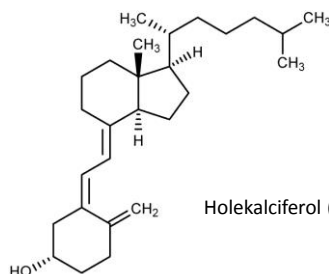


V maščobah topni vitamini

vitamin	splošno ime	kemijske značilnosti	biološka vloga
A	retinol	terpen z 20 ogljiki	absorpcija svetlobe
D	več oblik, ena je D ₃ -holekalciferol	nastane iz holesterola s pomočjo UV-svetlobe	regulacija metabolizma kalcija in fosforja
E	α-tokoferol	aromatski obroč z dolgo ogljikovodikovo verigo	antioksidant, preprečuje oksidativno poškodbo celičnih membran
K	vitamin K	biciklični sistem z dolgo verigo ogljikovodikov	regulira strjevanje krvi, nastajanje kosti



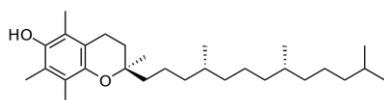
Retinol (ena izmed oblik vitamina A)



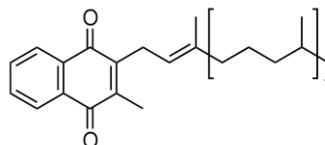
Holekalciferol (vitamin D3)

V maščobah topni vitamini

vitamin	splošno ime	kemijske značilnosti	biološka vloga
A	retinol	terpen z 20 ogljiki	absorpcija svetlobe
D	več oblik, ena je D ₃ -holekalciferol	nastane iz holesterola s pomočjo UV-svetlobe	regulacija metabolizma kalcija in fosforja
E	α-tokoferol	aromatski obroč z dolgo ogljikovodikovo verigo	antioksidant, preprečuje oksidativno poškodbo celičnih membran
K	vitamin K	biciklični sistem z dolgo verigo ogljikovodikov	regulira strjevanje krvi, nastajanje kosti



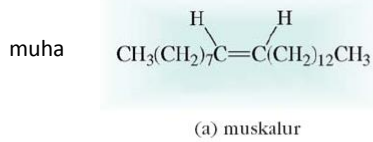
α-tokoferol (ena izmed oblik vitamina E)



filokinon (vitamin K1)

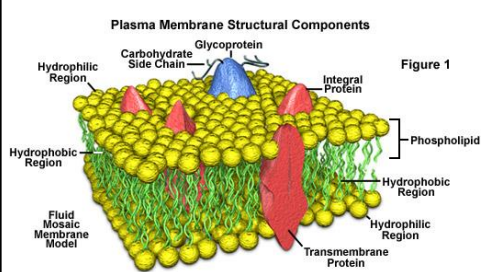
Feromoni

Snovi, ki jih izločajo organizmi in imajo vpliv na vedenje organizmov iste vrste.



Biološke membrane

Biološke membrane so zgrajene pretežno iz lipidov in proteinov.



<http://micro.magnet.fsu.edu/cells/plasmamembrane/plasmamembrane.html>

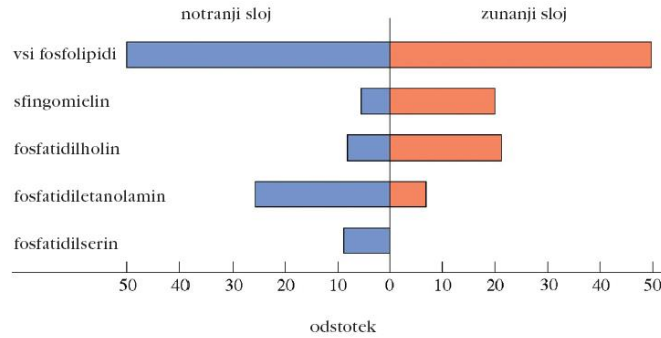
izvor membrane	utežni odstotki ^a	
	lipidi	proteini
mielin	80	18
mišja jetra	52	45
človeški eritrociti	43	49
koruzni listi	45	47
mitohondriji (zunanja)	48	52
mitohondriji (notranja)	24	76
<i>Escherichia coli</i>	25	75

^aČe je skupna vrednost manj kot 100 %, pripada manjkajoči del ogljikovim hidratom.

Biološke membrane

Biološke membrane so zgrajene pretežno iz lipidov in proteinov. Posamezni (fosfo)lipidi so neenakomerno razporejeni med obema slojema (citosolnim in zunajceličnim).

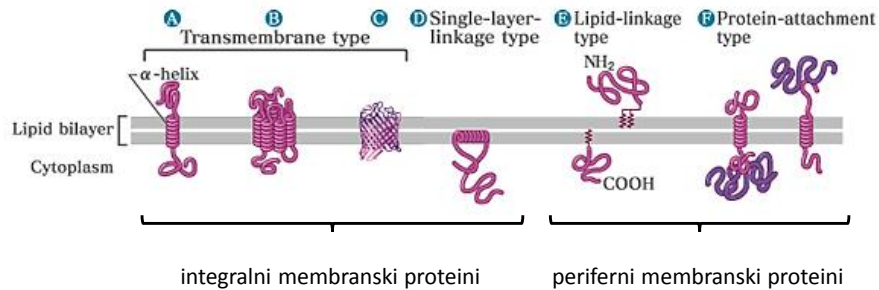
Primer: plazemska membrana eritrocita



Fosfatidilserin je vedno na citosolni strani – prebitek negativnega naboja. Asimetrično razporeditev lipidov vzdržujejo specifični encimi (flipaze, flopaze, skramblaze).

Biološke membrane

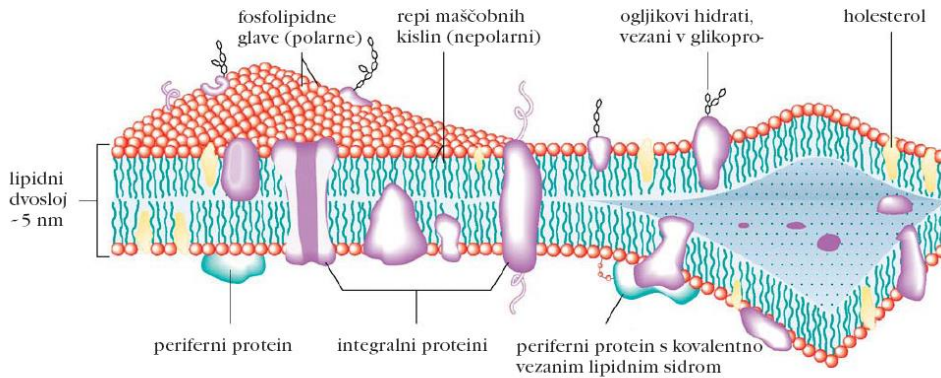
Biološke membrane so zgrajene pretežno iz lipidov in proteinov. Membranske proteine razdelimo na **integralne** (del polipeptidne verige je v lipidnem sloju) in **periferne** (polipeptidna veriga ne vstopa v lipidni sloj).



Biološke membrane

Biološke membrane so zgrajene pretežno iz lipidov in proteinov. Model, ki najbolje opisuje dinamiko bioloških membran, imenujemo **model tekočega mozaika**. Predvideva neposreden stik med proteini

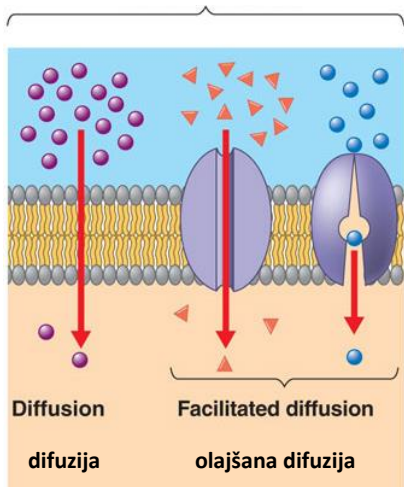
zunanja površina



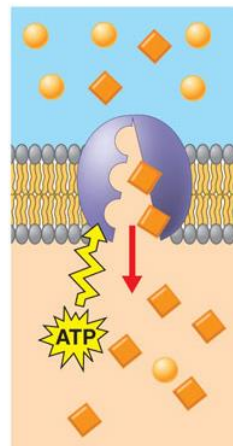
notranja površina

Transport preko bioloških membran

Pasivni transport
(v smeri koncentracijskega gradienta)



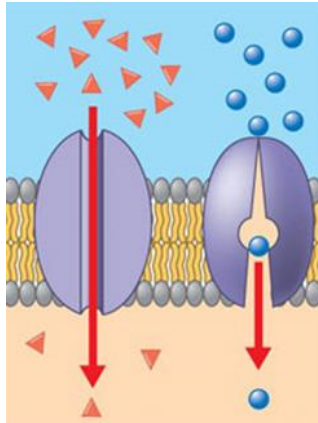
Aktivni transport
(proti smeri koncentracijskega gradienta)



Pasivni transport

Z **difuzijo** lahko membrano prehajajo plini (CO_2 , N_2 , O_2 , CH_4). Majhne polarne molekule prehajajo membrano z olajšano difuzijo preko kanalčkov ali prenašalcev.

Kanalčki tvorijo pore v membrani skozi katere selektivno difundirajo molekule. Tako se ponavadi prenašajo ioni (ionski kanalčki) in voda (akvaporini).

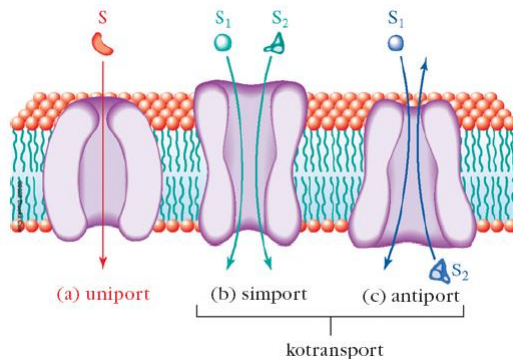


Prenašalci specifično vežejo molekulo in jo preko konformacijske spremembe prenesejo na drugo stran.

Pasivni transport

Z **difuzijo** lahko membrano prehajajo plini (CO_2 , N_2 , O_2 , CH_4). Majhne polarne molekule prehajajo membrano z olajšano difuzijo preko kanalčkov ali prenašalcev.

Poznamo tri tipe/načine delovanja prenašalcev oz. transporterjev:

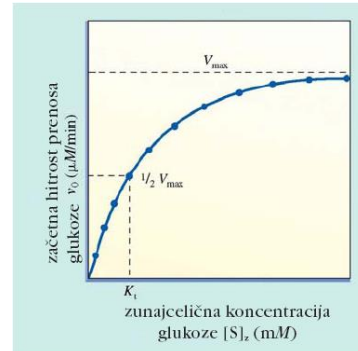
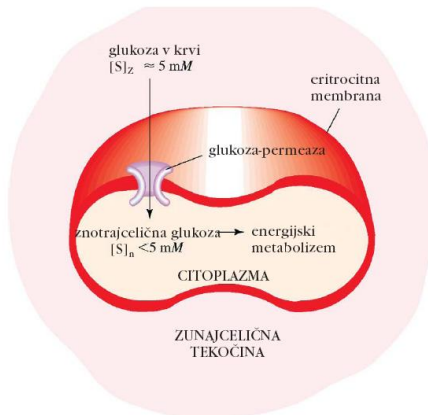


Kotransporterji prenesejo eno molekulo v nasprotni smeri koncentracijskega gradienta na račun prenosa druge molekule (ponavadi iona) v smeri koncentracijskega gradienta.

Pasivni transport

Z **difuzijo** lahko membrano prehajajo plini (CO_2 , N_2 , O_2 , CH_4). Majhne polarne molekule prehajajo membrano z olajšano difuzijo preko kanalčkov ali prenašalcev.

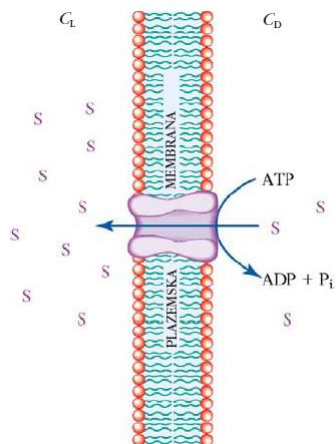
Primer uniporterja: **glukoza permeaza** eritrocita (GLUT1) – olajšana difuzija glukoze v eritrocite. Obojesmerni transporter, deluje le, dokler se koncentracija glukoze v celici ne izenači z zunajcelično.



Hitrost delovanja GLUT1 v odvisnosti od konc. glukoze

Aktivni transport

Z **aktivnim transportom** se prenašajo molekule (ponavadi ioni) v smeri proti koncentracijskem gradientu na račun hidrolize ATP. Prenášalcem rečemo (ionske) črpalke (ATPaze).

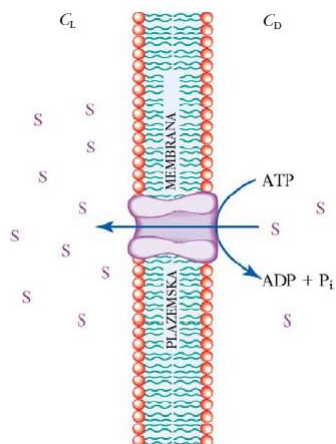


Primer: **Na^+/K^+ ATPaza** vzdržuje gradient Na^+ in K^+ ionov med citosolom in zunajceličnim prostorom.

	znotraj	zunaj
$[\text{Na}^+]$	12 mM	145 mM
$[\text{K}^+]$	140 mM	4 mM

Aktivni transport

Z **aktivnim transportom** se prenašajo molekule (ponavadi ioni) v smeri proti koncentracijskem gradientu na račun hidrolize ATP. Prenasalcem rečemo (ionske) črpalke (ATPaze).



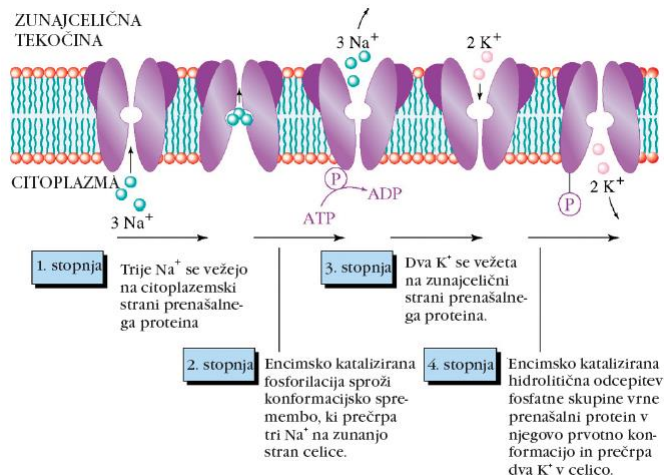
Primer: Na⁺/K⁺ ATPaza vzdržuje gradient Na⁺ in K⁺ ionov med citosolom in zunajceličnim prostorom.

	znotraj	zunaj
[Na ⁺]	12 mM	145 mM
[K ⁺]	140 mM	4 mM

Aktivni transport

Z **aktivnim transportom** se prenašajo molekule (ponavadi ioni) v smeri proti koncentracijskem gradientu na račun hidrolize ATP. Prenasalcem rečemo (ionske) črpalke (ATPaze).

Mehanizem delovanja Na⁺/K⁺ ATPaze:



Aktivni in pasivni transport

Obe obliki transporta pogosto delujeta koordinirano.

Primer: prenos glukoze iz črevesja v kri preko črevesnega epitelijskega celice.

