

Lipidy

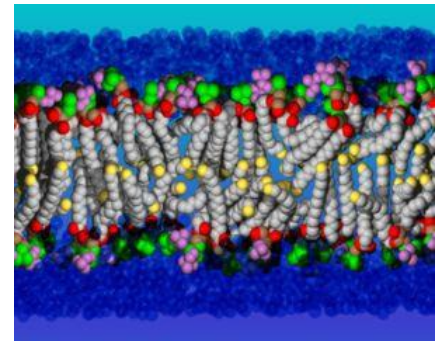
Lipidy jsou různorodou skupinou látek, které tvoří jednu z nepostradatelných živin organismu. Jsou důležité jak z hlediska energie, tak z hlediska zpracování jiných látek, pro tělo naprosto nepostradatelných. Příkladem lipidů jsou tuky, oleje, vosky, mnohé vitamíny, hormony a většina nebilkovinných složek buněčných membrán. (Obr. 1) To jsou hlavní důvody, proč se jimi zabýváme jak z chemického, tak i z biologického pohledu.

Základní charakteristika lipidů

Lipidy získaly název z řeckého slova *lipos* = tuk. Z chemického hlediska jsou lipidy látky nerozpustné ve vodě (hydrofobní), ale dobře rozpustné v nepolárních rozpouštědlech (např. chloroform, diethylether, benzen). [13] Můžeme je tedy izolovat z buněk tkání organismů extrakcí (vyluhováním) nepolárními rozpouštědly.

Funkce lipidů

Lipidy jsou nejbohatším zdrojem energie ze všech živin (dvakrát vydatnější než sacharidy nebo proteiny). Jsou zdrojem esenciálních mastných kyselin, lipofilních vitamínů a příslušných provitaminů a sterolů. Jsou potřebné pro syntézu hormonů, feromonů i žlučových kyselin. Tvoří základní úlohu ve stavbě buněk a v metabolismu. Vytvářejí všechny membrány (hlavně fosfolipidy a cholesterol) a podpurné tkáně. Tukový polštář také představuje mechanickou ochranu proti tlaku a nárazům. Obaluje některé orgány a chrání je před mechanickým poškozením. Lipidy lze též považovat za elektrickou „izolaci“



Obr. 1: Fosfolipidová membrána



Lipidy jsou hydrofobní látky.



Na ukládání triacylglycerolů slouží tukové buňky – adipocyty.



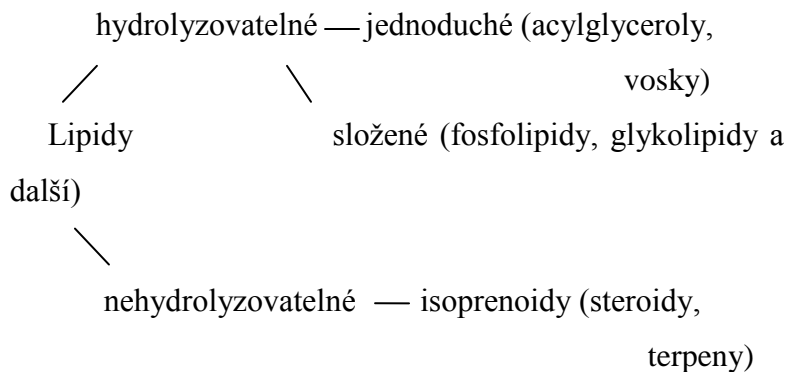
Víte, že kdyby celková uvolnitelná energie uskladněná v těle v podobě tuku byla uložena jako glykogen, muselo by lidské tělo vážit o 55 kg víc!

v nervové tkáni a látky bránící ztrátám tepla do okolí a též ztrátě vody.

Dělení lipidů

Díky společné fyzikální vlastnosti – hydrofobicitě – zahrnujeme do lipidů velkou skupinu látek. Proto je rozdělíme do dvou základních skupin, a to hydrolyzovatelné, to jsou ty, v jejichž molekule je esterová vazba, kterou lze hydrolyticky štěpit (např. tuky a vosky), a nehydrolyzovatelné, které esterovou vazbu nemají (např. cholesterol a jiné steroidy).

Hydrolyzovatelné lipidy dělíme na **jednoduché** a **složené** a do nehydrolyzovatelných lipidů patří skupina isoprenoidy. **Jednoduché lipidy** tvoří acylglyceroly a vosky, mezi **složené lipidy** patří např. fosfolipidy, sfingolipidy, lipoproteiny nebo glykolipidy. Mezi isoprenoidy patří steroidy nebo terpeny.



Jednoduché lipidy

Do jednoduchých lipidů řadíme skupinu acylglycerolů a vosků.

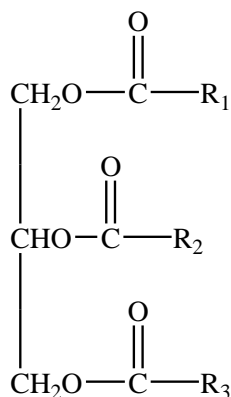
Acylglyceroly

Nejrozšířenějšími lipidy jsou živočišné tuky a rostlinné oleje - acylglyceroly. Z chemického hlediska to jsou estery vyšších mastných kyselin a glycerolu (Obr. 2). Existují mono-, di- a nejdůležitější triacylglyceroly.

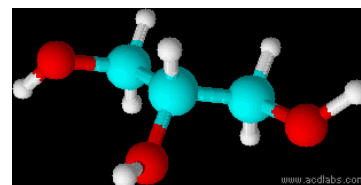


Olej snižuje povrchové napětí vody, jak se přesvědčil v roce 1774 americký státník a vědec Benjamin Franklin, který napsal o působení oleje na zklidnění vln toto: Kdysi dávno jsem v Claphamu (v Londýně) pozoroval zdejší velké jezero. Bylo rozbouřené větrem. Přinesl jsem si karafu s olejem a trochu jsem ho kápl do vody. Pozoroval jsem, jak se s překvapivou lehkostí rozprostřel po povrchu. Šel jsem na návětrnou stranu, kde se vlny začínaly tvořit, a tady olej, ačkoli ho nebylo více než kávová lžička, vytvořil klidnou plochu o rozloze několika čtverečních yardů, které se postupně obdivuhodně rozprostřely, až dosáhly závětrné strany, přičemž celá tato část jezera – možná půl akru – zůstala hladká jako zrcadlo.

Obecný vzorec triacylglycerolu:

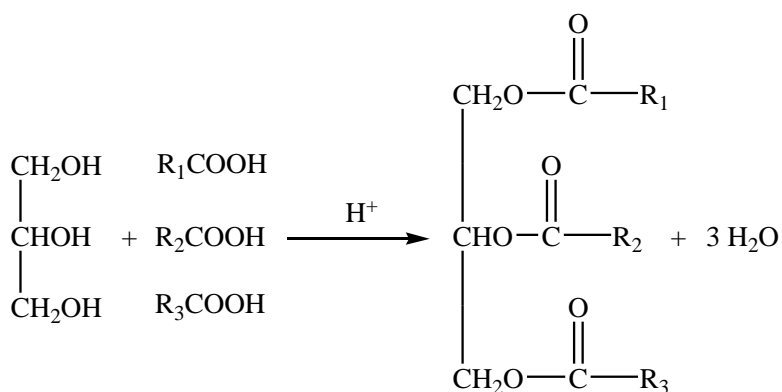


Obr. 2: Obecný vzorec triacylglycerolu, kde R_1 , R_2 a R_3 značí řetězec mastných kyselin, nejčastěji různých.



Obr. 5: Molekula glycerolu

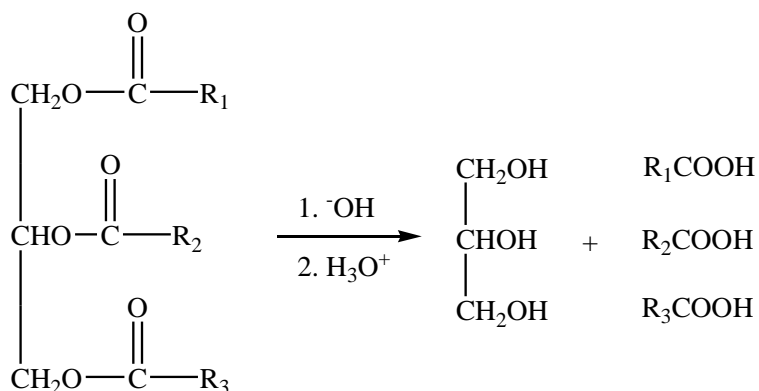
Vznik triacylglycerolů – esterifikace:



Laboratorní práce –
příprava esteru

Obr. 3: Reakce glycerolu s obecnou vyšší mastnou karboxylovou kyselinou za vzniku triacylglycerolu

Z tuků a olejů můžeme opět připravit glycerol a mastné kyseliny hydrolýzou vodným roztokem hydroxidu sodného (NaOH), poté okyselením prostředí. (Obr. 4)



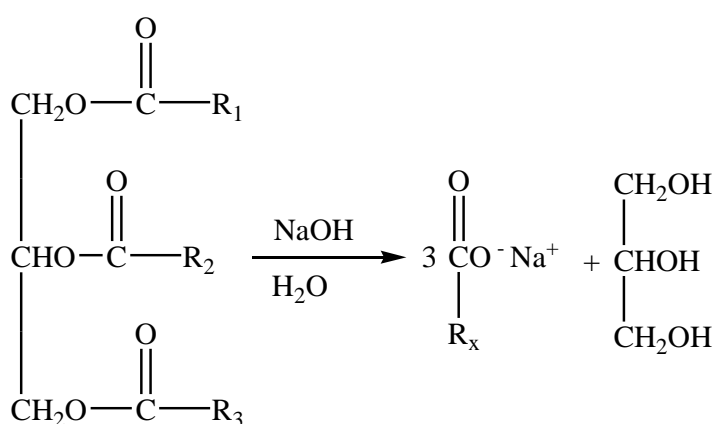
Obr. 4: 1. Hydrolýza vodným roztokem hydroxidu sodného. 2. Okyselení roztoku.



Jaký je rozdíl mezi tukem
a olejem?

Mýdla

Mýdlo je chemicky směsí sodných a draselných solí vyšších mastných kyselin. Připravuje se alkalickou hydrolýzou (zmýdelněním) živočišných tuků. (Obr. 6) Mýdlo se po vysrážení musí vyčistit, zbavit zbytků alkálií a glycerolu, vysušit, poté se parfémuje a lisuje. Do mýdel se pak přidávají další složky, jako jsou barviva, nebo antiseptické látky (medicinální mýdla), pemza (brusná mýdla) nebo vzduch (plovoucí mýdla).



Obr. 6: Alkalická hydrolýza triacylglycerolu, kde x značí uhlovodíkový zbytek č. 1, 2 a 3.

Čistící schopnosti mýdel

Čistící schopnosti mýdel souvisejí s chemickými vlastnostmi molekuly mýdla. Molekula mýdla má dlouhý uhlíkatý řetězec, který ve vodném roztoku protonizuje na Na^+ kation a anion RCOO^- (karboxylátový). Karboxylátový anion má tedy polární „hlavičku“ a nepolární uhlovodíkový „ocas“. Tato iontová „hlavička“ je hydrofilní, má tedy tendenci obklopotvat se molekulami vody. Zatímco „ocas“ je lipofilní, má snahu rozpouštět se v tuku. Čistící účinek mýdla tedy spočívá v tom, že nepolární uhlovodíkový řetězec karboxylové kyseliny se orientuje do vnitřku nepolární („mastné“) nečistoty, zatímco „hlavička“ směřuje do vodné fáze. Vznikne útvar zvaný micela. (Obr. 7) Tím se



Mýdlo je známo už z 6. stol. př. n. l., kdy údajně Féničané připravili hrudkovitou hmotu zahříváním skopového loje s výluhem z dřevěného popela.



Laboratorní práce –
příprava mýdla



Pozor! Pokud se v laboratoři polijeme hydroxidem, vyrobíme si na pokožce vlastní mýdlo. Velmi nebezpečné, musíme potřísněné místo ihned opláchnout proudem vody!

dosáhne rozptýlení nečistot do polárního vodného prostředí, tzv. emulgace.

Podobné vlastnosti jako mýdla mají i tenzidy, které ale chemicky nepatří mezi lipidy. Byly vynalezeny, protože mýdla, tedy sodné soli mastných kyselin, v tvrdé vodě (obsahuje ionty vápníku a hořčíku) přecházejí na nerozpustné soli hořečnaté a vápenaté a tvoří známé pruhy usazenin na stěnách vany nebo zašedlý nádech na bílém prádle.

Vosky

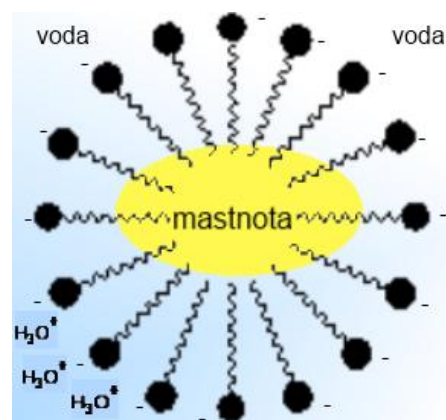
Vosky nalezneme na ochranných povlacích různých bobulí (třešně, borůvky), ovocných plodech (jablka), listech nebo na zvířecí srsti. Chemicky jsou vosky složité směsi esterů vyšších mastných kyselin s alkoholy s dlouhými řetězci uhlíků. Jejich vlastnostmi jsou nerozpustnost ve vodě a stabilita vůči hydrolyze.

Příklady vosků [12][13][20] :

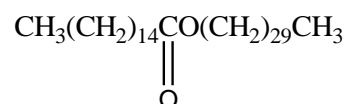
- včelí vosk
- lanolin – ovčí vlna
- vorvaňovina – lebeční dutina vorvaňů (velmi vzácný, nahrazuje se synteticky)
- karnaubský vosk – v hojné míře na listech palmy, používá se jako součást nábytkových a podlahových politur

Použití vosků [20]:

- výroba svíček
- křídový papír
- impregnace
- krémy na boty
- výroba kosmetiky



Obr. 7: Micela



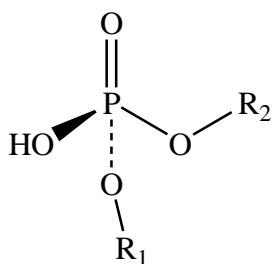
Obr. 8: Vzorec triakontyl-hexadekanoát – součást včelího

Složené lipidy

Složené lipidy jsou pro nás velmi důležité. Spolu s proteiny jsou součástí biologických membrán uvnitř buněk. Membrány tvoří neprostupnou bariéru pro průchod látek, spíše regulují složení vnitrobuněčného prostředí tím, že řídí tok živin, odpadních látek, iontů a dalších látek dovnitř a ven z buňky. Mezi složené lipidy řadíme hlavně fosfolipidy a glykolipidy, které jsou hlavními složkami membrán.

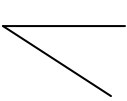
Fosfolipidy

Fosfolipidy jsou diestery kyseliny fosforečné (Obr. 9).



Obr. 9: Vzorec diesteru kyseliny fosforečné

Nejvýznamnější skupinami fosfolipidů jsou fosfoacylglyceroly (glycerofosfolipidy) a sfingomyeliny.

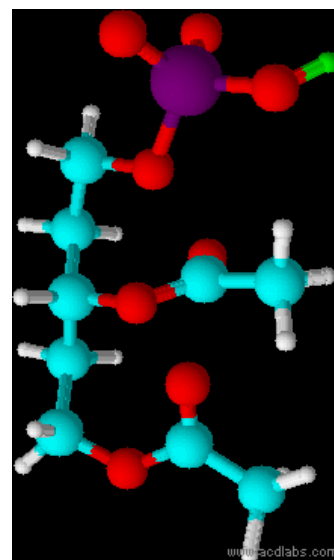
Fosfolipidy  fosfoacylglyceroly
sfingomyeliny

Fosfoacylglyceroly

Fosfoacylglyceroly jsou bohatě zastoupené v rostlinných i živočišných tkáních a tvoří hlavní lipidovou složku biomembrán. Fosfoacylglyceroly jsou příbuzné acylglycerolům, protože mají jako základ molekulu glycerolu (Obr. 5), k níž jsou esterově vázány dvě molekuly mastné kyseliny a jedna molekula kyseliny fosforečné. (Obr. 10, Obr. 11)



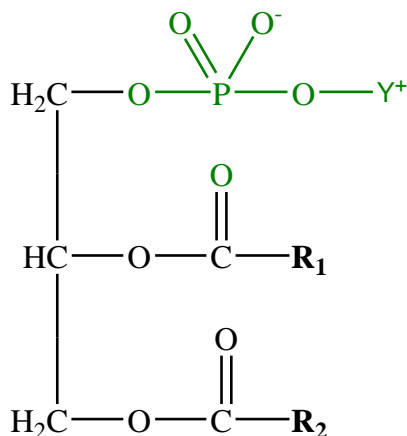
Buňka je v podstatě ohraničena plasmatickou membránou. Uvnitř buňky se nachází další orgány, které jsou také ohraničené membránami: jádro, mitochondrie, chloroplasty, endoplasmatické retikulum a Golgiho aparát, které jsou rovněž ohraničené membránami.



Obr. 10: Prostorový vzorec konkrétního uspořádání molekuly fosfoacylglycerolu, kde zelený konec značí další substituent např. cholin

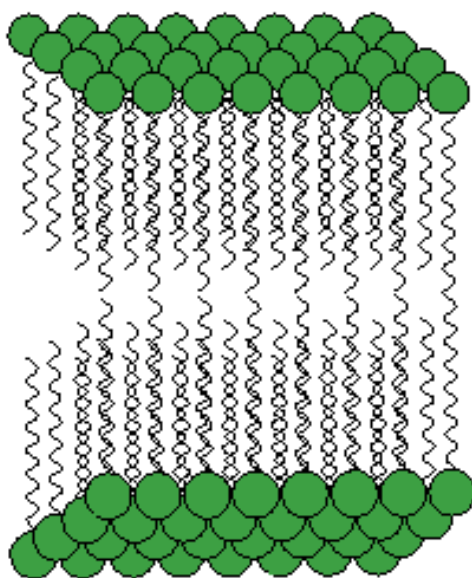
Nejpočetnějšími skupinami fosfoacylglycerolů jsou fosfatidylcholin (lecithiny) a fosfatidylethanolamin (kefalin).

Podobně jako mýdla mají fosfoacylglyceroly dlouhý nepolární uhlovodíkový „ocas“ připojený k polární „hlavičce“ (fosfátová skupina). (Obr. 11, Obr. 13)



Obr. 11: Vzorec fosfoacylglycerolů s iontovou "hlavičkou" a nepolárními R – konci, Y značí další substituent např. cholin u lecithinu

Buněčná membrána je tvořena z lipidních dvojvrstev, které jsou tvořeny orientovanými molekulami fosfoacylglycerolů. Lipofilní konce fosfoacylglycerolů směřují dovnitř dvojvrstvy. (Obr. 12)



Obr. 12: Fosfoacylglycerová dvojvrstva



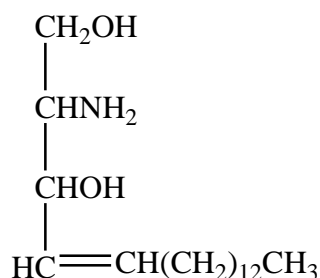
Lecithiny se hojně nachází v mozkové a nervové tkáni. Poprvé byl izolován z vaječného žloutku. Používá se k léčbě demence a k posílení mozkových funkcí.



Obr. 13: Fosfoacylglycerol s iontovou "hlavičkou" a uhlovodíkovým "ocasem"

Sfingomyeliny

Sfingomyeliny se nacházejí v buněčných membránách nervů a mozkové tkáni. Tvoří myelinové pochvy axonů. Základem sfingomyelinů je aminodialkohol sfingosin. (Obr. 14).

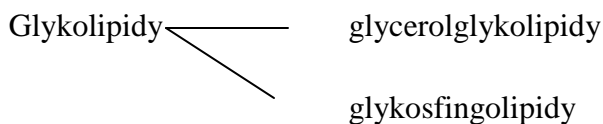


Obr. 14: Vzorec sfingosinu

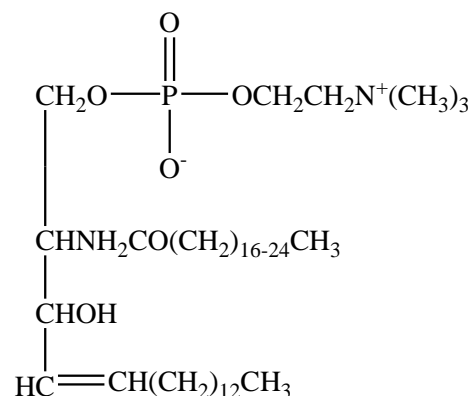
Glykolipidy

Glykolipidy jsou další rozšířenou skupinou lipidů. Nacházejí se například v bakteriích (glycerolglykolipidy), v mozku, játrech a slezině (cerebrosidy). Glykolipidy mají ve své molekule lipidovou i cukernou složku, která tvoří hydrofilní pól molekuly.

Mezi glykolipidy patří dvě skupiny – glykosfingolipidy a glycerolglykolipidy. Nejzajímavější skupinou glykolipidů jsou glykosfingolipidy a jejich strukturně nejjednodušší skupina – cerebrosidy. Do glykosfingolipidů řadíme také skupiny sulfamidy a gangliosidy.



Sfingomyelin vzniká navázáním mastné kyseliny na molekulu sfingosinu prostřednictvím aminoskupiny, a připojením fosforylcholinové skupiny na hydroxidovou skupinu. (Obr. 15)



Obr. 15: Vzorec sfingomyelinu



Cerebrosidy jsou v podstatě podobné jako sfingomyeliny, ale místo kyseliny fosforečné obsahují cukernou složku.