

## Tuky v potravinách

hlavní živina  
zdroj energie  
zdroj esenciálních látek  
senzorická hodnota

neinfekční nemoci  
obezita



## Tuky v potravinách

### úloha tuků ve výživě

základní živina – nezbytná složka stravy – nelze zcela nahradit jinými složkami



- nejvydatnější **zdroj a rezerva energie**  
37 kJ/g ⇒ koncentrovaná energie,  
součást vysokoenergetických diet,  
depotní tuk, svalové zásoby
- obsahuje **nezbytné látky**  
esenciální mastné kyseliny (MK), vitaminy,  
steroly, antioxidanty
- **senzorické vlastnosti**  
jemnost&příjemnost žvýkání, chuť, konzistence
- vznik **aromatu** při tepelné úpravě
- vyvolávají **pocit sytosti**  
cca půl hodiny po jídle





## Tuky: **koncentrovaný zdroj energie**

redukované sloučeniny → vysoká výtěžnost  
nepolární → uloženy bezvodně

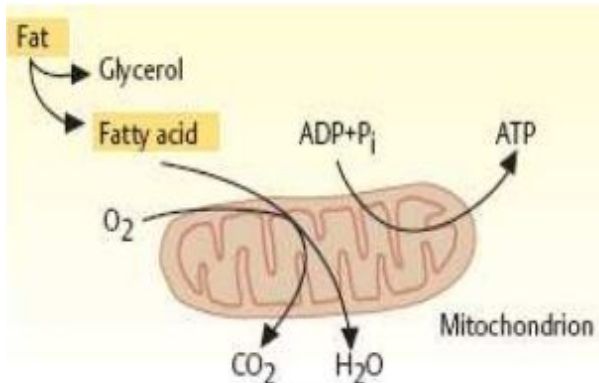
10 kg tuku ~ v těle k uskladnění 12 litrů objemu

odpovídající množství glykogenu ~ 23 kg.  
Navíc 61 litrů vody.

⇒ *Gram téměř bezvodého tuku obsahuje šestkrát více energie jako gram hydratovaného glykogenu.*

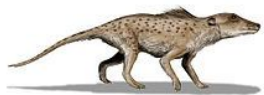
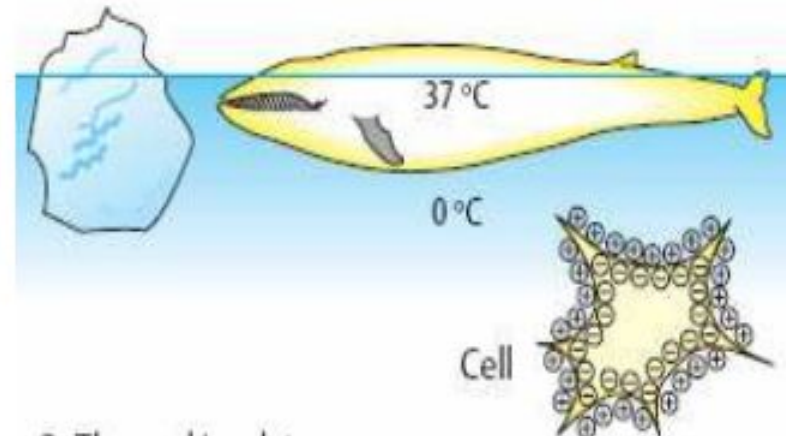
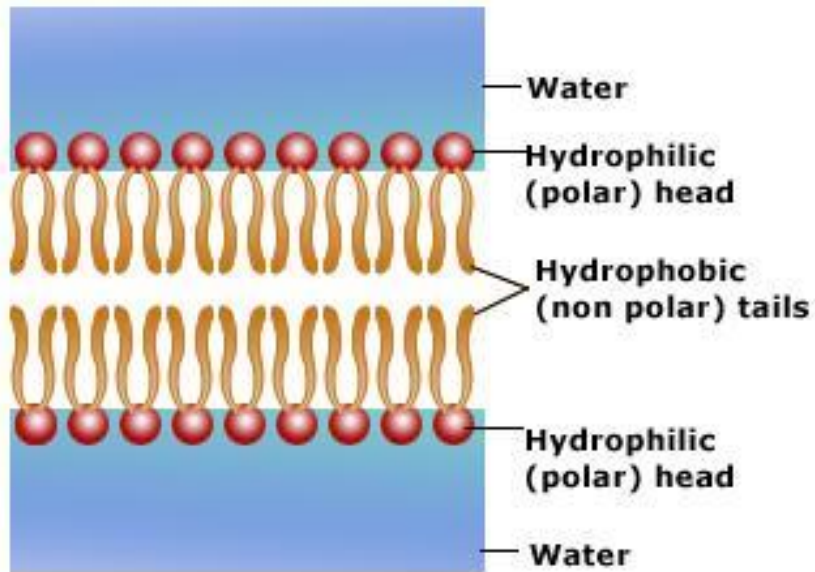
Kdyby běžný obsah tuku v těle průměrného člověka (11 kg z celkových 70 kg) byl uložen ve formě glykogenu, vážil by o 55 kilo víc.

názorná ukázka: tažní ptáci



## Tuky v potravinách

lipidová dvojvrstva



**Pakicetus**  
(cca 49-48 Ma)



**Ambulocetus**  
(cca 50-48 Ma)



**Kutchicetus**  
(cca 48 Ma)



**Protocetus**  
(cca 45 Ma)



**Janjucetus** (Mysticeti)  
(cca 25 Ma)



**Squalodon** (Odontoceti)  
(cca 33-14 Ma)

## Tuky v potravinách

rizika tuků ve výživě

**vyšoký příjem** >35 % energetického příjmu (tzn. 60–80 g denně):

→ příčina neinfekčních onemocnění hromadného výskytu

⇒ onemocnění srdce a cév

⇒ diabetes mellitus

⇒ obezita, rakovina

vliv **složení mastných kyselin**

(vyšoký nasycených a trans-nenasycených MK)

– významné rozdíly vlivu různých MK

⇒ důležité sledovat příjem a složení tuků



## Tuky v potravinách

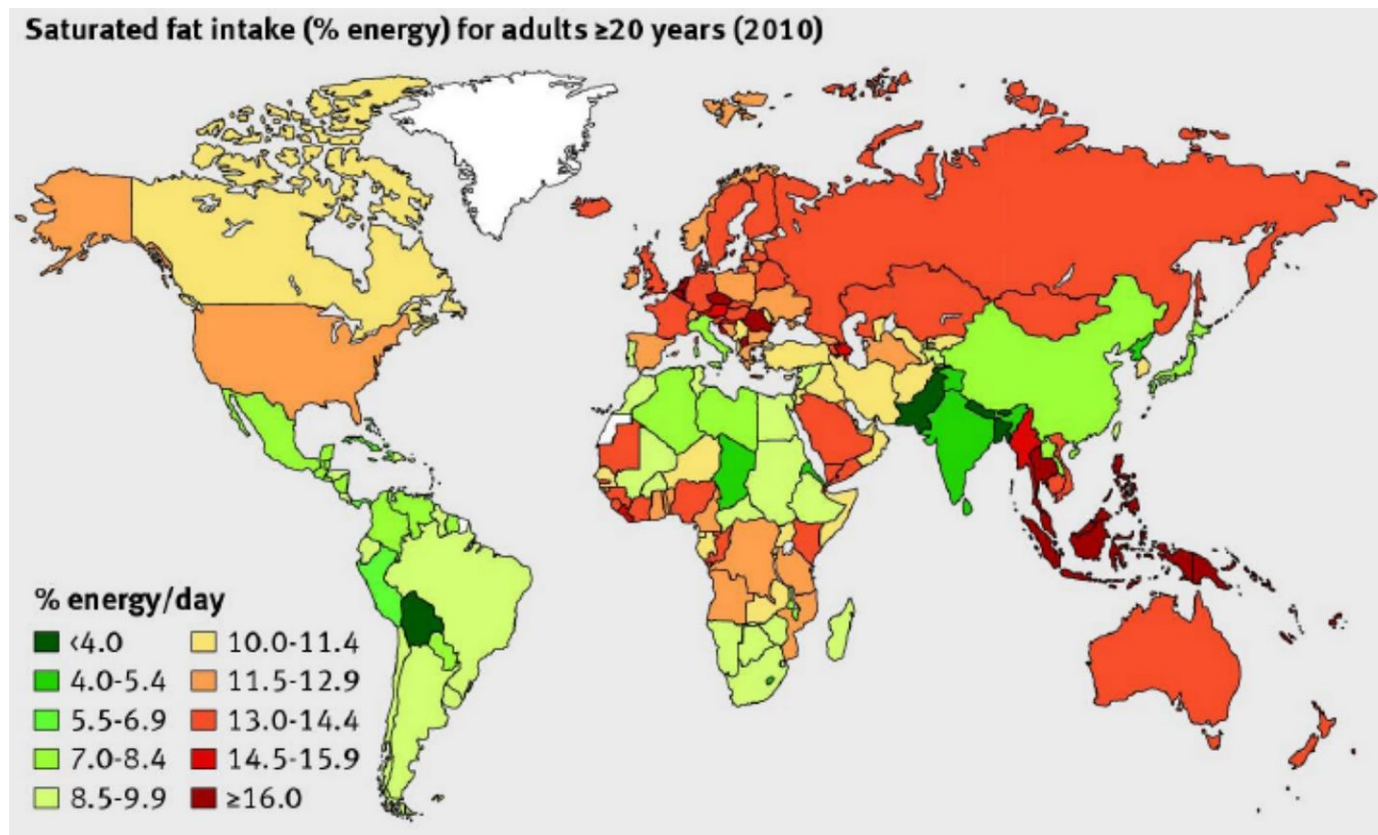
rizika tuků ve výživě

příjem nasycených mastných kyseliny v ČR a ve světě

Češi konzumují nadbytek nasycených MK (více než obyvatelé většiny evropských i světových států)

Je zde i vyšší příjem transmastných MK.

Příjem omega-3 je naopak tradičně nízký.



Micha, R., Khatibzadeh, S., Shi, P., Fahimi, S., Lim, S., Andrews, K. G., ... & Mozaffarian, D. (2014). [Global, regional, and national consumption levels of dietary fats and oils in 1990 and 2010: a systematic analysis including 266 country-specific nutrition surveys](#). *Bmj*, 348, g2272.

# Tuky v potravinách

## lipidy

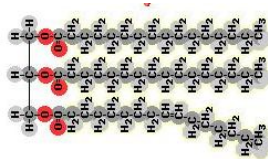
estery vyšších MK a glycerolu, zmýdelnitelné

## izoprenoidy

nezmýdelnitelné lipidy

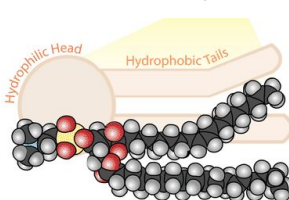
### jednoduché (homolipidy)

acylglyceroly a vosky



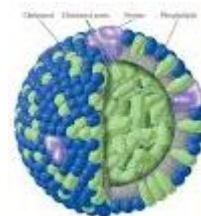
### složené (polární lipidy)

fosfolipidy, sfingolipidy, další kovalentně vázané sloučeniny

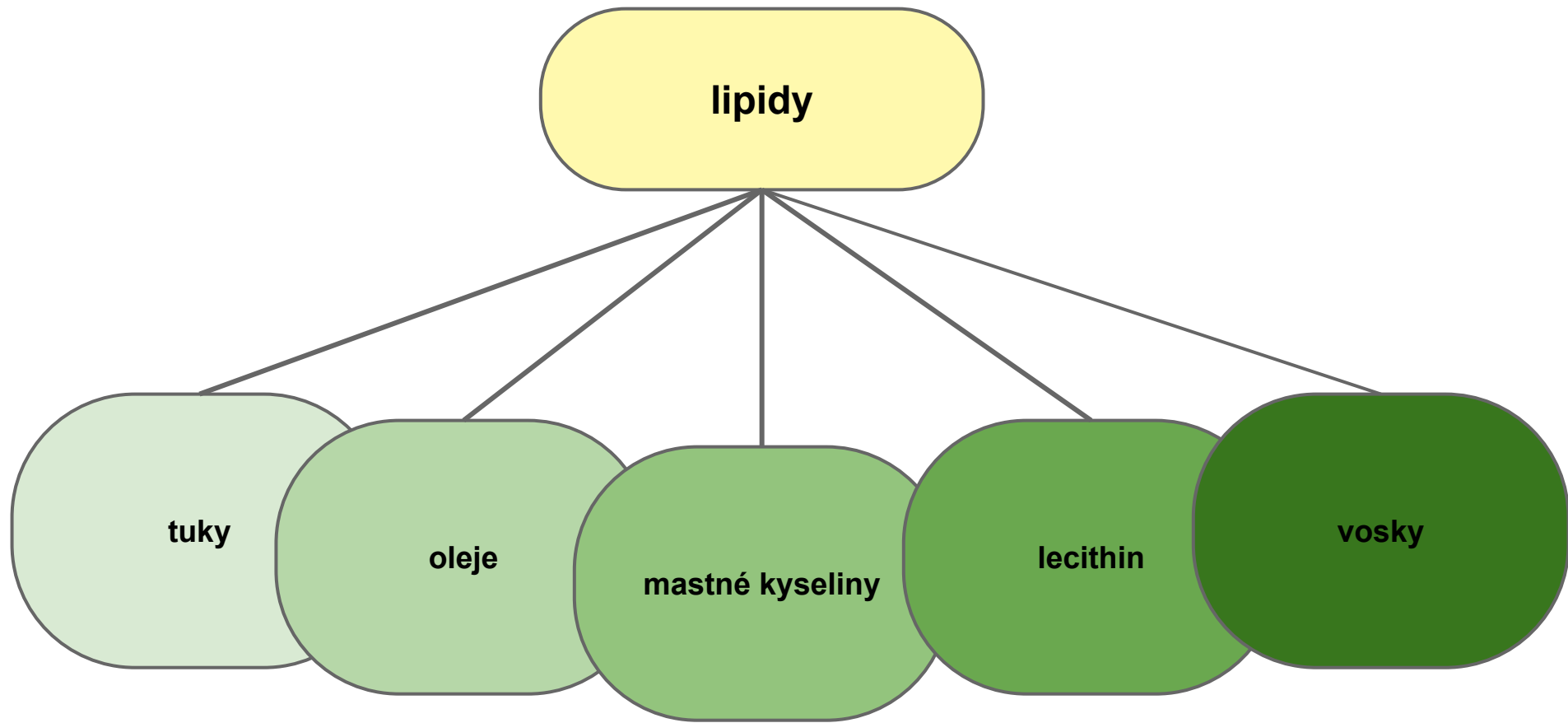


### komplexní

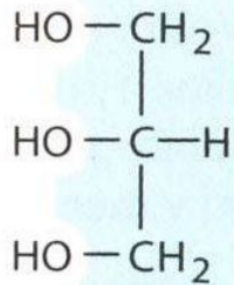
další nekovalentně vázané sl.: bílkoviny, sacharidy



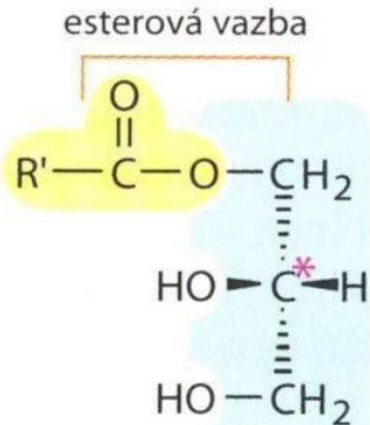
**dělení lipidů**  
z hlediska **potravinářství** a technologie



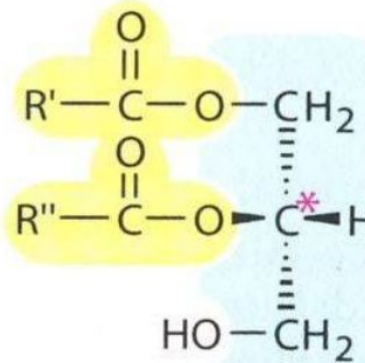




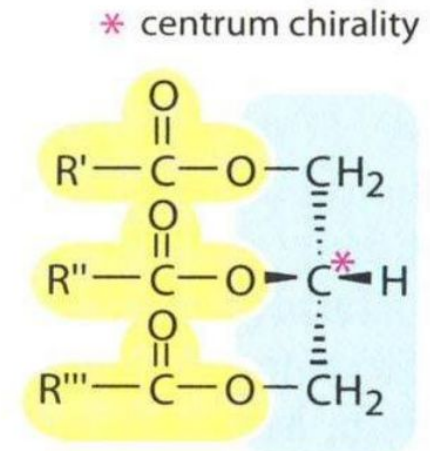
glycerol



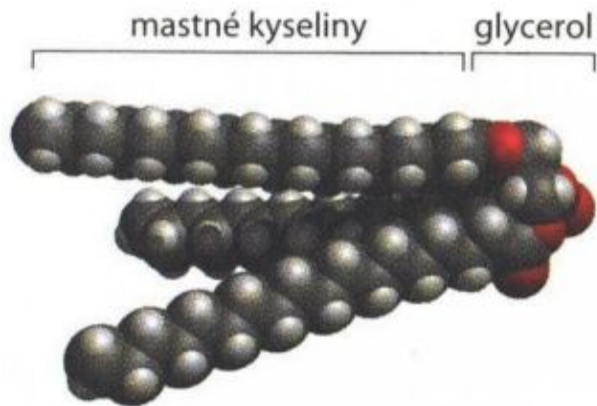
monoacylglycerol



diacylglycerol



triacylglycerol = tuk



**monoacylglyceroly** (polární  $\Rightarrow$  emulgační vlastnosti)

**diacylglyceroly** (polární  $\Rightarrow$  emulgační vlast.)

[E471](#) Mono- a diglyceridy mastných kyselin

**triacylglyceroly** (TAG, bez náboje  $\Rightarrow$  *neutrální tuky*)

acylové zbytky bývají různé

*Nenasycené MK se preferenčně váží na prostřední OH skupinu.*

*Složení MK určuje bod tání tuku.*

## Mastné kyseliny

Složení mastných kyselin v tuku má významný vliv na zdravotní stav, zejména s ohledem na srdce a cévy.

### SFA **Nasycené mastné kyseliny**

pouze jednoduché vazby, zdravotní vliv ovlivňuje **délka řetězce**;  
MK s krátkým (C4-6) a středním (C8-C10) nezvyšují krevní LDL a cholesterol, C12-14 zvyšují, ostatní se chovají neutrálně

### UFA **Nenasycené mastné kyseliny**

výživově hodnoceny spíše pozitivně, rozdělení:

#### MUFA **Monoenové MK**

hlavně kyselina olejová,  
MUFA snižují celkový i LDL cholesterol

#### PUFA **Polyenové MK**

třeba rozlišovat  $\omega$ -3 a  $\omega$ -6  
PUFA snižují celkový cholesterol (n-3 snižují také TAG v krvi)  
 $\omega$ -3: zejm. kyselina linolenová ( $\rightarrow$  eikosapentaenová, dokosahexaenová)  
 $\omega$ -6: zejm. kyselina linolová (v organismu  $\rightarrow$  kys. arachidonovou)

### TFA **Trans-nenasycené MK**

vliv TFA na složení krevních lipidů je ještě horší než SFA,  
vliv na rozvoj diabetu II. typu a obezity

## Nasycené mastné kyseliny

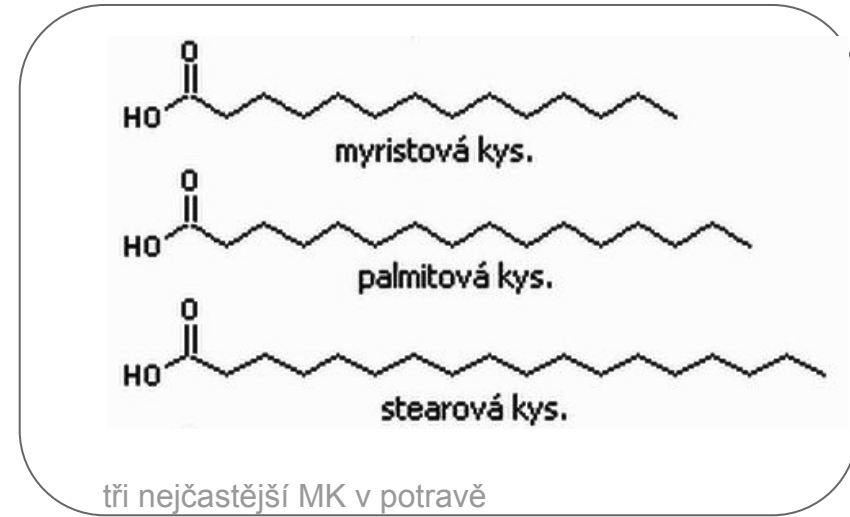
SFA (saturated fat acids),  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_n\text{-COOH}$

většinou: sudý počet C (syntéza z Acetyl-CoA)

samy o sobě neškodí, problémem je v množství

Mastná kyselina	Počet atomů uhlíku	Triviální název
butanová	4	máselná
hexanová	6	kapronová
oktanová	8	kaprylová
dekanová	10	kaprinová
dodekanová	12	laurová
tetradekanová	14	myristová
hexadekanová	16	palmitová
oktadekanová	18	stearová
eikosanová	20	arachová
dokosanová	22	behenová
tetrakosanová	24	lignocerová
hexakosanová	26	cerotová
oktakosanová	28	montanová
triakontanová	30	melissová
dotriakontanová	32	lakcerová

velmi dlouhé



### Krátký (C4–C6)

a

### Střední řetězec (C8 až C10–12)

- rychlá metabolizace → krví do jater
- bez vlivu na krevní LDL a cholesterol
- v mléčném tuku

### Dlouhé (C14–16)

- negativní vliv na krevní cholesterol i LDL
- živočišné tuky a některé rostlinné (palmojadrový, kokosový)
- tukové výrobky a ztužený tuk (oplatky, polevy, listové těsto)
- stearová 18 neutrální (v kakaovém másle)

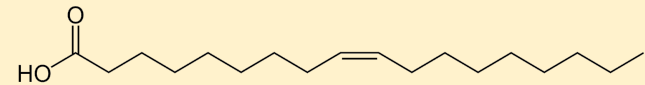
## mononenasyčené mastné kyseliny (MUFA)

Mastná kyselina	Počet atomů uhlíku	Poloha dvojně vazby	Isomer	Triviální název
decenová	10	4	<i>cis</i>	obtusilová
decenová	10	9	<i>cis</i>	kaprolejová
dodecenová	12	3	<i>cis</i>	linderová
dodecenová	12	9	<i>cis</i>	laurolejová
tetradecenová	14	4	<i>cis</i>	tsuzuová
tetradecenová	14	9	<i>cis</i>	myristolejová <input type="checkbox"/>
hexadecenová	16	9	<i>cis</i>	palmitolejová <input type="checkbox"/>
hexadecenová	16	9	<i>trans</i>	palmitelaidová
oktadecenová	18	6	<i>cis</i>	petroselová
oktadecenová	18	6	<i>trans</i>	petroselaidová
oktadecenová	18	9	<i>cis</i>	olejová <input type="checkbox"/>
oktadecenová	18	9	<i>trans</i>	elaidová
oktadecenová	18	11	<i>trans</i>	vakcenová
eikosenová <sup>a)</sup>	20	9	<i>cis</i>	gadolejová
eikosenová <sup>a)</sup>	20	11	<i>cis</i>	gondová
dokosenová	22	11	<i>cis</i>	cetolejová
dokosenová	22	13	<i>cis</i>	eruková
dokosenová	22	13	<i>trans</i>	brassidová
tetrakosenová	24	15	<i>cis</i>	selacholejová (nervonová)
hexakosenová	26	17	<i>cis</i>	ximenová
triakontenová	30	21	<i>cis</i>	limekvová

konfigurace dvojně vazby *cis*(Z) / *trans*(E)

triviální název platí pro určitou konfiguraci (olejová vs. elaidová)

**olejová kyselina** (*cis*-oktadec-9-enová)  
(18:1 *cis*-9, resp. 9Z-18:1)



nejrozšířenější nenasycená MK;

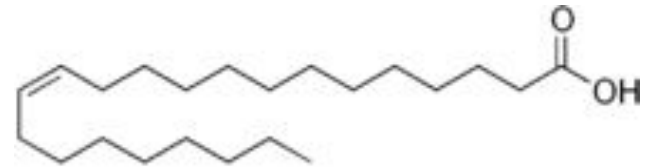
prakticky ve všech živ. i rost. lipidech:

- 30-40 % v tukové tkáni
- velký podíl v potravinářských olejích
- až 80 % v olivovém oleji

dvojná vazba zapříčiňuje vyšší reaktivitu,  
vzduch → oxidace;  
záhřev → štěpení na radikál

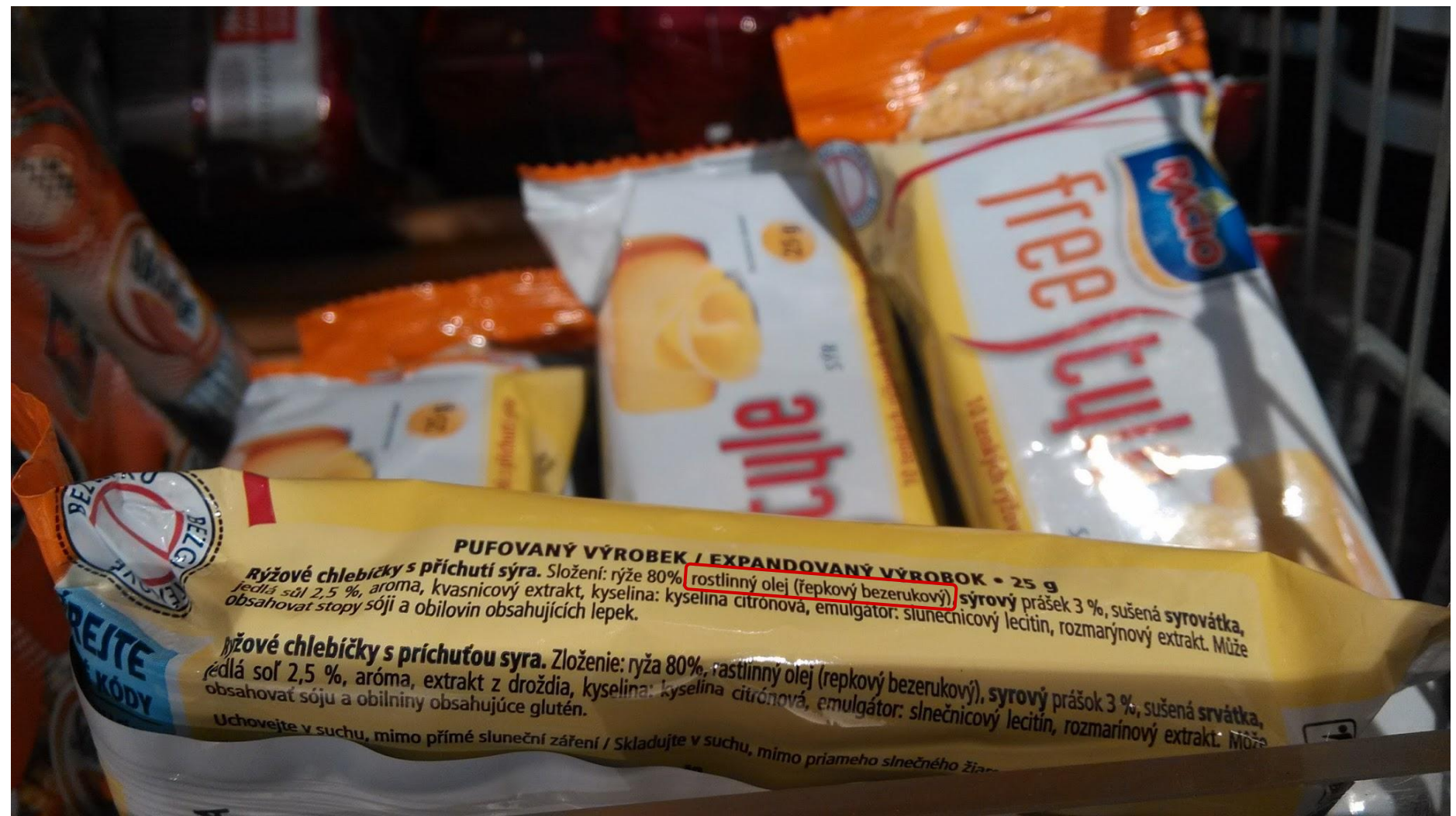
## mononenasyčené mastné kyseliny (MUFA)

Mastná kyselina	Počet atomů uhlíku	Poloha dvojných vazby	Isomer	Triviální název
decenová	10	4	<i>cis</i>	obtusilová
decenová	10	9	<i>cis</i>	kaprolejová
dodecenová	12	3	<i>cis</i>	linderová
dodecenová	12	9	<i>cis</i>	laurolejová
tetradecenová	14	4	<i>cis</i>	tsuzuová
tetradecenová	14	9	<i>cis</i>	myristolejová
hexadecenová	16	9	<i>cis</i>	palmitolejová
hexadecenová	16	9	<i>trans</i>	palmitelaidová
oktadecenová	18	6	<i>cis</i>	petroselová
oktadecenová	18	6	<i>trans</i>	petroselaidová
oktadecenová	18	9	<i>cis</i>	olejová
oktadecenová	18	9	<i>trans</i>	elaidová
oktadecenová	18	11	<i>trans</i>	vakcenová
eikosenová <sup>a)</sup>	20	9	<i>cis</i>	gadolejová
eikosenová <sup>a)</sup>	20	11	<i>cis</i>	gondová
dokosenová	22	11	<i>cis</i>	cetolejová
<b>dokosenová</b>	<b>22</b>	<b>13</b>	<i>cis</i>	<b>eruková</b>
dokosenová	22	13	<i>trans</i>	brassidová
tetrakosenová	24	15	<i>cis</i>	selacholejová (nervonová)
hexakosenová	26	17	<i>cis</i>	ximenová
triakontenová	30	21	<i>cis</i>	limekvová



Kyselina **eruková** má souvislost s myokarditidou a dalšími nemocemi. Kyselina erukové bylo dříve v řepkových olejích až 45 %. Dnešní odrůdy ji již neobsahují. Současný "nízkoerukový řepkový olej" obsahuje podle normy <2 % erukové kyseliny a má velmi výhodné složení MK.

současný limit k. erukové v rostlinných olejích: 50 g/kg



Současná terminologie připouští jak pojem nízkoerukové, tak bezerukové odrůdy řepky a jedná se prakticky o totéž.

Reálný obsah kyseliny erukové v těchto odrůdách se pohybuje mezi 0,3–0,5 %.

Potraviny (1)		Maximální limity (g/kg)
8.1	Kyselina eruková	
8.1.1	Rostlinné oleje a tuky	50
8.1.2	Potraviny obsahující přidané rostlinné oleje a tuky s výjimkou potravin uvedených v bodě 8.1.3	50
8.1.3	Počáteční a pokračovací kojenecká výživa	10

## Mastné kyseliny

### Nenasycené mastné kyseliny

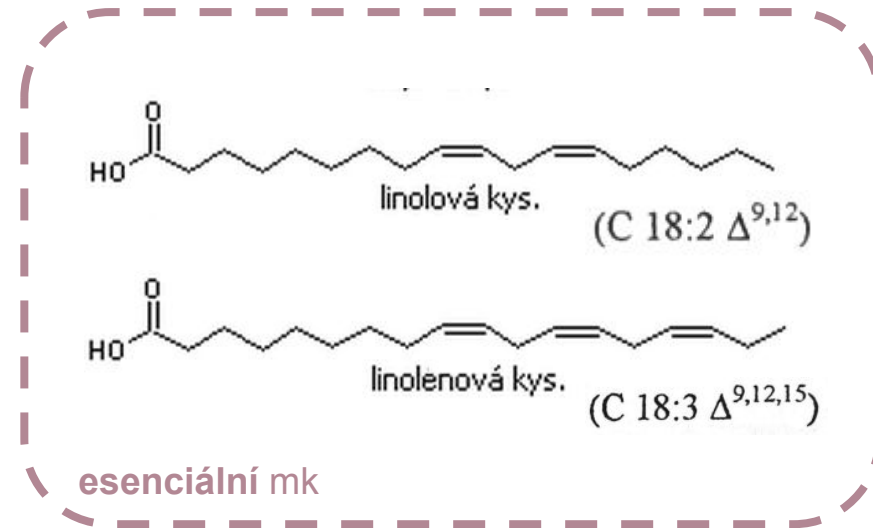
UFA (unsaturated fat acids)  
z výživového hlediska pozitivní

přes možnosti izomerace se jich vyskytuje  
jen několik

obecné rozpory v optimálním příjmu esenc-mk,  
ale shoda v poměru  $\omega$ -3: $\omega$ -6

#### dělení podle stupně nasycení

- s **jednou** dvojnou vazbou (**MUFA**)
- s **více** dvojnými vazbami (**PUFA**)
  - **$\omega$ -6** (n-6): linolová k.
  - **$\omega$ -3** (n-3):  $\alpha$ -linolenová k.



zdroje nenasycených/nasycených kyselin





## polynenasyčené mastné kyseliny (PUFA)

Mastná kyselina	Počet atomů uhlíku	Poloha dvojných vazeb	Konfigurace dvojných vazby	Triviální název
<b>dienové</b>				
hexadekadienová	16	9,12	<i>cis, cis</i>	
oktadekadienová	18	9,12	<i>cis, cis</i>	linolová
oktadekadienová	18	12,15	<i>cis, cis</i>	
oktadekadienová	18	9,12	<i>trans, trans</i>	linolelaidová
eikosadienová	20	11,14	<i>cis, cis</i>	
dokosadienová	22	13,16	<i>cis, cis</i>	
<b>trienové</b>				
hexadekatrienová	16	6,10,14	<i>all-cis</i>	hiragonová
oktadekatrienová	18	9,12,15	<i>all-cis</i>	$\alpha$ -linolenová
oktadekatrienová	18	6,9,12	<i>all-cis</i>	$\gamma$ -linolenová
oktadekatrienová	18	9,11,13	<i>cis, trans, trans</i>	$\alpha$ -eleostearová
oktadekatrienová	18	9,11,13	<i>trans, trans, trans</i>	$\beta$ -eleostearová
oktadekatrienová	18	9,11,13	<i>cis, cis, trans</i>	puniková
eikosatrienová	20	8,11,14	<i>all-cis</i>	dihomo- $\gamma$ -linolenová
<b>tetraenové</b>				
oktadekatetraenová	18	4,8,12,15	<i>all-cis</i>	moroktová
oktadekatetraenová	18	9,11,13,15	<i>all-trans</i>	$\beta$ -parinarová
eikosatetraenová	20	5,8,11,14	<i>all-cis</i>	arachidonová
eikosatetraenová	20	8,11,14,17	<i>all-cis</i>	
dokosatetraenová	22	7,10,13,16	<i>all-cis</i>	adrenová
<b>pentaenové</b>				
eikosapentaenová	20	5,8,11,14,17	<i>all-cis</i>	EPA
eikosapentaenová	20	4,8,12,15,18	<i>all-cis</i>	timnodonová
dokosapentaenová	22	4,7,10,13,16	<i>all-cis</i>	
dokosapentaenová	22	7,10,13,16,19	<i>all-cis</i>	klupanodonová
<b>hexaenové</b>				
dokosahexaenová	22	4,7,10,13,16,19	<i>all-cis</i>	DHA
tetrakosahexaenová	24	4,8,12,15,18,21	<i>all-cis</i>	nisinová






## esenciální mastné kyseliny (a produkty jejich metabolismu)

### Skupina n-6 mastných kyselin

C 18:2	kyselina linolová	LA	$\text{H}_3\text{C}$  $\text{COOH}$
C 20:4	kyselina arachidonová	AA	$\text{H}_3\text{C}$  $\text{COOH}$

### Skupina n-3 mastných kyselin

C 18:2	kyselina $\alpha$ -linolenová	ALA	$\text{H}_3\text{C}$  $\text{COOH}$
C 20:5	kyselina eikosapentaenová	EPA	$\text{H}_3\text{C}$  $\text{COOH}$
C 22:6	kyselina dokosahexaenová	DHA	$\text{H}_3\text{C}$  $\text{COOH}$

### esenciální m.k.

### metabolizovány

### zdroje

**linolová** ( $\omega$ -6)

arachidonová k.

rostlinné oleje (slunečnicový, řepkový, ...)  
většinou ve stravě v nadbytku

**$\alpha$ -linolenová** ( $\omega$ -3)

EPA a DHA

rostlinné oleje (lněný, řepkový, sójový)  
rybí olej, margaríny, speciální potraviny

člověk nedokáže syntetizovat, musí přijímat potravou

## metabolismus esenciálních mastných kyselin

### n-6 kyselina

linolová  
(C 18:2  $\Delta^{9,12}$ )

$\gamma$ -linolenová  
(C 18:3  $\Delta^{6,9,12}$ )

eikosatrienová  
(C 20:3  $\Delta^{8,11,14}$ )

arachidonová  
(C 20:4  $\Delta^{5,8,11,14}$ )

adrenová  
(C 22:4  $\Delta^{7,10,13,16}$ )

dokosapentaenová  
(C 22:5  $\Delta^{4,7,10,13,16}$ )

### n-3 kyselina

$\alpha$ -linolenová  
(C 18:3  $\Delta^{9,12,15}$ )

↓  $\Delta^6$ -desaturasa

oktadekatetraenová  
(C 18:4  $\Delta^{6,9,12,15}$ )

↓ elongasa

eikosatetraenová  
(C 20:4  $\Delta^{8,11,14,17}$ )

↓  $\Delta^5$ -desaturasa

eikosapentaenová (EPA)  
(C 20:5  $\Delta^{5,8,11,14,17}$ )

↓ elongasa

dokosapentaenová  
(C 22:5  $\Delta^{7,10,13,16,19}$ )

↓  $\Delta^4$ -desaturasa

dokosaheptaenová (DHA)  
(C 22:6  $\Delta^{4,7,10,13,16,19}$ )

linolová i linolenová kys. se prodlouží o 2, resp. 6 uhlíků (*elongasy*)

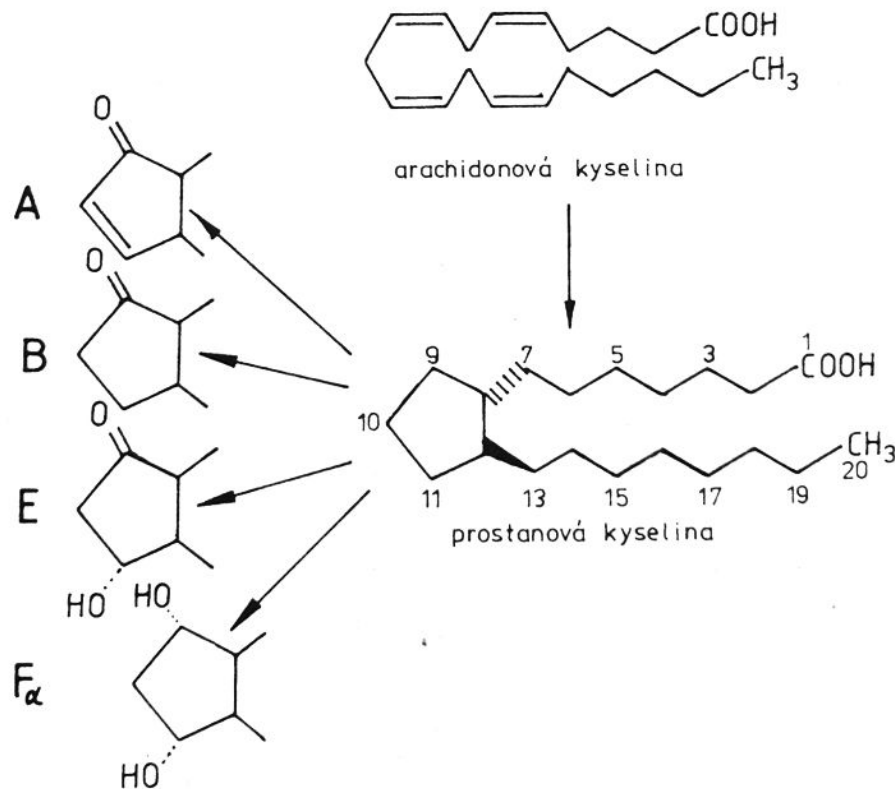
vytvářejí se další dvojné vazby (*desaturasy*)

→ MK s 20-24C, 3-6 dvojnými vazbami

- prekurzory biologicky aktivních **eikosanoidů**,
- modulační **složky biomembrán** (fluidita, flexibilita)

shodné enzymy, snadnější elongace a desaturace omega-3.

Někteří lidé málo aktivní  $\Delta^6$ -desaturasu (věk, vitaminy, stres) ⇒ přípravky s prekurzory



## eikosanoidy

tkáňové hormony, jejichž  
prekursorem je kyselina  
arachidonová.

Obsahují 20 uhlíkových atomů  
(řecky *eikosi* = dvacet).

Zprostředkují alergické reakce,  
podílejí se na rozvoji zánětu, vzniku  
horečky, bolesti, ovlivňují  
vasomotoriku, procesy srážení krve  
a činnost nervového systému.

ustanovení § 2 odst. 1 písm. b) zákona č. 40/1995 Sb., kterého se dopustil zadáním reklamy Flora - GOLD jemná máslová příchut', premiéra odvysílání dne 1. 9. 2015 v 7:40:58 hodin na programu Prima, která je nekalou obchodní praktikou podle zvláštního předpisu, tj. podle ustanovení § 5 odst. 2 písm. b) zákona č. 634/1992 Sb., o ochraně spotřebitele, a to tím, že v reklamě jsou voleny postupy a sdělení, která mohou spotřebitele uvést v omyl o povaze složení výrobku Flora, konkrétně grafickým zpracováním a verbálním vyjádřením, dle kterého může spotřebitel učinit své rozhodnutí pod dojmem, že produkt je vyroben výlučně ze slunečnicového, lněného a řepkového oleje.



**Rostlinný roztíratelný tuk se sníženým obsahem tuku (45%). Složení:** voda, rostlinné oleje (slunečnicový 24,2%, lněný 10,4%, palmový, řepkový 2%), jedlá sůl (0,5%), sušené PODMÁSLÍ, emulgátor (mono- a diglyceridy mastných kyselin, slunečnicový lecitin), konzervant (sorban draselný), regulátor kyselosti (kyselina citronová), přírodní aroma (obsahuje MLÉKO), vitamín (A, D), barvivo (karoteny).  
Unilever se zavázal k používání palmového oleje z udržitelných zdrojů. Více na: [www.unilever.com/sustainable-living](http://www.unilever.com/sustainable-living).

Choose a variety of nutrient-dense foods from each food group in recommended amounts.

### Example Meal:



Lettuce  
& Celery



Whole-Grain  
Bread

Apples  
& Grapes



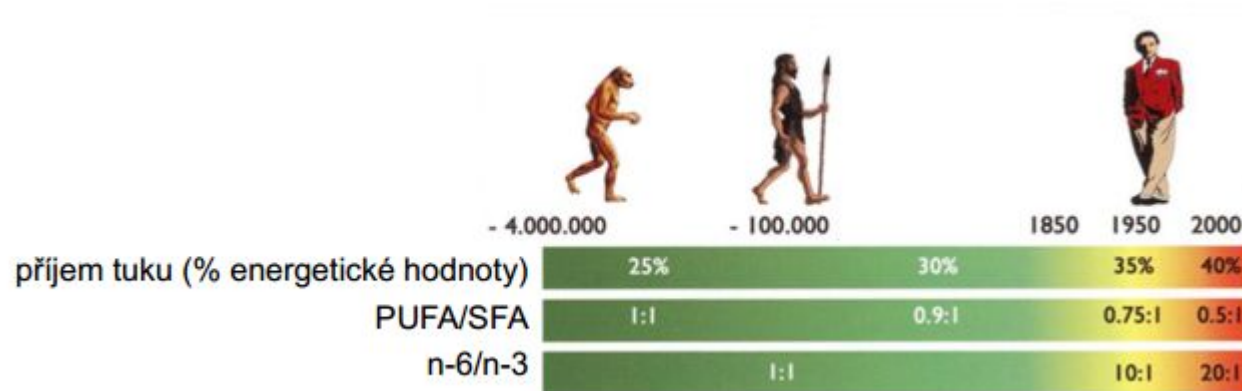
Fat-Free Milk

Chicken Breast  
& Unsalted  
Walnuts



Mayonnaise

## $\omega$ -6/ $\omega$ -3 ve výživě



během posledních dvou století došlo k výrazně změně stravovacích návyků

předchůdci přijímali esenciální kyseliny 1:1

současná západní dieta obsahuje poměr mezi 15-20:1

vysoký poměr  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 zvyšuje riziko některých onemocnění (autoimunita, zánětlivá onemocnění)

ideální poměr je maximálně cca 5:1

### lipidy ve výživě - $\omega$ -6/ $\omega$ -3

<b>Zdroj</b>	<b>n-6</b>	<b>n-3</b>	<b>Poměr n-6/n-3</b>
<b>Slunečnice</b>	61	0,1	610:1
<b>Lískový ořech</b>	14	0,1	140:1
<b>Bavlník</b>	51	0,2	102:1
<b>Palma olejná</b>	20,5	0,3	68,3:1
<b>Kukuřice</b>	50	1	50:1
<b>Oves</b>	36	2	18:1
<b>Olivy</b>	12,3	0,7	17,6:1
<b>Pšeničné klíčky</b>	54	5,3	10,1:1
<b>Sója</b>	53	7	7,6:1
<b>Vlašské ořechy</b>	58	13,5	4,3:1
<b>Řepka</b>	20,5	10	2,1:1
<b>Len</b>	17	52	1,0:3,1



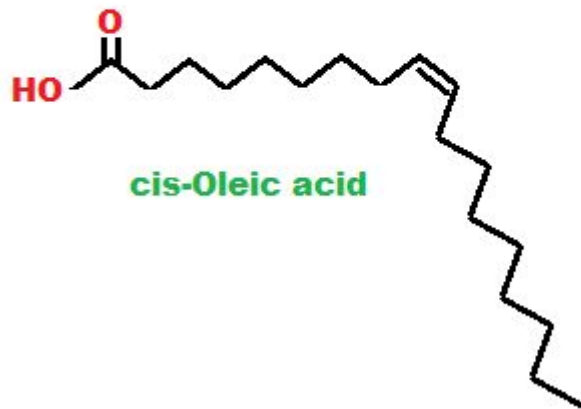
## $\omega$ -3 vejce

„Mají-li slepice možnost volného výběhu, takže jejich potrava obsahuje relativně velké množství čerstvé trávy, nejrůznějších semen atd., pak obsah  $\omega$ -3 mastných kyselin ve 100 g žloutku je vyšší než 1700 mg, zatímco dosahuje pouze 175 mg/100 g, jestliže se zvířata chovají v moderních slepičích farmách.“

krmné směsi se obohacují o len, rybí olej a šrot, řasy



## transnenasyčené mastné kyseliny (TFA)



V přírodě běžnější cis-isomery MK.

Změna tvaru → problém pro enzymatické reakce a stavbu membrán.

⇒ TFA nežádoucí, snaha o omezení

WHO: Ať TFA tvoří <1% energetického příjmu (odbourávají se nesnadno, nepříznivě ovlivňují poměr LDL a HDL a vykazují prozánětlivé účinky)

### Přirozená tvorba

Trans-mastné kyseliny jsou běžně obsaženy v některých mikroorganismech, mořských živočiších a rostlinách, v semenech některých subtropických a tropických rostlin.

Trans-mk v mléčném tuku

- přežvýkavci mají v batoru enzymy pro hydrogenaci linolenové kyseliny z trávy

### Technologické operace

hydrogenace /ztužování/ tuků  
rafinace tuků deodorací

## transnenasyčené mastné kyseliny (TFA)

Negativní vliv na zdraví:

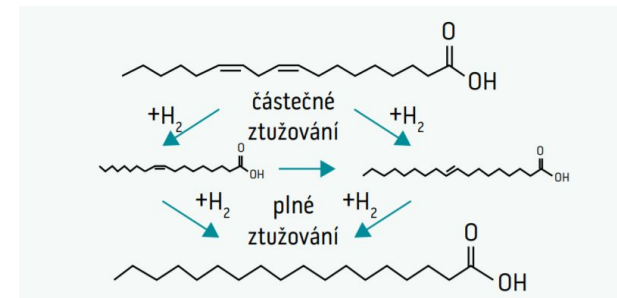
- rozvoj kardiovaskulárních nemocí, diabetu, obezity

Vznik a výskyt:

- V mléčném tuku přežvýkavců
- Průmyslově: hydrogenací (ztužování tuků), smažení
- v levných margarínech, polevy cukrovinek



kakaová pochoutka s arašídý



částečné ztužování vede k výskytu trans-mastných kyselin, což je stabilnější konformace. Plně ztužené výrobky je již opět neobsahují. (Brát, 2018)

## zdroje mastných kyselin

### rostlinné oleje

Domněnka, že všechny rostlinné oleje mají výhodné složení **neplatí vždy**.

Až na výjimky hodnoceny pozitivně (kromě palmojadrového, kokosového, palmového oleje a ztužených rostlinných tuků s TFA)

neobsahují cholesterol – naopak, obsahují prospěšné rostlinné steroly (**fytosteroly**, antagonisté cholesterolu, zejm. v panenských olejích) – časté obohacování potravin

### živočišné tuky

S výjimkou rybích olejů hodnoceny pro vysoký obsah SFA negativně.

Obsahují vysoké množství cholesterolu a naopak nedostatek PUFA.

Tuk nebo olej	SFA	MUFA	PUFA
Mléčný tuk	53–72	26–42	2–6
Sádlo	25–70	37–68	4–18
Hovězí tuk	47–86	40–60	1–5
Olej z jater tresky	14–25	35–68	20–45
Olej ze sledě	17–29	36–77	10–24
Kokosový tuk	88–94	5–9	1–2
Palmojadrový tuk	75–86	12–20	2–4
Kakaové máslo	58–65	33–36	2–4
Olivový olej	8–26	54–87	4–22
Sójový olej	14–20	18–26	55–68
Slunečnicový olej	9–17	13–41	42–74
Řepkový olej	5–10	52–76	22–40

SFA nasycené mastné kyseliny  
 MUFA monoenové mastné kyseliny  
 PUFA polyenové mastné kyseliny

## obsah tuků v některých potravinách rostlinného původu

Složení MK v rostlinných olejích je většinou **příznivé** (na výjimky; kokosový, palmový, palmojádrový). Dříve obsah TFA. Navíc obsahují **steroly** (antagonisty cholesterolu), zejména v panenských olejích. do některých margarínů se přidávají uměle.

### obiloviny a pečivo

Malé množství (max. oves ~ 5 %), avšak příznivé složení MK.

Riziko: přídavný tuk ve výrobcích (koláče, opatky, koblihy, tukové náplně oplatků) ne tak výhodné složení: TFA, SFA.

### Luštěniny

Až na sóju (20 % oleje vhodného složení) zanedbatelný obsah

### Čokoláda

30-40 % tuku, převaha SFA (ale C18, stearové kyseliny).

Problematické: Náhražky čokolády (kokosový tuk nebo ztužené rostlinné oleje s obsahem TFA)

### jedlé tuky a oleje

Většinou vhodné složení (nejvhodnější olivový a řepkový).

Panenské, za studena lisované, mají vyšší obsah vitaminů a sterolů.

Margaríny (až na výjimky – podivné a levné výrobky) vhodné složení mastných kyselin a nízký obsah TFA. 100 % pokrmové tuky mívají kvůli stabilitě vysoký obsah SFA

### Suché skořápkové plody

Vysoké množství tuku (mandle ~ 50 %), vhodné složení. WHO doporučuje zvýšit příjem (zase ale ne moc, [30 g. resp. hrst](#))

### Ovoce, zelenina

Zanedbatelný zdroj až na výjimky (např. avokádo 16 % MUFA PUFA) Úprava jako smažené chipsy zásadní.



## obsah tuků v některých potravinách živočišného původu

s výjimkou rybích tuků vysoký obsah SFA a nedostatek polyenových MK



### mléko a mléčné výrobky

mléko ~ 3.7 %, mléčné výrobky 0–40 %

mléčný tuk:

~ 60 % SFA (avšak  $\frac{1}{3}$  s krátkým řetězcem)

~ 2–6 % TFA

+ konjugovaná kyselina linolová

Cholesterol kopíruje obsah tuku (2mg/100g odstředěného mléka po 240mg v másle).

Mléko celkově snižuje cholesterol.

Obecně mléčných výrobků dostatek  $\Rightarrow$  možnost občas zařadit margaríny.

### maso a masné výrobky

% tuku podle zvířete a jeho části

nejméně vhodné složení: hovězí

relativně příznivé složení: [drůbež](#)

Neplatí domněnka, že bílé maso obsahuje méně tuku než červené.

Cholesterol ~ obsah tuku ( $\pm$  70mg/100g)

Libové maso obsahuje hodně fosfolipidů.

Salámy až polovinu tuku.



### ryby

% tuku závisí na druhu

příznivé složení (PUFA,  $\omega$ -3, EPA, DHA)

doporučené tučné mořské ryby

### vejce

slepičí vejce 12 % tuků příznivého složení

cholesterol 200 mg/vejce kompenzován obsahem fosfolipidů



## obsah tuků v některých potravinách

živočišné		rostlinné	
maso vepřové libové	20 %	mouka	0.5-1.5 %
maso vepřové tučné	40 %	brambory	0.2 %
maso telecí	3-7 %	ořechy vlašské	64 %
ryby	0.4-16 %	mandle	54 %
máslo	80 %	sójové boby	13-20 %
vejce - žloutek	33 %	fazole, hrách	1.5 %
vejce - bílek	0.02 %	margarín	80 %



$\text{hmotnost} \times \text{sušina} \times \text{tučnost} = \text{obsah tuku}$

plísňák

48 % sušina

26,4 % tuk v sušině

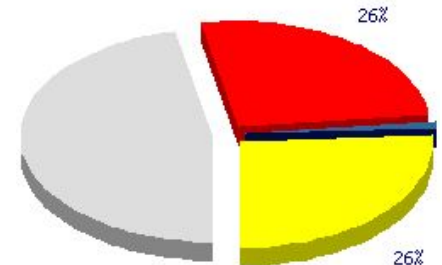
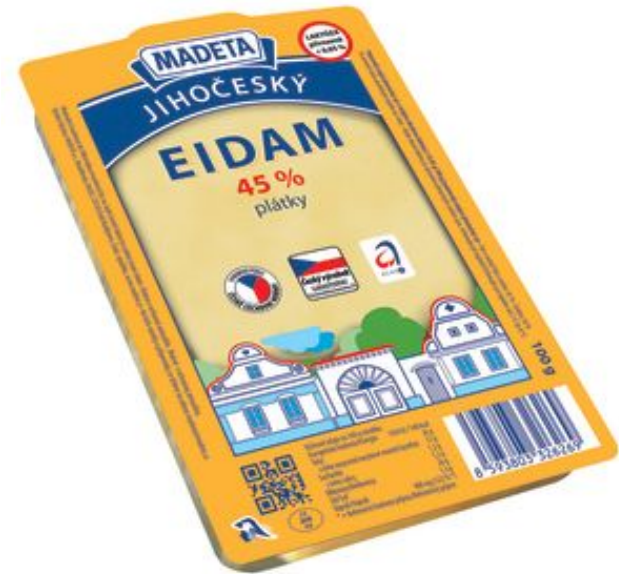
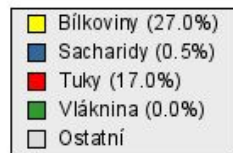
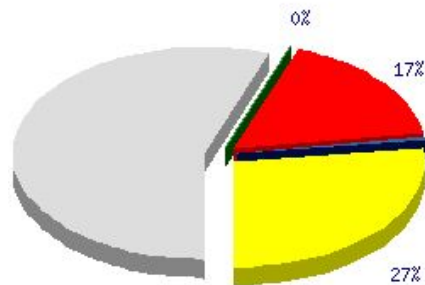
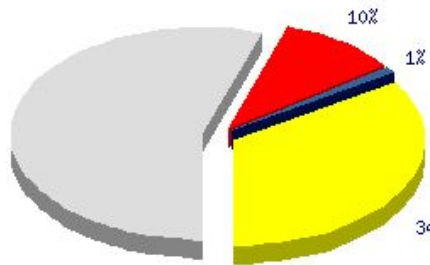
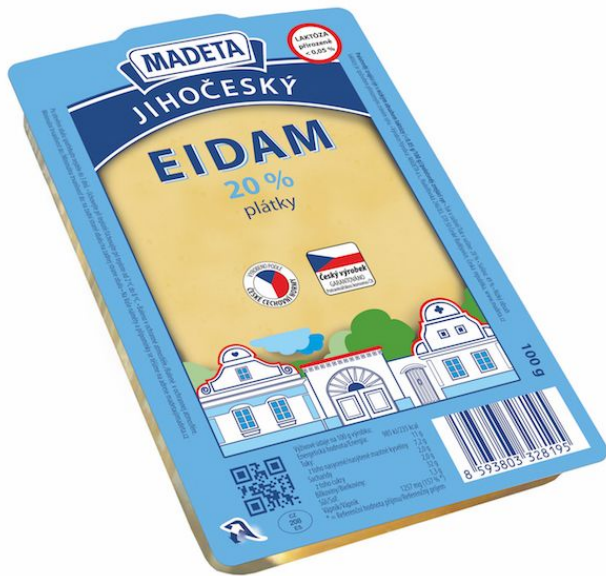
*Kolik tuku je ve 100 gramech?*

---

Množství tuku ve 100 gramech sýru vypočítáme znásobením množství procent tuku v sušině údajem o obsahu sušiny

$100 \times 0,48 \times 0,264 = \text{obsah tuku}$

Ve sto gramech plísňáku je 12,7 g tuku.







*Kolik je sušiny v podhorském s oky?*

hmotnost × sušina × tučnost = obsah tuku

$$100 \times \text{sušina} \times 0,45 = 27,9$$

$$\text{sušina} = 0,62$$

V podhorském s oky je 62 % sušiny.

100 g			
COOP. DOBRÉ JISTOTY			
PRŮMĚRNÉ VÝŽIVOVÉ HODNOTY			
100 g : 50 g : % GDA		100 g : 50 g : % GDA	
energetická hodnota	15,30 kJ : 7,65 kJ : *9,2%	Tuky	27,9 g : 14,0 g : *19,9%
Hlavyiny	29,0 g : 14,5 g : *29,0%	žlátná hmot. (žlátná)	16,9 g : 8,5 g : *42,3%
čharidy	0,3 g : 0,15 g : *<0,1%	Sól	1,8 g : 0,9 g : *15,0%



315

**VEGAN LIFE BLOČEK**  
GOUDA style - veganská alternativa syru  
potravinový výrobek s rostlinným tukem


Složení: voda, kokosový olej (24%), modifikovaný škrob, jablečná sůl, aroma, barvivo: beta karoten  
konzervant: kyselina sorbová

Čistá hmotnost  
**200g**

Výživové hodnoty	ve 100g
Energetická hodnota	1263kJ/ 304kcal
Tuk	24g
Z toho nasycené mastné kyseliny	21g
Sacharidy	23g
Z toho cukry	0g
Bílkoviny	0g
Sůl	1.3g

LOT: 11017316  
Spotřebujte do: 21/06/17)

Uchovávejte při teplotě od +2°C do +8°C  
Výrobce: Grislina, P.O.Box 1067 57022 Súdovs i restavraci kemp  
vyráběno pro: VAT 33 s.r.o. [www.vat33.cz](http://www.vat33.cz)



5 213000 352498

## Stanovení tuků - Soxhletova extrakce

Extrahované látky přecházejí do fáze rozpouštědla.

### = extrakce z tuhých látek

Z tuhého materiálu se rozpouští požadovaná složka ve vhodném rozpouštědle (ostatní složky ne).

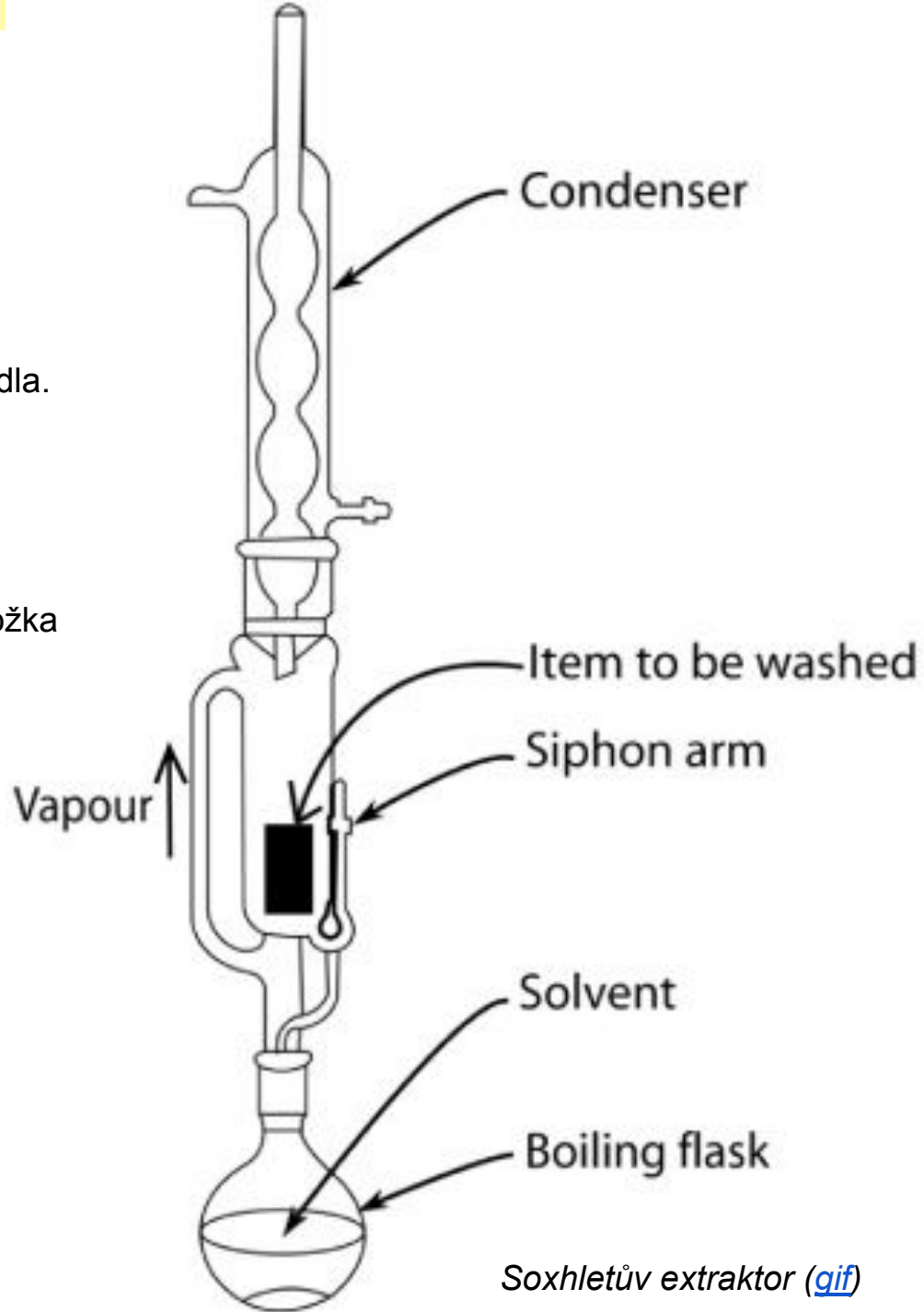
#### extrakce tuhých látek

*Macerace*: luhování z pevných látek studeným rozpouštědlem

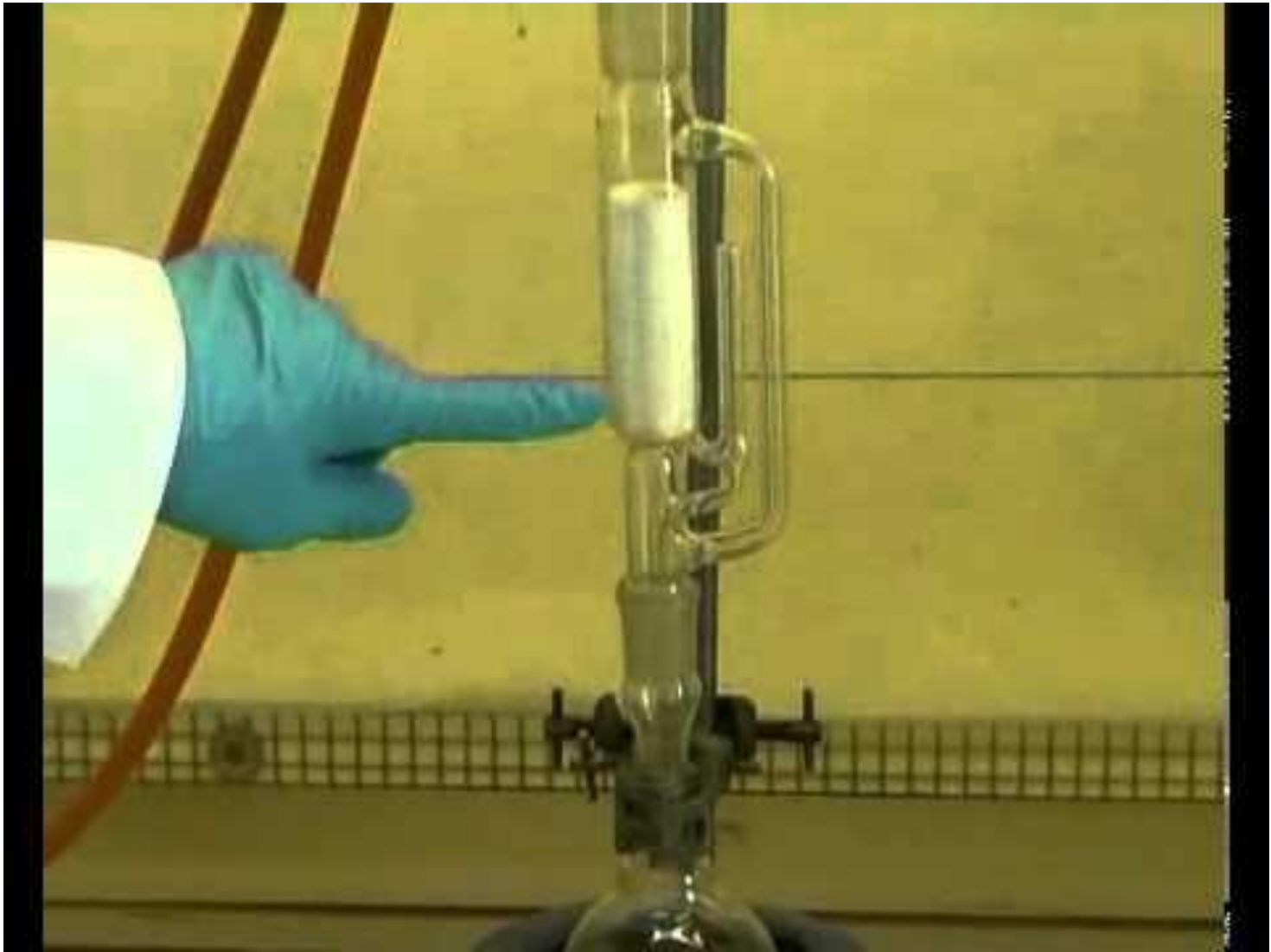
*Digesce*: macerace horkým rozpouštědlem

#### Použití

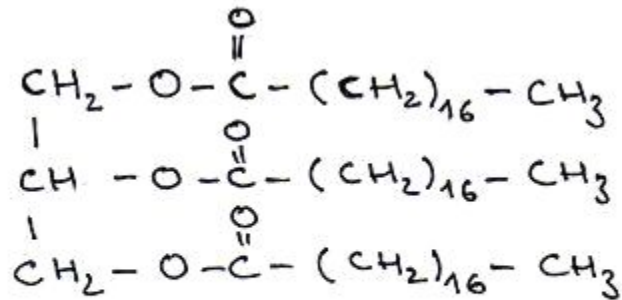
extrakce silic, stanovení tuků



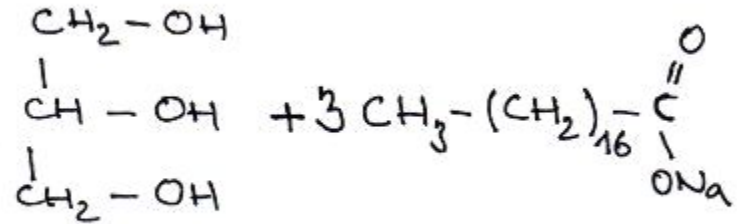
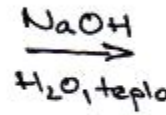
Soxhletův extraktor ([gif](#))



## zmýdelnění tuků

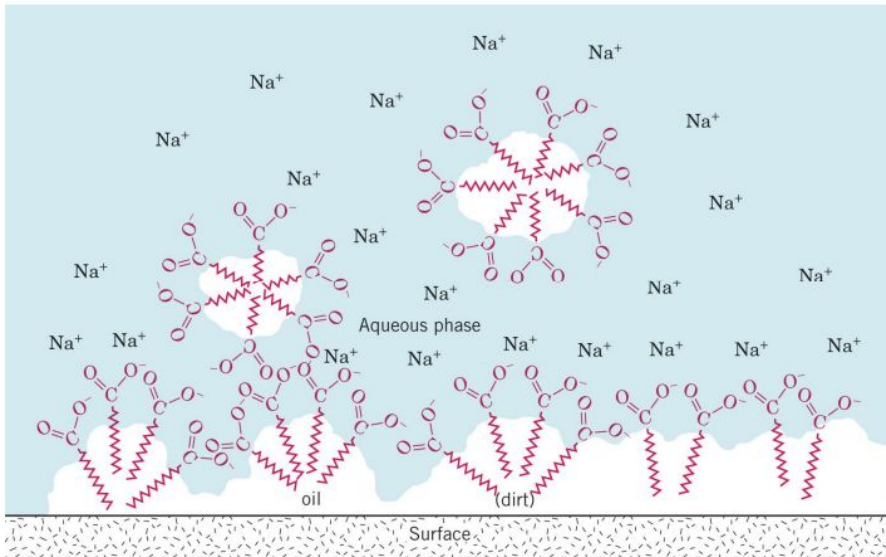


SADLO



GLYCEROL

MÝDLO



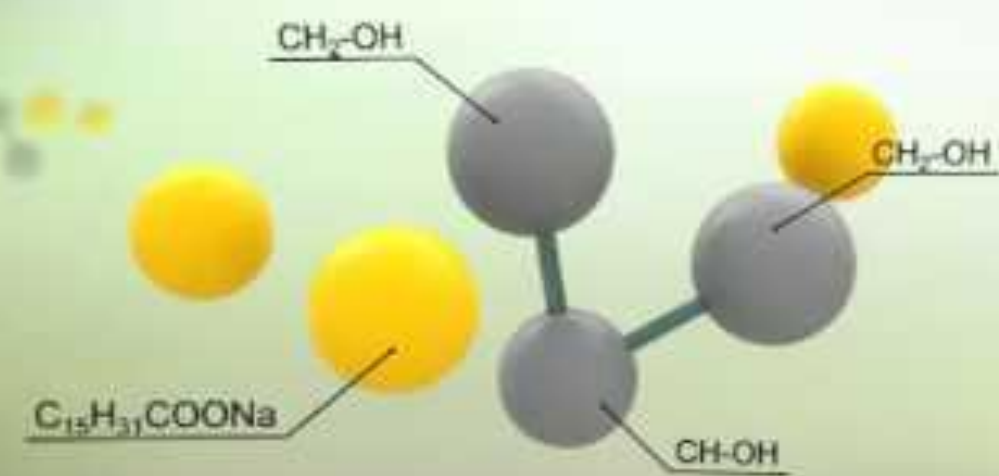
**mýdla** (tenzidy)

= soli MK s kationty alkalických kovů

**Na<sup>+</sup>** toaletní mýdla, čisticí prostředky

**K<sup>+</sup>** více alkalická, silnější, omezeně použitelné

při rozpouštění → micely



## tuky ve výživě

### **výživová doporučení**

<b>příjem energie z tuků</b>	<b>max. 30 až 35 %</b> <b>min. 15 až 20 %</b>
<b>příjem energie z SFA</b>	<b>&lt; 10 %</b> (cca 22 g, vlastní syntéza pokryje potřeby)
<b>příjem energie z MUFA</b>	<b>15–20 %</b> (cca 33–44 g)
<b>příjem energie z PUFA</b>	<b>3–7 %</b>
- příjem energie z $\omega$ -6	4 až 8 %
- příjem energie z $\omega$ -3	1 %
- <b>poměr <math>\omega</math>-6/<math>\omega</math>-3</b>	<b>max. 5 : 1</b>
- poměr SFA : MUFA : PUFA	<1 : 1.4 : >0.6

Jak dosáhnout takových příjmů v ČR?

- snížením spotřeb živočišných tuků
- zvýšením podílu rostlinných olejů (olivového a řepkového)
- zvýšením spotřeby ryb (zejména mořských)



## Olivový olej

olivy jsou peckovice, avšak s nízkým obsahem cukru <6% a vysokým oleje: 12-30 %.

2004, FDA v USA zdravotní tvrzení:

*„dvě lžíce olivového oleje (23 g) denně snižují riziko vzniku ischemických chorob srdečních“*

“**Limited** and **not conclusive** scientific evidence suggests that eating about 2 tablespoons (23 grams) of olive oil daily **may** reduce the risk of coronary heart disease due to the monounsaturated fat in olive oil. To achieve this **possible** benefit, olive oil is to **replace** a similar amount of saturated fat and **not increase** the total number of calories you eat in a day.”

- tvrzení FDA obrovský vliv na vývoz olivového oleje Evropa → Amerika
- dodatek: zohlednit množství kalorií (odpovídá cca 12 % denního en. příjmu)
- 2.dodatek: vědecké důkazy jsou zatím omezené a ne zcela průkazné



## Olivový olej

největší produkce: Španělsko

nejžádanější/nejdražší olej: Itálie (⇒ časté falšování země původu)

### Extra panenský olivový olej

výběrová jakost oliv, lisování pouze mechanickými postupy (<27 °C)

míra kyselosti: <0,8 % (volná acidita)

**Volná acidita** = množství volných mastných kyselin (nevázaných v TAG). Značí, zda nebyly použity zkvašené plody. Ve zralých olivách jsou kompletně vázané, při jejich poškození nebo prodeívou při zpracování jsou enzymaticky štěpeny.)

### Panenský olivový olej

získaný přímo z oliv mechanickými postupy

<2 % volné olejové

### Olivový olej

směs rafinovaného a panenského oleje

### Olivový olej z pokrutin

olej získaný zpracováním zbytků, fyzikálně i extrakčně, někdy přídavek panenského pro ochucení



## Olivový olej

zdravotní vliv pozitivní nejen díky MUFA, ale i sterolům a fenolovým látkám

V kuchyni:

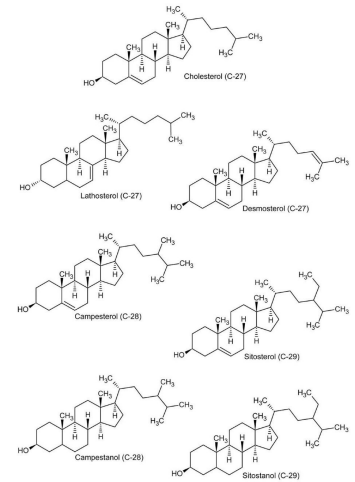
(extra) panenský olivový olej byl pouze filtrován

⇒ množství dalších látek

⇒ vhodný spíše pro studenou kuchyni (nepřekročit 175 °C)

Pro delší smažení vhodnější rafinovaný (nebo úplně jiný)

kyselina olejová je stabilní za  $\Delta T$



(extra) Light olive oil

= světlejší olej jemnější chuti  
(žádný energetický rozdíl)



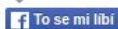
Nejkrásnější, nejstarší, největší - tolik superlativů ověnčilo tenhle olivovník ve Vouves. | zdroj: [www.cretetravel.com](http://www.cretetravel.com)



Ano Vouves, Chania, Greece, Vouves

## Tohle je nejstarší olivovník na světě. Z jeho proutků se vily olympijské věnce

Nejstarší olivovník na světě roste už několik tisíc let na Krétě a stále plodí olivy. Jeho stáří se odhaduje na tři tisíce až pět tisíc let, takže je „pamětníkem“ starobylé, leč zaniklé krétské civilizace, která na největším řeckém ostrově po sobě zanechala nádherné paláce v Knóssu a Phaestu.



Nejstarší stopy po olivovnících se podařilo najít na Blízkém východě a vedou až do roku 8000 před našim letopočtem. Do západního Středomoří se olivovníky dostaly zásluhou Fěničanů. Výroba olivového oleje v Galileji je doložena již v 6. tisíciletí před našim letopočtem, na Krétě s ní začali později, zřejmě kolem roku 3500 před našim letopočtem, a na území dnešní Itálie se olivový olej zásluhou Řeků a Fěničanů objevil před více než třemi a půl tisíci let.

## **získávání surových tuků a olejů**

postupy využívané při získávání surových tuků:

### **rostlinné**

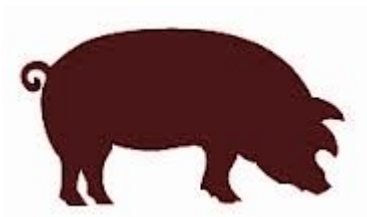
největší průmyslový význam semena olejnin

- lisování (šnekové lisy, vysoký tlak)
- extrakce (rozpouštědla jako hexan)

### **živočišné (máslo, vepř. sádlo)**

- vytavování (škvaření)
- extrakce /horkou vodou)

## získávání živočišného tuku



Škvaření (tavení) „**suchou cestou**“ je klasický postup získávání tuku. Škvařené tuky (sádlo) mají typickou chuť - pyrolytické produkty bílkovin.

„**Mokrou cestou**“ tuk je získáván působením horké vody nebo páry na rozmělněnou surovinu. Voda je poté odpařena. Takto získaný tuk je prostý bílkovin a sacharidů a tedy i méně aromatický.

Technologický postup získávání tuků

1. rozrušení vaziva;
2. uvolnění tuku z rozrušených buněk;
3. separace tuku

## získávání mléčného tuku

- většinou ve formě másla

**mléko** → odstředění → odstředěné mléko + **smetana** (frakce bohatá na tuk)

**smetana** (37 až 42% emulze o/v) → mechanické oddělení tuku od podmásí (obrácením emulze na v/o)

→ **máslo**

min. 82 % tuk

2 % bílkovin a sacharidů

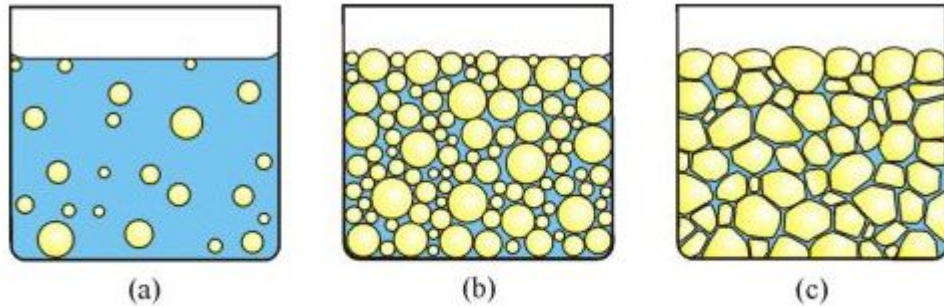
+zbytek voda ve formě kapének



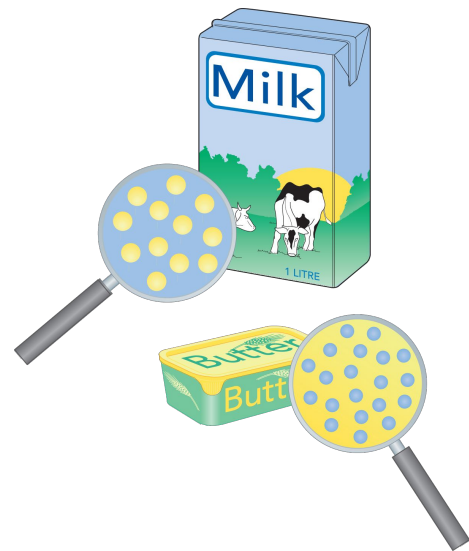
*Přepuštěné máslo (**ghí**) je čistý mléčný tuk zbavený vody a příměsí (sacharidy, bílkoviny). Vykazuje lepší tepelnou stabilitu a je proto vhodné na smažení.*

[stream.cz](http://stream.cz) - kuchař ví - příprava ghí

## emulze



Různé typy emulzí (a) zředěné, (b) koncentrované, (c) vysoce koncentrované (gelovité)



- rozlišení** - vodivost
- OV/VO**
- rozpustnost polárních/nepolárních barviv
  - mísení s polárními/nepolárními rozpouštědly
  - smáčivost



## jihočeské ábéčko

hmota podobná máslu s podílem rostlinného tuku (cca 20 %)

## stolní máslo

před prodejem skladováno až 24 měsíců při -18°C  
zbytkové máslo ze státních rezerv





## získávání rostlinných olejů a tuků

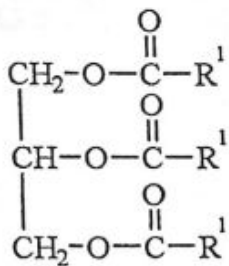
- průmyslově nejvíc ze semen **olejnin**
- světová **produkce**:  
olej sójový, palmový, bezerukový řepkový, slunečnicový, bavlníkový, podzemnicový, palmojádrový, sezamový, olivový
- **získávání** z olejnatých semen a bobů
  - lisováním na šnekových lisech pod tlakem
  - extrakcí rozpouštědly (hexan)
  - kombinace předchozích  
(lisování na zbývajících 20 % oleje, poté extrakce pokrutin)
- **zbytek** (pokrutiny) jako krmivo



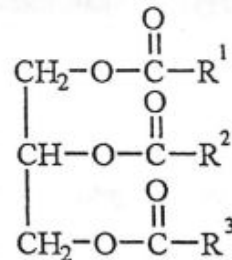
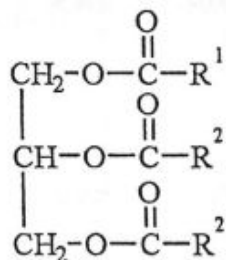
## rostlinné zdroje oleje

Název oleje	Český název rostliny	Latinský název rostliny	Zpracovávaná část	Obsah tuku v %
kokosový	palma kokosová	<i>Cocos nucifera</i>	semeno (kopra)	63-68
palmový	palma olejná	<i>Elaeis guineensis</i>	semeno (oplodí)	44-53
palmojádrový	palma olejná	<i>Elaeis guineensis</i>	semeno (jádro)	50-60
olivový	olivovník evropský	<i>Olea europea</i>	semeno (oplodí)	35-70
olivkový	olivovník evropský	<i>Olea europea</i>	semeno (jádro)	30-45
mandlový	mandlovník obecný	<i>Prunus amygdalus</i>	semeno	45-53
lískový	líška obecná	<i>Corylus avellana</i>	semeno	50-65
avokádový	hruškovec avokádo	<i>Persea gratissima</i>	semeno	10-30
slunečnicový	slunečnice roční	<i>Helianthus annuus</i>	semeno	22-36
podzemnicový	podzemnice olejná	<i>Arachis hypogaea</i>	semeno	45-55
světlicový	světlice barvířská	<i>Carthamus tinctorius</i>	semeno	25-37
sezamový	sezam indický	<i>Sesamum indicum</i>	semeno	44-54
bavlníkový	bavlník chlupatý	<i>Gossypium hirsutum</i>	neloupané semeno	15-24 <sup>a)</sup>
makový	mák setý	<i>Papaver somniferum</i>	semeno	36-50
řepkový	řepka olejná	<i>Brassica napus</i>	semeno	38-45
řepicový	řepice polní	<i>Brassica campestris</i>	semeno	30-40
hořčičný	hořčice bílá, h. černá	<i>Brassica alba, B. nigra</i>	semeno	30-42
sójový	sója luštinatá	<i>Soja max</i>	semeno	17-22
lněný	len setý	<i>Linum usitatissimum</i>	semeno	35-45
konopný	konopí seté	<i>Cannabis sativa</i>	semeno	30-35
klíčkový				
kukuřičný	kukuřice obecná	<i>Zea mays</i>	klíček	12-20
pšeničný	pšenice obecná	<i>Triticum aestivum</i>	klíček	8-14
rýžový	rýže setá	<i>Oryza sativa</i>	otruby	15-20

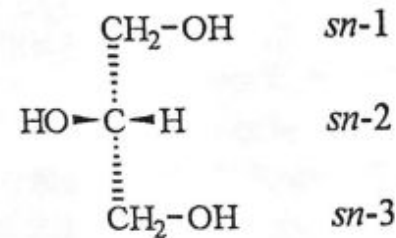
Druh esterů	Obsah v % v oleji	
	řepkovém	slunečnicovém
1-monoacylglyceroly	0,6	0,2
2-monoacylglyceroly	0,1	0,05
1,3-diacylglyceroly	1,9	0,9
1,2-diacylglyceroly	0,2	0,1
triacylglyceroly	96,5	97,8



jednoduchý triacylglycerol

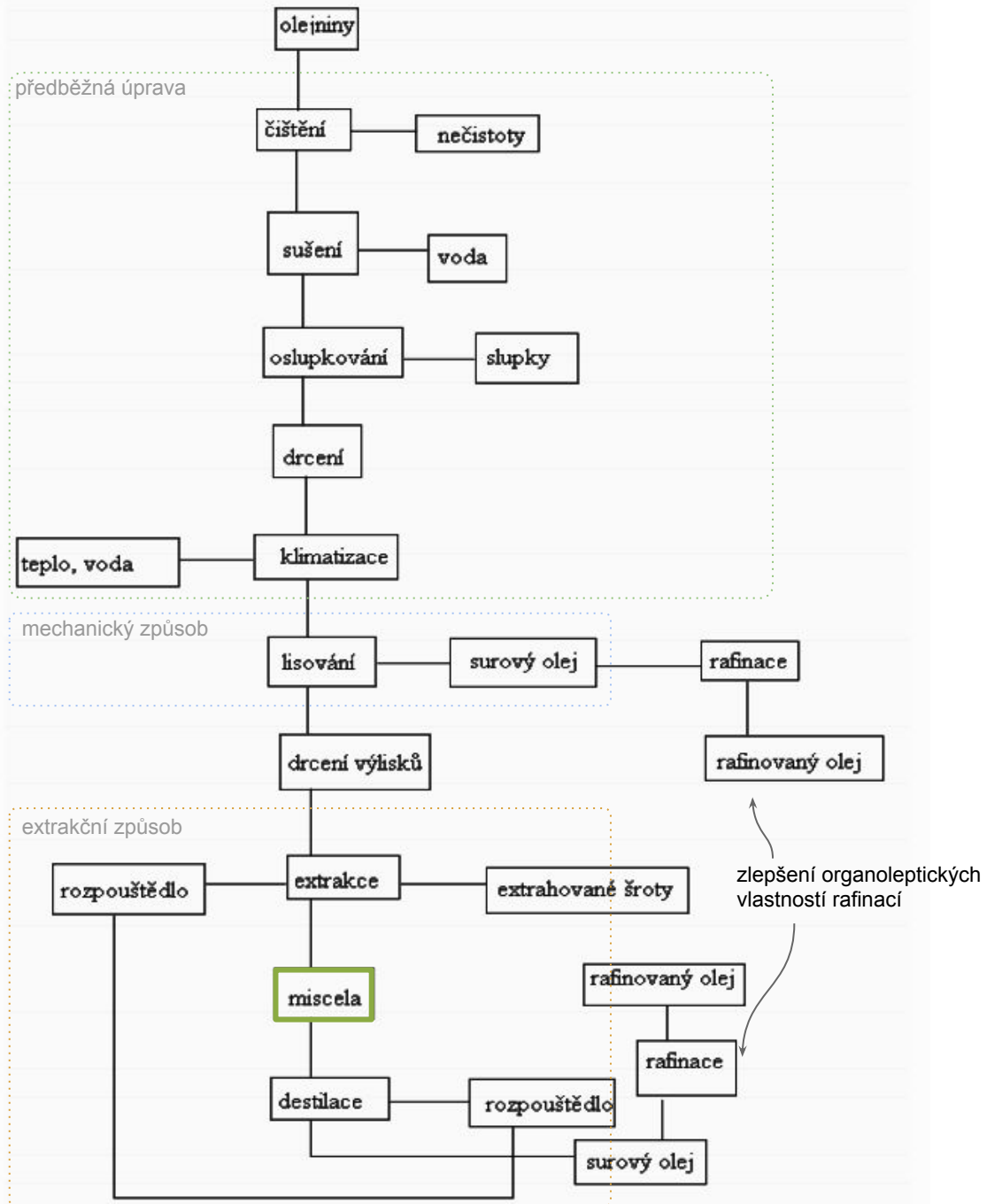


smíšené triacylglyceroly



způsob číslování  
*sterically numbered*

# výroba rostlinného oleje



## rafinace rostlinného oleje

po vylisování ze semen i filtraci nepříjemné organoleptické vlastnosti → **rafinace**

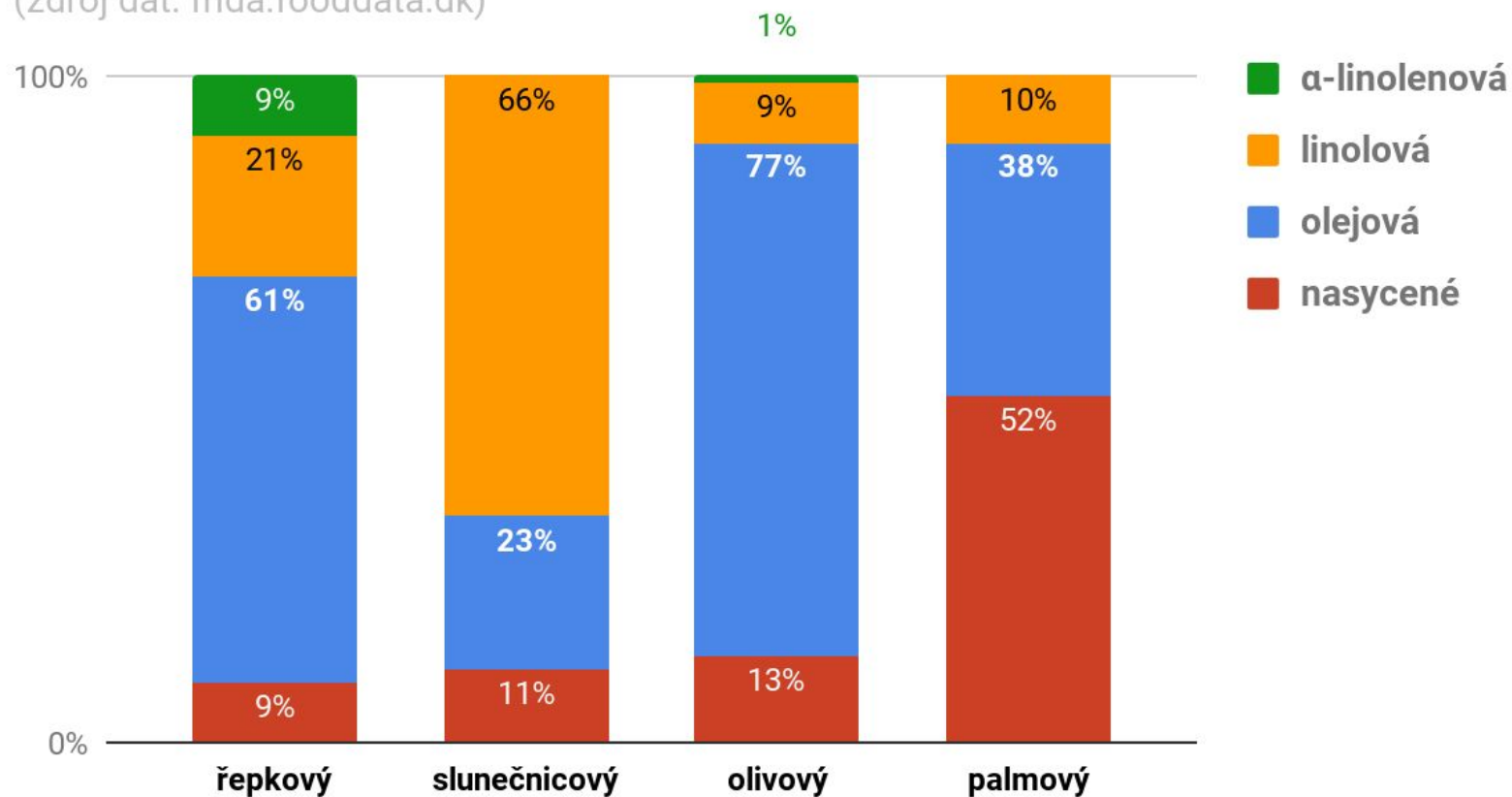
1. **odslizení** (hydratace) - *vodou*  
separace heterolipidů, sacharidů a bílkovin → **lecithin**
2. **odkyselení** (neutralizace) - *hydroxidem sodným*  
odstranění volných mastných kyselin (0,5-1,5 % → 0,0x %) zmýdelněním hydroxidem
3. **bělení** - *bělicí hlinkou, aktivním uhlím*  
adsorpce barviv na sorbent - bělicí hlinku  
odstranění barviv (kartorenoidy, chlorofyly)
4. **deodorace** - *destilace vodní parou za sníženého tlaku*  
odstranění těkavých látek

⇒ **čistá, senzorycky neutrální směs triacylglycerolů**,  
vč. fytosterolů, tokoferolů bez větších nutričních změn



## zastoupení mastných kyselin v rostlinných olejích

(zdroj dat: frida.fooddata.dk)



## emulgace rostlinných olejů

kapalné rostlinné oleje → roztiratelná konzistence

olej pro výrobu pokrmových tuků se označuje:

**tuková násada** = **strukturní tuk** + **tekutý olej**

strukturní tuk

směs TAG s vyšším bodem tání, tvoří krystaly,  
tento pevný podíl síťuje strukturu

tekutý olej

kapalná část, sorbovaná na krystaly



Výroba strukturního tuku

- dříve ztužování (*parciální katalytická hydrogenace*)
- **dnes esterová výměna** (*transesterifikace*)
- **frakcionace**

**margaríny:**

třífázový koloidní systém (spojitá kapalina TAG, krystalky tuku, kapénky vody)

= emulze V/O jako máslo

tuková násada, emulgátor, voda

80 % tuku (více i méně)



majonézy:

ochucené emulze o/v, emulgátor: fosfolipidy žloutku

## emulgace rostlinných olejů

### Margaríny

objevil **1869 lékárník Mége-Mouries** ve Francii, původně z hovězího loje a mléka

- Napoleon III. potřeboval pro armádu
- nedostatek živ. tuků → později pouze z rostlinných surovin
- vysoký obsah TFA kvůli hydrogenaci, až desítky %. Dnes vyřešeno (transesterifikace)
- levná náhražka již není levná

### Co je to margarín?

emulze typu voda v oleji s podílem tuku:

80-90% (margarín), ~60 (*tříčtvrteční*) a ~40% (*poloviční*) tuku také „roztiratelný tuk“.

### klady

příznivé složení MK podle současného pohledu

často hodně omega-3 (v poměru omega-6/omega-3 někdy i 2:1)

často však sporné oleje (palmový téměř vždy)

### zápory a nejistoty

oproti máslu přípustná aditiva,

dříve obsah TFA,

cena vs. cena surovin

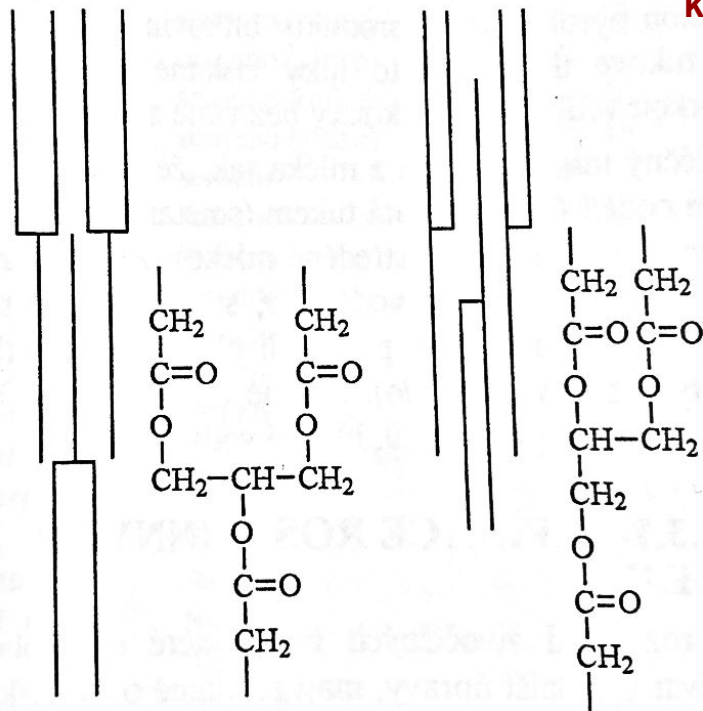




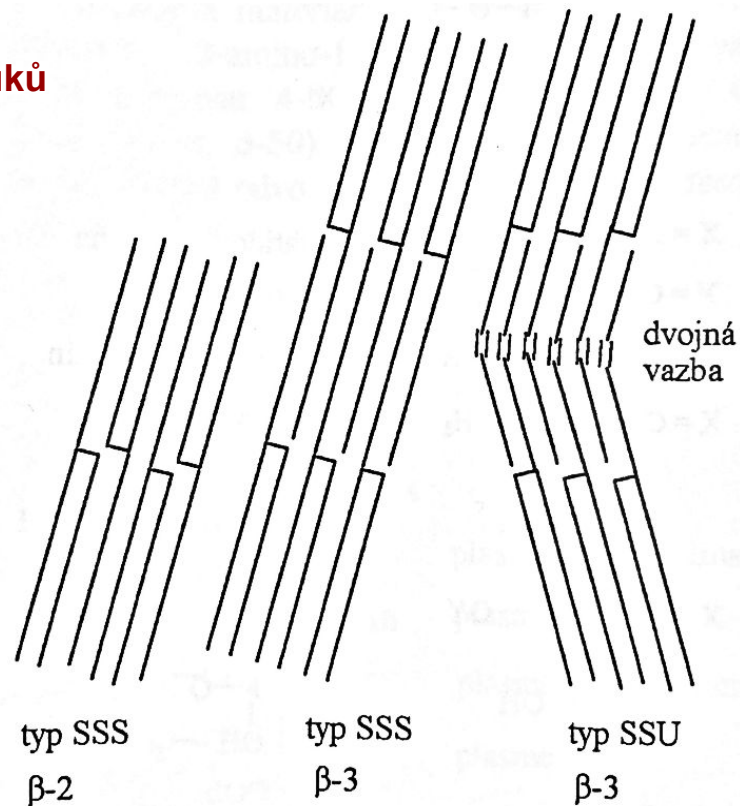
## emulgace rostlinných olejů

složení mastných kyselin ve výrobcích

Vzorek	Obsah tuku	SFA	MUFA	PUFA	TFA	Omega 3
Rama Classic	60	29,5	46,3	23,7	0,6	5,2
Flora	45	23,1	28,0	48,3	0,6	11,9
Promiena SOLEIL	70	23,9	37,6	28,3	10,2	2,3
Alfa	70	27,5	50,7	21,0	0,8	5,7
Jihočeské AB	78	65,2	27,8	4,4	2,7	0,5
Jihočeské máslo	82	67,4	26,2	3,2	3,3	0,8
Máslo Dr. Halíř	82	66,3	27,0	3,3	3,3	0,7
Pribina s máslem	19	67,8	26,3	2,3	3,7	0,7
Javor jemný tavený	20	43,5	40,8	14,7	1,0	3,3
Bonté natur	23	48,7	41,1	9,7	0,6	1,2
Veselá kráva	20	68,8	26,0	2,4	2,8	0,6
Pomazánkový krém	28	53,5	38,0	8,0	0,6	0,5
Přírodní čerstvý sýr	22	64,5	28,8	3,5	3,2	0,6
Lučina	27	66,4	27,0	3,2	3,5	0,7



## konformace tuků



### Ladičková struktura ( $\beta'$ -modifikace) a židličková struktura ( $\beta$ -modifikace) triacylglycerolů

tvoří kokosový, palmo(jádro)vý tuk, máslo →  
metastabilní  $\beta'$  → malé jehličkové krystaly  
vytvářející síť  
→ vhodné pro margariny, tuky do pečiva

### Uspořádání polymorfních forem triacylglycerolů $\beta$

olivový, arašídový, sójový, slunečnicový, řepkový, sádlo, kakové máslo  
→ zrnitá struktura, nevytvářejí síť

**kakové máslo** vytváří 6 forem s bodem tání 17-36 °C,  
Pouze jedna forma ( $\beta$ -3V) ideální organoleptické vlastnosti s b.t. 34°C.  
Výroba: temperováním a pomalou krystalizací při teplotě těsně pod  
bodem tání žádoucí formy.

Vystavení kolísání teplot → rekrystalizace (šedý film, tzv.květ)

## Polymorfismus čokolády

Molekuly tuku kakaového másla mohou být uspořádány několika způsoby.  
= polymorfismus

Temperování čokolády je nutné pro dosažení převážně páté konformace V, která je žádoucí.

Dosáhne se jí pomalým chladnutím směsi na pokojovou teplotu, následným zahřátím těsně pod bod tuhnutí této formy.



FORM & MELTING POINT	DESCRIPTION & PROPERTIES
<b>I</b> 17.3 °C	<b>BOTH SOFT AND CRUMBLY WITH NOTICEABLE BLOOMING</b>  Form I is produced by cooling melted chocolate rapidly (e.g. by putting it in the freezer).  Form II is produced by cooling melted chocolate at 2°C per minute. Form I crystals also gradually become Form II after a short time of freezing temperature storage.
<b>II</b> 23.3 °C	<b>BOTH FIRM, BUT DON'T GIVE A GOOD 'SNAP', AND SHOW SOME BLOOMING</b>  Form III is produced by cooling at 5-10°C. Form II becomes Form III after storage at low temperatures above freezing.  Form IV is produced by allowing melted chocolate to cool at room temperature; Form III also becomes Form IV after storage at room temperature for some time.
<b>III</b> 25.5 °C	<b>SHINY, SMOOTH TEXTURE, GOOD 'SNAP', AND MELTS IN THE MOUTH</b>  Formed by tempering chocolate slowly at room temperature. Most desirable!
<b>IV</b> 27.3 °C	<b>HARD AND MELTS SLOWLY IN THE MOUTH, SHOWS SOME BLOOMING</b>  Can't be formed from melted chocolate - can only be formed after solid, tempered chocolate has rested for at least 4 months.
<b>V</b> 33.8 °C	
<b>VI</b> 36.3 °C	

INCREASED STABILITY & DENSITY





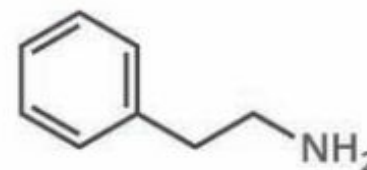
čokoláda jako:

## afrodiziakum ?

afrodiziakální účinky čokolády byly poprvé popsány v knize "Chemistry of love" (1983) a připisovány obsaženému fenylethylaminu. Patrně to takhle ale nefunguje.

Fenylethylamin:

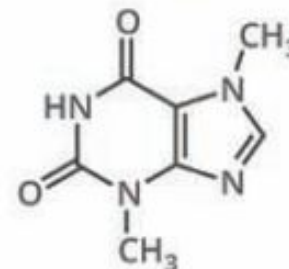
- je přítomný ve větším množství v mozku a zároveň čokoládě (ppm)
- v mozku působí jako stimulant zesilující účinky dopaminu, přispívá k pocitu pohody
- během trávení je rozkládán (enzym monoamin oxidasa), pouze minimální množství dosáhne CNS



## jed ?

Theobromin

- látka podobná kofeinu, taky blokuje receptory adenosinu.
- v 100 g tabulce ~ 200 mg, víc ve tmavé čokoládě.
- pro člověka bezpečný, pro psy jedovatý: smrtelná dávka pro 10 kg psa je ~ 3 gramy (půl kg čokolády)



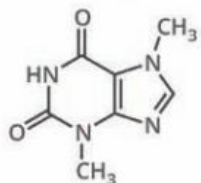
# CHOCOLATE CHEMISTRY

Whether your preference is dark, milk, or white chocolate, here's a handy guide to what's inside!



## DARK CHOCOLATE

COCOA SOLIDS: >35%



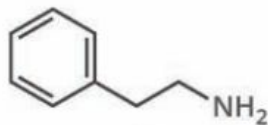
MEDIAN LETHAL DOSE FOR DOGS

**300 mg**

(PER KG OF BODY WEIGHT)

## THEOBROMINE

Dark chocolate has the highest amount of cocoa solids, which remain after cocoa butter is extracted from cacao beans. The solids contain theobromine, toxic to dogs, and phenethylamine, linked to a feel-good effect.

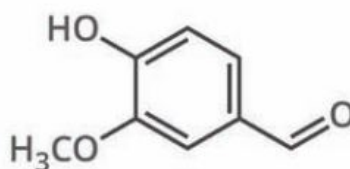


## PHENETHYLAMINE



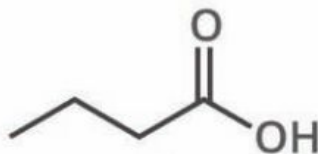
## MILK CHOCOLATE

COCOA SOLIDS: 20-30%



## VANILLIN

Confectioners add vanillin to many milk chocolates to enhance their flavor. American brands of chocolate often contain butyric acid, which adds a sour note to the chocolate's taste.

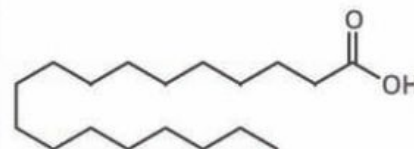


## BUTYRIC ACID



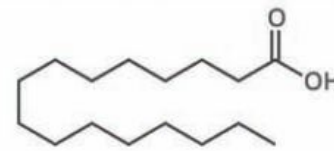
## WHITE CHOCOLATE

COCOA SOLIDS: 0%



## STEARIC ACID

White chocolate does not contain any cocoa solids, only cocoa butter, sugar, and milk. Cocoa butter is composed of a number of fats, mainly stearic acid and palmitic acid.



## PALMITIC ACID

# palmový olej

palmový olej (zejm. palmojádrový) vysoký obsah nasycených  
⇒ považován za ne příliš vhodný

potravinářství: strukturní tuk, teplotně odolný olej na smažení

obsažen ve většině potravin, i mnohé kosmetice

vyšší bod tání než ostatní rostlinné oleje  
(rozmezí 10-25 °C)



zbarvení dáno vysokým obsahem  $\alpha$  a  $\beta$  karotenu

→ rafinace pro jejich snížení

→ použitelnější za  $\Delta T$

→ chlorované deriváty glycerolu (MCPD)



## palmový olej

### složení palmového oleje

- 50 % SFA: převaha palmitové kyseliny (dále myristová, stearová)
- 40 % MUFA: olejová
- 10 % PUFA: převaha linolové ( $\omega$ -6/ $\omega$ -3 cca 70:1)

zastoupením MK podobné složení vepřovému sádlu, neobsahuje ale třeba cholesterol (avšak méně fytoosterolů než jiné rostlinné oleje)

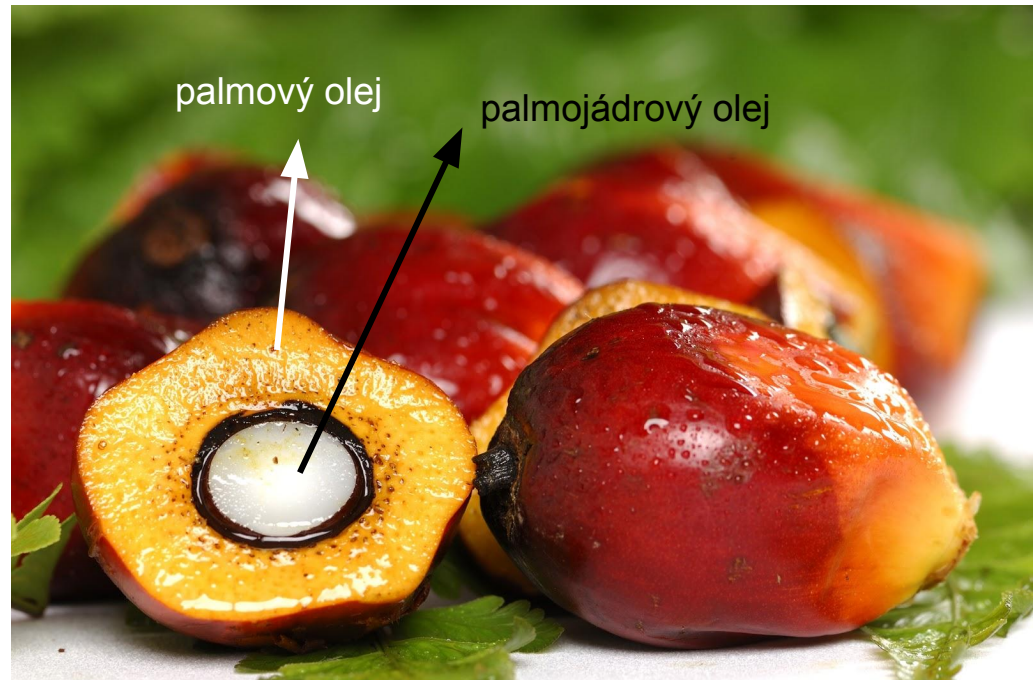
### složení palmojádrového tuku

- 80 % SFA: hlavně laurová
- 14 % MUFA: olejová
- 4 % PUFA: hlavně ALA

### pozitiva

je levný  
nahrazuje ztužené tuky s obsahem TFA  
(problém TFA dnes již utichá)

Nestlé a palmový olej: [reklama](#) greenpeace





FAQ: Často kladená otázka (poněkud zavádějící):

**„Jaké množství palmového oleje mohu denně bezpečně zkonsumovat?“**

Řešení:

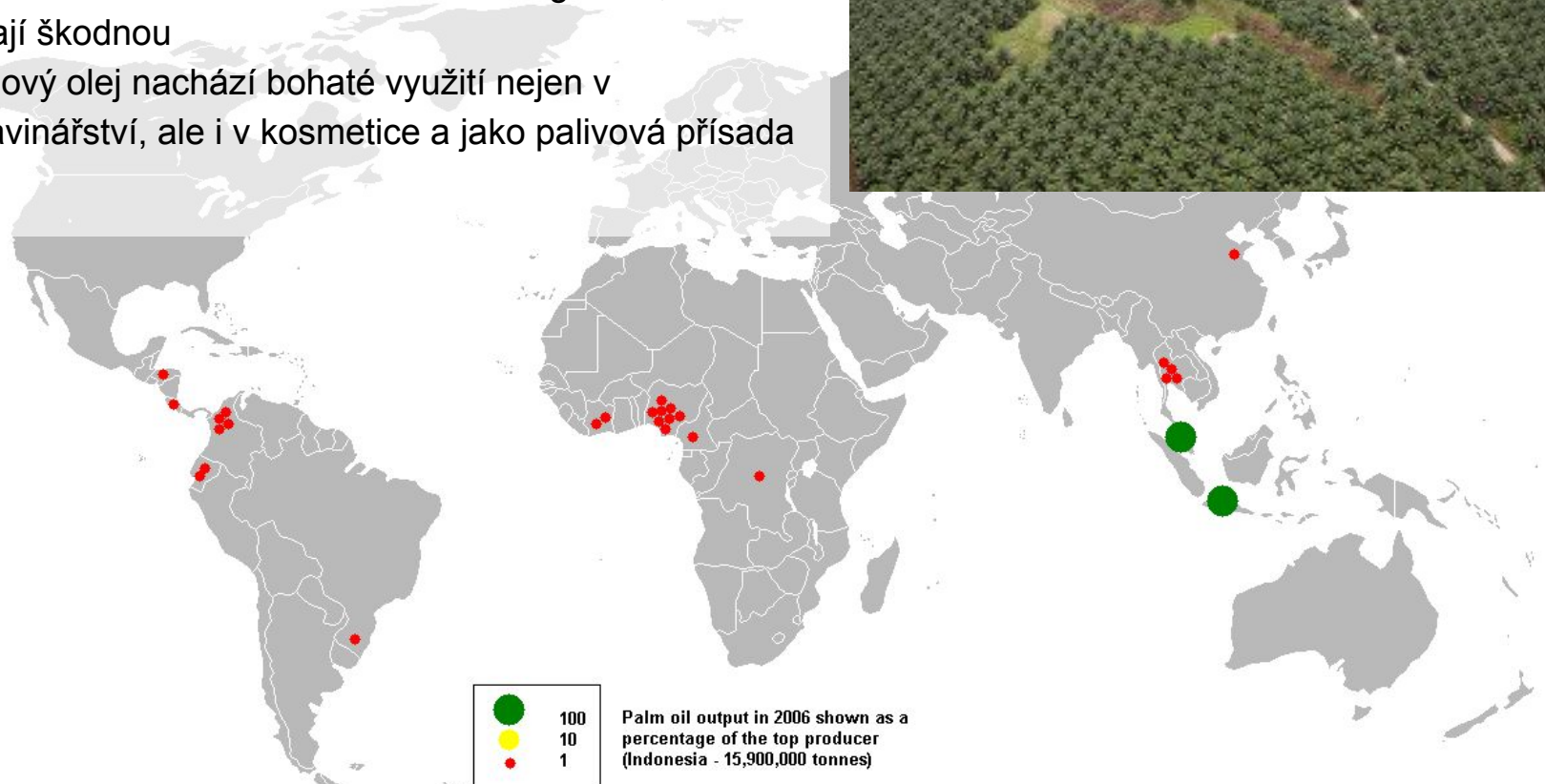
(podle obsahu SFA), pro dietu **2 000 kcal s nejvyšším podílem 10 % z SFA:**

$2\,000 \text{ kcal} * 0,1$  (10 % příjmu z SFA) /  $0,5$  (podíl SFA v oleji) = 400 kcal z oleje,  
což při energii 9 kcal / 1 g = 44 g palmového oleje

\*otázka zanedbává ekologický aspekt

## palmový olej

- olej získaný z palmy olejné
- většina oleje pochází z Indonésie a Malajsie, kde se palmy pěstují na plantážích vzniklých vykácením deštných pralesů (za vzniku tzv. „zelené pouště“)
- Indonésie se vypalováním pralesů dostala na 3. místo v produkci CO<sub>2</sub>
- V oblasti dříve docházelo k hubení orangutanů, kteří se stávají škodnou
- palmový olej nachází bohaté využití nejen v potravinářství, ale i v kosmetice a jako palivová přísada





nebo jinou část těla jako důkaz, že zvíře opravdu zabili.

## peroxidové číslo - ukazatel žluklosti tuku

### žluknutí (oxidace) tuků

oxidace tuků působením vzdušného kyslíku (za běžné teploty pouze nenasycené MK)

→ snižování sensorické i nutriční hodnoty.

→ nepříjemný zápach ~ aldehydy a ketony

### peroxidové číslo

nejčastější test oxidační žluklosti

měří se **koncentrace peroxidů a hydroperoxidů**

vysoké peroxidové číslo = známka žluklosti

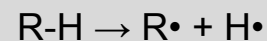
vyjadřuje se:  $\mu\text{g}$  kyslíku v 1 g tuku/oleje,

tzn čím vyšší, tím je olej žluklejší

stanovuje se například titračně **jodometricky**

autooxidační řetězová reakce lipidů

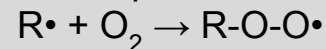
#### iniciace



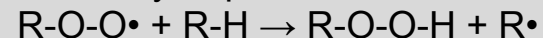
lipid  $\rightarrow$  volný radikál

#### propagace

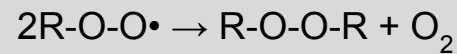
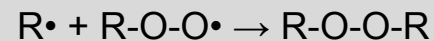
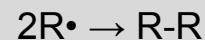
tvorba peroxidového radikálu



tvorba hydroperoxidu



#### terminace



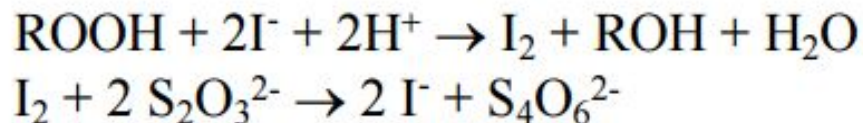
## oxidačně-redukční titrace

### stanovení peroxidového čísla jodometricky

peroxydy lipidů uvolní z jodidu jód, který se stanoví titračně

PČ se vyjadřuje jak množství kyslíku v 1 g tuku/oleje,

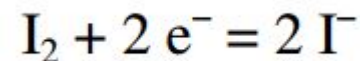
- vzorek tuku rozpuštěný v chloroformu
- v nadbytku jodidu (přidá se lžička KI) vznikne jód
- vzniklý jód se titruje thiosíranem



maximální přípustná hodnota PČ: 10  $\mu\text{mol/g}$   
tuk vysoké jakosti < 2  
zcela čerstvý tuk < 0,5



## oxidačně-redukční titrace



### jodometrie

reduktometrie i oxidimetrie

OR: **jód** s přidavkem jodidu draselného / **thiosíran** sodný

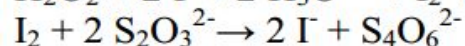
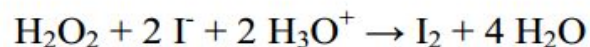
indikátor: škrobový maz

#### stanovení oxidujících látek:

přidá se **nadbytek jodidu**, vyloučený jod se titruje **OR Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**.

Vhodné pro: Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, peroxid

*příklad: stanovení peroxidu:*

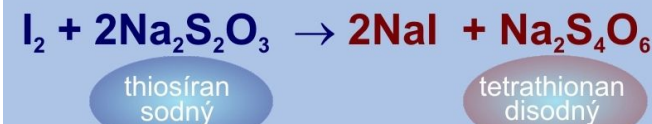


#### stanovení redukujících látek:

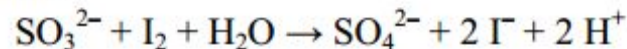
titruje se jodem, nebo se titruje vzniklý jodid thiosíranem

vhodné pro: siřičitany, aldehydy

*příklad: stanovení siřičitanů ve víně*

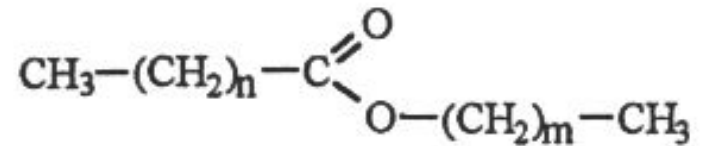


Jodometrické stanovení siřičitanů ve víně je velmi často využívaná metoda, jejíž postup je popsán v ČSN 56 0216 a která umožňuje zjistit koncentraci jak volných, tak vázaných siřičitanů ve víně<sup>4</sup>. Při odměrném stanovení siřičitanů se k indikaci bodu ekvivalence nejčastěji využívá škrobu, siřičitany jsou schopny redukovat elementární jod na jodid<sup>2</sup>:



Postup stanovení je relativně zdlouhavý a vyžaduje pečlivost laboranta. Jodometrická titrace se musí u každého vzorku provést dvakrát, protože u vína je potřeba vždy provést korekci na interferenty, tj. látky oxidovatelné také jodem, přidavkem formaldehydu, kdy lze snadno vypočítat obsah jak volných, tak celkových siřičitanů ve vzorku vína<sup>3</sup>.

# vosky



estery MK a 1sytných alkoholů  
+další lipofilní látky (někdy tvořící většinu)

rostlinné povrchy ovoce, semínek, listů:  
povrchové, také epikutikulární (vosk + kutin(hydrofobní vrstva kutikuly))

obecná struktura alifatických vosků

cetylpalmitát,  $n = 14$ ,  $m = 15$

cerylcerotát,  $n = 24$ ,  $m = 25$

lakceryllakcerát,  $n = 30$ ,  $m = 31$

## Struktura

**MK** nasycené, dlouhé řetězce

**alkohol** podobně dlouhé alifatické řetězce

## Význam

hydrofobizace (rostliny i živočichové), kontrola transpirace,  
ochrana proti vlivům prostředí

**Vznik:** redukcí MK → alkoholy ← esterifikace acyl-CoA

**Odbourání:** nesnadné, ale principiálně jako MK



# vosky - výskyt

velmi rozšířené, v malém množství

## rostlinné



palma kopernicie voskonosná, karnaubský vosk



šelak - z laku pryskyřičnaté hmoty fíkovníků a dalších rostlin



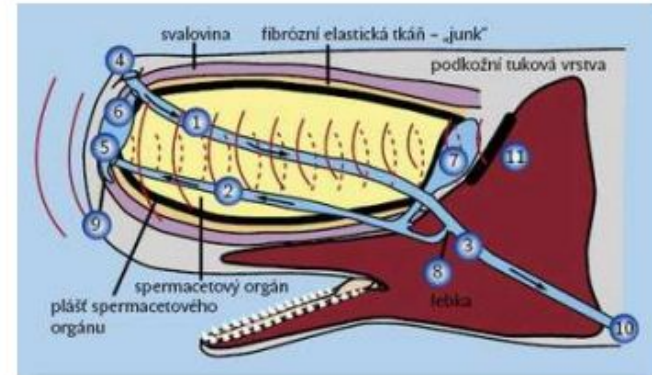
kandelilla - listy pryšce (*Euphorbia antisyphilitica*)



včelí vosk (E901)  
ceryl-cerotát



lanolin  
obsahuje alicyklické alkoholy



vorvaňovina, spermacetový vosk (*cetaceum*) cetylpalmitát





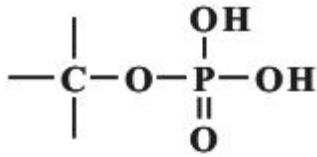
jablka jsou přirozeně pokryta voskovou vrstvou (cerylpalmitát), kvůli prodloužení životnosti, zvýšení lesku či obnově ochranné vrstvy po mytí se často přidává další vosk uměle

použití v potravinách omezeno na potravinářské vosky

- |      |                      |
|------|----------------------|
| E901 | včelí vosk           |
| E902 | kandelilový vosk     |
| E903 | karnaubský vosk      |
| E904 | šelak                |
| E905 | mikrokrytalický vosk |

*Používají se hlavně na úpravu povrchů dražé, bonbónů, cukrovinek, trvanlivého pečiva, zrnkové kávy apod. Povrchové filmy se používají k ošetření ovoce a zeleniny především k omezení ztráty hmotnosti (vysychání), omezení poškození povrchu při transportu, dodání lesklého vzhledu pro zvýšení prodejnosti apod.*

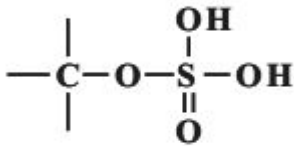
# heterolipidy



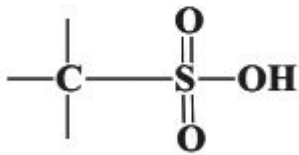
fosfolipidy

nejen MK a alkoholy, ale vázané i další složky

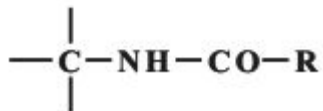
nejvýznamnější **glycerofosfolipidy**



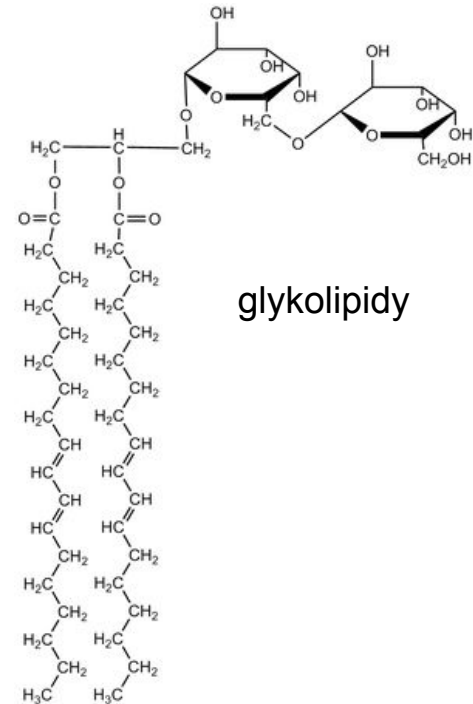
sulfáty lipidů



sulfolipidy

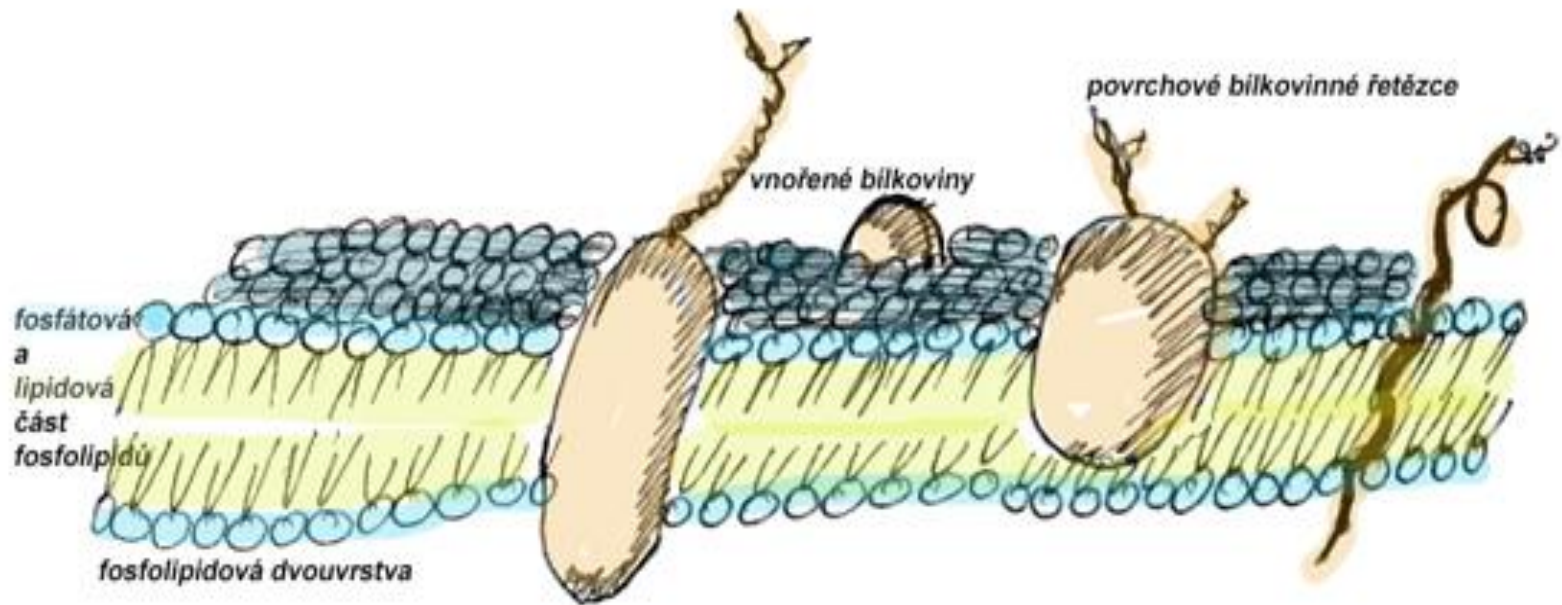


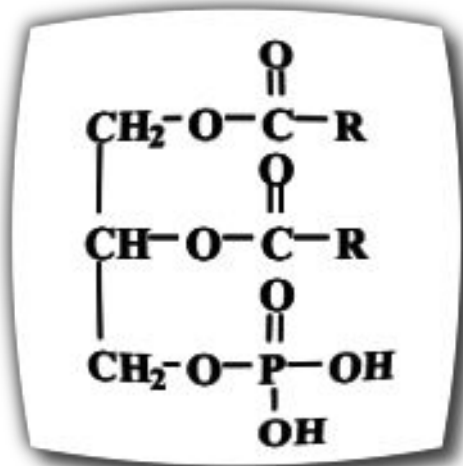
lipoamidy



glykolipidy

## fosfolipidová dvojvrstva (membrána)





## fosfolipidy

v organismu

- součást membrán (buňky, lipoproteiny)
- stabilizace lipoproteinů (emulgace)
- tělo schopno syntetizovat

průmyslové využití

- stabilizátory emulzí

cca 1 % suché hmotnosti potravin

zvlášť bohaté zdroje:

- žloutek (28 %)
- sójové boby
- lecithin při získávání olejů

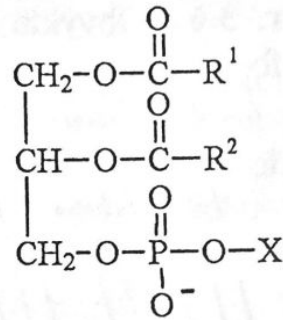
### příklady využití

pekárenství (zlepšení vlastností těsta)

čokoláda (snížení viskozity)

práškové nápoje (*instantizace*)

## fosfolipidy fosfatidylové deriváty



**fosfatidy**

← fosfatidový zbytek

X = H

fosfatidová kyselina

X = CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>

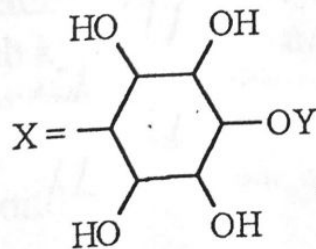
fosfatidylcholin (dříve *lecithin*)

X = CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-NH<sub>3</sub><sup>+</sup>

fosfatidylethanolamin (spolu s dalšími fosfolipidy dříve *kefalin*)

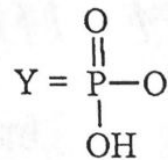
X = CH<sub>2</sub>-CH(NH<sub>3</sub><sup>+</sup>)COO<sup>-</sup>

fosfatidylserin



fosfatidylinositol, Y = H

fosfatidylinositolfosfát,



# lecithin

z rostlinného kalu po hydrataci olejů  
(odpařením fosfo- a glykolipidový koncentrát)  
bohatý na fosfolipidy (>90 %) a fosfatidylcholin

## využití lecithinu

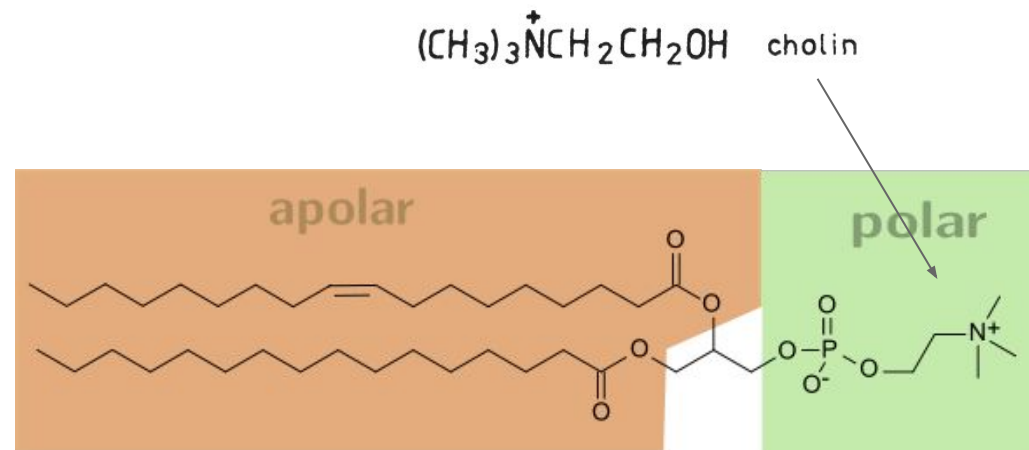
- potravinářství
  - pekárenství, do těsta
  - emulgátor majonéz - emulze o/v i v/o
  - snížení viskozity čokolád
- farmakologie
- krmivo (s extrakčním šrotem)



hromádka sójového  
lecithinu (E322)

využívá se sójový, vaječný, slunečnicový

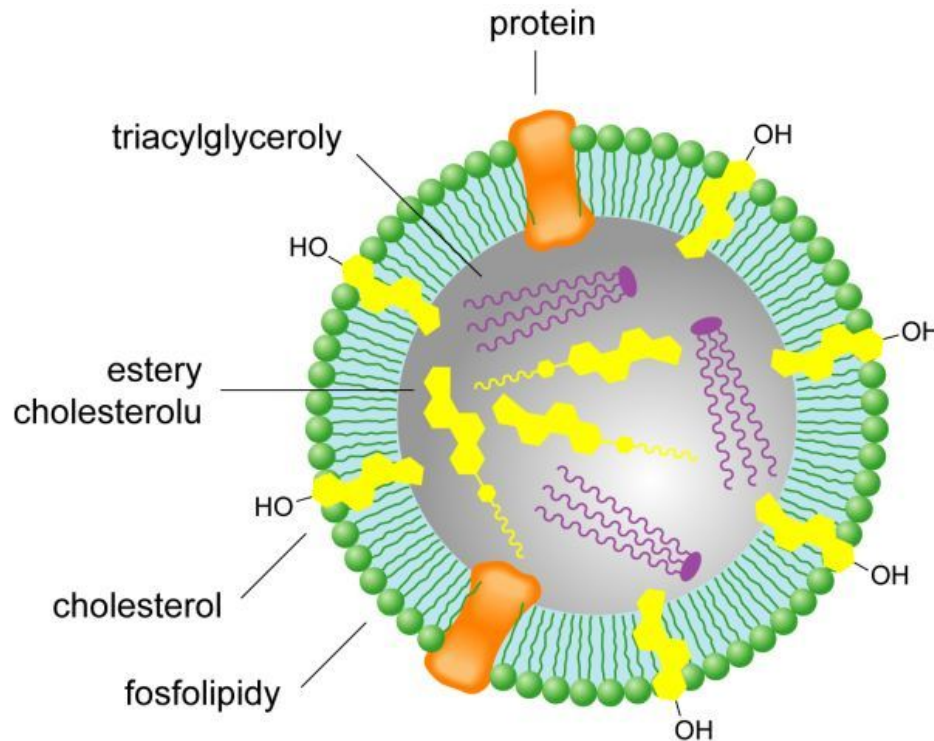
*palmitoyl-oleyl-sn-fosfatidylcholin,*  
cenná složka lecithinu (dříve se pouze tato  
molekula označovala lecithin)





## komplexní lipidy

**komplexní lipidy:** makromolekulární látky, lipidová složka vázaná na nelipidový podíl H-můstky, slabými vazbami a interakcemi (částečně i kovalentní vazby)



## lipoproteiny

důležité a nejlépe prozkoumané komplexní lipidy

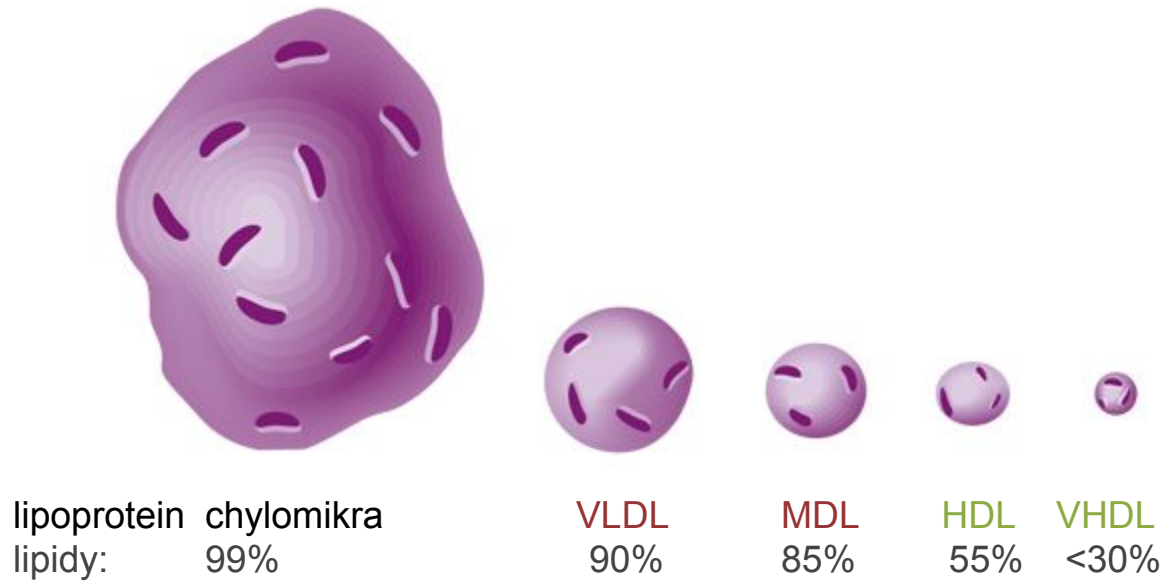
složeny z bílkovin (hydratované proteiny tvoří obal) a lipidů (jádro)

fosfolipidy uplatňují emulgační schopnosti

→ stabilizují lipoproteiny (ovlivňují jejich rozpustnost v plazmě)



## lipoproteiny - HDL x LDL



unrestricted  
blood flow



to liver for  
removal from  
the body

restricted  
blood flow

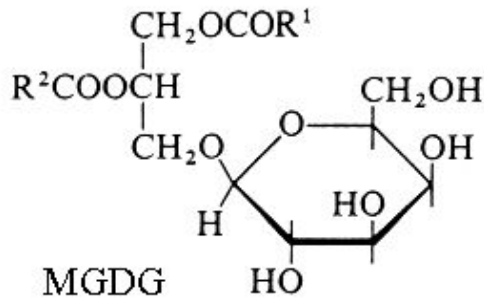


fatty plaque  
build up

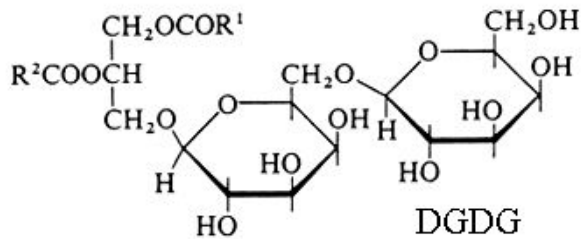
# glykolipidy

vázané cukry, nejčastěji galaktóza

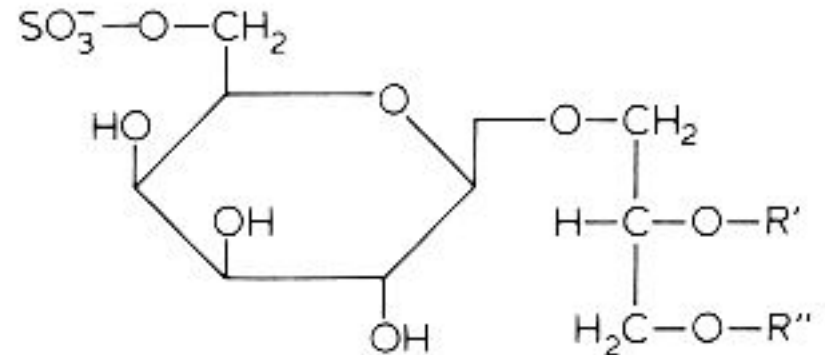
hydrolyzou vznikají volné cukry - v lecitinu neenzymové hnědnutí → nežádoucí



**monogalaktosyldiacylglycerol**

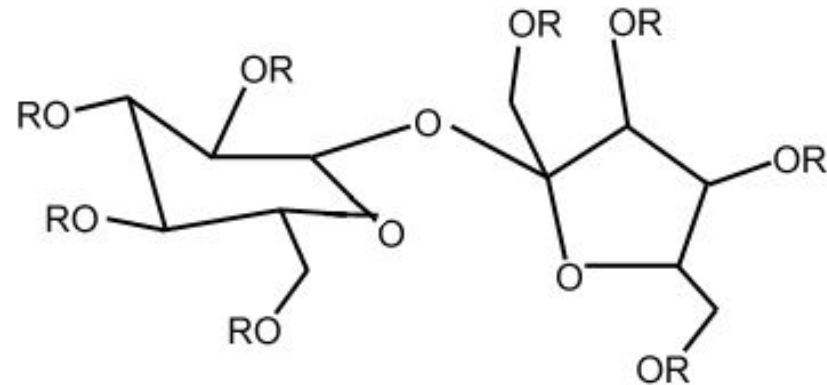


**digalaktosyldiacylglycerol**



**sulfoglykosylipdy**

## OLESTRA (Sucrose with 6 - 8 Fatty Acids)



[Pringels adv.](#)

Olestra: náhražka tuku, vyvinuta v r. 1968 v Procter and Gamble.  
americká FDA schválila pro použití v potravinářství 1996  
později ztratila popularitu (vedlejší účinky, interference se vstřebáváním vitaminů)

Chutná jako tuk, má stejnou texturu a vyvolává obdobný pocit v ústech, a navíc je stabilní vůči teplotě.

- polyester sacharózy
- Výroba z metylester MK a sacharózy (MK ze sóji, bavlníku, řepky)
- enzymy nejsou schopny štěpit
- v USA běžný příjem 5 g/osoba/den,  
(v EU nezažádáno o povolení)