

LIPIDI V CELICAH

► Saša Lipovšek

Lipidi, nukleinske kisline, beljakovine in ogljikovi hidrati so makromolekule, ki sestavljajo celične strukture, celice, tkiva, organe in organizem. V tem prispevku so predstavljene izbrane vsebine o lipidih, ki so v naravi prisotni v različnih oblikah, zato so pomembni v različnih biokemijskih procesih v organizmu. S svojo pestrostjo v zgradbi in funkciji pomembno prispevajo k raznolikosti molekul v živem svetu.

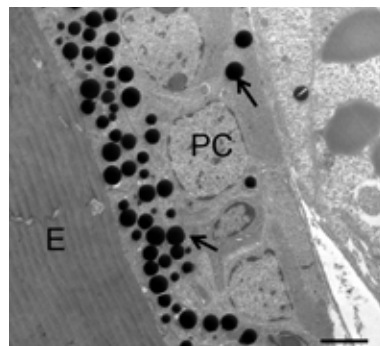
LIPIDI (GR. LIPOS, MAŠČOBA) SO ENA OD ŠTIRIH SKUPIN MAKROMOLEKUL V ŽIVI NARAVI. Preostale skupine so nukleinske kisline, beljakovine in ogljikovi hidrati. Vsaka makromolekula ima specifično funkcijo v celici; glede na funkcijo lahko makromolekule uvrstimo v tri osnovne skupine: informacijske, strukturne in rezervne makromolekule.

Informacijske makromolekule so nukleinske kisline (DNK, RNK) in beljakovine. Zaporedje različnih podenot, ki sestavljajo nukleinske kisline in beljakovine, ni naključno in je pomembno za njihovo vlogo v celici. Razvrščenost osnovnih podenot ali monomerov (nukleotidov v nukleinskih kislinah, aminokislin v beljakovinah) je genetsko določeno in 'nosi' pomembne

📍 Celica prebavila pajkovca suha južina jamnik (*Amilenus aurantiacus*) z uskladiščenimi energijsko bogatimi snovmi: lipidne kaplje (sive ovalne strukture) in zrna glikogena (številne drobne temne strukture); merilo: 2 μ m (Foto: Saša Lipovšek)

📍 Hitin je strukturna makromolekula, pomembna sestavina zunanjšega skeleta členonožcev, npr. suhih južin. Na sliki je alpski velikanček (*Gyas annulatus*). (Foto: Saša Lipovšek)

📍 Eksoskelet (E) in pigmentne celice (PC) s pigmentnimi granulami (puščici) pri alpskem velikančku (*Gyas annulatus*); merilo: 2 μ m. (Foto: Saša Lipovšek)



informacije, ki določajo funkcijo makromolekul.

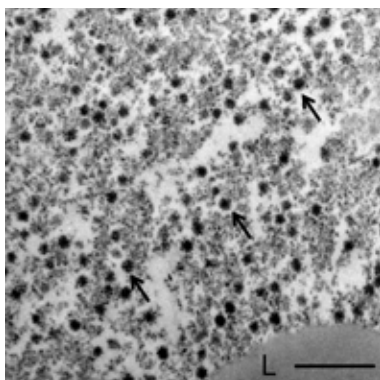
Med strukturnimi makromolekulami je najpogostejša celuloza (polisaharid, katerega monomer je glukoza), ki je glavna sestavina rastlinske celične stene, hkrati pa je tudi najbolj razširjeni ogljikov hidrat in najbolj razširjena organska snov v naravi. V živalskem svetu je najpogostejši strukturni polisaharid hitin (monomer je N-acetilglukoza-min), glavna sestavina eksoskeleta členonožcev.

Najpogostejša rezervna ogljikova hidrata v naravi sta škrob v rastlinskih celicah in glikogen, ki se

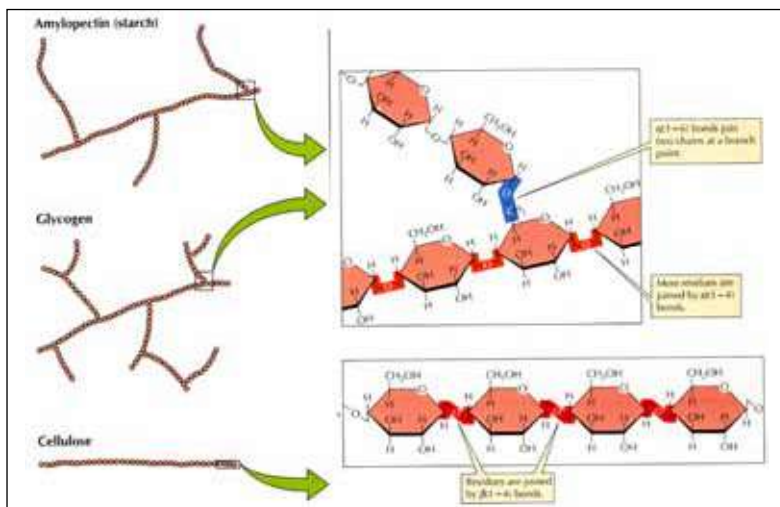
skladišči v obliki zrn v citoplazmi živalskih celic. Pri sesalcih se glikogen najbolj kopiči v jetrnih celicah in skeletnih mišičnih vlaknih. Tako škrob kot glikogen sta polisaharida iz ponavljajočega se monomera, enostavnega sladkorja glukoze.

Na primeru glukoze vidimo, kako lahko en monomer, v tem primeru enostavni sladkor glukoza, gradi tri snovi s povsem različnimi lastnostmi: celulozo, škrob in glikogen. V vseh treh navedenih polimerih je monomer glukoza, vendar se enote glukoze – v vsaki od teh snovi – povezujejo različno. Polimer celuloza je od vseh treh še najbolj enostaven, saj se enote glukoze nizajo linearno. Posamezne podenote glukoze se povežejo z vezjo β ($1 \rightarrow 4$). V škrobu in glikogenu so podenote glukoze povezane z vezjo α ($1 \rightarrow 4$). Zanju je značilna še razvejana struktura in na mestih posameznih 'razvejitev' je t. i. vez α ($1 \rightarrow 6$). Ena od razlik v kemijski zgradbi škroba in glikogena je stopnja razvejenosti molekule: glikogen ima bolj razvejano strukturo kot škrob.

➔ Glikogen je rezervni polisaharid, ki se shranjuje v citoplazmi živalskih celic v obliki zrn, t. i. rozet. Tri rozete glikogena so prikazane s puščicami; L – lipidna kaplja; merilo: 500 nm. (Foto: Saša Lipovšek)



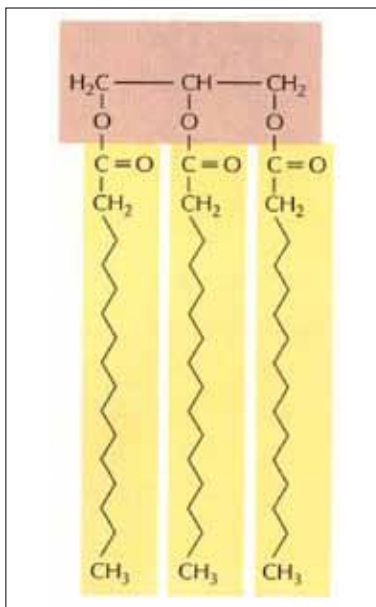
➔ Kemijska zgradba polisaharidov: škrob, glikogen in celuloza (Vir: Cooper in Hausman; 2013)



Lipidi so po kemijski sestavi zelo raznoliki, s čimer je povezana pestrost njihovih bioloških funkcij. Zaradi svoje narave so bolj topni v nepolarnih topilih (npr. etanol, eter, kloroform) kot v vodi, ki je polarno topilo.

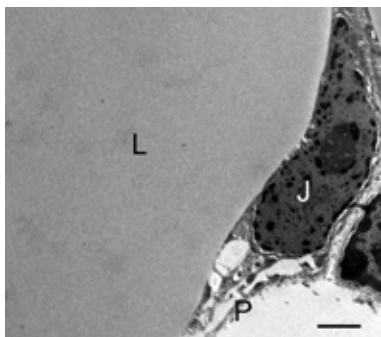
Enostavni lipidi so maščobne kisline, sestavljene iz verige ogljikovodika in karboksilne skupine. Nasičene maščobne kisline (npr. stearinska in palmitinska maščobna kislina) so pri sobni temperaturi v trdnem agregatnem stanju (masti), nenasičene maščobne kisline (npr. oleinska) pa so v tekočem agregatnem stanju in jih poznamo kot sestavine različnih olj. V celicah in tkivih so posamične maščobne kisline redke; prisotne so v obliki trigliceridov. Vsak triglicerid je sestavljen iz alkohola glicerola, na katerega so vezane tri višje maščobne kisline. Trigliceridi, ki so pomemben vir energije v celicah in omogočajo toplotno izolacijo organizmov, se v celicah shranjujejo v obliki lipidnih kapelj (kaplje trigliceridov oz. triacilglicerolov).

Tkivo, ki pri sesalcih vsebuje veliko maščob, je maščobno tkivo,

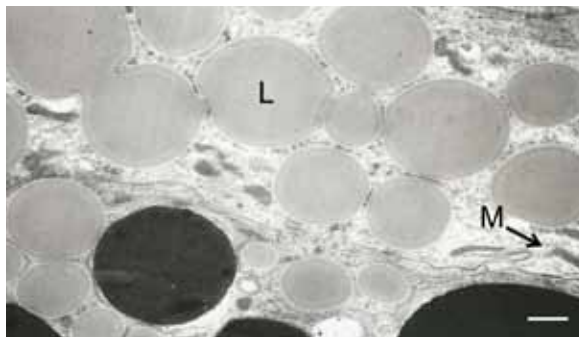


☞ Kemijska zgradba triglicerida: ostanek glicerola (na rjavem polju), maščobne kisline (na rumenem polju); trigliceridi se v celicah shranjujejo v obliki lipidnih kapelj. (Vir: Cooper in Hausman; 2013)

specializirana oblika vezivnega tkiva. Maščobno tkivo se razvije iz mezenhimijskih celic, ki se diferencirajo v lipoblaste. Maščobno tkivo je metabolno zelo aktivno. Znano je, da maščobne celice izločajo polipeptidni hormon leptin, ki vpliva na hipotalamus in na naš občutek sitosti. V maščobnih celicah lahko poteka sinteza maščobnih kislin iz



☞ Belo maščobno tkivo miši; v celici je prisotna velika lipidna kaplja (L), ki je potisnila večino citoplazme in jedro (J) ob plazmalemo (P), 'mejno' membrano celice; merilo: 2 μm . (Foto: Saša Lipovšek)



☞ Rjavo maščobno tkivo miši; v celici so vidni značilni številni mitohondriji (M) in lipidne kaplje (L). Če je v celici veliko lipidnih kapelj, se te pogosto zlivajo skupaj, kar vidimo v levem zgornjem delu mikrofotografije; merilo: 2 μm . (Foto: Saša Lipovšek)

Biološki učinki UV-sevanja

Glede na učinke sevanja na celice delimo sevanja na ionizirajoča in neionizirajoča. Med prva prištevamo sevanja radioaktivnih atomov in rentgenskih aparatov, neionizirajoča sevanja pa so lahko elektromagnetna ali zvočna, npr. svetloba, toplotno sevanje, ultravijolično sevanje, mikrovalovi, radijski valovi in ultrazvok. Vsa elektromagnetna sevanja opišemo z valovno dolžino ali s frekvenco. Celotno območje elektromagnetnih sevanj je znano kot elektromagnetni spekter.

Sončna svetloba je iz več vrst elektromagnetnih (EM) sevanj: vidne, infrardeče in ultravijolične svetlobe. Neionizirajoče sevanje z valovnimi dolžinami, manjšimi od nekaj centimetrov, prodira v organizem le omejeno; vplivi so omejeni pretežno na kožo in oči. Biološki učinki EM-sevanja so predvsem fotokemični in toplotni. Za infrardečo svetlobo (EM-sevanje z valovnimi dolžinami od 700 nm do 1 mm), ki jo občutimo kot toploto, so značilni toplotni učinki na celice. Največ učinkov na celice ima ultravijolična svetloba (UV-žarki), za katero so značilne valovne dolžine od 10 nm do 380 nm. Ultravijolična svetloba ima fotokemične vplive na tkivo, ki so posledica kemijskih reak-

cij v celicah.

Glede na različne valovne dolžine UV-žarkov lahko ti povzročajo različne fotokemične učinke:

- UV-žarki C (od 10 do 280 nm) se večinoma absorbirajo v zgornjih plasteh ozračja in naj zato ne bi vplivali na organizme.
- UV-žarki B (od 280 do 315 nm) imajo najmočnejši vpliv na organizem. Povzročajo rdečino in porjavitev kože, kožne opekline, dražijo očesno veznico in roženico. Vplivali naj bi na pojav rakavih sprememb kože (npr. maligni melanom).
- UV-žarki A (od 315 do 380 nm) povzročajo porjavitev in opekline kože pri čezmernem izpostavljanju. Vplivali naj bi na prehitro izsuševanje in staranje kože.

Ko UV-žarki pripotujejo do kože, se del žarkov od nje odbije, preostanek pa nadaljuje gibanje skozi povrhnjico kože in se ustavi v usnjici. UV-žarki vplivajo na številne celične strukture in biokemijske procese v celicah. Molekule, na katere imajo UV-žarki največji vpliv, so predvsem fosfolipidi v celičnih membranah, DNK v jedru in proteini v citoplazmi (npr. encimi). Pri povečanem UV-sevanju se spremeni delež nasičenih maščobnih kislin v membranah, kar vpliva na njihovo fluidnost. Spremenita se tudi prepustnost celičnih membran in električni potencial celice. Pod vplivom UV-žarkov se spremenijo strukturne značilnosti celic, potek biokemijskih procesov in ekspresija genov.

Poleg neposrednih vplivov UV-sevanja na celice pa so seveda pomembni še posredni vplivi, s katerimi mislimo škodljive učinke vseh prostih

☛ Večina ljudi preživi poleti v naravi več časa kakor v drugih obdobjih leta. Zmerne količine sončne svetlobe so koristne in nujne za sintezo vitamina D, čezmerna izpostavljenost sončnim žarkom pa za našo kožo pomeni velik stres. Zaradi močnega sevanja se naravna lipidna zaščitna plast kože hitro poškoduje, še veliko resnejši pa so vplivi sevanja na celice.



radikalov, ki nastajajo v celici ob interakciji UV-žarka s posamezno molekulo. Prosti radikali so npr. molekule ali kompleksi, ki so zelo reaktivni in nestabilni, zato zelo hitro reagirajo

z drugimi molekulami. Takšne reakcije so nenadzorovane in lahko vodijo do poškodb celic, tkiv in pojava degenerativnih obolenj.

glukoze. Sintezo spodbuja inzulin, ki tudi spodbuja vnos glukoze v celice maščobnega tkiva.

Poznamo belo ali rumeno maščobno tkivo in rjavo maščobno tkivo. Za belo maščobno tkivo so značilne celice z eno samo veliko maščobno kapljo, ki zapolnjuje skoraj celotno prostornino celice. Zaradi pritiska lipidne kaplje sta citoplazma in celično jedro potisnjena na periferijo celice, tik ob plazmalemo; jedro ima značilno sploščeno obliko. Shranjena maščoba je iz trigliceridov in holesterolnih estrov. Ta tip maščobnega tkiva se zaradi ene lipidne

kaplje imenuje tudi univakuolarno maščobno tkivo. Belo maščobno tkivo ima založno vlogo, poleg tega pa pomembno ščiti strukture, ki so pod njim.

Rjavo maščobno tkivo je termoregulacijski organ, v katerem nastaja toplota. Sestavljajo ga celice, v katerih je več manjših lipidnih kapelj, zato ga imenujemo tudi plurivakuolarno maščobno tkivo. Jedro celice je okroglo ali ovalno in ni na obrobju celice. V celicah so številni mitohondriji z obarvanim citokromom, ki daje celicam rjavkast videz, če jih opazujemo s svetlobnim mikrosko-

KNJIŽIGA MESECA Tehniške založbe Slovenije



ALI VAŠ KONJ ZNA ...?

Vsak konj bi moral biti deležen osnovne izobrazbe, ki ga bo pripravila za varno in samozavestno življenje v družbi ljudi, začeti pa se mora z omilitvijo splošnih konjskih strahov. Cenjena poznavalka konj, Cherry Hill razlaga, kako pomagati konju, da premaga nezaupljivost do človekovega dotika in omejitve, razvije zaupanja do jezdecov ali vodnika in se nauči spoštovanja in potrpljenja.

Redna cena: 23,99 €

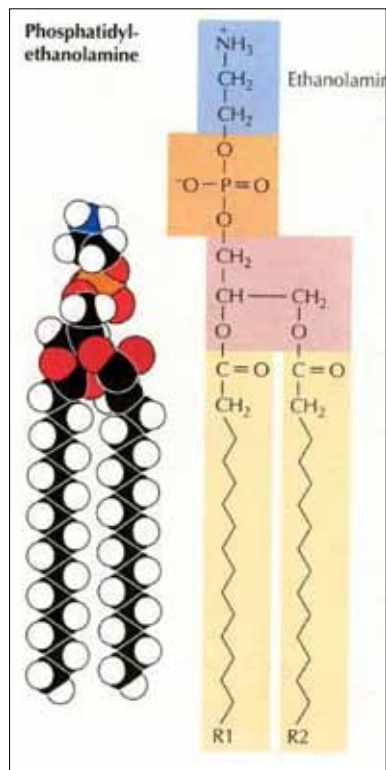
Cena za naročnike revije ŽIT: 14 €

Akcija velja do izida septembrske številke ŽIT oziroma do razprodaje zalog.

⇒ Tako je videti kemijska zgradba fosfolipida. Na ostanek glicerola (rjavo polje) so vezani maščobni kislini (rumeno polje) in fosfatna skupina (oranžno polje) in fosfatna skupina (oranžno polje). Na fosfatno skupino je vezan aminoalkohol (modro polje), po katerem se fosfolipid tudi imenuje. V tem primeru je vezani aminoalkohol etanolamin, fosfolipid je fosfatidiletanolamin. (Vir: Cooper in Hausman; 2013)

pom. V membranah mitohondrijev teh celic je beljakovina termogenin, ki omogoča, da se energija, nastala v mitohondriju, ne porablja za nastanek energijsko bogatih molekul adenzin trifosfata (ATP), temveč se sprošča v obliki toplote. Rjavo maščobno tkivo je pri novorojenčkih v pazduhah, zatilju in ob vratnih arterijah, pri odraslih pa okrog ledvic in nadledvičnih žlez. Med odrasčanjem se rjavo maščobno tkivo postopoma spremeni v belo maščobno tkivo.

Trigliceridom so v kemijskem smislu podobni voski. Ti so pomembni kot snovi, ki pomenijo zaščitni sloj rastlinskih listov, omogočajo pa tudi zaščito perja vodnih ptic. Poseben pomen ima čebelji vosek, ki je kemijsko ester palmitinske maščobne kisline in alkohola triakontanola (čebelji vosek: $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{-COO-CH}_2\text{-(CH}_2)_{28}\text{-CH}_3$).



NAROČILNICA

Knjigo **ALI VAŠ KONJ ZNA ...?** naročam:

- kot naročnik revije ŽIT po ceni 14 €,
- po redni ceni 23,99 €.

*Ime in priimek:

*Ulica in hišna številka:

*Poštna št.: Kraj:

*Telefon: E-pošta:

Datum: *Podpis:

Vaša udeležba pri poštini je 2,99 €. Rok za reklamacijo je 8 dni. Morebitni odstop od naročila je 15 dni po prejemu pošiljke.

*Podatki, označeni z zvezdico, so obvezni. S svojim podpisom dovoljujete Tehniški založbi Slovenije, da vaše podatke hrani v svoji evidenci ter vas redno obvešča o najboljših ponudbah in možnostih za osvojitve privlačnih nagrad. Vaše podatke bomo hranili, vse dokler se morda ne boste odločili drugače – kadar koli lahko pisno ali po telefonu zahtevate, da v 15 dneh trajno ali začasno nehamo uporabljati vaše osebne podatke za namen neposrednega trženja. Tehniška založba Slovenije zagotavlja varstvo osebnih podatkov po Zakonu o varstvu osebnih podatkov.

Poština plačana po pogodbi št. 88/1/S. Znamka ni potrebna.

Tehniška založba Slovenije, d. d.
p. p. 541
1001 Ljubljana

www.tzs.si  080 17 90


Tehniška založba Slovenije

V skupino sestavljenih lipidov uvrščamo fosfolipide, ki so glavni gradniki celičnih membran. Vsak fosfolipid je iz glicerola, dveh maščobnih kislin, fosfatne skupine in aminoalkohola; po slednjem je fosfolipid tudi dobil ime. Fosfolipidi so npr. fosfatidilholin, fosfatidilserin in fosfatidiletanolamin. Druga skupina sestavljenih lipidov so sfingolipidi. Najbolj zastopan pri človeku je sfingomielin, ki je v mielinskih ovojnicah nekaterih živčnih celic. Med sfingolipide spada še ceramid, ki je v celičnih membranah. Nima samo strukturne vloge, ampak tudi signalno, saj sodeluje v procesih celičnega sporočanja, celični diferenciaciji in proliferaciji.

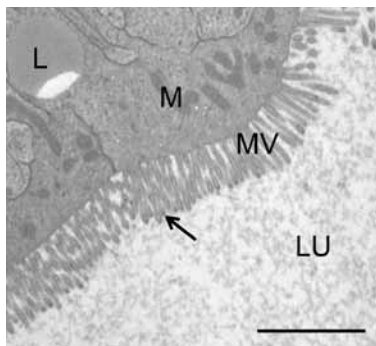
Tretja skupina sestavljenih lipidov so glikolipidi, ki imajo na lipidni del vezan še ogljikov hidrat. Glikolipidi so molekule v zunanjem sloju plazmaleme; so receptorji za ekstracelularne molekule in sodelujejo pri medcelični komunikaciji. Plat glikolipidov v plazmalemi epitelnih celic želodca pomeni zaščito pred šibko kislino, ki je v lumnu želodca (zaščita pred nizkim pH). Četrta skupina sestavljenih lipidov so steroidi, katerih osnova je steran – struktura iz treh šestčlenskih in enega petčlenskega obroča. Med steroide spadajo tudi holesterol in steroidni hormoni. Holesterol je pomembna sestavina celičnih membran. Območja membran z višjim deležem holesterola so znana kot stabilnejša, rigidna območja membrane, saj holesterol s svojo hidroksilno skupino (skupino -OH) tvori vezi s sosednjimi fosfolipidnimi molekulami, s čimer zmanjša fluidnost membrane. Taka območja membrane s številnimi molekulami holesterola imajo zaradi svoje strukturne

Maščobe so v celicah, tkivih in celotnem organizmu pomembne iz več razlogov.

1. Maščobe so sestavine celičnih membran, saj pomenijo osnovo lipidnega sloja vsake celične membrane.
2. Monomeri maščob so pomembne komponente, ki vstopajo v mitohondrij, kjer poteka celično dihanje in nastajajo energijsko bogate molekule ATP; maščobe so torej vir energije.
3. Holesterol je gradnik membran in izhodiščna snov za sintezo številnih življenjsko pomembnih molekul, npr. steroidnih hormonov in žolčnih kislin.
4. Ob vnašanju presežkov maščob v organizem se maščobe shranjujejo v maščobnem tkivu, ki služi kot zaloga energije.
5. Maščobe imajo tudi zaščitno vlogo, saj varujejo pred mehanskimi udarci; npr. ledvice in jetra obdaja maščobno tkivo.
6. Funkcija maščob je prav tako toplotna zaščita organizma; podkožno maščobno tkivo varuje organizem pred neugodnim vplivom nizkih temperatur.

in funkcionalne značilnosti prav posebno ime – lipidni splavi.

Holesterol je pomemben tudi kot izhodiščna snov za biosintezo steroidnih hormonov in žolčnih kislin. Iz skupine steroidnih hormonov poznamo številne signalne molekule, npr. moške in ženske spolne hormone (testosteron, estradiol). Steroidni hormoni so tudi mineralokortikoidi, ki v ledvicah uravnavajo reabsorpcijo natrijevih kationov in izločanje



🔗 Glikolipidi so v zunanjem sloju plazmaleme (puščica) epitelne celice prebavila suhe južine jamnika (*Amilenus aurantiacus*); L – lipidna kaplja, LU – lumen prebavila, M – mitohondrij, MV – mikrovili; merilo: 2 μ m. (Foto: Saša Lipovšek)

kalijevih kationov, ter glukokortikoidi, ki stimulirajo sintezo glikogena in razgradnjo maščob. Žolčne kisline nastajajo v jetrnih celicah, shranjujejo se v žolčniku, v črevesu pa sodelujejo pri razgradnji maščob.

Maščobe predstavljajo v organizmih topila za nekatere vitamine. Vitaminov A, D, E in K telo brez maščob ne bi bilo sposobno sprejemati.

VIRI IN LITERATURA

- ▶ Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., Walter, P., 2014: *Molecular Biology of the Cell* (6th Ed.). Garland Science, Taylor & Francis Group, New York.
- ▶ Cooper, G. M., Hausman, R. E., 2013: *The Cell: A Molecular Approach* (6th Ed.). ASM Press, Washington, D. C.
- ▶ McMahon, H. T., Gallop, J. L., 2005. Membrane curvature and mechanisms of dynamic cell membrane remodelling. *Nature* 438, doi: 10.1038/nature04396.

SPLETNI NASLOVI

- ▶ <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK21054/>
- ▶ [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1097-0061\(199812\)14:16%3C1471::AID-YEA353%3E3.0.CO;2-Y/epdf](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1097-0061(199812)14:16%3C1471::AID-YEA353%3E3.0.CO;2-Y/epdf)
- ▶ <http://www.jlr.org/content/5/3/318.full.pdf+html>

oglas

oglas