

LIPIDY (lipos = tuk)

■ Charakteristika

- **přírodní org. sloučeniny**-látky rostlinného i živočišného původu
- **deriváty vyšších mastných kyselin a alifatického alkoholu (estery, amidy)**
- **hydrofobní charakter**- je dán velkým nepolárním uhlovodíkovým zbytkem
- **rozpuštěnost v nepolárních org. rozpouštědlech** – CHCl_3 , eter, benzen, toluen
- **nerozpuštěnost ve vodě** typická vlastnost většiny lipidů(hlavně tuků!!)
- jejich další vlastností je jejich **hořlavost**. Dříve se dokonce využívali jako materiál na hoření. Nesmí se ale hasit vodou.

Výskyt:

v buněčných membránách, nervových tkáních, na listech a plodech některých rostlin(kutikula), podkožní tuk, obalový materiál orgánů(ledviny, srdce..)

- **LIPIDY** se dělí na dvě významné skupiny:
- **zmýdelnitelné látky** – obsahují karboxylovou kys.)
- **nezmýdelnitelné lipidy - isoprenoidy**, jejich základem je isopren: 2-methylbuta-1,3-dien).
- Z tohoto důvodu není úplně správné, že se lipidům česky říká tuky. **Tuky jsou pouze podmnožinou skupiny lipidů.**
- **Tuky jsou estery vyšších karboxylových (tzv. mastných) kyselin s trojisytným alkoholem glycerolem.** Zpravidla jsou esterifikovány všechny tři hydroxyskupiny glycerolu, proto jde o **triacylglyceroly**. Triacylglyceroly mohou obsahovat tři shodné acylové zbytky, nebo může být každá hydroxyskupina esterifikována rozdílnými kyselinami.

■ Biologické funkce lipidů

□ Zdroj a rezerva energie

- **nejbohatší zdroj energie** (jejich oxidací se uvolňuje až 38kJ/g tj. 9,3kcal/g), energeticky nejbohatší část potravy, více než 2x bohatší než sacharid(sacharidy 17KJ/g)
- **energetická rezerva**- energetická zásobní depa (energie pro tažné ptáky, při hladovění, při hibernaci, velbloudi či jiní pouštní savci mají lipidy jako zdroj „metabolické“ vody...)
 - živočiškové – tuková tkáň- triacylglyceroly
 - rostliny – olejnaté plody, semena

□ Strukturní funkce

- součást biomembrán(fosfolipidy, glykolipidy – složené lipidy)
- přenos nerv. vzruchů, obaly nervových vláken(myelin- obaluje axony-dlouhé výběžky neuronu), nervová tkáň až 40% lipidů

□ Ochranná funkce

- obalují některé orgány, ochrana před mechanickým poškozením
- podkožní tuk – izolační vrstava proti tepelnému, elektrickému a fyzikálnímu šoku
- ochrannou fci zajišťuje vrstva vosku na listech, plodech(proti odpařování vody, nadměrnému smáčení, napadení mikroorganismy), dále na peří, srsti

□ Rozpouštědlo - vehikulum

- některých biologicky významných nepol. látek (lipofilní vitamíny ADEK, hormony, barviva, léčiva)

□ Zdroj esenciálních mastných kyselin

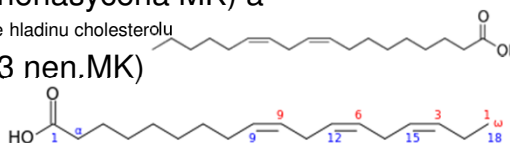
- vitamín F tj. (dvojně vazby v konfiguraci cis)

kys. linolová(omega-6 nenasycená MK) a

(cis,cis)-oktadeka-9,12-dienová- snižuje hladinu cholesterolu

kys.linolenová(omega-3 nen.MK)

příznivý vliv na náš srdečně-cévní systém



■ Chemické složení lipidů

□ Základní složky

- Mastné kyseliny - alifatické monokarboxylové kyseliny
 - mají lin. nerozvětvený řetězec se sudým počtem C – vznikají hydrolyzou přirozených lipidů
 - je-li počet C větší než 10 - vyšší MK
 - mají hydrofobní charakter a ten je příčinou - hydrofobnosti lipidů!

nasycené

kys.laurová C₁₂

Kys.myristová C₁₄

kys. palmitová CH₃(CH₂)₁₄COOH kys.hexadekanová

kys. stearová CH₃(CH₂)₁₆COOH kys.oktadekanová

kys. arachidová CH₃(CH₂)₁₈COOH

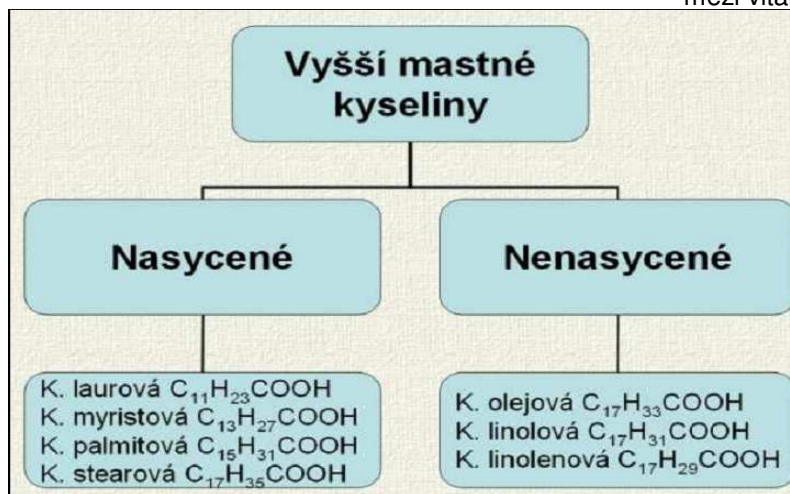
nenasycené

kys. olejová CH₃(CH₂)₇-CH=CH-(CH₂)₇COOH kyselina cis-oktadek-9-enová

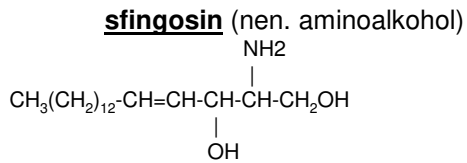
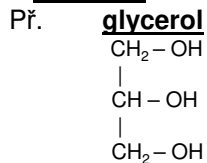
kys. linolová CH₃(CH₂)₄-CH=CH-CH₂-CH=CH-(CH₂)₇COOH

kys. linolenová cis,cis,cis-oktadeka-9,12,15-trienová

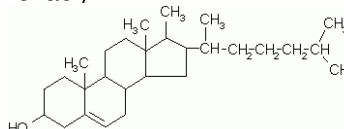
kys. arachidonová(4x dvojná vazba v konfiguraci cis, někdy řazena mezi vitamín F



■ **Alkohol**



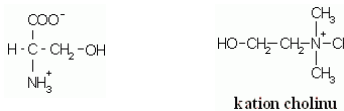
- inositol(cyklohexan -1,2,3,4,5,6-hexaol)
- cholesterol



- vyšší jednosytný alkohol(stearylalkohol --- oktadekan-1-ol
cetylalkohol - palmitylalkohol
(systematický název hexadekan-1-ol)

□ **Vedlejší složky**

- H₃PO₄, cukry, dusíkaté látky...

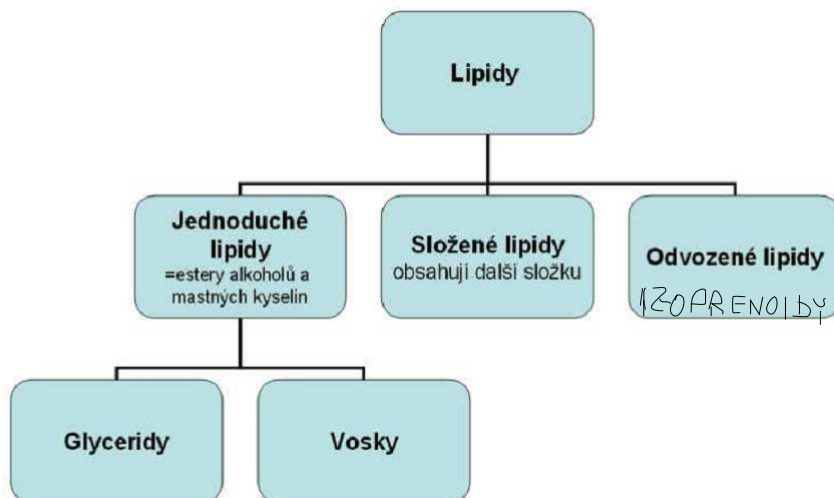


serin

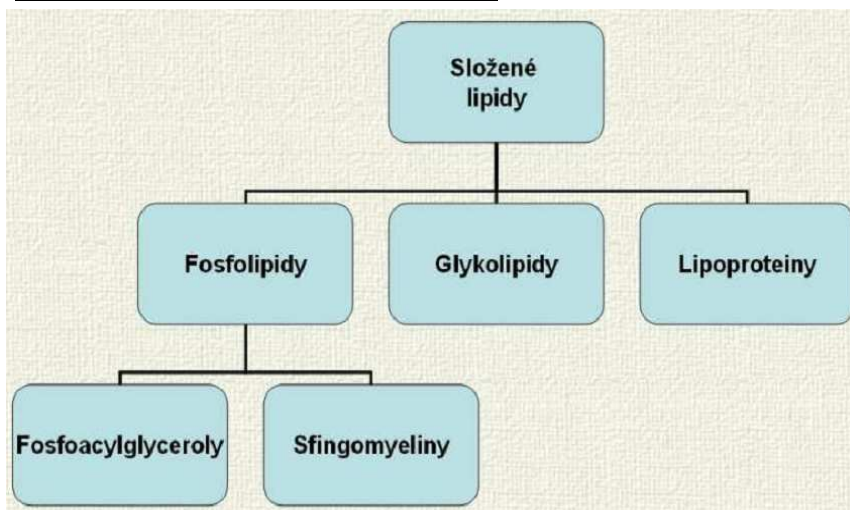
kation cholínu

■ **OH-CH₂-CH₂-NH₂ ethanolamin**

Klasifikace lipidů



SLOŽENÉ LIPIDY



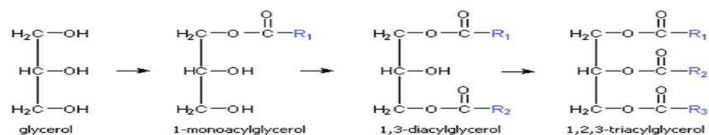
■ Dělení lipidů (podle struktury)

□ Jednoduché

■ Acylglyceroly-glyceridy

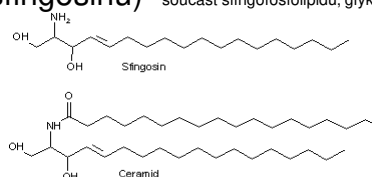
(triacylglyceroly-estery VMK a glycerolu-tuky a kap.tuky-oleje)

Vznik glyceridů

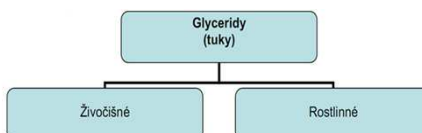


■ Vosky (estery VMK a VJA)

■ Ceramidy (amidy VMK a sfingosinu)- součást sfingofosfolipidů, glykolipidů



Acylglyceroly - glyceridy



■ Dělení

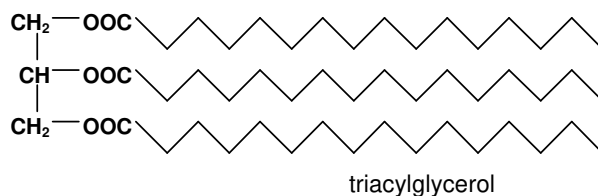
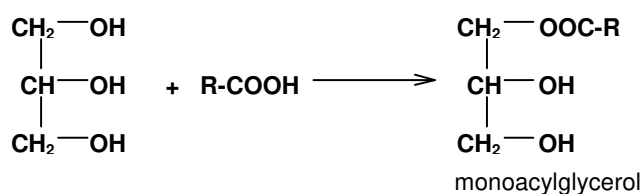
□ Podle počtu esterifikovaných –OH skupin

- monoacylglyceroly
- diacylglyceroly
- triacylglyceroly- tuky

□ Podle zastoupení mastných kyselin dělíme tuky:

- pevné(tuhé)-lůj(hovězí, skopový lůj)-jen nasyc. MK
- polotekuté-sádla(veřové sádlo)- nasyc i nenasyc. MK
- kapalné (tekuté)-oleje(rybí,řepkový olej)-vyšší podíl nenasyc.MK - většinou rostlinné povahy

esterifikace



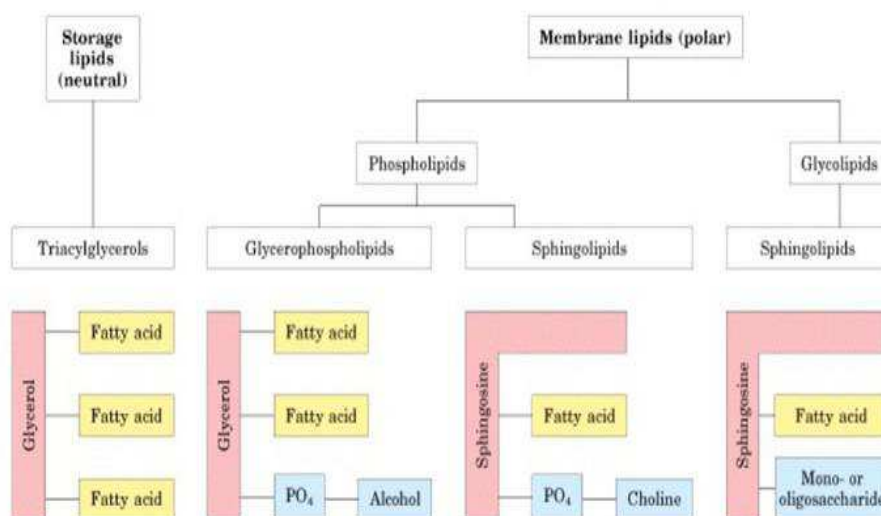
SLOŽENÉ LIPIDY

- **Fosfolipidy**- estery kyseliny fosforečné a glycerolu nebo sfingosinu + cholin, ethanolamin nebo serin.
Fosfolipid má tedy polární(hydrofilní) a nepolární(hydrofobní) konec- tzv.AMFIPATICKY CHARAKTER.(- polární lipidy, tvoří lipidové dvojvrstvy)
- **Glykolipidy**- obdobné fosfolipidům, jen na sfingosin ceramidu je glykosidicky navázán oligo- nebo mono-sacharid, který pak v celém lipidu představuje polární konec.
- **Lipoproteiny**-součástí buněčných membrán, cytoplazmy a krevní plazmy, ve vaječném žloutku

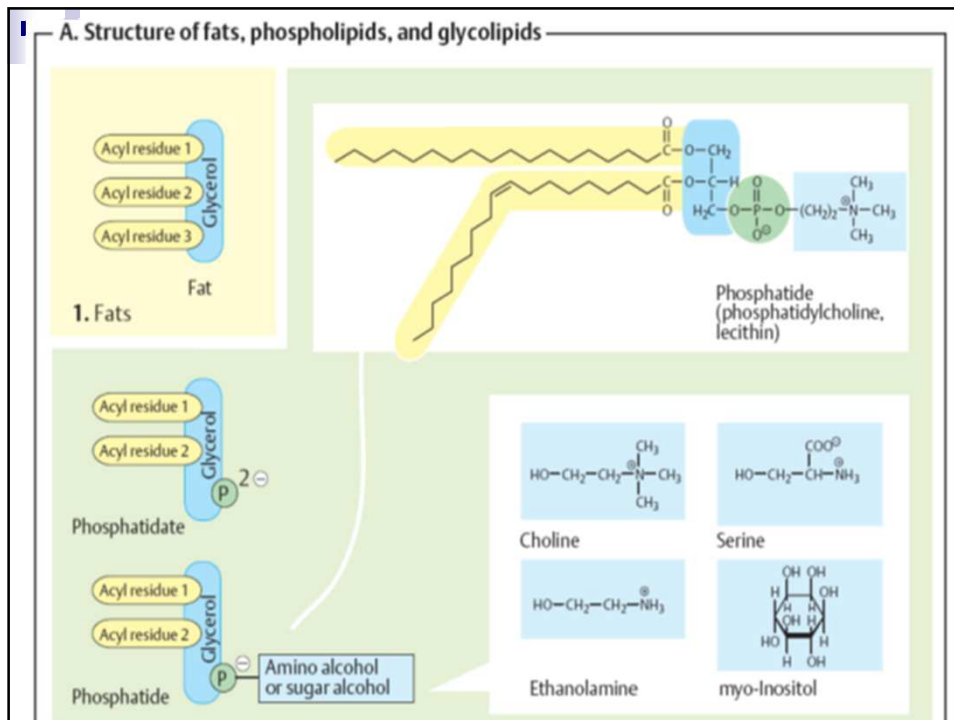
ODVOZENÉ LIPIDY

- **Prostaglandiny** - působí jako regulátory stahů hladkých svalů.
- **Steroidy** - významné biochemické funkce.
- **Karotenoidy** - rostlinná barviva.
- **Lipofilní vitamíny**.

The Structure of Lipids



A. Structure of fats, phospholipids, and glycolipids

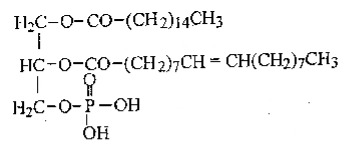


Glycerolfosfolipidy

- význam: hlavní součást buněčných membrán, účast na syntéze tuků (kyselina fosfatidová), součást neuronu (mozek)

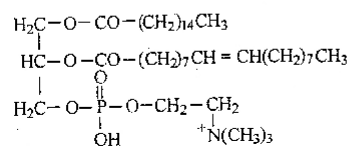
- složení a struktura:

- kyselina fosfatidová - základní struktura fosfolipidů, 1,2-diacylglycerol-3-fosfát, na C-1 vázán acyl nasycené mastné kyseliny, na C-2 vázán acyl nenasycené



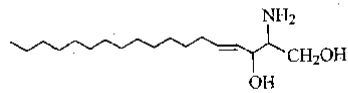
- glycerolfosfolipid: kyselina fosfatidová + cholin/serin/ethanolamin/inositol/glycerol

▷ **lecitin** - kyselina fosfatidová + cholin $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_3$ (esterová vazba s fosfátem) - fosfatidylcholin

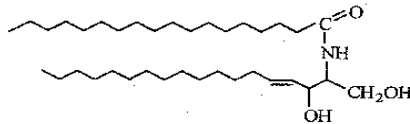


Sfingofosfolipidy

- složení a struktura:
základ tvoří ceramid obsahující sfingosin (osmnáctiuhlíkatý nenasyčený aminoalkohol) a vyšší mastnou kyselinu



sfingosin



ceramid

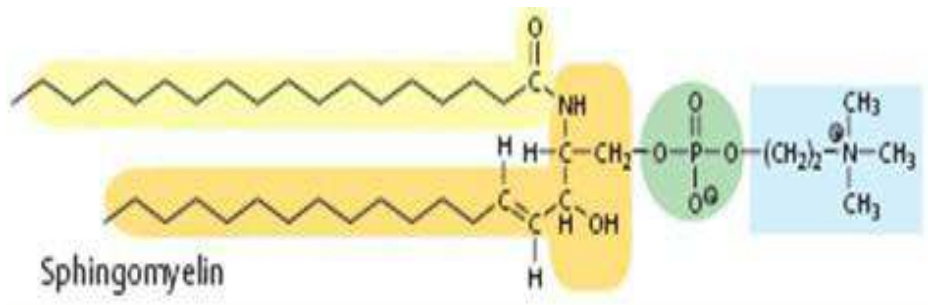
(P^v) SFINGOFOSFOLIPIDU

- sfingomyeliny (ceramid + cholin) jsou přítomny v myelinových pochvách nervových vláken v bílé kůře mozkové

GLYKOLIPIDY

Charakteristika:

- význam: součást neuronu (mozek), imunitní pochody
- složení: glykosfingolipidy
 - cerebrosidy (ceramid + sacharidová jednotka - glukosa nebo galaktosa)
 - gangliosidy (ceramid + více různých sacharidových jednotek) v šedé kůře mozkové.



■ Reakce tuků

□ ztužování olejů

- katalytická hydrogenace (použití v potravinářství-výroba margarínů), přeměna kys.olejová → kys.stearová
- oleje → tuhé tuky (stálejší vůči účinkům mikroorganismů, vzdušné oxidaci, nezapáchají)

DŘÍVE

□ vysychání olejů (lněný, sojový olej- vyšší obsah NMK)

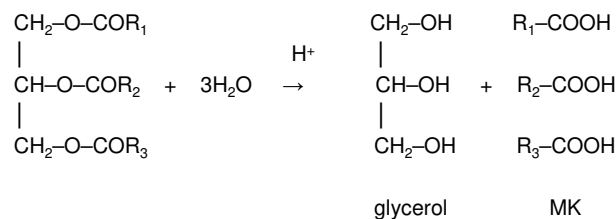
- princip: radikálová oxidační polymerace (dochází k zesíťování kysl.můstky)
- některé oleje po rozetření na větší plochu vytvářejí na vzduchu suché, pružné a trvalé filmy
- užití: výroba fermeží a nátěrových hmot

□ žluknutí tuků

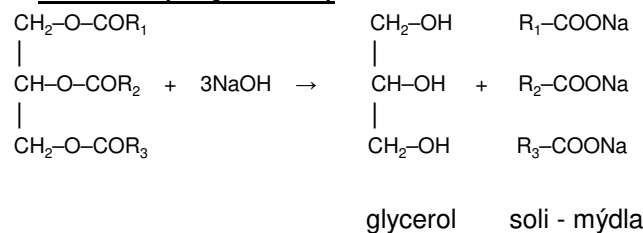
- mikrobiální rozklad (účinkem bakterií, O₂, svět. zářením v teplém a vlhkém prostředí) –oxidace na dvojných vazbách MK
- vznikají páchnoucí aldehydy, ketony a nižší karboxylové kyseliny(máselná)
- ochrana před žluknutím – antioxidační přísady (kys. askorbová)

□ Hydrolyza tuků

■ Kyselá – opak esterifikace

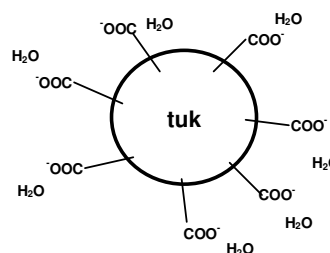


■ alkalická (zmýdelnění)




Mýdla

- tuhá(jádrová) - sodné soli vyšších mastných kyselin
 - čisticí a prací prostředky
 - polotuhá (mazlavá) - draselné soli vyšších mastných kyselin
 - dezinfekční prostředky
 - čisticí účinek mýdla: - nepolární uhl. řetězec se orientuje dovnitř nečistoty-mastnoty
 - karboxylátový aniont směřuje do vody
 - dochází k rozptýlení částí nečistoty do vod. prostředí-
- EMULGACI – vzniká emulze



VOSKY

- estery vyšších mastných kyselin a vyšších jednosytných alkoholů (mastné alkoholy)
 - př. cetylalkohol $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14} - \text{CH}_2 - \text{OH}$
 - stearylalkohol $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16} - \text{CH}_2 - \text{OH}$
 - myricylalkohol $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{28} - \text{CH}_2 - \text{OH}$
- nejméně polární skupinou lipidů - extrémně hydrofóbní
- velmi stálé
- pro živočichy nestravitelné
- rostlinné vosky – ochranná funkce (povlak na povrchu listů nebo plodů)- ochrana před vysycháním
- živočišné vosky - chrání některé orgány- vorvaňovina-masti (žlutá kapalina v lebeční dutině vorvaně)
 - stavební látka- včelí vosk-(včelí plástve)-svíčky
 - lanolín – výroba z ovčí vlny- krémy, mýdla

- 
- Milan Haminger, BiGy Brno 2016