

**MUNI
SPORT**

LIPIDY

Lipidy – vlastnosti, dělení, funkce

Lipidy jsou funkčně i chemicky velmi různorodé látky v pevném i kapalném skupenství, živočišného i rostlinného původu.

Nesourodá skupina látek s podobnými vlastnostmi:

- nerozpustné ve vodě, rozpustné v organických rozpouštědlech (éter, chloroform, etanol)

Podle chemického složení se lipidy dělí na:

- Lipidy jednoduché (tuky, vosky, izoprenoidy – podskupina steroly)
- Lipidy složené (fosfolipidy, glykolipidy, lipoproteiny)

Funkce lipidů v organismu:

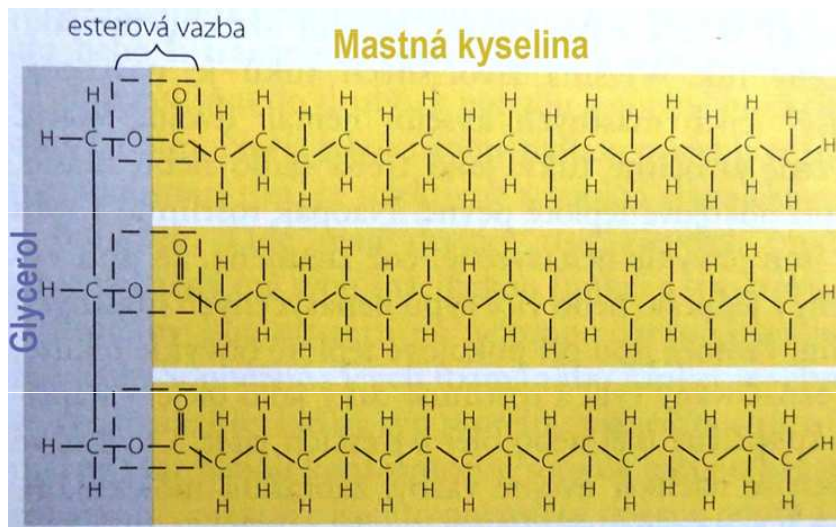
- Zdroj energie a zásobní funkce (tuky = triacylglyceroly). 1 g tuků (37-39 kJ) - 2x více E než sacharidy (17 kJ).
- Stavební funkce – biomembrány (fosfolipidy, sfingolipidy, cholesterol).
- Ochranná funkce - mechanická (proti nárazům – ledviny) a tepelná izolace (podkožní tuk a vnitřní/viscerální tuk).
- Speciální funkce v organismu (např. katalytická: steroidní hormony, vitaminy A a D; transportní: lipidy HDL, LDL)

TUKY

- nejběžnější podskupinou lipidů, které využíváme jako zdroj živin v potravě
- tvoří podkožní a viscerální tuk
- Na rozdíl od glykogenu není skladování tukových zásob v těle omezeno (morbidní obezita)
- mají vysokou energetickou hodnotu, a proto jsou živými organismy využívány jako nejefektivnější zásobní forma energie.
- **Nepolární lipidy** (s neutrálním elektrickým nábojem), hydrofobní
- Energetická hodnota tuků stoupá s délkou uhlíkového řetězce: U tuků s krátkým řetězcem (3-6 uhlíků) je relativně nejnižší (30 kJ/g), zatímco tuky se středně dlouhým uhlíkovým řetězcem (8-12 uhlíků) mají energetickou hodnotu cca 35 kJ/g (8.4 kcal) a tuky s dlouhým řetězcem (>12 uhlíků) cca 38.5 kJ/g (9.2 kcal). Konvenčně se jako průměrná energetická hodnota u tuků používá 37.7 kJ (9 kcal).

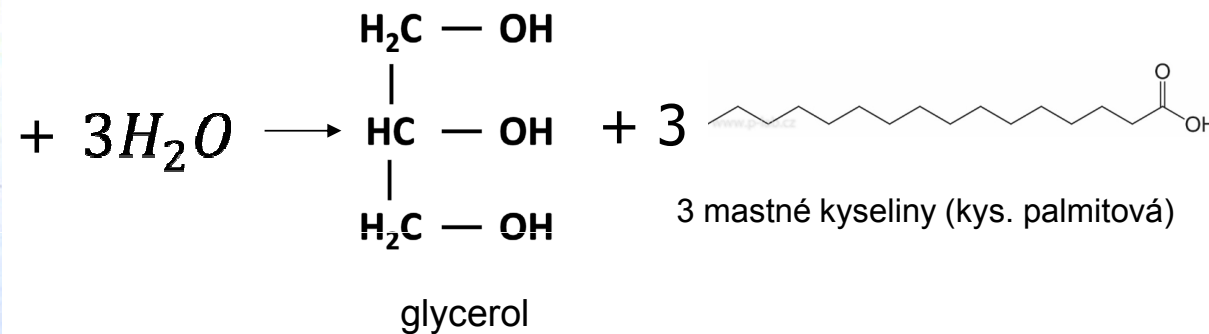
TUKY – triacylglyceroly (TAG) - triglyceridy

- Estery vyšších mastných kyselin a alkoholu glycerolu
- tvořeny glycerolem (trojuhlíkatým alkoholem) a třemi karboxylovými kyselinami s nevětveným řetězcem (nejčastěji 16-18 C) uhlíků, které se označují jako mastné kyseliny. Tyto tři mastné kyseliny mohou – ale nemusí – být stejného druhu.
- Esterová vazba vzniká mezi hydroxylovou skupinou glycerolu (-OH) a karboxylovou skupinou mastné kyseliny (-COOH) za odštěpení vody. Výsledná tuková molekula se třemi „ocasy“ mastných kyselin se odborně označuje jako triacylglycerol.



Triacylglycerol (žlutá část acyly – karboxylové kyseliny bez -OH skupiny)

NAPŘ.



Napiš obecný vzorec

Monoacylglycerolu

Diacylglycerolu

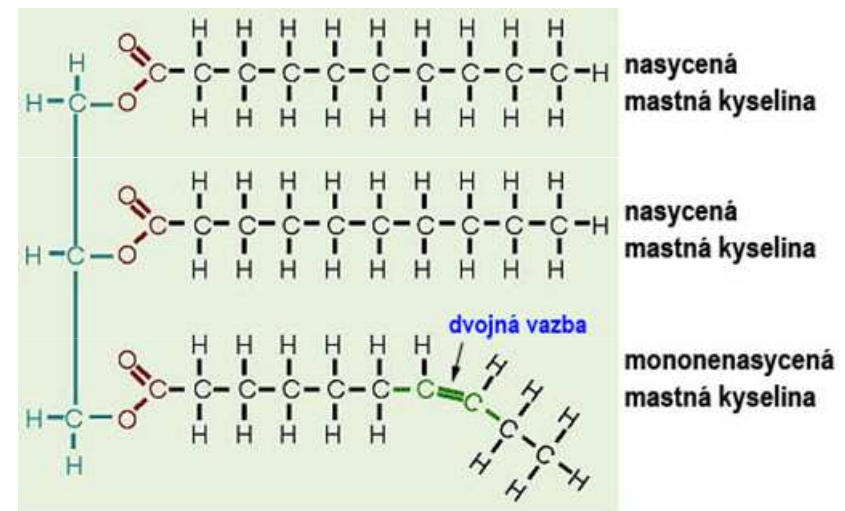
Triacylglycerolu

Acyl je v organické chemii obecně funkční skupina formálně odvozená od karboxylové kyseliny odtržením OH skupiny z karboxylu.

Nasyčené, nenasycené mastné kyseliny

Nasyčené mastné kyseliny (*saturated fatty acids, SFA*) mají na uhlíkové kostře navázáno maximální množství vodíkových atomů a **nemají žádné dvojně vazby**. Rovný řetězec – vyšší b.t. (tuhé – máslo, sádlo, lůj) – palmitová, stearová kyselina

Nenasycené mastné kyseliny (*unsaturated fatty acids*) mají **jednu nebo více dvojných vazeb**, které vznikají odstraněním atomů vodíku. Dvojná vazba vyvolává ohyb uhlíkového řetězce, což způsobuje, že nenasycené mastné kyseliny se k sobě při pokojové teplotě nejsou schopny dostatečně přiblížit. Mají tudíž nižší bod tání a zůstávají tekuté (ve formě olejů).



a) Mononenasycené mastné kyseliny (*monounsaturated fatty acids, MUFA*) mají jednu dvojitou vazbu. – olejová kys.

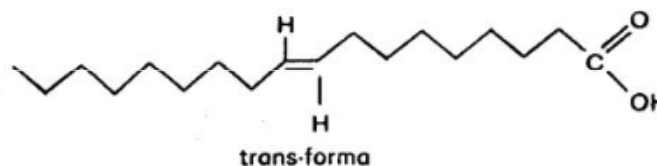
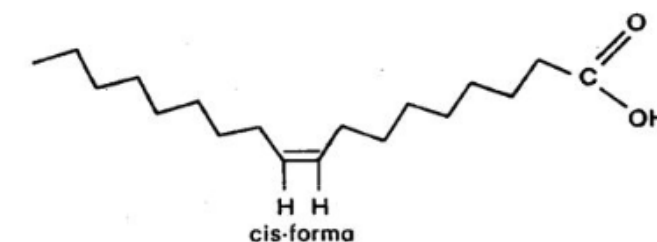
b) Polynenasycené mastné kyseliny (*polyunsaturated fatty acids, PUFA*) mají dvě a více dvojných vazeb. – linolová, linolenová kys.

název kyseliny	počet C : počet dvojných vazeb	poloha dvojných vazeb
palmitová	16 : 0	
stearová	18 : 0	
olejová	18 : 1; 9	
linolová	18 : 2; 9,12	
linolenová	18 : 3; 9,12,15	

hydrofilní hlavička	kyselina kapronová	hydrofobní ocas
HOOC	CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	

Nenasycené - cis, trans konfigurace dvojných vazeb

- Běžnou přírodní konfigurací dvojných vazeb v nenasycených mastných kyselinách je tzv. konfigurace *cis*. Způsobuje ohnutí řetězce. Vodíkové atomy ve dvojných vazbách směřují na stejnou stranu.
- Kromě toho však existuje i tzv. konfigurace *trans* s převrácenou pozicí vodíkových atomů ve dvojitých vazbách a přímějším uhlíkovým řetězcem. Nezdravá varianta – vliv na vznik srdečně cévních onemocnění.



Trans mastné kyseliny – ztužené vs. částečně ztužené

- **Minulé století:** částečně ztužené tuky - katalytická hydrogenace tuků – cíl: levnější olej mazat jako máslo – margaríny, při tomto procesu se vysytily dvojně vazby vodíky na jednoduché a zároveň cis přesmyk to trans polohy – dosáhlo se cíle – narovnat řetězec a tím zvýšit teplotu tání produktu, ale výsledek byla vysoká koncentrace trans MK (20-75 %).
- **Dnes:** ztužený tuk – proces hydrogenace se zastaví, až ve chvíli, kdy nejsou žádné dvojně vazby (ani trans), ale výsledek je příliš tuhý (příliš vysoký b.t.) – promíchává se s olejem. Toto je v dnešních margarínech (případně směsi různých neztužených rostlinných olejů s emulgátory), obsah trans MK je méně než 1%.
- Pokud ve složení uvidíte částečně ztužený tuk, jedná se o tuk nevhodný pro zdravou výživu a výrobek nekupujte, obsahuje trans MK. Pokud však uvidíte ztužený tuk, pak trans MK neobsahuje.

Polynenasycené MK (PUFA) - omega-6, omega-3

(PUFA mají více dvojných vazeb mezi uhlíky)

Podle **umístění dvojných vazeb** se PUFA dělí na:

- Omega-6
- Omega-3

Označení je odvozeno od **polohy první dvojně vazby MK ve směru od methylového konce (-CH₃)**

Omega-6 PUFA:

kyselina linolová* (18:2), dvojně vazby v polohách 9 a 12. Výskyt: oleje – slunečnicový, v semenech rostlin.

Kyselina arachidonová (20:4) – žloutek, tučná masa, vnitřnosti

Omega 3-PUFA:

Kyselina linolenová* (18:3), dv. vazby na 9., 12. a 15.C, výskyt: ořechy, lněné sem., řepkový olej

Kyselina eikosapentaenová (20:5) a dokosaheptaenová – v mořských rybách.

Zdravý **poměr omega 6: omega 3** MENŠÍ NEŽ 5:1 (OPTIMUM 2:1 až 3:1), v běžné západní stravě 16:1... – nestačí živočišné tuky nahradit rostlinnými, ale zvýšit příjem mořských ryb, nahradit slunečnicový olej řepkovým nebo olivovým a zařadit ořechy

* Esenciální mastné kyseliny – nepostradatelné ve výživě

Vybrané mastné kyseliny z hlediska výživy

Vyšší mastná kyselina	Počet uhlíků	Zdroj
<i>Nasycené MK (SFA)</i>		
Palmitová	16	palmový olej, mléčný tuk, kakaové máslo, masný tuk
Stearová	18	mléčný tuk, kakaové máslo, masný tuk
<i>Mononenasycené MK (MUFA)</i>		
Palmitoolejová	16	mléčný tuk, v rostlinných olejích
Olejová	18	masný tuk, olivový olej, lískové oříšky
<i>Polynenasycené MK /PUFA, omega-6</i>		
Linolová (CLA)	18	slunečnicový olej, mák, vlašské ořechy
Arachidonová (ARA)	20	arašídy, žloutky, vnitřnosti, masný tuk
<i>Polynenasycené MK /PUFA, omega-3</i>		
Linolenová (ALA)	18	semena lnu a konopí, chia semínka, vlašské ořechy, řepkový olej
Eikosapentaenová (EPA)	20	rybí tuk
Dokosahexaenová (DHA)	22	rybí tuk

Isoprenoidy

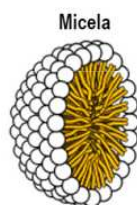
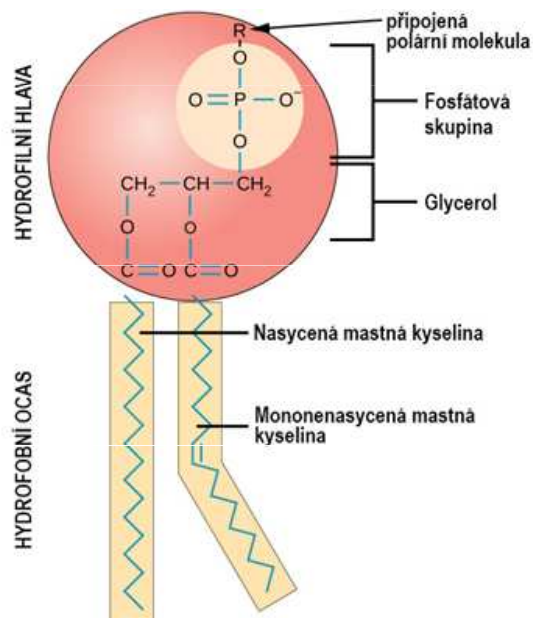
- větvené lipidy obsahující dvě až několik tisíc molekul pětiuhlíkatého uhlovodíku izoprenu (lineární i cyklické)

Steroidy - biologicky nejvýznamnější skupinou cyklických isoprenoidů:

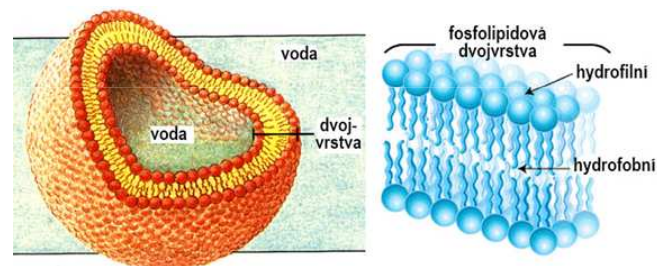
1. **Steroidní hormony** – kortikoidy (hormony kůry nadledvinek – kortisol, aldosteron) a gonadální (pohlavní hormony – testosteron, estradiol, progesteron)
2. **Žlučové kyseliny** – kyselina cholová, deoxycholová – trávení lipidů - emulgace tuků
3. **Vlastní steroly** – v buňkách živočichů – **zoosteroly** (cholesterol - součástí buněčných membrán a slouží jako prekurzor pro syntézu steroidů), v rostlin. b. **fytoosteroly** – rozpouští usazeniny v cévách
4. **Steroidní vitaminy** – kalciferoly (vit. D2 – ergokalciferol, vit. D3 – cholekalciferol)
5. **Steroidní alkaloidy** – z čeledi lilkovité – solanin v bramborách, tomatin v rajčatech

Fosfolipidy

- Polární lipidy, amfipatická (amfifilní) povaha – hydrofilní i hydrofobní část. Výskyt: buněčné membrány (zejména mozek a myelinové obaly nervových buněk)
- glycerol + 2 MK + fosfátová skupina s polární molekulou, nejčastěji aminoalkoholem, např. cholin



Fosfolipidy vytvářejí ve vodě spontánně shluky s hydrofilními částmi orientovanými ven a hydrofobními „ocasy“ orientovanými dovnitř. Charakteristickým shlukem tohoto typu je **micela**.



Lipidová dvojvrstva - základní stavební částí buněčných membrán. Jejich kostru tvoří dvě vrstvy fosfolipidů a s nimi provázané glykolipidy, steroly, glykoproteiny, proteiny a cholesterol. Jsou polopropustné a na rozdíl od micel obsahují vodné jádro.

Lipoproteiny

- Lipoproteiny jsou **sloučeniny lipidů a proteinů**, které slouží jako **transportní médium lipidů** v organismu.
- Lipidová část zachytí dovnitř nepolární molekulu (cholesterol, TAG), proteinová část – hydrofilní je vystavena do vodného prostředí (krve, plazmy).

Lipoproteiny se dělí na několik typů, které se navzájem liší hustotou:

- **chylomikrony** – největší s nejnižší hustotou, vznikají ve střevech, odkud přenášejí TAG, cholesteryl estery a volný cholesterol do lymfatického systému a poté do krve.
- **LDL** (low density lipoproteins) - Vznikají v játrech a obsahují velké množství cholesterolu a cholesteryl esterů, které dopravují do tkání - jsou spojeny s vysokým kardiovaskulárním rizikem a korelují také s vyššími hladinami krevních TAG.
- **HDL** (high density lipoproteins) - nejmenší lipoproteiny, s největším podílem proteinů. Vznikají v játrech a ve střevě. Hrají klíčovou roli v odstraňování nadbytečného cholesterolu z buněk, který přenášejí do jater.

