

### 3. LIPIDY

- deriváty mastných kyselin (> C 3)
- volné mastné kyseliny
- doprovodné látky

v technologické a potravinářské praxi triacylglyceroly (podle skupenství tuky, oleje), mastné kyseliny, vosky, fosfolipidy

neutrální lipidy

polární lipidy

#### funkce

- hlavní živiny  
zdroj energie  
zdroj esenciálních mastných kyselin
- rozpouštědlo významných látek (vitaminů aj.)

#### obsah v potravinách

zdroj tuků v potravě

získávání surových tuků a olejů, **zdroje**

rostlinné	lisování extrakce	živočišné	tavení extrakce
-----------	----------------------	-----------	--------------------

#### rostlinné tuky a oleje

rafinace

- odslizování (hydratace), rostlinné slizy, bílkoviny, jejich komplexy    lecithin
- odkyselování (neutralizace)    soli kyselin
- bělení  
karotenoidy, chlorofyly
- deodorace  
 tokoferoly, steroly

#### klasifikace

podle konzistence

- oleje (kapalné)  
vysychavé    lněný  
polovysychavé    slunečnicový/sójový  
nevysychavé    olivový
- tuky (plastické, kašovitě)    sádlo
- vosky (tvrdé, nemastící)    včelí vosk

#### podle struktury

1. mastné kyseliny a jejich mýdla

R-[CH<sub>2</sub>]<sub>n</sub>-COOH

2. homolipidy (estery mastných kyselin s alkoholy)

2.1 jednosytné alkoholy (vosky)

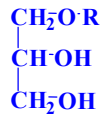
alifatické (ceridy)

CH<sub>3</sub>-[CH<sub>2</sub>]<sub>25</sub>-OH

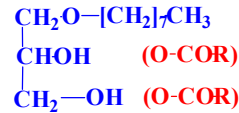
cerylalkohol (včelí vosk)

$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{15}\text{-OH}$   
 hexadekan-1-ol, cetylalkohol (cetaceum)  
 alicyklické (steridy)  
 estery sterolů (cholesterolu), triterpenových alkoholů

2.2 dvojsytné alkoholy (glykoly), alkoxylipidy

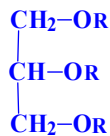


1-alkoxypropan-2,3-diol  
(ethery glycerolu)



chimylalkohol  
(tuk žraloků)

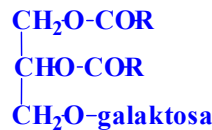
2.3 trojsytné (glycerol)



tuky a oleje

2.4 vícesytné alkoholy

cukry - glykolipidy  
 galaktosa  
 galaktosidy, digalaktosidy  
 diacylglycerogalaktosid (diacylgalaktosylglycerol)



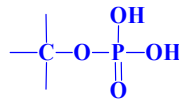
sacharosa  
 1-3 MK emulgátory  
 6-8 MK nízkenergetické tuky (OLESTRA)

sorbitol (cukerné alkoholy)  
 emulgátory

3. heterolipidy 0,5-2%

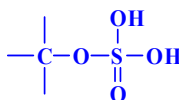
glycerol, MK, další složka  
 fosfolipidy

estery MK

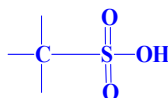


sulfáty lipidů

estery MK

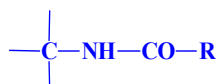


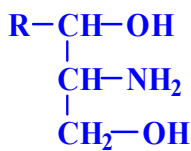
sulfolipidy



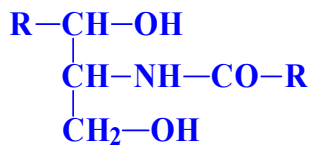
lipamidy

amidy MK

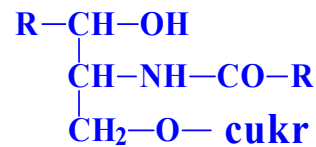




serinol



ceramidy



cerebrosidy

#### 4. komplexní lipidy

proteolipidy (lipoproteiny)

glykolipidy (cerebrosidy)

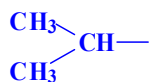
mukolipidy (sialoglykosfingolipidy = gangliosidy)

#### Mastné kyseliny

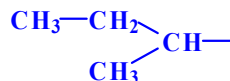
##### nasyčené

s přímým řetězcem

větvené



iso-



anteiso-

sudý počet atomů C, lichý počet atomů C

tuky, oleje

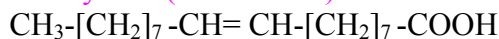
vosky

C<sub>4</sub> - C<sub>22</sub>

C<sub>22</sub> - C<sub>36</sub>

n =	2	másečná (butanová)	
	4	kapronová (hexanová)	
	6	kaprylová (oktanová)	
	8	kaprinová (dekanová)	
	10	laurová (dodekanová)	
	12	myristová (tetradekanová)	
	14	palmitová (hexadekanová)	16:0
	16	stearová (oktadekanová)	18:0
	18	arachová (ikosanová)	
	20	behenová (dokosanová)	

##### nenasyčené (monoénové)



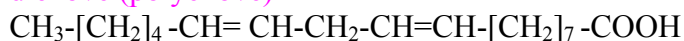
*cis*-9-oktadecenová

olejová

18:1 Δ 9 *cis*

ω-9

##### dienové (polyénové)



*cis, cis*-9,12-oktadekadienová

linolová

18:2 Δ 9,12 all-*cis*

ω-6

##### trienové



*cis, cis, cis*-9,12,15-oktadekatrienová

linolenová (α)

18:3 Δ 9,12,15 all-*cis*

ω-3

### více dvojných vazeb



eikosatetraenová  
arachidonová  
20:4  $\Delta$  5,8,11,14 all-*cis*



dokosapentaenová  
klupanodonová  
20:5  $\Delta$  7,10,13,16,19 all-*cis*

### další mastné kyseliny

nenasyčené v neobvyklých polohách

petroselinová

18:1  $\Delta$  11 *cis*

eruková

22:1  $\Delta$  13 *cis*

$\gamma$ -linolenová

18:3  $\Delta$  6,9,12 *cis*

trans

### obsah v živočišných tucích

elaidová

18:1  $\Delta$  9 *trans*

alkinové

### cyklické

s O-funkční skupinou: hydroxy, oxo, epoxy, furanové

### výskyt

nasyčené C4-C10

nasyčené C12, C14

nasyčené C16, C18

rozvětvené C19, C20

máslo (mléčný tuk)

kokosový, palmojádrový tuk

palmový tuk, živočišné tuky

máslo (z chlorofylu, mikroorganismy bacheru)

C18:1 (olejová)

olej olivový, řepkový,  
slunečnicový, podzemnicový  
máslo, sádlo, lůj

C22:1 (eruková)

olej řepkový

C 18:2 (linolová)

olej sójový

C18:3 ( $\alpha$ -linolenová)

olej lněný

polynenasycené  $\omega$ -3

rybí tuky

C18:3 ( $\gamma$ -linolenová)

olej pupalkový, brutnákový

C20:4 (arachidonová) aj.  $\omega$ -6

maso, játra, sádlo, vejce

*trans*-isomery

živočišné tuky, ztužené tuky

### hydroxymastné kyseliny

ricinový olej (pro technické účely)

furanové kyseliny

1-6 % rybí jaterní tuk, do 25 % tuk sladkovodních ryb

### esenciální mastné kyseliny

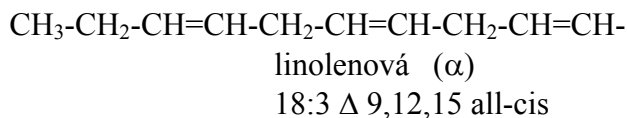
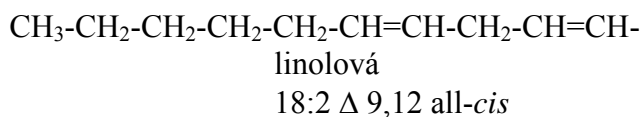
úloha MK ve výživě

zvláštní funkce (vitagen F)

$\omega$ -3,  $\omega$ -6 mastné kyseliny

- aktivní látky membrán (fluidita, flexibilita)
- kontrola propustnosti H<sub>2</sub>O kůží

- regulace syntézy a transportu cholesterolu
- prekursory ikosanoidů (prostaglandinů aj.)



další kyseliny v menším množství

~ 1% příjmu energie z tuků

$\omega$ -3                                      prevence kardiovaskulárních chorob

2-10 g                                      C18:3  $\Delta$  9,12,15 /den

ideální poměr                             $\omega$ -6/ $\omega$ -3 = 5/1 (4-10/1)

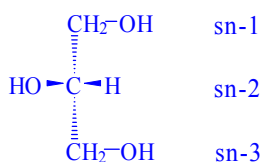
běžný poměr                              25/1

### metabolismus esenciálních mastných kyselin

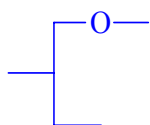
živočichové: ikosanoidy (prostaglandiny, leukotrieny, prostacykliny, thromboxany, lipoxiny)

rostliny: oktadekanoidy

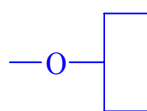
### estery glycerolu (5 druhů esterů)



### monoacylglyceroly (monoglyceridy)

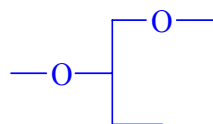


1-monoacyl-*sn*-glycerol

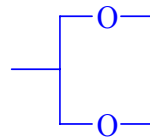


2- monoacyl-*sn*-glycerol

### diacylglyceroly (diglyceridy)

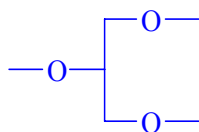


1,2-diacyl-



1,3-diacyl-

### triacylglyceroly (triglyceridy)



1,2,3-triacyl-

smíšené, jednoduché, optická aktivita

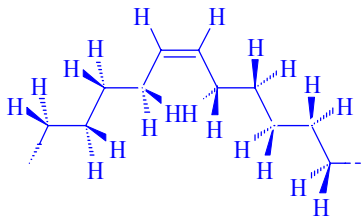
přesně definované (sádlo: U=vnější poloha, jinak vnitřní)

složení lipidů rafinovaných olejů a tuků

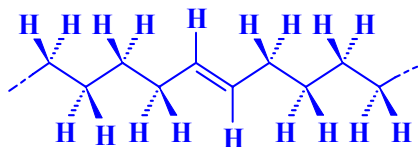
## fyzikálně-chemické vlastnosti

bod tání a bod tuhnutí (v určitém rozmezí teplot)

- struktura MK, TAG (počet atomů C, násobných vazeb)
- uspořádání krystalové mřížky
- konformace řetězce nenasycených kyselin (nižší b.t.)

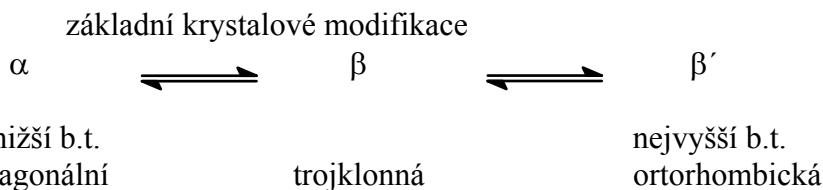


konformace řetězce *cis*-monoenoové kyseliny (*Z*)-



konformace řetězce *trans*-monoenoové kyseliny (*E*)-

- polymorfie



$\beta$ : sádlo, olivový olej, kakaové máslo,  $\beta'$ : lůj, máslo, řepkový olej

kakaové máslo: 6 polymorfních stavů o b.t. 17,3-36,4 °C, převládá  $\beta$ -3 o b.t. 33,8 °C (b.t. čokolády 32-36 °C)

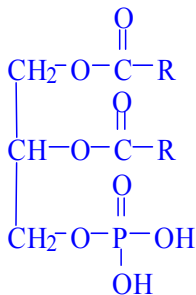
## fosfolipidy

obsah

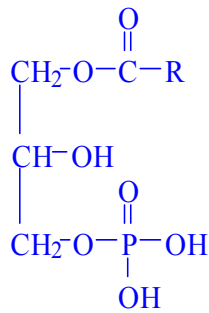
fosfatidy a fosfolipamidy

stabilizace emulzí

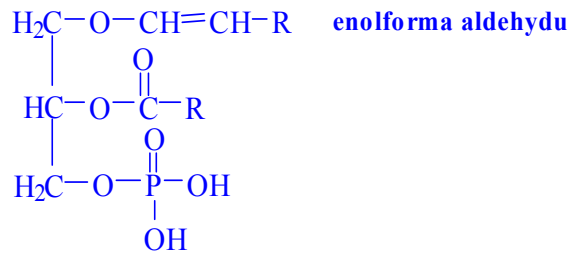
fosfatidy (deriváty fosfatidylu, lyso ~ , plasmalogeny)



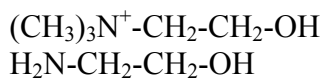
fosfatidová kyselina  
fosfatidylcholin



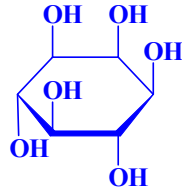
lysofosfatidová kyselina  
lysofosfatidylcholin



plasmenová kyselina  
plasmenylcholin



cholin (lecithin)  
ethanolamin (kefalin)  
serin  
inositol (*myo*-inositol)



fosfolipamidy

význam

- složky biomembrán
- stabilizátory emulzí
  - olej ve vodě (mléko, majonéza)
  - voda v oleji (máslo, margarín)
- trávení tuků (soli žlučových kyselin)
- steatosa jater

### doprovodné látky lipidů

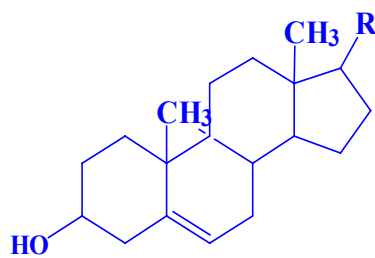
lipoidy, nezmýdelnitelný podíl

steroly

zoosteroly

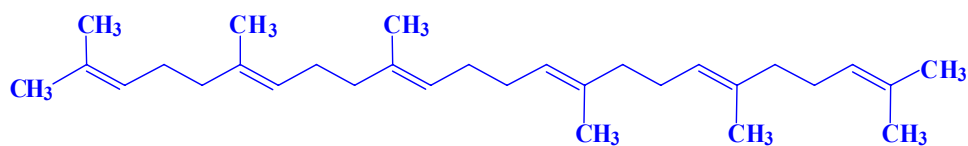
fytoosteroly

mykosteroly



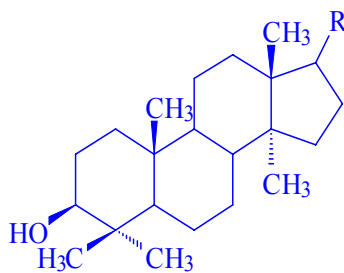
$\Delta^5$ -,  $\Delta^{5,7}$ -cholesteny, < C30  
 cholesterol  
 sitosterol  
 ergosterol

uhlovodíky  
 obsah



skvalen C30  
 nonakosan C29

triterpenové alkoholy  
 dimethylsteroly



cykloartenol C30

vitaminy A, D, E, K  
 lipofilní barviva