

Technologie tuků

doc. Ing. Tomáš Gregor, Ph.D.

Přednáška č. 1

- Přednášející: doc. Ing. Tomáš Gregor, Ph.D.
- Kancelář: areál Mendelu, pavilon N, 1. patro
- Konzultační hodiny: čt 8-12 h

Sylabus

- 1. Úvod, význam tuků pro člověka, chemie tuků
- 2. Suroviny pro výrobu tuků
- 3. Technologie získávání tuků z rostlin
- 4. Technologie získávání tuků z živočichů
- 5. Rafinace a čištění tuků
- 6. Výrobky z tuků, ztužování tuků
- 7. Upravené jedlé tuky a emulgátory, dochucovadla
- 8. Štěpení tuků, glycerol
- 9. Výroba mýdla, vosky
- 10. Výroba detergentů a pracích prostředků
- 11. Oleje a tuky pro průmyslové využití (nátěrové hmoty, sikativy, MEŘO, biodiesel)
- 12. Inovativní postupy a trendy posledních let

Požadavky na předmět

- Přednášky 2 h týdně
- Cvičení – dle rozvrhu

- Chemie a technologie jedlých tuků a olejů, L. Ullrych, 1963
- Technologie tuků, J. Pokorný, 1986
- Chemie lipidů, D.J. Hanahan, 1964
- Chemie potravin, J. Velíšek, 2002
- Technologie potravin, M. Drdák, 1996
- Chemie a technologie potravin, skripta VŠCHT Praha, 2003
- Přednášky TETU 2011 na DS-UIS (T. Gregor)

Projekt (bude řešen ve cvičení)

- skupiny 2 studentů
- obhajoba projektu v 10 a 11. týdnu
- projekt: 8-10 stran
- přílohy: fotografie, grafy, tabulky...
- uveden seznam použité literatury (posledních 2-5 let)
- odevzdání v tištěné podobě 10. týden semestru
- na obhajobu příprava v ppt formátu
- prezentace 5-10 min
- zdroje: internetové zdroje, informační elektronické databáze, časopisy, knihy...

Témata projektů:

1. Vosky - struktura, funkce a význam, zpracování a výroba.
2. Glykolipidy - struktura, funkce a význam.
3. Fosfolipidy - struktura, funkce a význam.
4. Sfingolipidy - struktura, funkce a význam.
5. Vosky jako odpad při zpracování ropy.
6. Chemické a fyzikální reakce tuků.
7. Oxidace tuků.
8. Hydrogenace tuků.
9. Margaríny a emulgátory.
10. Živočišné tuky.
11. Rostlinné tuky tropů a subtropů.
12. Rostlinné tuky mírného pásma.
13. Mýdlo – historie až současnost, technologie výroby.
14. Tuky a životní prostředí.
15. Rafinace, dezodorace a bělení tuků.
16. Deriváty tuků.
17. Detergenty a prací prostředky.
18. Charakteristika a rozdělení tuků, čísla tuků.
19. Polosyntetické a syntetické oleje a tuky pro nepotravinářské využití.
20. Rostlinné tuky pro nepotravinářské využití.

Úvod

- Pojem tuk versus olej
- Tuky součástí jídelníčku desetitisíce let
- Nutriční význam
- Chemická surovina
- Palivo (obnovitelný zdroj energie)
- Zpracování především olejnatých semen
- Živočišné tuky přicházejí ke zpracování z masného (i ryby) a mlékárenského průmyslu
- Výroba je obvykle značně koncentrována

Doprovodné látky tuků

- Aromata – ethylestery a vyšší estery MK (4-12)
- Estery cukrů a cukerných alkoholů s vyššími MK
- Terpenoidy
- Složené lipofilní sloučeniny (lecitin...)
- Steroly (α -amyrin, cholesterol, sitosterol, brassikasterol, ergosterol, lupeol, lofenol...)
- Karotenoidy (β -karoten, chlorofylová barviva)
- Vitaminy (E, A, D)
- Přírodní antioxidanty
- Další lipofilní sloučeniny

- Nutriční hledisko (39 kJ/g tuku)
- Zdroj energie
- Fyziologické vlastnosti v organismu
- Esenciální mastné kyseliny (linolová, linolenová, arachidonová, EPA, DHA)
- Fosfolipidy (lecitin)
- Rostlinné tuky neobsahují cholesterol

- Dříve hlavně živočišné tuky
- V 19. století omezené zdroje živočišných tuků
- Přejít na pěstování olejnin
- Větší část produkce byly kapalné oleje
- Průmysl vyžadoval spíš tuhé tuky (dříve lůj a sádlo)
- Katalytická hydrogenace olejů 1905-1910
- Ztužené rostlinné tuky (margaríny, ztužené pokrmové tuky)
- Obsah trans-mastných kyselin (oktadecenových, oktadienových) až 40%
- Škodlivost neprokázána
- V současnosti trans izomerů max. 2%

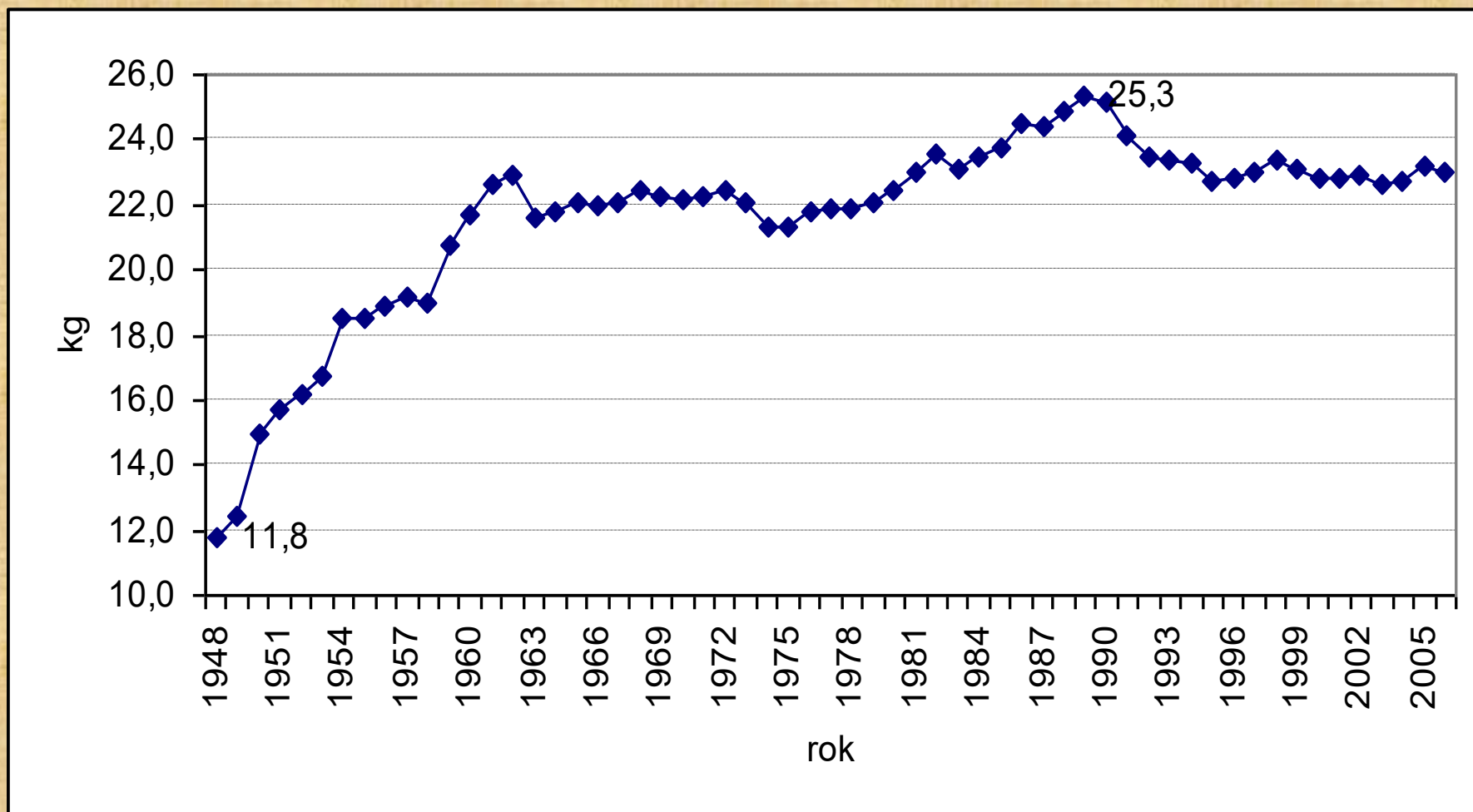
- Krajové odlišnosti
- Jižní Evropa – olivový olej
- Ukrajina – slunečnicový olej
- Střední Evropa – řepkový olej
- Severní Evropa – rybí tuky
- Amerika – slunečnicový olej a olej z kukuřičných klíčků
- Afrika – palmový, palmojádrový olej, kokosový

- Surové oleje
- Rafinované oleje
- Emulgované tuky (emulze voda v oleji)
- Margaríny a pokrmové tuky (shortenings – „šorteningy“)
- Majonézy (olej ve vodě)
- Tukové speciality (šlehačky, nástřiky apod.)
- Výroba mýdla
- Výroba detergentů (prací prostředky, tenzidy)
- Fermeže a sikativy
- Vosky a parafíny (ropný průmysl)

Hlavní olejnaté suroviny

- 2012 150 Mt/r rostlinných olejů
 20 Mt/r živočišných tuků
 1,8 Mt/r rybích tuků
- prudký nárůst za posledních 10 let - Severní Amerika, Evropa a jihovýchodní Asie
- tradiční oblasti – Afrika a Asie

Spotřeba tuků na osobu/rok v ČR



Nejužívanější zdroje olejů a tuky

- sója
- palmový olej
- řepka
- slunečnice
- bavlník
- podzemnice olejná
- kokosový olej
- sezamový olej
- olivový olej
- palmojádrový
- lněný
- ricinový
- klíčkový
- čajový
- tabákový
- makový

Česká Republika

Rostlinné tuky

- řepka olejná, bezerukové odrůdy
- slunečnice, sója
- technická olejnina len

Živočišné tuky

- hovězí lůj
- vepřový tuk (sádlo)
- máslo (mléčný tuk)

Hlavní biologické funkce lipidů

1. Jsou součástí buněčných membrán. (fluidita, flexibilita, lipidická dvojvrstva)
2. Představují zásobní formu energie (triacylglyceroly)
3. Tvoří izolační bariéru vůči teplotnímu a elektrickému šoku
4. Jsou prekurzory vitaminů a hormonů.
5. Úloha MK ve výživě
6. Zvláštní funkce (vitamin F), ω -3, ω -6 mastné kyseliny
7. Kontrola propustnosti H_2O kůží
8. Regulace syntézy a transportu cholesterolu
9. Prekursory ikosanoidů (prostaglandinů aj.)
10. Žlučové kyseliny se uplatňují při trávení tuků, jako emulgační činidla

Rozdělení a skladba tuků

- 90% produkce převažují MK s délkou řetězce C16-C18
- 10% produkce převažují MK s délkou řetězce C12-C14
- u zlomku produkce převažují MK s délkou řetězce C20 a více
- MK jsou uváděny v průměrných hodnotách podle *Codex Alimentarius* jako:
 - S – nasycené (saturated)
 - U – nenasycené (unsaturated)

Klasifikace tuků podle konzistence

Oleje - kapalné

- vysychavé (lněný)
- polovysychavé (slunečnicový/sójový)
- nevysychavé (olivový)

Tuky (plastické, kašovitě) (sádlo)

Vosky (tvrdé, nemastící) (včelí vosk, parafin)

Klasifikace tuků podle struktury

1. Jednoduché lipidy: estery MK s alkoholem

- **Tuky:** alkohol = glycerol
- **Vosky:** alkohol = alkohol s dlouhým řetězcem (cetylalkohol – 16C)

2. Složené lipidy: estery MK s alkoholem, které obsahují navíc ještě další složky

- **Fosfolipidy** – obsahují zbytek kys. fosforečné
- **Glykolipidy** – obsahují sacharidy

3. Odvozené lipidy: steroidy, prostaglandiny, karotenoidy

Mastné kyseliny

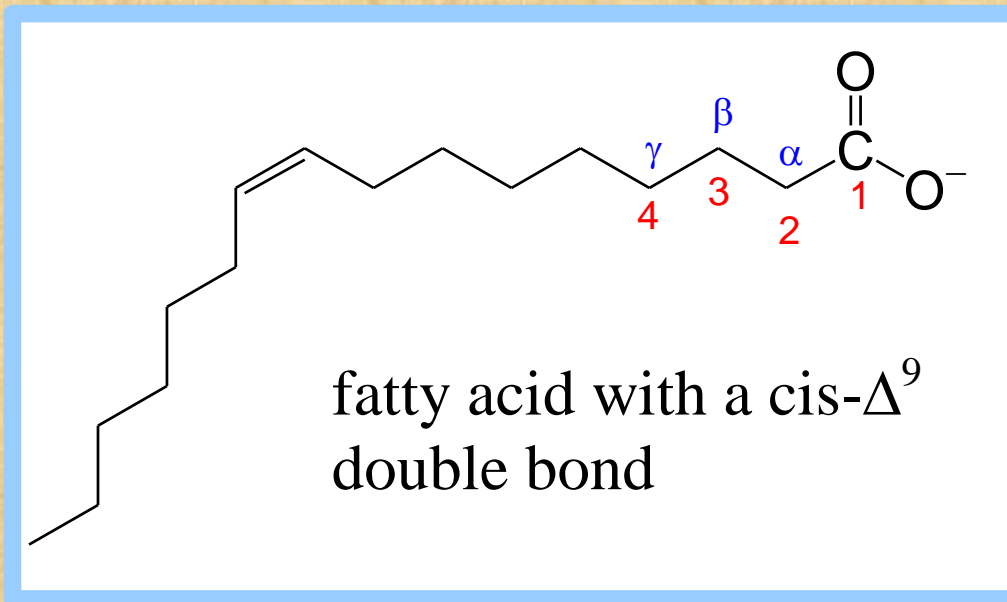
Mastné kyseliny – tvořeny uhlovodíkovým řetězcem na jehož konci je karboxylová skupina

jsou **amfipatické** – mají nepolární a polární konec

16-C mastná kyselina: $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{-COO}^-$

nepolární polární

MK jsou buď nasycené nebo nenasycené

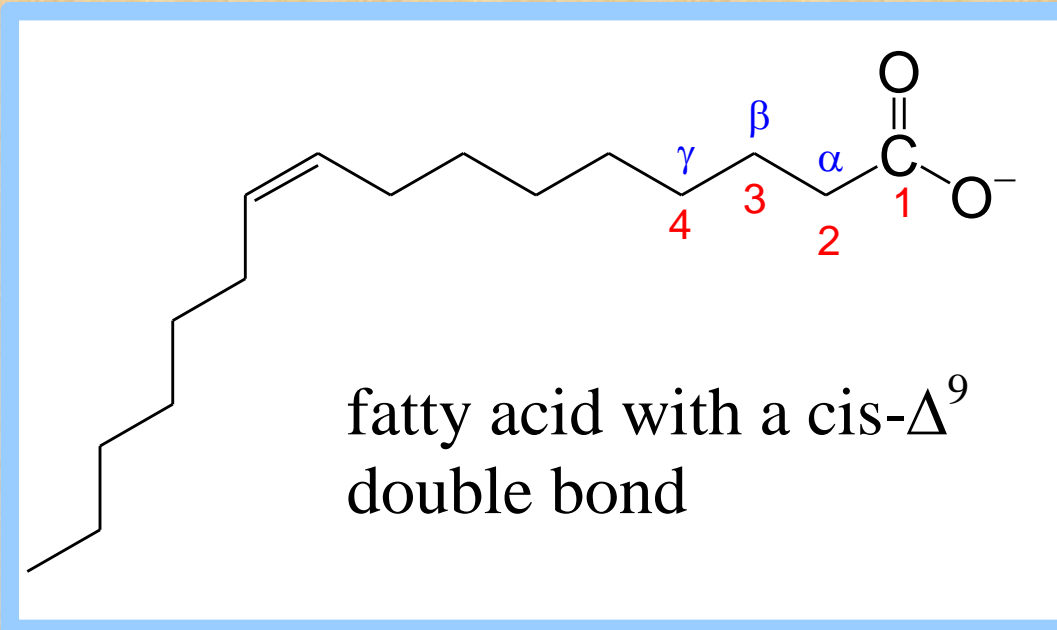


16:1 MK s jednou cis dvojnou vazbou mezi
uhlíky 9-10 (palmitolejová)

lze vyjádřit:	od karboxylu	16:1 cis Δ^9
	od methylu	16:1 cis

$\omega 7$

V přírodě se nejvíce vyskytují MK s **cis** konfigurací dvojných vazeb a se **sudým počtem uhlíků**.



Příklady mastných kyselin:

14:0 myristová; 16:0 palmitová; 18:0 stearová

18:1 cis Δ^9 olejová (ω 9)

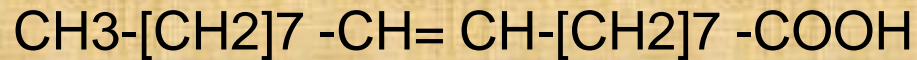
18:2 cis $\Delta^{9,12}$ linolová (ω 6)

18:3 cis $\Delta^{9,12,15}$ α -linolenová (ω 3)

20:4 cis $\Delta^{5,8,11,14}$ arachidonová (ω 6) \rightarrow *eikosanoidy*

20:5 cis $\Delta^{5,8,11,14,17}$ eikosapentaenová (ω 3)

nenasyčené (monoénové)

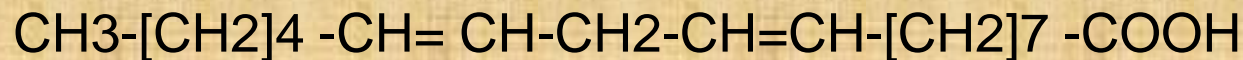


cis-9-oktadecenová

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

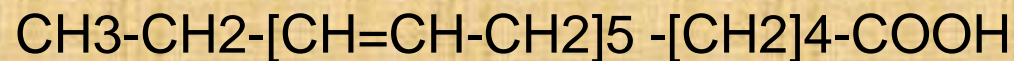
více dvojných vazeb



Eikosatetraenová

arachidonová

20:4 Δ 5,8,11,14 *all-cis*



Dokosapentaenová

klupanodonová

20:5 Δ 7,10,13,16,19 *all-cis*

Nasyčené mastné kyseliny

Triviální název	Počet uhlíků	Chemický název
Máselná	4	butanová
Kapronová	6	hexanová
Kaprylová	8	oktanová
Kaprinová	10	dekanová
Laurová	12	dodekanová
Myristová	14	tetradekanová
Palmitová	16	hexadekanová
Stearová	18	oktadekanová
Arachová	20	eikosanová
Behenová	22	dokosanová
Lignocerová	24	tetrakosanová
Cerotová	26	hexakosanová
Montanová	28	oktakosanová
Melissová	30	trikontanová
Lakcerová	32	dotriakontanová

Monoenové mastné kyseliny

decenová	10	4	cis	obtusilová
decenová	10	9	cis	kaprolejová
dodecenová	12	3	cis	linderová
dodecenová	12	9	cis	laurolejová
tetradecenová	14	4	cis	tsuzuová
tetradecenová	14	9	cis	myristyolejová
hexadecenová	16	9	cis	palmitoolejová
hexadecenová	16	9	trans	palmitelaidová
pktadecenová	18	6	cis	petroselová
oktadecenová	18	6	trans	petroselaidová
oktadecenová	18	9	cis	olejová
oktadecenová	18	9	trans	elaidová
oktadecenová	18	11	trans	vakcenová
eikosenová	20	9	cis	gadolejová
eikosenová	20	11	cis	gondová
dokosenová	22	11	cis	cetolejová
dokosenová	22	13	cis	eruková
dokosenová	22	13	trans	brassidová
tetrakosenová	24	15	cis	selacholejová (nervonová)
hexakosenová	26	17	cis	ximenová
triakontenová	30	21	cis	limekvová

Polynenasycené mastné kyseliny

dienové	hexadekadienová	16	9,12	cis, cis	-
	oktadekadienová	18	9,12	cis, cis	linolová
	oktadekadienová	18	12,15	cis, cis	-
	oktadekadienová	18	9,12	trans, trans	linoelaidová
	eikosadienová	20	11,14	cis, cis	-
	dokosadienová	22	13,16	cis, cis	-
trienové	hexadekatrienová	16	6,10,14	all-cis	hiragonová
	oktadekatrienová	18	9,12,15	all-cis	alfa-linolenová
	oktadekatrienová	18	6,9,12	all-cis	gama-linolenová
	oktadekatrienová	18	9,11,13	cis, trans, trans	alfa-eleostearová
	oktadekatrienová	18	9,11,13	trans, trans, trans	gama-eleostearová
	oktadekatrienová	18	9,11,13	cis, cis, trans	puniková
	eikosatrienová	20	8,11,14	all-cis	dihomo-gama-linolenová
tetraenové	oktadekatetraenová	18	4,8,12,15	all-cis	moroktová
	oktadekatetraenová	18	9,11,13,15	all-trans	beta-parinarová
	eikosatetraenová	20	5,8,11,14	all-cis	arachidonová
	eikosatetraenová	20	8,11,14,17	all-cis	-
	dokosatetraenová	22	7,10,13,16	all-cis	adrenová
pentaenové	eikosapentaenová	20	5,8,11,14,17	all-cis	EPA
	eikosapentaenová	20	4,8,12,15,18	all-cis	timnodonová
	dokosapentaenová	22	4,7,10,13,16	all-cis	-
	dokosapentaenová	22	7,10,13,16,19	all-cis	klupanodonová
hexaenové	dokosahexaenová	22	4,7,10,13,16,19	all-cis	DHA
	tetrakosahexaenová	24	4,8,12,15,18,21	all-cis	nisinová

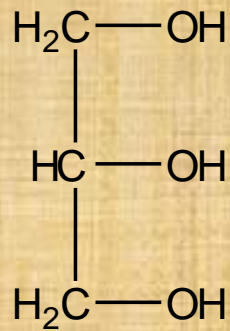
Triacylglyceroly

Triacylglyceroly (triglyceridy)

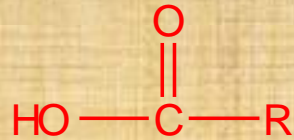
Jsou nejvíce zastoupené lipidy v potravě.

Jsou hlavní zásobní formou **energie** (β -oxidace MK)

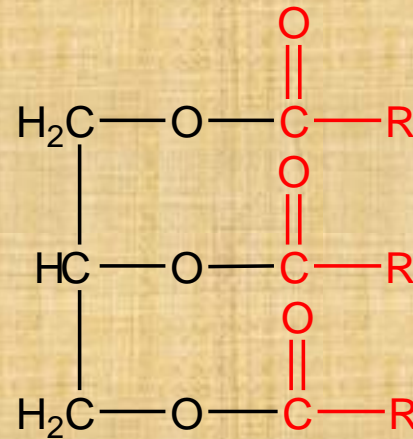
- estery s glycerolem
- 1-(mono), 2-(di), 3(tri) - acylglyceroly
- Nejčastěji triacylglyceroly
- jednoduché – stejné MK
- smíšené – různé MK
- Většinou jsou **smíšené** → OH skupiny glycerolu jsou esterifikovány různými MK
- Esterifikace není doposud uspokojivě vysvětlena (modelové systémy)



glycerol



fatty acid



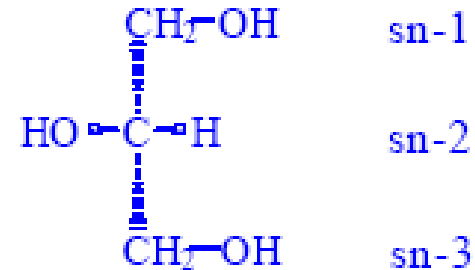
triacylglycerol

Formation of an ester:

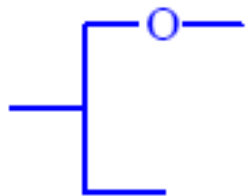


Acylglyceroly - konformace

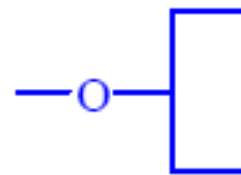
- základní označení



- monoacylglyceroly

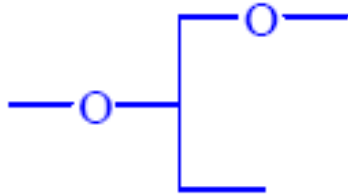


1-monoacyl-*sn*-glycerol

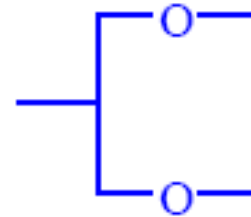


2-monoacyl-*sn*-glycerol

- diacylglyceroly

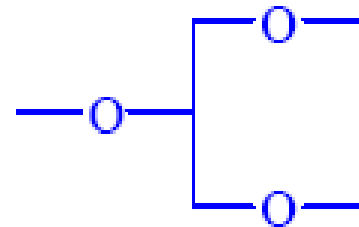


1,2-diacyl-

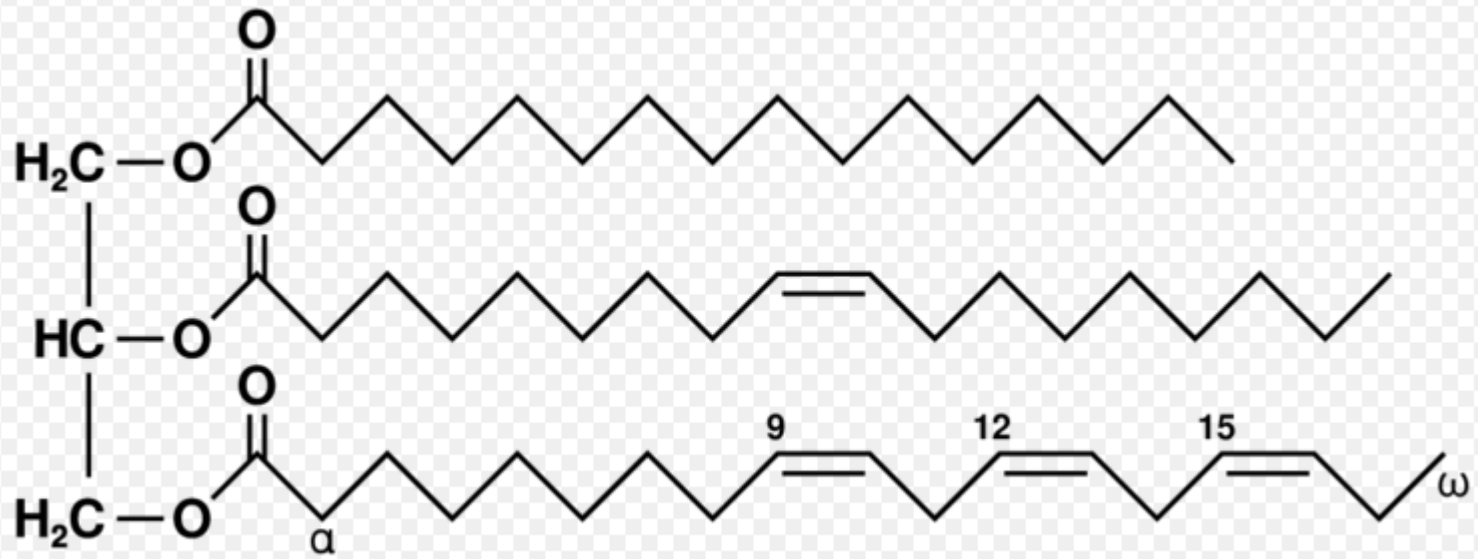


1,3-diacyl-

- triacylglyceroly



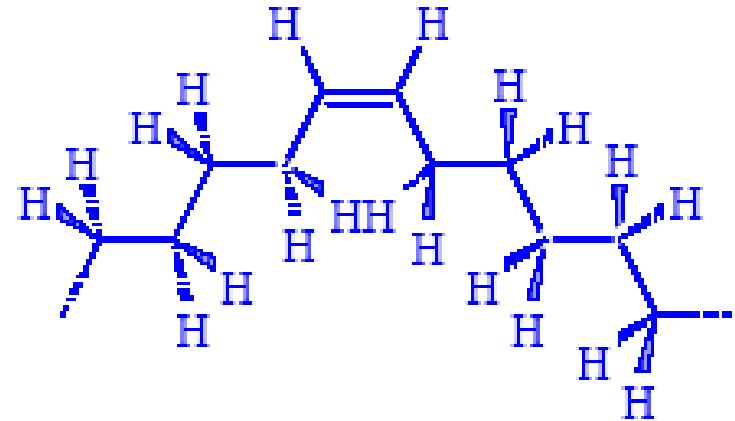
1,2,3-triacyl-



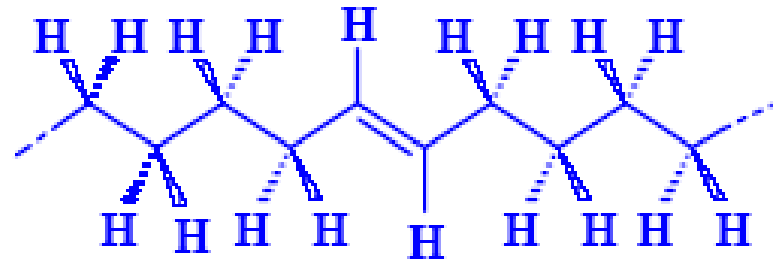
Triacylglyceroly - vlastnosti

- bod tání a bod tuhnutí (v určitém rozmezí teplot)
- struktura MK, TAG (počet atomů C, násobných vazeb)
 - MAG jsou nejtekutější
 - DAG středně tekuté
 - TAG nejméně tekuté
 - se zvyšujícím se počtem uhlíků roste viskozita
 - se zvyšujícím se počtem dvojných vazeb klesá viskozita
- uspořádání krystalové mřížky
- konformace řetězce nenasycených kyselin (nižší b.t.)

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



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



Polymorfie základní krystalové modifikace

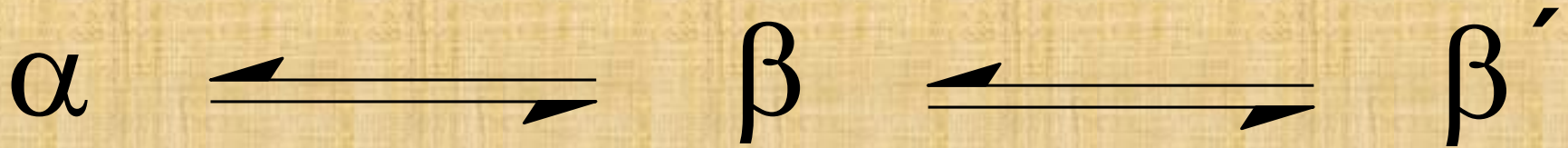
nejnižší b.t.

hexagonální

trojklonná

nejvyšší b.t.

ortorhombická



- β : sádlo, olivový olej, kakaové máslo,
- β' : lůj, máslo
- kakaové máslo: 6 polymorfních stavů
- b.t. 17,3-36,4 °C
- převládá β , b.t. 33,8 °C (b.t. čokolády 32-36 °C)

Vosky

- **Živočišné:**

- 1.vorvaňovina (cetaceum) – cetylpalmitát

- 2.včelí vosk – cerylcerilát

- 3.vosk z ovčí vlny (lanolín)

- **Rostlinné :**

- čínský a japonský vosk, jojoba olej

Složené lipidy

Glykolipidy

- Cerebrosidy
- Gangliosidy

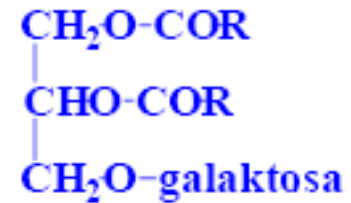
Fosfolipidy

- Fosfoacylglyceroly
- Plasmalogeny
- Sfingomyeliny

Glykolipidy

- Vícesytné alkoholy

- cukry - glykolipidy
- galaktosa
 - galaktosidy, digalaktosidy
- diacylglycerogalaktosid (diacylgalaktosylglycerol)
- sacharosa
- 1-3 MK emulgátory
- 6-8 MK nízkoenergetické tuky (OLESTRA)
- sorbitol (cukerné alkoholy)
- emulgátory

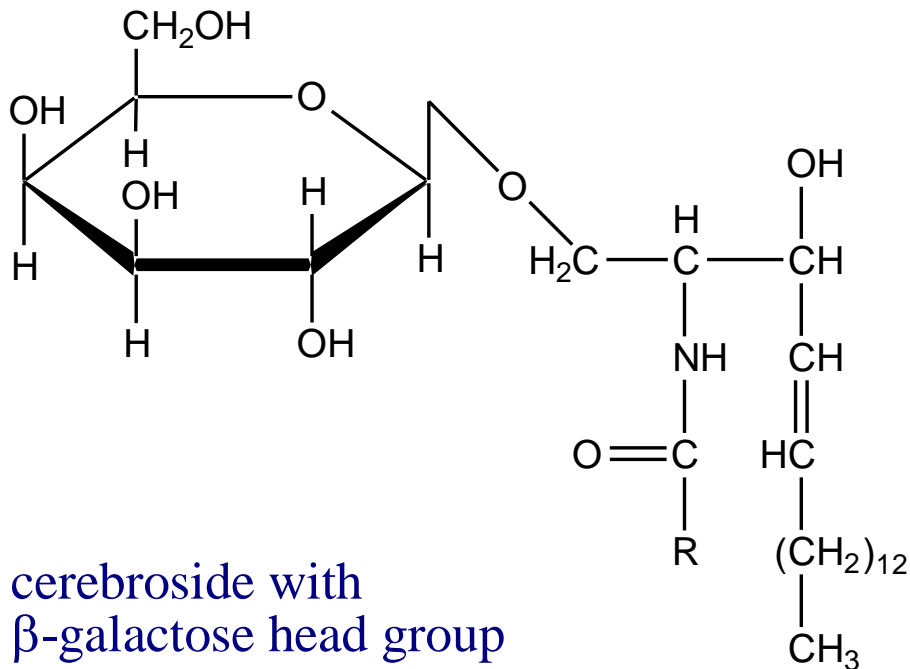


Cerebrosid

je sfingolipid (ceramid) obsahující **monosacharid** (glukosu nebo galaktosu)

Gangliosid

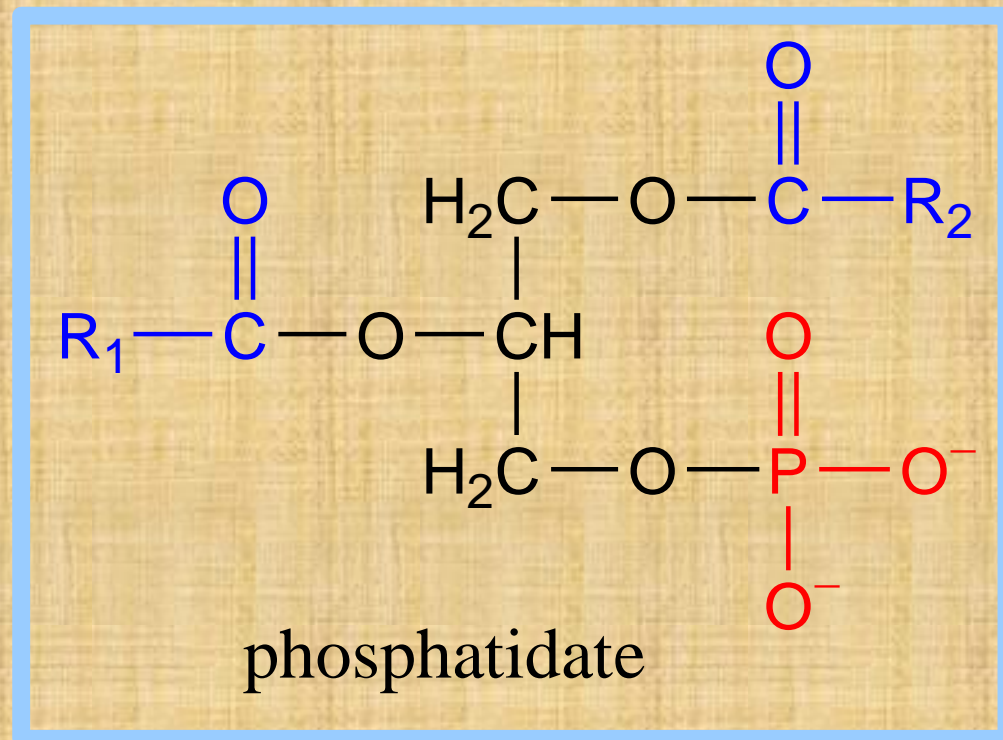
je sfingolipid (ceramid), na který je vázaný na **oligosacharidový řetězec**, který obsahuje alespoň jeden zbytek **kys. sialové**



Cerebrosidy a gangliosidy se vyskytují zejména ve vnější vrstvě plazmatické membrány. Sacharidový řetězec je orientován ven z buněčného povrchu

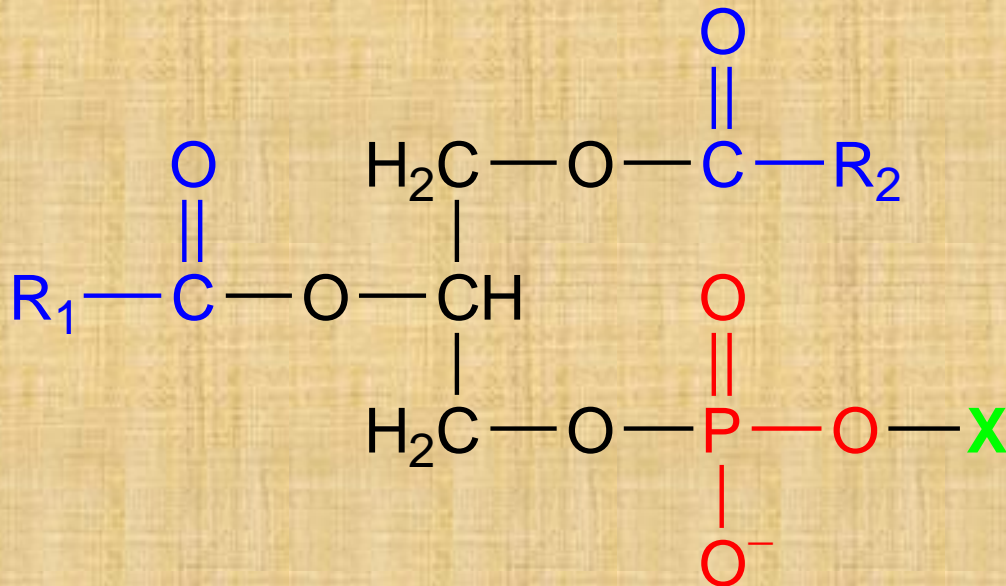
Fosfolipidy - fosfoacylglyceroly

- **Fosfoacylglyceroly** jsou součástí buněčných membrán
- **Fosfatidová kyselina**
- na **C1 & C2** jsou esterově vázané **MK**
- na **C3** je esterově vázán zbytek kys. fosforečné.
- kys. fosfatidová je prekurzorem dalších fosfoacylglycerolů a triacylglycerolů



Ve fosfoacylglycerolech je kys. **fosforečná esterifikována** s OH skupinou alkoholu, který tvoří tzv. **polární „hlavu“ (X)**: např. **serin, cholin, ethanolamin, glycerol, nebo inositol**.

MK se obvykle liší svou délkou a počtem dvojných vazeb.

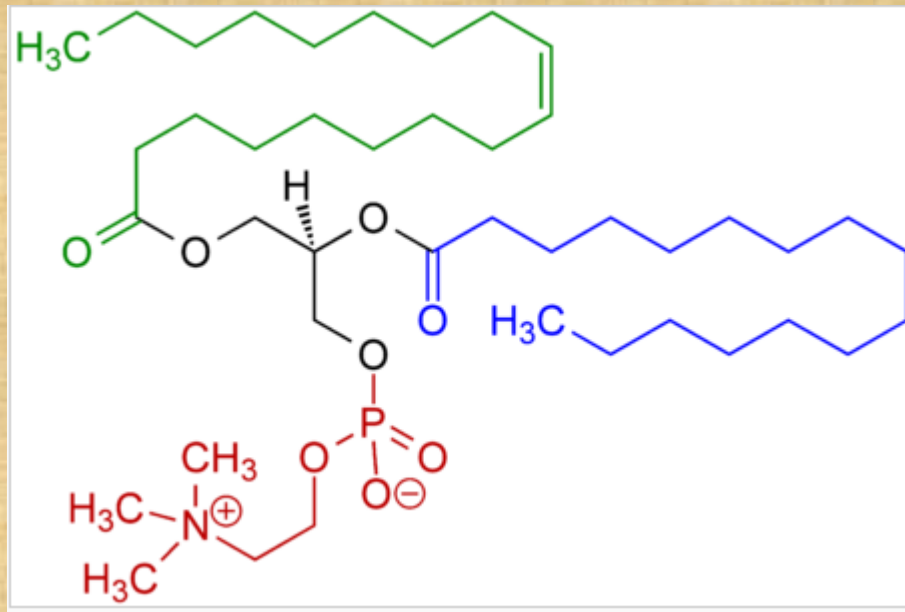


glycerophospholipid

Obvykle:

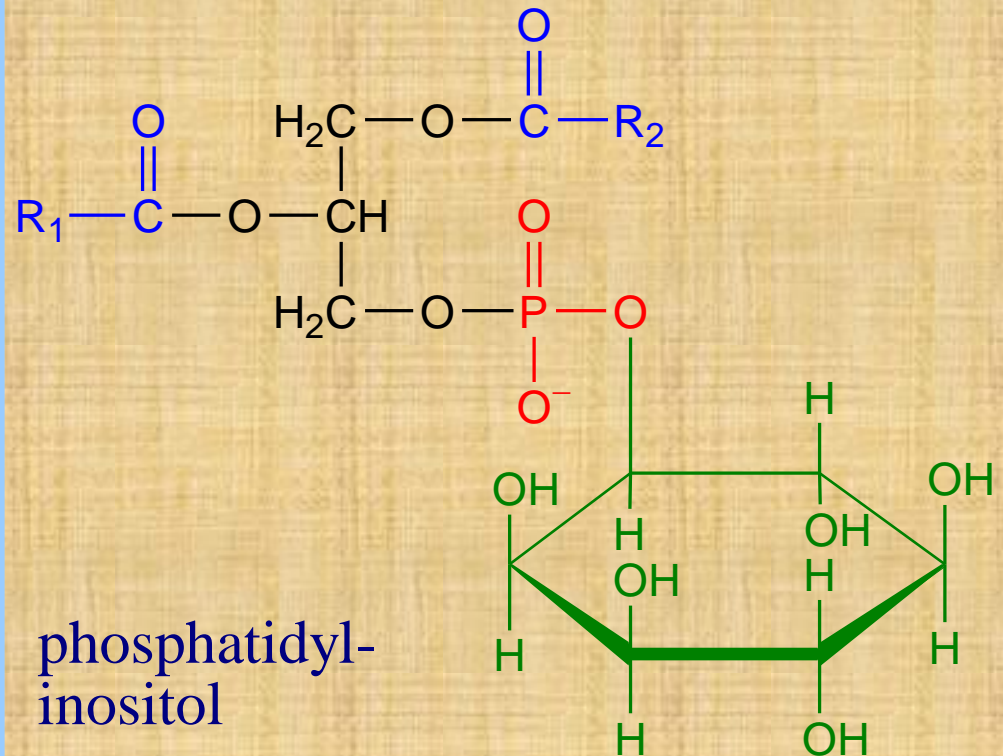
R1 = nenasycená MK

R2 = nasycená MK



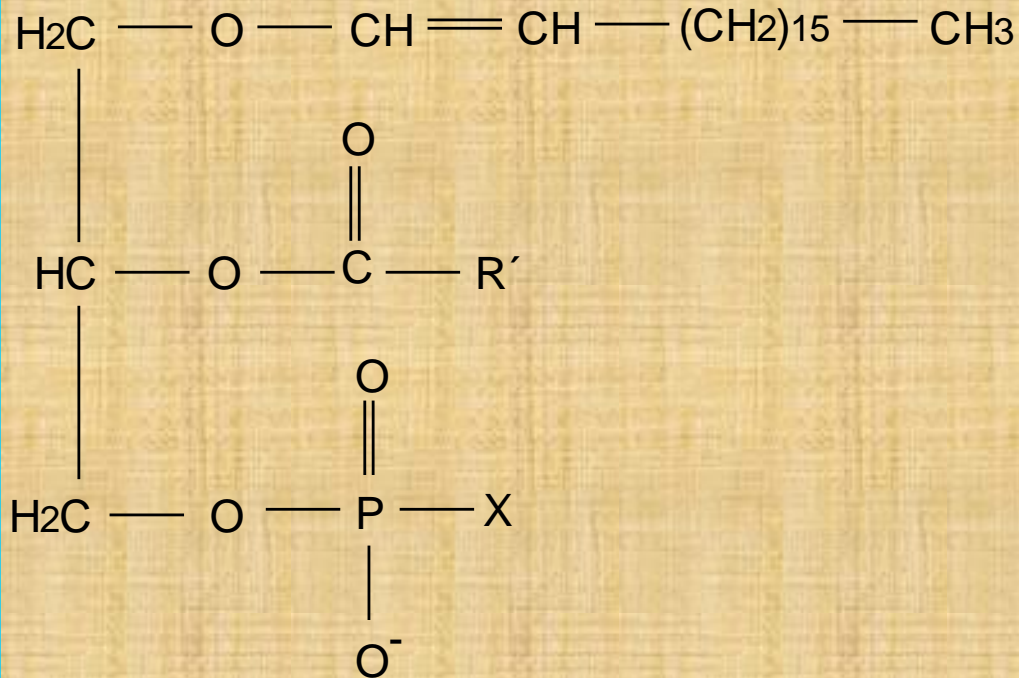
lecithin

- **Fosfatidylinositol (PI)** obsahuje inositol
- Kromě toho, že se jedná o membránový lipid, hraje roli v buněčné signalizaci.



Plasmalogeny

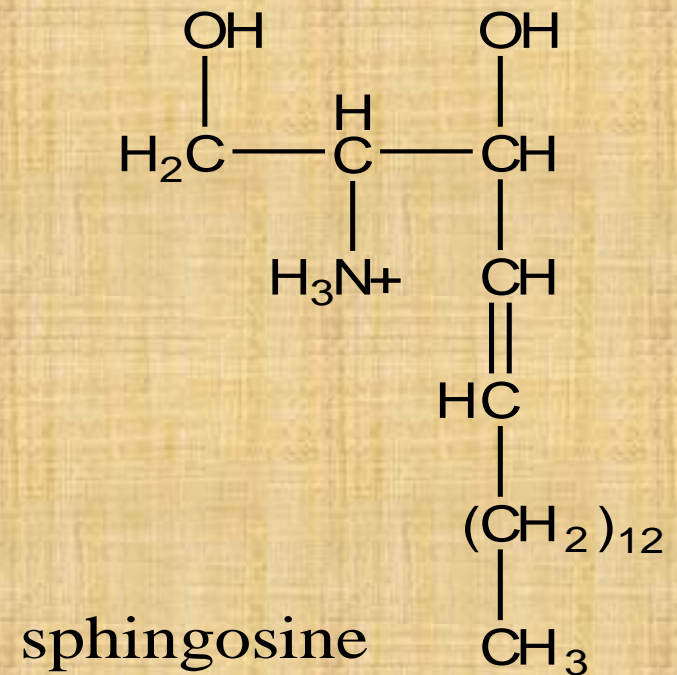
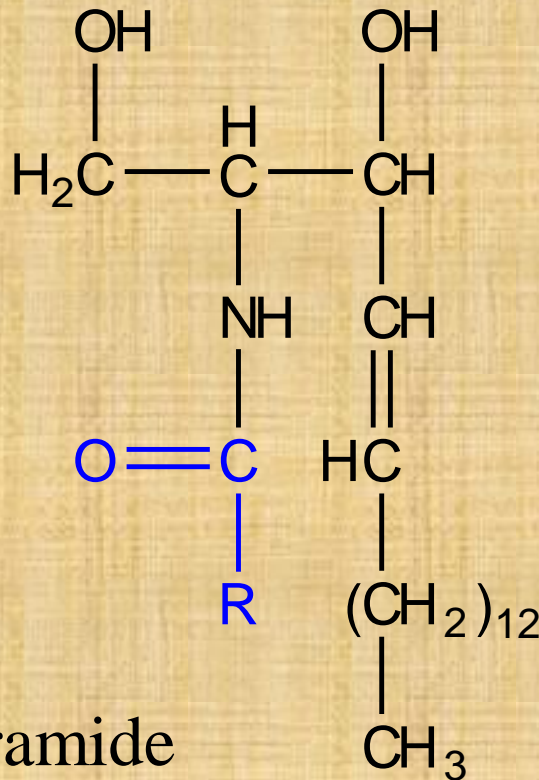
Fosfoacylglyceroly, které obsahují etherovou vazbu



- Alkylový zbytek na C1 je většinou nenasycený alkohol
- Vyskytují se v mozku a svalech
- PAF (platelet activating factor) – faktor aktivující krevní destičky

Sfingolipidy

Sfingolipidy jsou tvořeny 18C aminoalkoholem - **sfingosinem**

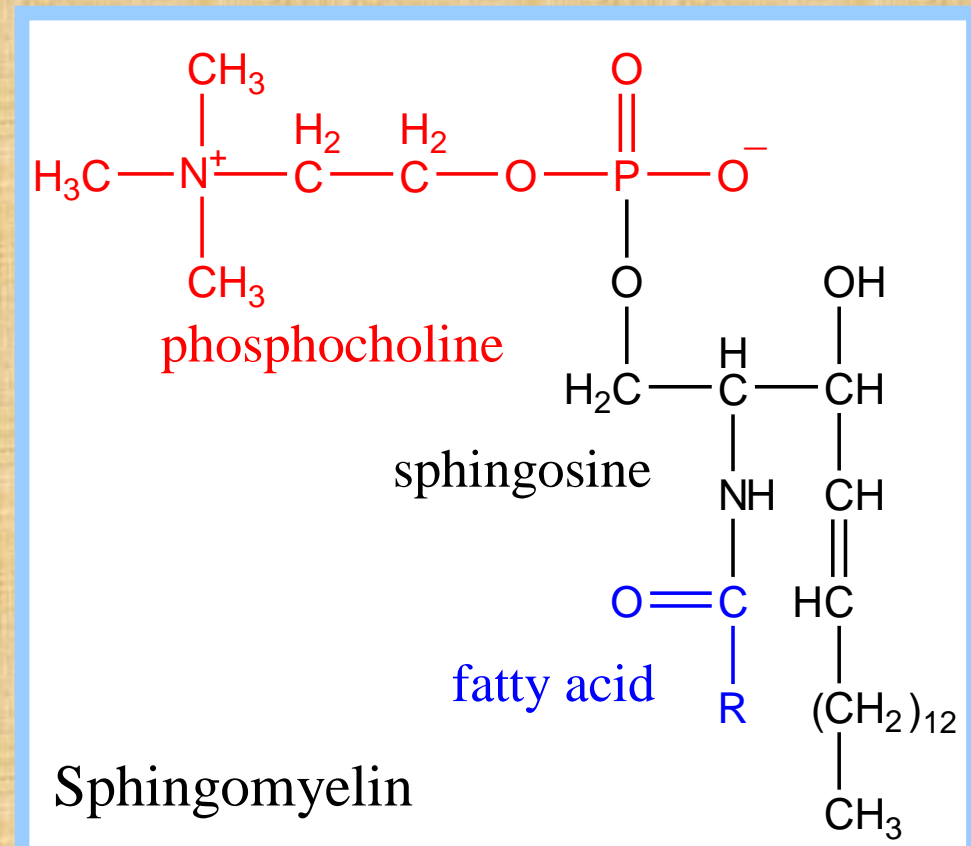


Amino skupina sfingosinu tvoří amidovou vazbu s karboxylem **mastné kyseliny** a vzniká tak **ceramid**.

Ceramidy obvykle obsahují **polární skupinu** esterifikovanou na koncový hydroxyl sfingosinu

Sfingomyelin

- obsahuje fosfocholin vázaný na ceramid
- sfingomyelin se vyskytuje převážně v buněčných membránách nervů a mozkové tkáni.



Reakce mastných kyselin

- tvorba solí
- esterifikace
- hydrogenace
- adice
- oxidoredukční reakce
- Isomerace - geometrická

Tvorba solí

- MK jsou slabé kyseliny
- Tvoří soli s kationty kovů
- Nejvýznamnější jsou alkalické soli MK
- Význam při výrobě mýdel
- Kovová mýdla mají technické uplatnění, dříve např. lepidla (náplast)
- Reakce TAG v H_2O při vysoké teplotě vznikají volné MK, dále reakce s Na_2CO_3 na alkalické soli MK (prací prostředky)

Esterifikace

- MK tvoří s alkoholy estery
- Reakce je katalyzována kyselým prostředím nebo lipasami
- Enzymové reakce jsou důležité v potravinářství
- Mikrobiální lipasy – speciální případy
- interesterifikace

Hydrogenace

- Reakce dvojných vazeb s H_2 za přítomnosti katalyzátoru
- Dříve Pt a Pd
- Dnes Ni na vhodném nosiči
- Moderní mají částečně redukovaný NiO na infuzoriové hlince
- Obvykle jen částečná hydrogenace
- b.t. menší jak teplota v ústní dutině (jinak lojovitá textura)
- Nasytí se jedna vazby polyenových MK
- Většina monoenových MK (částečně i trans)
- Převod esterové skupiny na etherovou = tuk nemá využitelnou energii, tělo jej neštěpí

Oxidoredukční reakce

- Autooxidace (vzdušným O_2)
- Oxidace hydroperoxydy nebo H_2O_2
- Oxidace singletovým kyslíkem (foto)
- Enzymatická oxidace
- Oxidace těžkými kovy
- Oxidace chinony

Izomerace - geometrická

- Změnou geometrické konformace
- Stabilnější je forma –trans (z termodynamiky) než –cis
- Při vzniku volných radikálů vznikají nové vazby převážně –trans

Izomerace - polohová

- Posunem dvojně vazby na jiné místo

Charakteristiky tuků

- Číslo kyselosti
- Číslo zmýdelnění
- Esterové číslo
- Jodové číslo
- Peroxidové číslo
- Barva
- Vůně
- Chut'

Číslo kyselosti

- Udává obsah volných mastných kyselin v tuku
- Vyjadřuje se jako hmotnost KOH v mg potřebného na neutralizaci 1g tuku
- Vzorek se rozpustí za horka v ethanolu a titruje se 0,1M KOH na FF

Rafinované tuky	0-1
Surové tuky	1-10
Tuky špatné kvality	10-50

Číslo zmýdelnění

- Udává hmotnost KOH v mg potřebnou k neutralizaci volných i vázaných mastných kyselin v 1g tuku
- Vzorek se zmýdelní varem nadbytkem ethanolického KOH
- Přebytek KOH je zpětně titrován HCl na FF

Řepkový olej	170-180
Běžné rostlinné oleje	185-195
Sádlo	190-200

Esterové číslo

- Udává hmotnost KOH v mg potřebnou k neutralizaci esterově vázaných kyselin v 1g tuku
- Vypočítá se z rozdílu čísla zmýdelnění a čísla kyselosti

$$\check{C}_e = \check{C}_z - \check{C}_k$$

Z esterového čísla lze předběžně vypočítat obsah glycerolu v tuku:

$$\% \text{ glycerolu} = 0,0547 \cdot \check{C}_e$$

Jodové číslo

- Udává hmotnost jódu (I_2) v g, který se aduje na 100g tuku
- Stanovuje se titračně $Na_2S_2O_3$ na škrobový maz

Sádlo 30 – 90

Řepkový olej 90 – 140

Peroxidové číslo

- Udává množství peroxidů v tuku, které jsou schopny oxidovat jodid na jód
- Jsou to miligramy O_2 v 1g tuku
- Je vhodným měřítkem oxidace tuků (přepálenosti)

Čerstvé tuky	0 – 16
Čerstvé oleje	8 – 40
Tuky po smažení	40 – 200
Žluklé tuky	40 – 400
Silně oxidované tuky	160 – 1600
Foukané oleje	800 – 4000

Příklady tuků

• Čk	1	20
• Čz	200	150
• Če	199	130
• Jč	200	10
• Pč	10	3000

Senzorické hodnocení tuků

- Barva
- Vůně
- Chut'
- (Neutralizátory chuti)

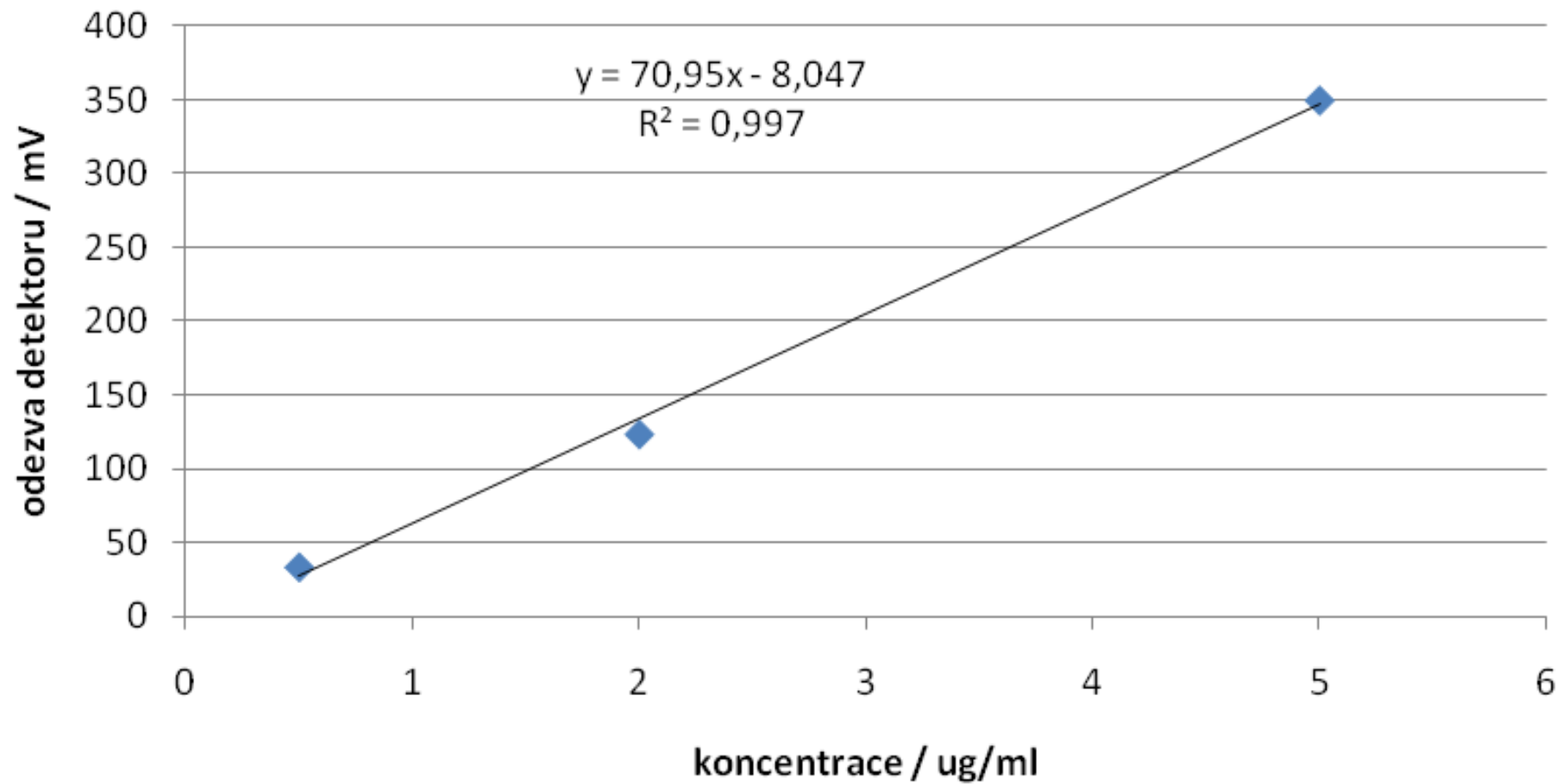
Analýza mastných kyselin

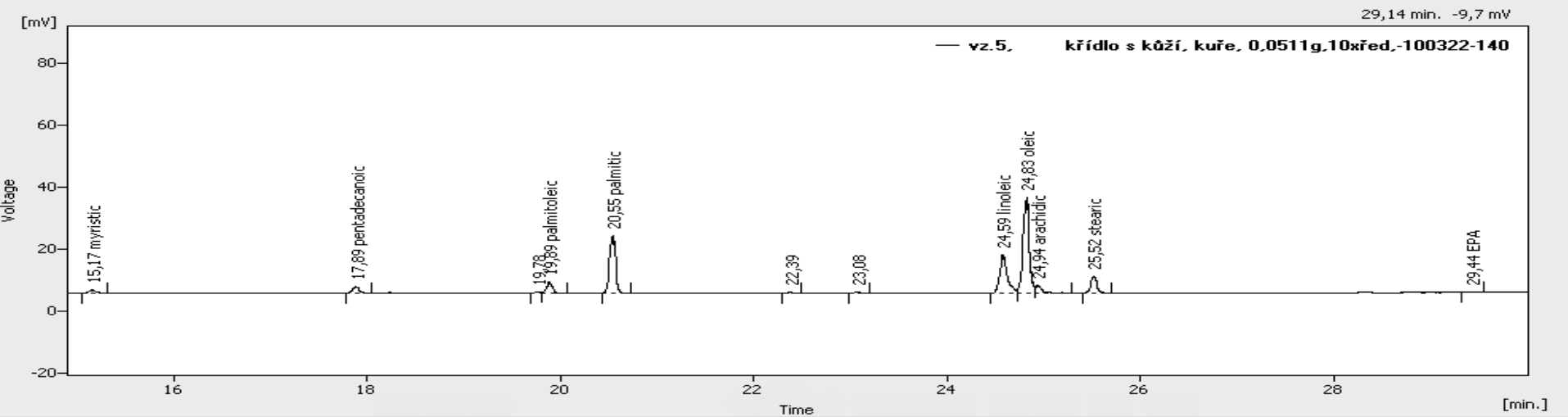
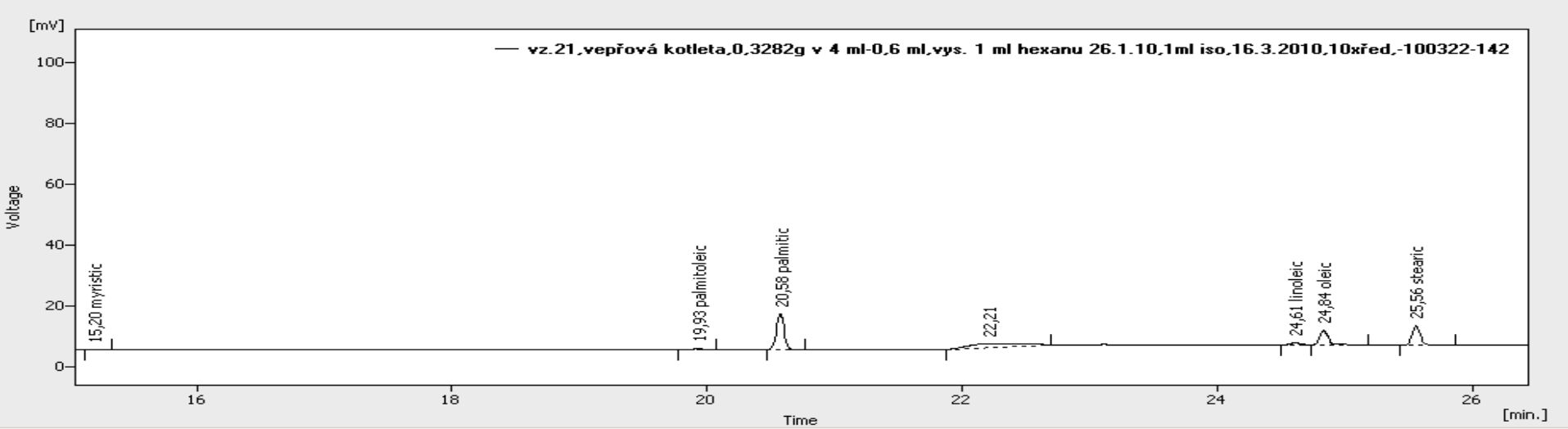
- Pomocí plynové chromatografie
- Nutná úprava vzorku
 - Vysušení
 - Lyofilizace: mrazové odpařování, sublimace
teploty -40 až -60°C
hluboké vakuum (3 mbar)
doba asi 2-4 dny
- Stanovení obsahu vlhkosti (hmotnosti před a po)
- Extrakce tuku vhodným rozpouštědlem
- Petrolether, diethylether, hexan / i-propanol...
- Převedení na těkavé estery, derivatizace (methylace)

- **Vhodné methylační činidlo**
 - Diazomethan (karcinogenní)
 - Katalyzovaná esterifikace methanolem
 - Na kyselá a alkalická cestě (BF_3 a CH_3ONa)
- **Uchování vzorku**
- **Analýza na GC**
- **Vhodné podmínky analýzy**
- **Ladění metody pro kolonu**
- **Standardizace**
- **Kalibrace**
- **Vnitřní standard**
- **Standardní přídavek**

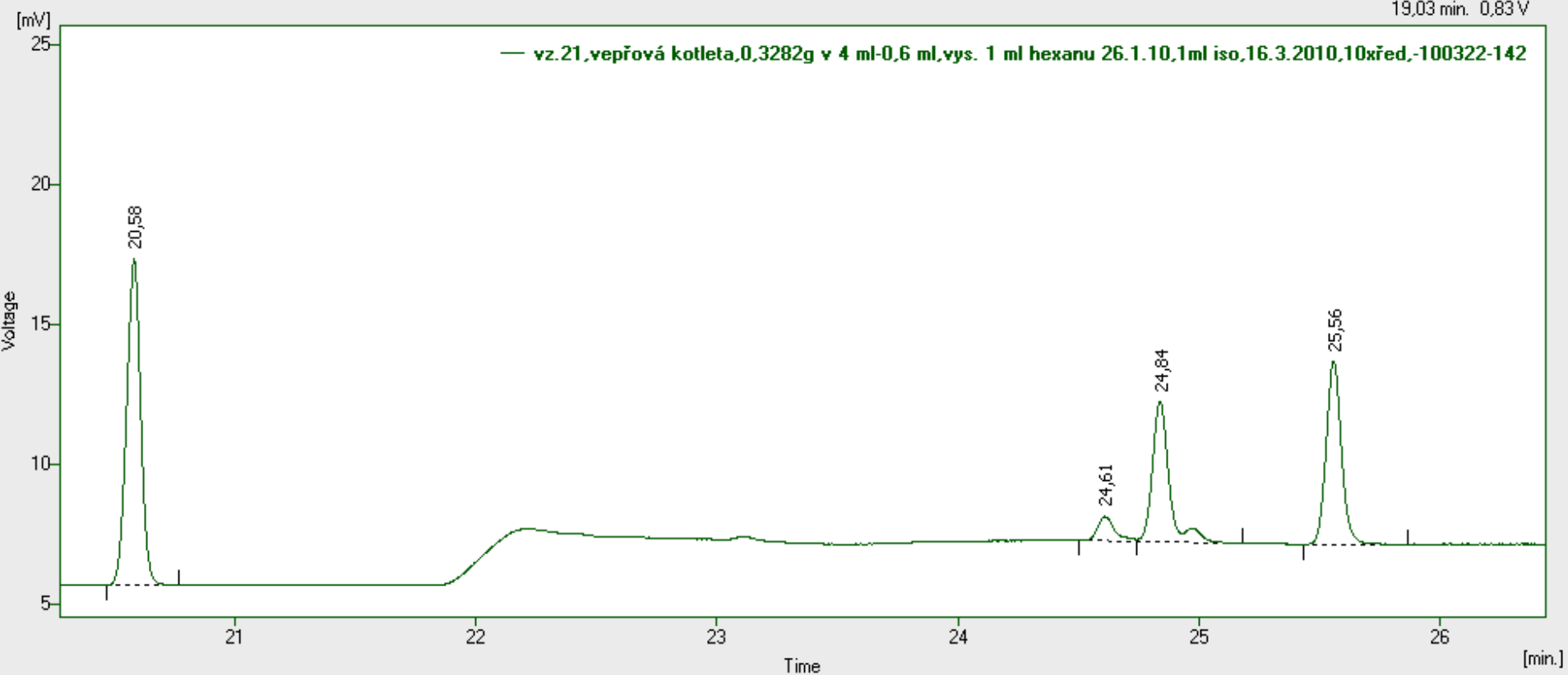
- Plynový chromatograf Fison MFC 800 (Fisons Instruments, San Carlos, USA)
- Kolona Capital Analytical RH-1ms+ capillary column (30 m, 0.25 mm, 0.25 μm film 100% polydimethylsiloxan)
- Detektor plamenově ionizační (FID - flame ionization detector)
- Nosný plyn dusík 5.0 , 1 mL/min
- 140/240 °C, doba 5/4 min
- Gradient 4 °C/min
- Teplota injektoru a detektoru 260 °C
- Nastříkovaný objem 1 μl
- split 1:100
- Standardy MK dle retenčních časů
- (12:0), (14:0), (16:0), (18:0), (18:1), (18:2), (18:3), (20:4), (20:5), (22:6)
- Vnitřní standard (15:0)
- Kalibrační křivka + standardní přídavek

Kalibrační závislost k. palmitová

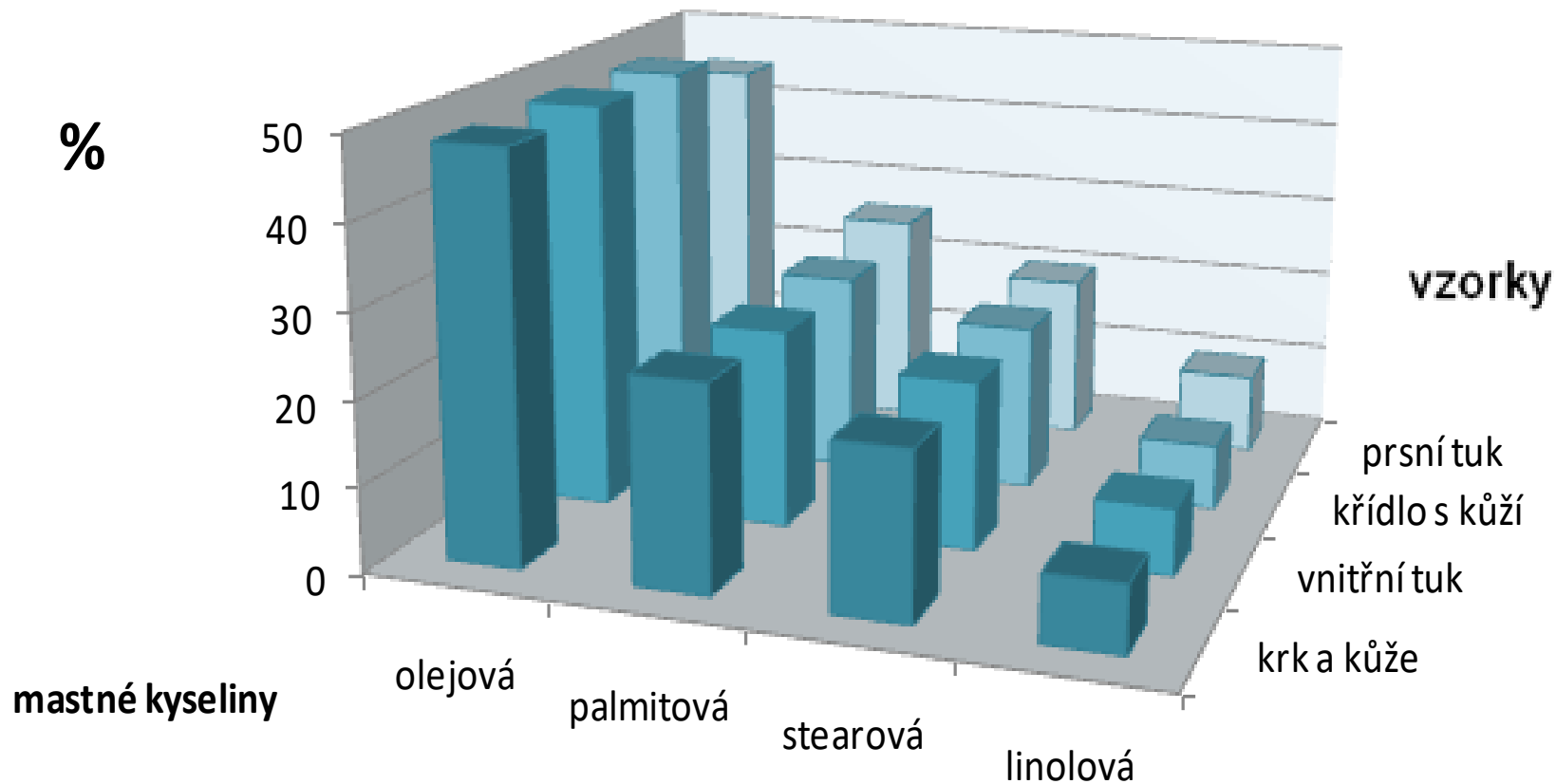




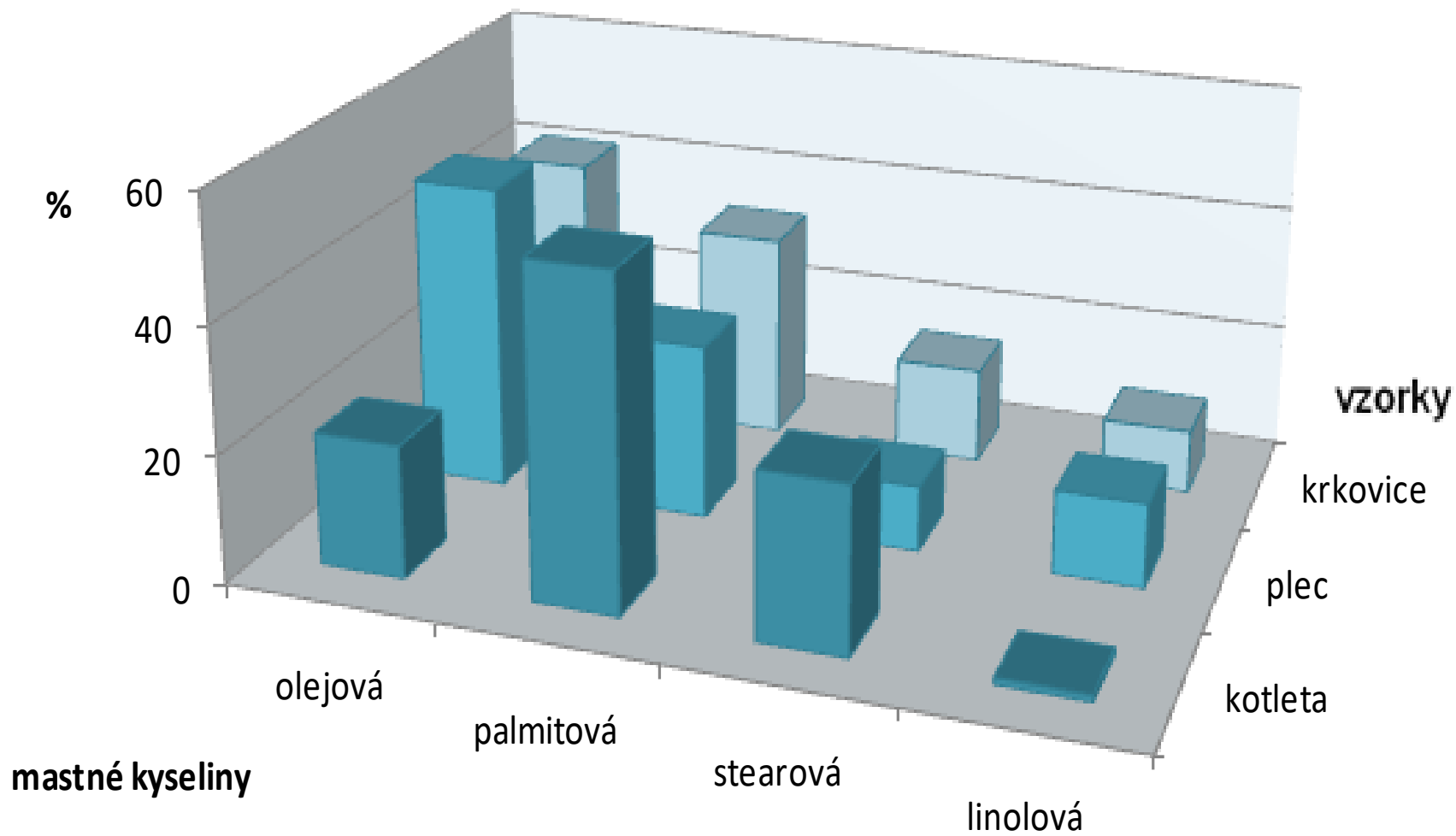
19,03 min. 0,83 V



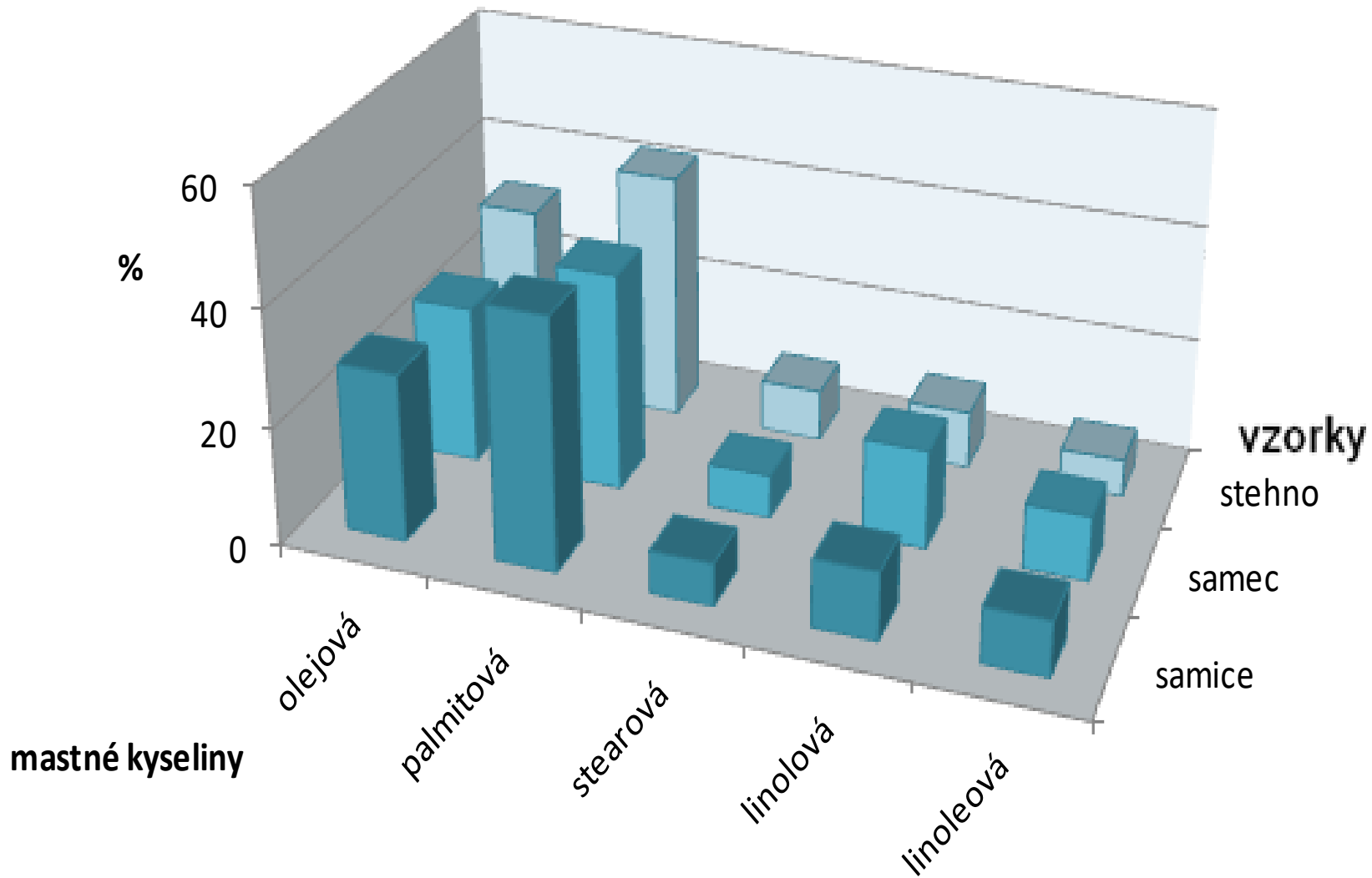
Obsah mastných kyselin v tuku kuřete



Obsah mastných kyselin v tuku prasete



Obsah mastných kyselin v tuku králíka



Suroviny živočišného původu

- Teplokrevní živočichové hromadí tuk
- Podkožní tuk (sádlo, lůj, slanina...)
- Tuk vnitřních orgánů (ledvinový, střevní...)
- Kostní tuk = zajímavá surovina (7 % tuku)
- Tučné ryby mají rovnoměrné zastoupení tuku v těle
- Ostatní ryby mají tuk především v játrech

- Lůj je drobivý, křehký tuk s vysokým bodem tání
- Sádlo je roztíratelný zrnitý tuk s nízkým bodem tání
- Rybí tuk je při pokojové teplotě viskózní kapalina
- Nejstarší způsob získávání je jejich rozpouštění (škvaření, vytavování)
- Cílem je získat maximální množství tuku co nejsvětější barvy, příjemné vůně s nízkým obsahem volných FA
- Zachování cenných látek (vitamíny, nedenaturované bílkoviny) v odtučněném zbytku
- Způsoby získání tuku rozdělujeme na suché a mokré, a rozpouštění při nižších a vyšších teplotách

Hovězí lůj

- Poměr S/U = 50/50, k. palmitová 26%, k. stearová 20%, k.olejová 40%, linolová 4,5%
- V poloze sn-2 převažují UFA, GS2U 41%, GSU2 32%, krystalizace v modifikaci β'
- Dobrá oxidační stabilita
- Výroba toaletního mýdla
- Výroba MK
- Průměrná výtěžnost loje z živých zvířat je 3%
- Obsah cholesterolu (100mg/100g)

Vepřové sádlo

- Poměr S/U 40/60 až 45/55,
- k. palmitová 27%, k. stearová 14%, k.olejová 43%, linolová 9%
- V poloze sn-2 převažují SFA, krystalizace v modifikace β .
- Použití jako typický „krátký“ tuk (shortening) do tukových těst a na smažení
- Velmi dobrá oxidační stabilita
- Z prasat je průměrný obsah sádla 13%
- Obsah cholesterolu (90mg/100g)

Kravský mléčný tuk

- Konzumuje se především jako máslo a smetana
- Výhradně potravinářské použití
- Asi 3-4x dražší než rostlinné tuky
- Obsah cholesterolu

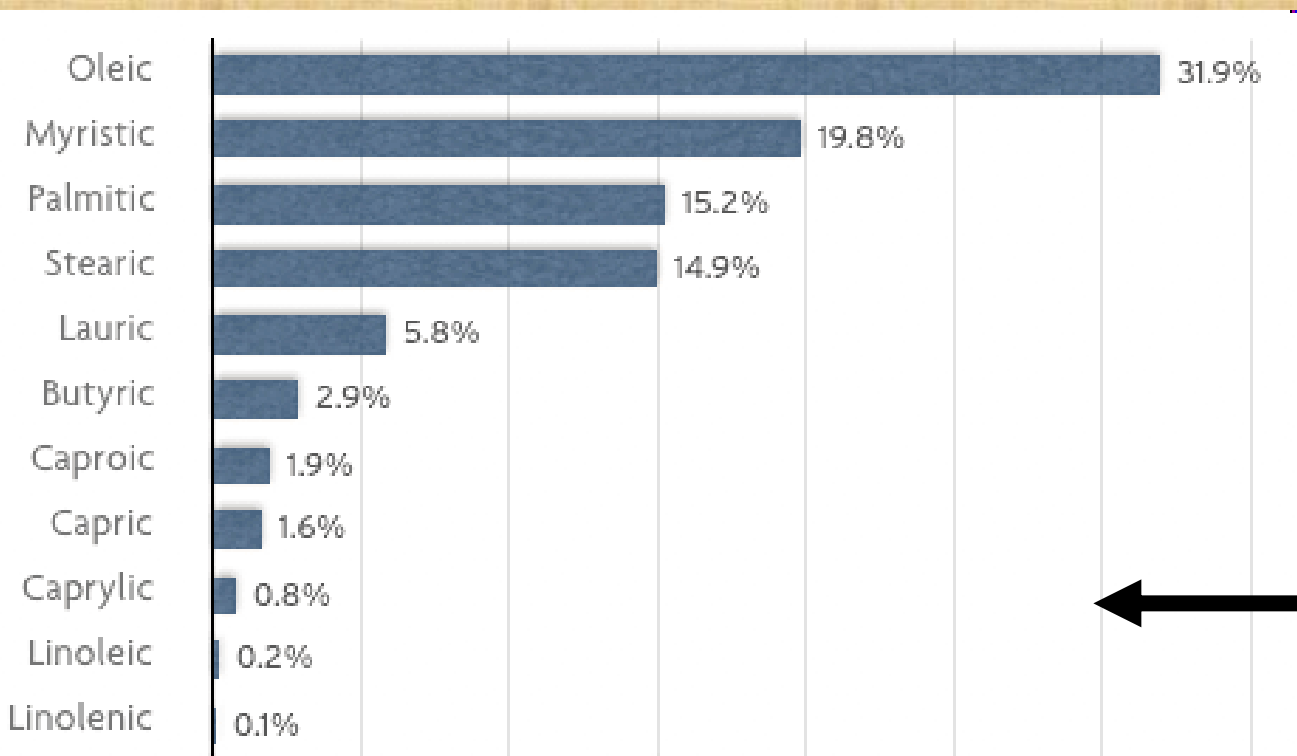
Máslo

- Nutritional value per 100 g (3.5 oz)
- Energy 2,999 kJ (717 kcal)
- Carbohydrates 0 g
- Fat 81 g
 - Saturated 51 g
 - Monounsaturated 21 g
 - Polyunsaturated 3 g
- Protein 1 g

- Vitamin A equiv. 684 µg (76%)
- Vitamin D 60 IU (15%)
- Vitamin E 2.32 mg (15%)

- Cholesterol 215 mg

Source	Fat /g	SFA /g	MUFA /g	PUFA /g	Protein /g
Butter	81	51	21	3	1
Vegetable Shortening (hydrogenated)	71	23	8	37	0
Olive Oil	100	14	73	11	0
Lard	100	39	45	11	0



Srovnání složení másla, rostlinných hydrogenovaných „shorteningů“, olivového oleje a sádla

Zastoupení mastných kyselin v máse

Cholesterol

- Cholesterol je pro lidský organizmus látkou nepostradatelnou, protože je:
- Součástí buněčných membrán,
- zejména v nervové tkáni a v zárodcích
- Tvoří se z něho důležité hormony
- Je podstatnou surovinou pro biosyntézu žluče

Význam cholesterolu pro člověka

- V případě, že je hladina cholesterolu v krvi vysoká, je látkou škodlivou
- Vysoká hladina cholesterolu je riziková pro vznik aterosklerózy a jejích komplikací:
 - Ischemické choroby srdeční
 - Infarktu myokardu
 - Cévní mozkové příhody
 - Uzávěru tepen dolních končetin

Potřeba cholesterolu

- 2 g cholesterolu denně
- Stravou přijímáme u nás 400 – 600 mg/den
- Doporučení – 300 mg/den
- Zbytek do 2 g je syntetizován v organizmu
- Na hladinu cholesterolu má podstatný vliv složení stravy, zejména celkový příjem tuku a jeho složení
- Důležitá je i pohybová aktivita

Co je cholesterol a kde se vyskytuje

- Cholesterol je látka rozpustná v tuku a v potravinách se vyskytuje společně s tuky
- Cholesterol se nachází v množstvích významných z hlediska výživy pouze v potravinách živočišného původu
- Nejvíce cholesterolu obsahuje mozeček, vaječný žloutek, vnitřnosti a máslo

Obsah cholesterolu v potravinách

(mg/100g)

- Pekařské výrobky (s vejci) 30 - 280
- Vaječný žloutek 250 (v 1 žloutku)
- Sádlo 94
- Máslo 240
- Mléko a mléčné výrobky 5 – 105
- Drůbež, ryby 50 - 90
- Vnitřnosti 200 – 2 500
- Masné výrobky 68 - 180
- Maso výsekové 59 - 76

Chování cholesterolu

- Obsah cholesterolu v potravinách kolísá v rozsahu až několika desítek procent
- Např. ve vejcích od slepic z velkochovů je podstatně méně cholesterolu než ve vejcích z malochovů
- Výživové doporučení pro denní příjem cholesterolu 300 mg je sice naplněno zhruba jedním vaječným žloutkem, ale ve žloutku je vysoký obsah fosfolipidů a nenasycených mastných kyselin, které zmírňují jeho negativní vliv

Změny cholesterolu při technologické a kulinární úpravě potravin

- Při zpracování potravin se cholesterol mění a vznikají různé produkty
- Nejvíce studované jsou produkty oxidace – oxysteroly, které se jako sloučeniny s bílkoviny mohou usazovat v tepnách
- Oxysteroly jsou podstatně nebezpečnější než cholesterol. Vznikají při vysokých teplotách a při dlouhodobém skladování zmrazených nebo sušených výrobků

Rostlinné steroly

- V potravinách rostlinného původu jsou
- přítomny rostlinné steroly (fytosteroly)
- Nejbohatšími zdroji jsou panenské rostlinné oleje, v menší míře oleje rafinované
- Rostlinné steroly působí jako antagonisty
- cholesterolu, protože brání jeho vstřebávání
- Jejich příjem potravou je většinou nízký, a proto se vyrábějí výrobky (margariny a různé mléčné výrobky) obohacené o rostlinné steroly

Cholesterol – závěr

- Problematika cholesterolu v lidské výživě by se neměla přeceňovat, ale na druhé straně je z hlediska prevence nemocí srdce a cév nutné dodržovat výživová doporučení, zejména:
 - přijímat denně max. 300 mg cholesterolu
 - nekonzumovat více než cca 80 g tuku denně
 - konzumovat přednostně tuky rostlinné
 - konzumovat dostatek zeleniny a ovoce
 - pravidelně se věnovat pohybové aktivitě

Rybí tuk

- Sladkovodní ryby jen ojediněle
- Převážně z mořských tučných ryb
- Z rybích jater (treska)

kapr obecný, karas obecný, jelec tloušť, lín obecný a průměrné hodnoty

Species	Oil, %	Cholesterol (mg/100 g oil)
<i>Cyprinus carpio</i>	5±0.26	119±2.64
<i>Carassius carassius</i>	4.5±0.20	170.37±2.36
<i>Leusiscus cephalus</i>	3.5±0.36	94.68±3.13
<i>Tinca tinca</i>	4±0.26	179.84±6.75
Mean	4.25±0.27	140.97±3.72

Muhammet Donmez: DETERMINATION OF FATTY ACID COMPOSITIONS AND CHOLESTEROL LEVELS OF SOME FRESHWATER FISH LIVING IN PORSUK DAM, TURKEY. *Ch. of Natur. Compounds*, 45 (1), 2009

mastné k. **kapr** **karas** **jelec** **lín** **průměr**

Fatty acids	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Carassius carassius</i>	<i>Lepomis cephalus</i>	<i>Tinca tinca</i>	Mean
14:0	3.56±0.17	2.05±0.05	3.18±0.21	3.10±0.11	2.97±0.14
15:0	0.52±0.02	0.45±0.02	0.60±0.01	0.64±0.01	0.55±0.02
16:0 2	21.77±0.76	21.49±0.70	23.74±1.50	20.87±1.24	21.96±1.05
17:0	0.85±0.01	0.57±0.01	0.92±0.04	0.80±0.07	0.79±0.03
18:0	6.94±0.34	6.14±0.15	5.48±0.65	4.90±0.17	5.87±0.33
20:0	1.89±0.05	0.88±0.01	1.05±0.05	1.31±0.06	1.28±0.05
22:0	0.36±0.02	0.78±0.02	0.47±0.03	0.60±0.01	0.55±0.02
24:0	0.59±0.01	0.55±0.03	0.75±0.05	0.63±0.02	0.63±0.03
Σ _{Sat.}	36.49	32.92	36.19	32.86	34.62
16:1	7.98±0.28	6.82±0.23	9.05±0.41	9.64±0.73	16.72±0.41
18:1 1	23.61±0.97	24.68±0.42	23.29±1.77	20.39±0.84	22.99±1.00
20:1	0.20±0.01	0.47±0.01	0.41±0.01	0.52±0.04	0.40±0.02
22:1	0.12±0.01	0.23±0.02	0.17±0.01	0.22±0.01	0.37±0.01
Σ _{Monounsat.}	31.92	32.21	32.91	30.77	31.96
18:2 <i>trans</i> n-6	5.10±0.13	7.03±0.10	4.26±0.30	4.14±0.27	5.13±0.20
18:2 <i>cis</i> n-6	5.07±0.08	6.01±0.01	3.99±0.27	5.45±0.56	5.13±0.23
18:3 n-3	2.53±0.02	3.69±0.20	3.53±0.15	4.90±0.18	3.66±0.18
18:4 n-3	1.05±0.08	0.62±0.03	1.06±0.06	1.33±0.06	1.02±0.06
20:3 n-3	0.20±0.02	0.51±0.01	N.d.	0.14±0.02	0.21±0.02
20:4 n-3	0.26±0.01	0.22±0.01	0.11±0.03	0.22±0.01	0.20±0.01
20:5 n-3 4	5.32±0.26	6.08±0.17	6.22±0.29	7.61±0.36	6.31±0.27
22:5 n-3	2.42±0.03	2.72±0.44	2.68±0.21	3.34±0.29	2.79±0.24
22:6 n-3 3	9.64±0.65	8.00±0.23	9.05±0.24	9.24±0.65	8.98±0.44
Σ _{Polysat.}	31.59	34.87	30.90	36.37	33.43
EPA+DHA	14.96	14.08	15.27	16.85	15.29
ω3/ω6	2.11	1.67	2.73	2.80	2.33

**L.E. Gutierrez,
R.C.M. da Silva:
Fatty acid
composition of
commercially
Important fish from
Brasil.**

*Departamento de
Química,
ESALQ/USP, C.P. 9,
CEP: 13418-900-
Piracicaba, SP*

Fatty acid	FISH								
	Abroteia	Cabrinha	Cavalinha	Manjuba	Pescada	Porquinho	Ray	Sardine	Tuna
12:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	ND
14:0	1.1	1.8	7.6	3.7	0.9	0.8	1.0	9.8	2.0
14:1	ND	ND	0.5	ND	ND	ND	ND	0.4	ND
16:0	17.2	22.8	14.1	24.2	15.5	17.8	17.1	16.2	22.7
16:1	1.3	5.1	5.0	5.7	8.5	3.7	8.1	11.3	3.4
18:0	8.0	8.1	2.6	6.6	7.2	8.8	10.1	1.3	9.5
18:1	12.8	15.7	14.4	16.8	18.8	15.7	16.9	9.8	13.7
18:2	0.4	0.6	2.0	0.9	0.9	1.1	0.2	4.3	0.8
20:0	ND	ND	ND	0.2	ND	ND	ND	0.3	0.2
18:3+									
20:1	0.6	1.5	11.1	1.1	0.9	3.0	2.6	2.6	1.2
20:2	ND	0.6	4.2	0.8	ND	0.5	0.8	2.5	0.4
22:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	ND	ND
22:3+									
22:1	7.1	5.4	16.9	1.8	4.9	7.6	14.6	4.8	3.6
20:4	ND	0.2	ND	0.7	ND	ND	0.4	0.2	ND
20:5	11.4	10.1	6.2	8.8	7.7	8.6	4.1	24.2	7.8
22:3	1.1	1.2	1.3	0.7	ND	0.9	3.2	ND	ND
22:4	1.6	1.3	ND	1.2	0.9	0.7	1.5	2.4	1.6
22:5	3.2	4.3	1.0	2.8	2.9	3.3	5.1	2.2	0.4
22:6	34.3	21.2	13.0	23.7	19.2	26.6	11.6	6.5	32.5

2

3

1

Rostlinné tuky

- sója
- palma olejná
- řepka
- slunečnice
- světlicový
- bavlník
- podzemnice olejná
- kokosový olej
- sezamový olej
- mandlový olej
- arganový olej
- avokádový olej
- oiticikový olej
- sterulkový olej
- olivový olej
- palmojadrový
- lněný
- ricinový
- klíčkový
- čajový
- tabákový
- makový
- kukuřičný
- kakaový
- perilový
- stillingový
- tungový
- vernonový
- krotonový
- pryšcový
- babbasový
- talový
- bolekový (isanový)
- ximenový
- lumequový
- chalmoogrový
- parinarový

Mandlový olej

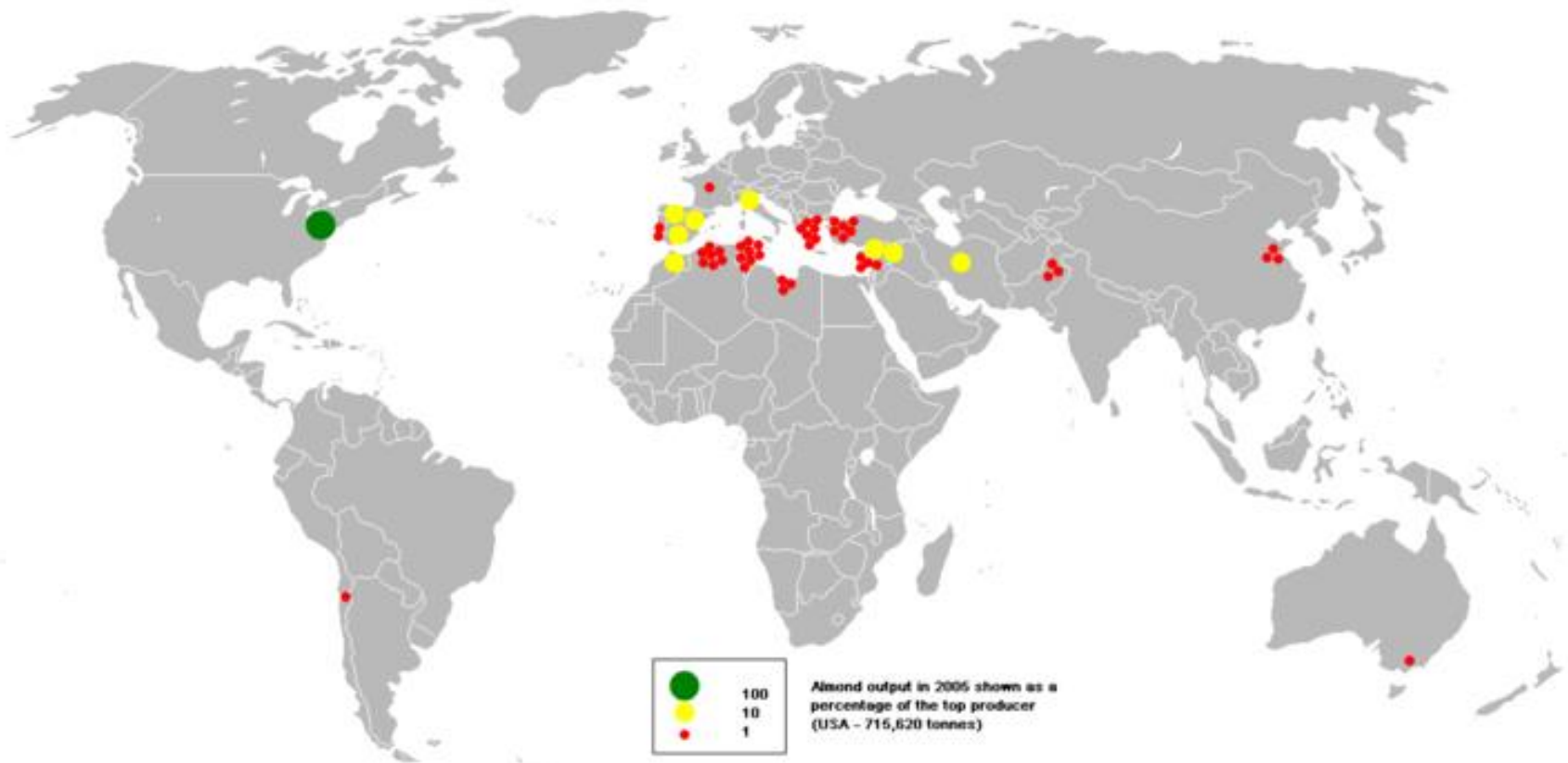
- Mandloň (*Prunus dulcis*, syn. *Prunus amygdalus* Batsch., *Amygdalus communis* L.)
- zralá semena – mandlové ořechy
- tučné jádro

• Energy	2,418 kJ (578 kcal)
• Carbohydrates	20 g
• Sugars	5 g
• Dietary fibre	12 g
• Fat	51 g
– saturated	4 g
– monounsaturated	32 g
– polyunsaturated	12 g
• Protein	22 g





- USA 715623 t 41%
- Spain 220000 t 13%
- Syria 119648 t 7%
- Italy 112796 t 6%
- Iran 108677 t 6%
- Morocco 83000 t 5%
- Algeria, Tunisia and Greece méně jak 3%
- Turkey, Lebanon and China méně jak 2%



Saflor (světlice barvířská)

- Rostlina je řazena do čeledi složnokvětých
- Pochází ze stepních a polostepních oblastí, vypadá jako bodlák
- Je 50–110 cm vysoká, vegetační doba 100–130 dnů
- Doba kvetení trvá 3–4 týdny
- Je to rostlina krátkého dne
- HTS nažek 25–50g
- Oplodí tvoří u jednotlivých odrůd 40–60%
- Olejnatost nažek dosahuje 25–37%
- Olejnatost semen 45–55%
- Obsah bílkovin je 30–35%
- Olej je polovysychavý
- obsahuje až 80% kyseliny linolové
- jen 0,2% kyseliny linolenové
- 13% kyseliny olejové,
- 4–6% kyseliny palmitové
- 1–4% kyseliny stearové
- 0,4% kyselina arachové
- 0,05% kyseliny lignocerové
- Využití oleje pro lidskou výživu
- Olej podobný s olejem slunečnice



Arganový olej

- Argan (*Argania spinosa*)
- Strom podobný olivovníku, 5-9m, 150-200 let
- Roste především v Maroku

- 44% oleic acid
- 30% α -linolenic acid
- 12% palmitic acid
- 6% stearidonic acid
- 5% linoleic acid
- 3% myristic acid



Argan (*Argania spinosa*)



Avokádový olej

- Obsah tuku 15%, velmi podobný olivovému
- Ke kulinářským účelům
- Avokádo je bohatým zdrojem minerálních látek draslíku, mědi, magnezia, fosforu a vitaminy C, E, K, H, B3 a B5(kyseliny pantothenové)
- Dužina obsahuje kyselinu olejovou, palmitovou a linolovou, což jsou kvalitní tuky.
- Dužnina obsahuje [persin](#), který je silně jedovatý zejména pro papoušky, nebo kanárky. Intoxikace těchto zvířat avokádem většinou končí smrtí. Avokádo by se ze stejného důvodu nemělo podávat ani psům nebo kočkám.





Ricinový olej

- Skočec obecný (*Ricinus communis*)

Average composition of Castor seed oil / fatty acid chains

<i>Acid name</i>	<i>Range</i>		
Ricinoleic acid	85	to	95%
Oleic acid	6	to	2%
Linoleic acid	5	to	1%
Linolenic acid	1	to	0.5%
Stearic acid	1	to	0.5%
Palmitic acid	1	to	0.5%
Dihydroxystearic acid	0.5	to	0.3%
Others	0.5	to	0.2%

- toxický (lze odstranit)
- alergenní
- zdroj hydroxykyselin
- laxativum
- zdroj farmakologicky významných látek
- široké spektrum průmyslových aplikací
- pro potravinářství jako přídatná látka





Kokosový olej

- Palma kokosová (*Cocos nucifera*)
- Plod je kokosový ořech
- Olej se získává z kopry – vnitřní bílá část ořechu
- Nechává se vyschnout
- Lisování a extrakce

Kopra

- | | |
|---------------------|---------------------|
| • Nutritional value | per 100 g (3.5 oz) |
| • Energy | 1,481 kJ (354 kcal) |
| • Carbohydrates | 15.23 g |
| • Sugars | 6.23 g |
| • Dietary fiber | 9.0 g |
| • Fat | 33.49 g |
| – saturated | 29.70 g |
| – monounsaturated | 1.43 g |
| – polyunsaturated | 0.37 g |
| • Protein | 3.3 g |





Fatty Acid Profile of Coconut Oil

FA		C	%
• Caproic	SFA	6	0.5
• Caprylic	SFA	8	7.8
• Capric	SFA	10	6.7
• Lauric	SFA	12	47.5
• Myristic	SFA	14	18.1
• Palmitic	SFA	16	8.8
• Stearic	SFA	18	2.6
• Arachidic	SFA	20	0.1
• Oleic	MUFA	18	6.2
• Linoleic	PUFA	18	1.6

Použití kokosového oleje

- polotuhá konzistence
- v potravinářství na smažení a fritování
- velmi odolný proti oxidaci a autooxidaci
- rafinovaný olej nemá „flavour“ jako kokos

Kukuřičný olej

- Získávaný z klíčků semen kukuřice (*Zea mays*)
- Klíčky jsou odpadem při výrobě kukuřičného škrobu (odkličkování)



Kukuřičný olej

výtěžek 2,8% na hmotnost zrna kukuřice

- 99% TAG
 - 59% PUFA
 - 24% MUFA
 - 13% SFA

Kakaový tuk

- Z kakaovníku (*Theobroma cacao* L.)
- Rostlina původem z tropické Ameriky
- Plody okurkovitého tvaru s vystouplými hranami
- Snadno se vylupují jednotlivá semena – kakaové boby
- Boby jsou zploštělé, hnědé až červenohnědé
- Slupka je slabá a křehká
- Semeno obsahuje 50-57% tuku = kakaové máslo
- 25% palmitová k., 32% stearová k., 30% olejová k.





Kakaové máslo

- Saturated fats 57-64 %
 - Stearic acid: 24-37 %
 - Palmitic acid: 22-29 %
 - Capric acid: 0-10 %
 - Myristic acid: 0-4 %
 - Arachidic acid: 1 %
 - Lauric acid: 0-1 %
- Unsaturated fats 36-43 %
 - Monounsaturated fats 29-43 %
 - Oleic acid: 29-38 %
 - Palmitoleic acid: 0-2 %
 - Polyunsaturated fats 0-5 %
 - Linoleic acid: 0-3 %
 - Linolenic acid: 0-1 %



Řepkový olej

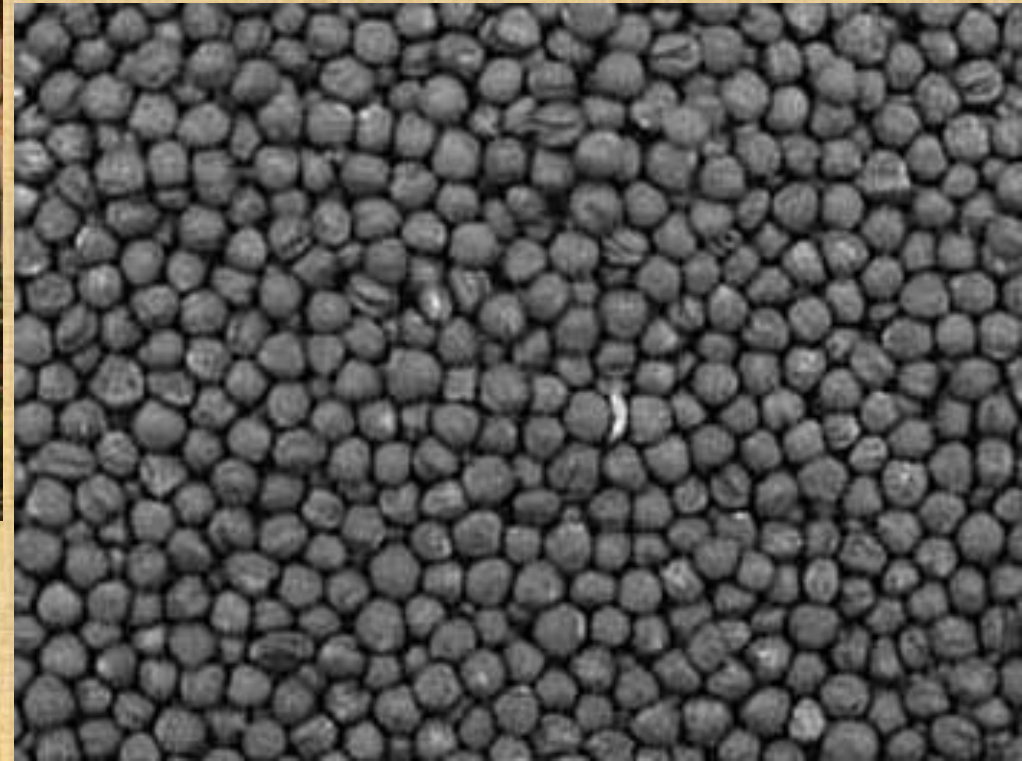
- Řepka olejná (*Brassica napus L.*)
- Naše nejdůležitější olejnina
- V květnu se celá země „zažlutí“
- Původem jihozápadní Evropa
- Pěstuje se pro zisk tuku jako ozimá
- Výsev na podzim
- Vytvoří se kulový kořen, listová růžice a základ vlastní lodyhy
- Během zimy dochází k redukci listové plochy
- Na přezimování má vliv termín setí, hustota výsevu a výživa





- Na jaře prudce vyrazí hlavní lodyha
- Z hlavní lodyhy větve prvního řádu
- Z větví prvního řádu větve dalších řádů
- Úrodnost ovlivňují větve dalších řádů
- Kvetou nejprve větve na hlavní lodyze
- Potom postranní větve, od spodu nahoru
- Kvete žlutě (s nádechem do citrónové nebo načervenalé barvy)
- Je obvykle samosprašná, cizosprašení zajišťuje hmyz nebo vítr
- Plodem je šešule s 9-25 semeny
- Nevyzrálé semeno je zelené, postupně tmavne přes hnědou do černé barvy
- Semeno je kulovité, prům. 1,5-2,8mm, HTZ 3,8-6,6g





- Sklizeň je složitá, nerovnoměrné kvetení = nerovnoměrné dozrávání
- Pukání ranných šesulí – ztráty při sklizni
- Často se přistupuje k desikaci
- Desikant = totální herbicid
- Způsobí rozklad chlorofylu a zaschnutí rostliny
- Semeno by nemělo mít při sklizni více jak 12 % vlhkosti
- Při uskladnění nesmí mít více jak 8 % vlhkosti
- Nebezpečí samovznícení (vysoký obsah tuku!)

Stanovení vlhkosti

- vážkově, sušením 130°C, 180min
- Elektrickými vlhkoměry
- Před stanovením obsahu tuku se často provádí lyofilizace (možno stanovit i vlhkost)
- krajní mez vlhkosti (K_m):

$$K_m = \frac{14 \cdot (100 - \%otuku)}{100}$$

- Obsah oleje v semenech řepky je asi 42%
- Klasické odrůdy obsahovaly asi 50% k. erukové (22:1 ω -9; *cis*-13-docosenoic)
- Dnes výhradně odrůdy bezerukové (0,2-1,5% erukové k.)
- Eruková k. – antinutriční
- má nepříznivý vliv na živý organismus (na mláďata, rozmnožování, slezinu, srdce, štítnou žlázu)
- Kardiovaskulární onemocnění – k. eruková se ukládá v srdečním svalu a ovlivňuje jeho činnost
- Jsou blokovány některé enzymy podílející se na odbourávání tuků

- Cholin, inositol a k. α -linolenová mohou tento efekt rapidně zmírnit
- Proto se přidávají např. do hořčice (viz. hořčičný olej) rostlinné tuky s obsahem k. α -linolenové.

Top rapeseed producers - 2007
(million metric ton)

 China	10.3
 Canada	9.5
 India	7.4
 Germany	5.3
 France	4.6
 Poland	2.13
 United Kingdom	2.10
 Australia	1.1
 United States	0.7
World Total	50.5

Source:
[UN Food & Agriculture Organisation \(FAO\)\[1\]](#) 

Worldwide rapeseed production
(million metric ton)

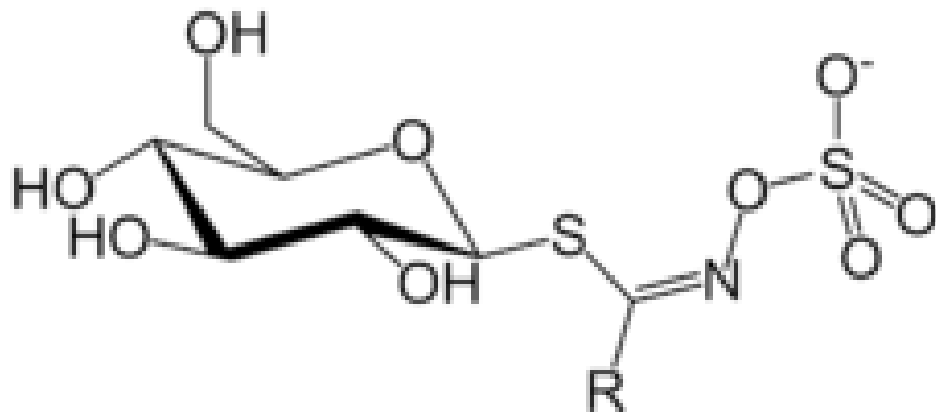
1965	5.2
1975	8.8
1985	19.2
1995	34.2
2005	46.4

Source:
[UN Food & Agriculture Organisation \(FAO\)\[2\]](#) 

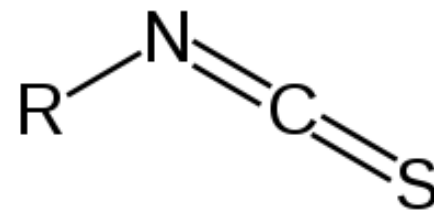
- Složení řepkového oleje
- Olejová 58 %
- Linolová 20 %
- Linolenová 8-12 %
- Tendence odstranit k. linolenovou (odrůdy)
- Vyšší oxidační stabilita
- Lepší trvanlivost
- Ohledy na snížení obsahu glukosinolátů v pokrutinách

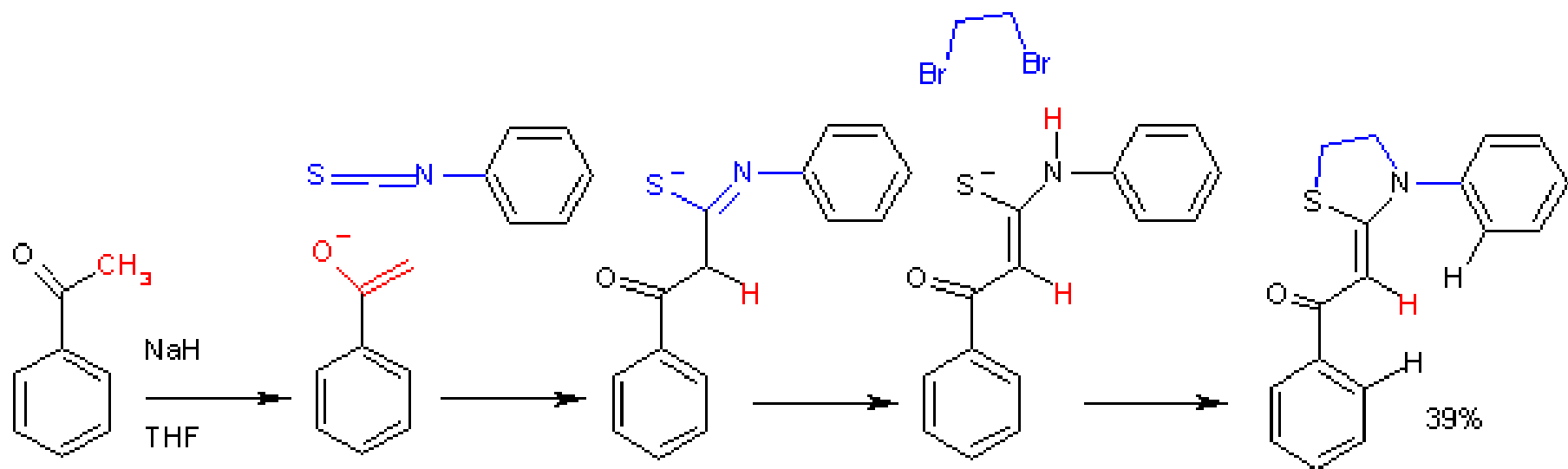
Glukosinoláty

- Hořkou chuť
- Vysoká viskozita
- V některých brukvovitých (brokolice) přítomnost zajímavých látek (sulforafan - antikancerogenní)
- Hydrolýzou vznikají isothiokyanáty
- Jejich efekt při nádorovém bujení není doposud uspokojivě objasněn



Glucosinolate structure; side group *R* varies

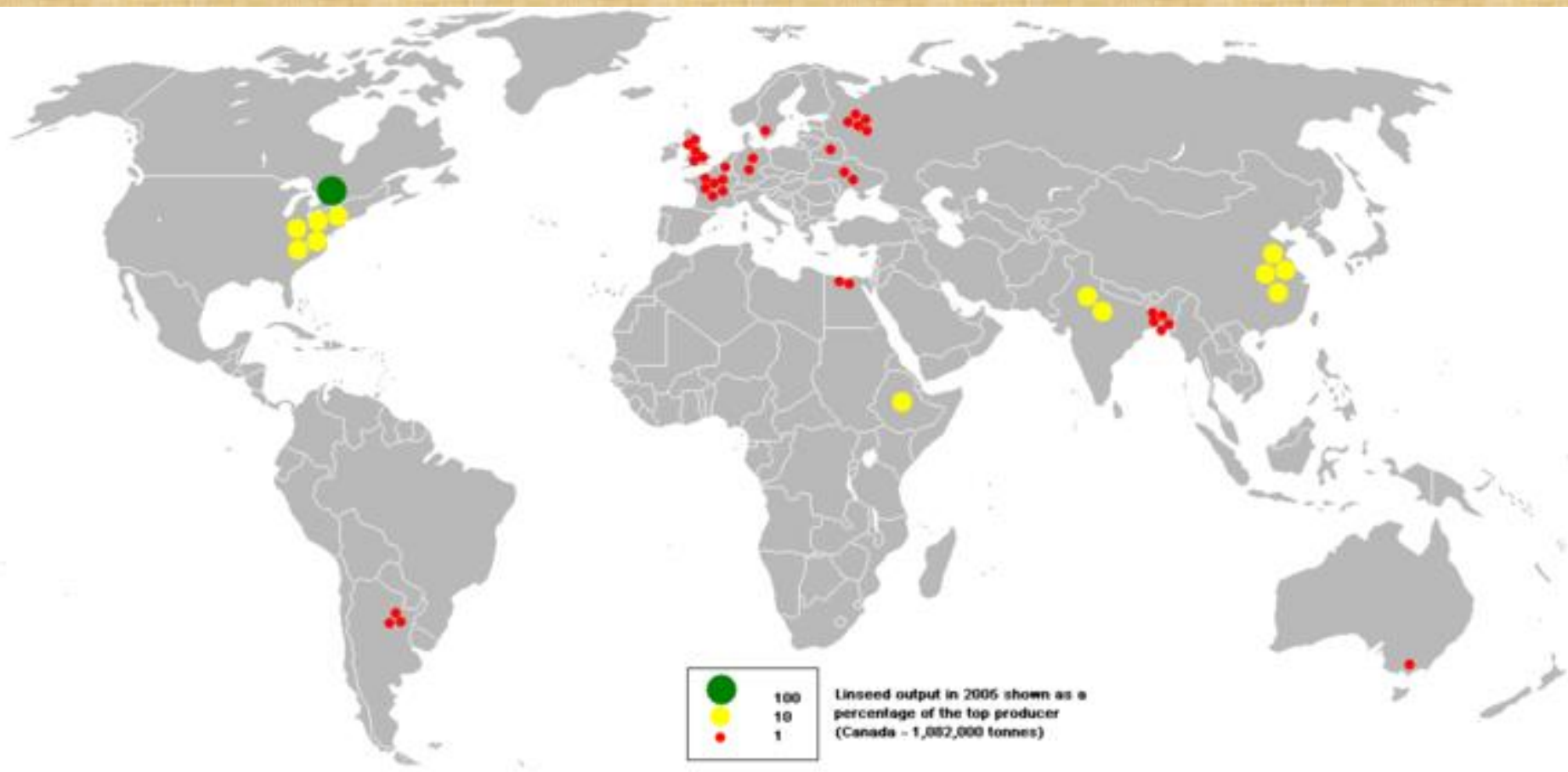




reakce fenyl-isothiokynátu









Lněný olej

- Len (*Linum usitatissimum*)
- Nejstarší kulturní plodina (více jak 12000 let)
- Primárně použití vlákniny
- Dva kultivary: len přadný a len olejný
- Přadné lny vysoké (1m)
- Olejné lny nízké (50 cm)
- Kvete bílými, světle modrými až modrými květy
- Tobolka jek ulovitá nebo oválná, nese 5-10 leskle hnědých semen
- Semena obsahují 28-40 % oleje



Linseed output in 2006 shown as a percentage of the top producer (Canada - 1,082,000 tonnes)

Top ten linseed producers — 2007

Country	Production (Tonnes)
 Canada	633,500
 People's Republic of China	480,000
 India	167,000
 United States	149,963
 Ethiopia	67,000
 Bangladesh	50,000
 Russia	47,490
 Ukraine	45,000
 France	41,000
 Argentina	34,000
World	1,875,018





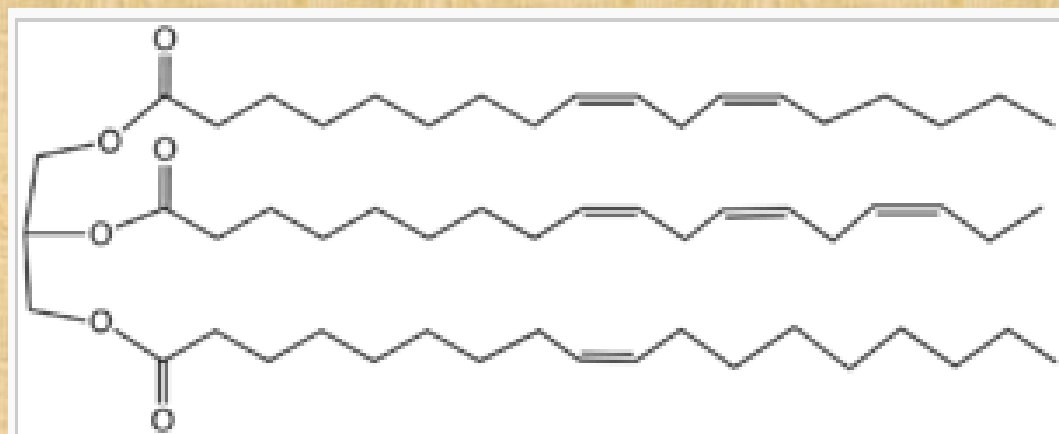


Flax seed

Nutritional value per 100 g (3.5 oz)

Energy	2,234 kJ (534 kcal)
Carbohydrates	28.88 g
Sugars	1.55 g
Dietary fiber	27.3 g
Fat	42.16 g
Protein	18.29 g
Thiamine (Vit. B1)	1.644 mg (126%)
Riboflavin (Vit. B2)	0.161 mg (11%)
Niacin (Vit. B3)	3.08 mg (21%)
Pantothenic acid (B5)	0.985 mg (20%)
Vitamin B6	0.473 mg (36%)
Folate (Vit. B9)	0 µg (0%)
Vitamin C	0.6 mg (1%)
Calcium	255 mg (26%)
Iron	5.73 mg (46%)
Magnesium	392 mg (106%)
Phosphorus	642 mg (92%)
Potassium	813 mg (17%)
Zinc	4.34 mg (43%)

Typical fatty acid content ^[20]	%
Palmitic acid	6.0
Stearic acid	2.5
Arachidic acid	0.5
Oleic acid	19.0
Linoleic acid	24.1
Alpha-Linolenic acid	47.4
Other	0.5



Representative triglyceride found in a linseed oil.



- využití hlavně pro technické účely 75 %
- Pro potravinářské využití jako stolní olej 25 %
- Je to vysychavý olej (k. linolenová)
- má schopnost polymerovat a oxidovat se
- při pokojové teplotě časem ztuhne
- polymerace a oxidace se vzrůstající teplotou mnohonásobně roste
- Naprosto nevhodný pro tepelné úpravy
- v průmyslu jako fermeže a sikativy
- polymeraci urychlují dvoumocné ionty kovů
- Výroba malířských barev – olejovky
- Výroba tmelů (sklenářský tmel se suříkem)
- Napouštění PLO (polymerovaným lněným olejem) dřeva



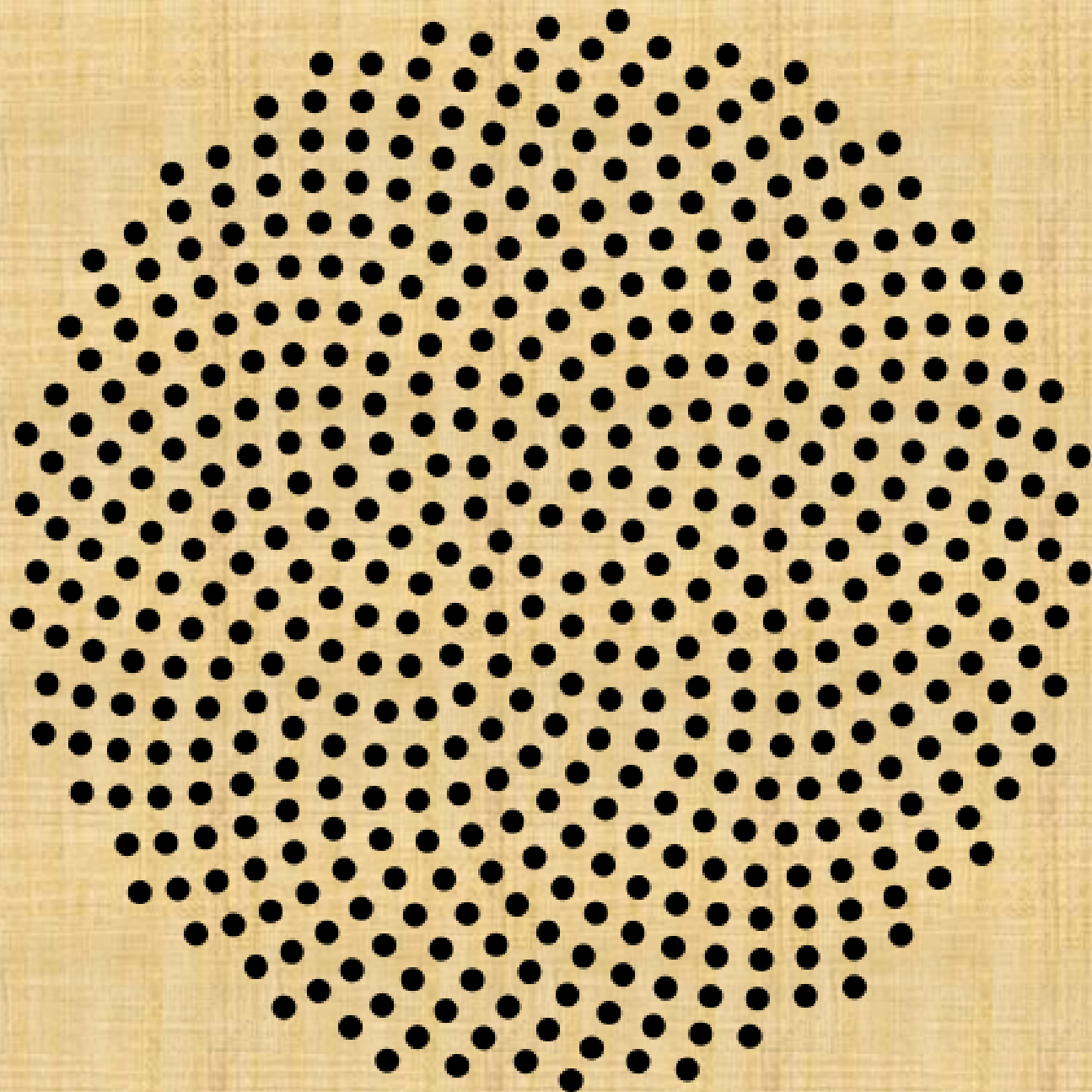


Slunečnicový olej

- Slunečnice (*Helianthus annuus* L.)
- U nás druhá nejpěstovanější olejnina
- Jedna z nejdůležitějších surovin pro tukový průmysl
- Pochází z Ameriky, v 16. století přivezena do Evropy
- Dříve různé použití (kávovina, přímá konzumace nezralé, květina, pochoutka...)
- Pro tukový průmysl má význam pouze jako slunečnice roční
- Zpracovává se bez loupání
- Záleží tedy na tloušťce slupky

- Rostlina dorůstá výšky 60 – 400 cm
- U nás běžně 190 cm
- Má kulovitý kořen
- Lodyha se nevětví, nese 18-20 listů
- Květenství je žlutý úbor průměru 6-40cm
- Po dozrání obsahuje 500-600 semen
- Slunečnice je velmi náročná na teplo
- U nás se pěstuje v kukuřičném výrobním typu
- Lze ji pěstovat na všech půdách
- Má značné nároky na živiny
- Pro dobrou úrodu je třeba hodně tepla a sucho v době květu a vysoké teploty v době dozrávání





- Semeno je pokryté černou slupkou, 7-17mm dlouhé a 5-9 mm široké
- HTZ je 64-200 g dle odrůdy
- Podíl slupky na semeni je 24-25%
- Obsah oleje v tenkoslupkém semeni je až 48%
- Složením se vyrovná slunečnicový olej olivovému oleji, nebo ho v kvalitě předčí
- Je to nejcennější masově vyráběný olej

Nutritional value per 100 g (3.5 oz)

Energy	3,699 kJ (884 kcal)
Carbohydrates	0 g
Fat	100 g
saturated	9.748 g
monounsaturated	83.594 g
polyunsaturated	3.798 g
Protein	0 g
Vitamin E	41.08 mg (274%)
Vitamin K	5.4 µg (5%)

Palmitic acid: 4 – 9 %

Stearic acid: 1 – 7 %

Oleic acid: 14 – 30 %

Linoleic acid: 48 – 74 %

Olivový olej


- Olivovník (*Olea europaea*)
- Stará kulturní rostlina Středozemního moře
- První zmínka v Homérově eposu o Odyseovi
- Má kulatou, silně rozvětvenou korunu
- Dorůstá 5 – 20 m, dosahuje vysokého stáří
- Bílé květy dorůstají v plody protáhlého tvaru
- Plod je 2-5cm dlouhý, s peckou (14-16% hmotnosti)
- Dužnina obsahuje asi 40-60 % oleje podle stupně předsušení
- V pecce je jádro s 12% oleje



- Průmyslově se zpracovává pouze dužnina
- Zčásti se konzumují jako potrava, většina se zpracuje na olej
- Plod je podle odrůdy různého tvaru, barvy a velikosti
- Olivy se zpracovávají v zemi původu



Main countries of production (Year 2007)

Rank	Country/Region	Production (in tons)	Cultivated area (in hectares)	Yield (q/Ha)
—	World	17,317,089	8,597,064	20.1
1	 Spain	6,222,100	2,400,000	25.7
2	 Italy	3,429,771	1,140,685	27.6
3	 Greece	2,444,230	765,000	31.4
4	 Turkey	1,075,854	594,000	30.3
5	 Tunisia	998,000	1,500,000	3.3
6	 Morocco	659,100	550,000	8.5
7	 Syria	495,310	498,981	20.0
8	 Egypt	318,000	49,888	63.8
9	 Algeria	208,952	178,000	16.9
10	 Portugal	280,000	430,000	6.5
11	 Lebanon	76,200	250,000	6.5



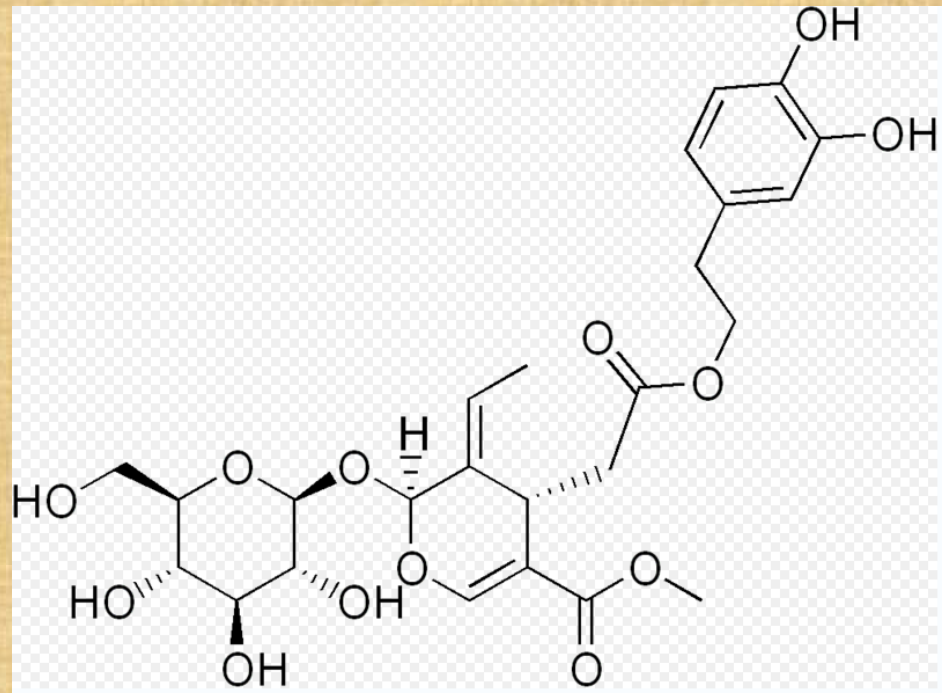








- Olivy se před zpracováním na olej obvykle máčejí
- Umožní to přirozený rozklad látky (4S,5E,6S)-4-[2-[2-(3,4-dihydroxyphenyl)ethoxy]-2-oxoethyl]-5-ethylidene-6-[[[(2S,3R,4S,5S,6R)-3,4,5-trihydroxy-6-(hydroxymethyl)-2-tetrahydropyranyl]oxy]-4H-pyran-3-karboxylová kyselin-methyl ester
- Pak se rozválejí na kaši, pecky se oddělí
- Můžeme lisovat za studena
- Další podíl se ohřeje a lisuje
- Poslední krok je extrakce



Spotřeba oliv ve světě

Country	Production (2005) ^[19]	Consumption (2005) ^[19]	Annual per capita consumption (kg) ^[20]
Spain	32%	20%	13.62
Italy	22%	30%	12.35
Greece	16%	9%	23.7
Tunisia	7%	2%	11.1
Turkey	5%	2%	1.2
Syria	4%	3%	7
Morocco	3%	2%	1.8
Portugal	1%	2%	7.1
United States	0%	8%	0.56
France	0%	4%	1.34
Others	10%	18%	1.18

Fermentované olivy

- 10 kg oliv
- 7 l vody
- 800 g soli
- 300 ml octa (8%)
- Fermentace trvá 20 dnů až 2 měsíce
- V polovině můžeme vyjmout pecky, které už jdou dobře uvolnit
- Speciální nože

Složení olivového oleje



Fat composition

Saturated fats

Palmitic acid:

7.5–20.0%

Stearic acid: 0.5–5.0%

Arachidic acid: <0.8%

Behenic acid: <0.3%

Myristic acid: <0.1%

Lignoceric acid: <1.0%

Unsaturated fats

yes

Monounsaturated fats

Oleic acid: 55.0–83.0%

Palmitoleic acid:

0.3–3.5%

Polyunsaturated fats

Linoleic acid:

3.5–21.0 %

Linolenic acid: <1.5%



Podzemnicový olej

- Podzemnice olejná (*Arachis hypogea* L.)
- Patří se sójou do bobovitých
- Pochází z jižní Ameriky, odtud rozšířena do Afriky, Číny, Severní Ameriky
- Jednoletá rostlina se sudospeřenými listy
- Má červenavě žluté květy
- Při dozrávání se stonek skloní, dozrávající plody se ponoří několik cm do půdy kde za 4-6 týdnů dozrají
- Plody jsou slámově žluté a křehké, s vláknitě drsným povrchem
- Obsahují 1-3 oválná jádra pokrytá jemnou načervenalou slupkou















Peanut, valencia, raw

Nutritional value per 100 g (3.5 oz)

Energy	2,385 kJ (570 kcal)
Carbohydrates	21 g
Sugars	0.0 g
Dietary fiber	9 g
Fat	48 g
saturated	7 g
monounsaturated	24 g
polyunsaturated	16 g
Protein	25 g
Tryptophan	0.244 g
Threonine	0.859 g
Isoleucine	0.882 g
Leucine	1.627 g
Lysine	0.901 g
Methionine	0.308 g
Cystine	0.322 g
Phenylalanine	1.300 g
Tyrosine	1.020 g
Valine	1.052 g
Arginine	3.001 g
Histidine	0.634 g
Alanine	0.997 g
Aspartic acid	3.060 g
Glutamic acid	5.243 g
Glycine	1.512 g
Proline	1.107 g
Serine	1.236 g
Water	4.26 g
Thiamine (Vit. B1)	0.6 mg (46%)
Riboflavin (Vit. B2)	0.3 mg (20%)
Niacin (Vit. B3)	12.9 mg (86%)

- Podíl skořápky činí asi 21-24% hmotnosti plodu
- Jádra mají vlhkost 5-14%
- Nebezpečí aflatoxinů

Olej

k. olejová 43-60%

k. linolová 33%

Pantothenic acid (B5)	1.8 mg (36%)
Vitamin B6	0.3 mg (23%)
Folate (Vit. B9)	246 µg (62%)
Vitamin C	0.0 mg (0%)
Calcium	62 mg (6%)
Iron	2 mg (16%)
Magnesium	184 mg (50%)
Phosphorus	336 mg (48%)
Potassium	332 mg (7%)
Zinc	3.3 mg (33%)



Arašídové máslo

- Vyrábí se z lehce napražených oříšků podzemnice olejné
- Drcením a hnětením, s přidavkem dalších rostlinných olejů
- Rozšířené v anglosaských zemích

Peanut butter, smooth style, without salt

Nutritional value per 100 g (3.5 oz)

Energy	2,462 kJ (588 kcal)
Carbohydrates	20 g
Starch	4.8 g
Sugars	9.2 g
Dietary fiber	6 g
Fat	50 g
Protein	25 g
Water	1.8 g
Alcohol	0 g
Caffeine	0 mg
Sodium	0 mg (0%)



Palmový olej

- Palma olejná (*Elaeis guineensis* L.)
- Strom tropického pásma – Afrika, Malajsie...
- Kmen kolem 20 m vysoký s odumřelými listy, končící typickou palmovou korunou
- Plody jsou seskupeny v hrozny o průměru 15-30 cm
- Ve skeletu hroznu je několik set plodů velikosti švestky
- Plod má dužninu oranžově červené barvy a pecku

Palmae
(Coccoineae)



Elaeis guineensis L.

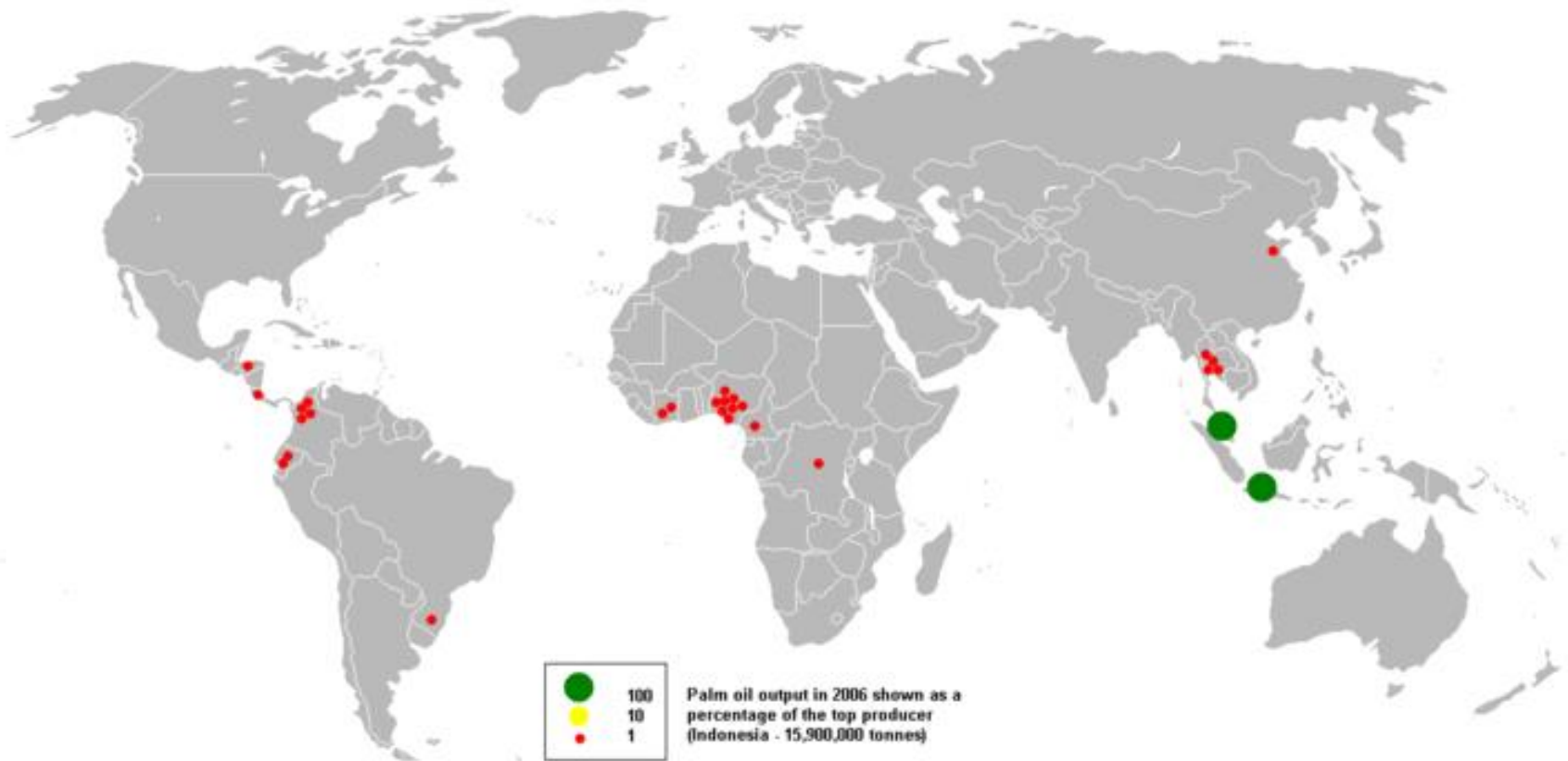






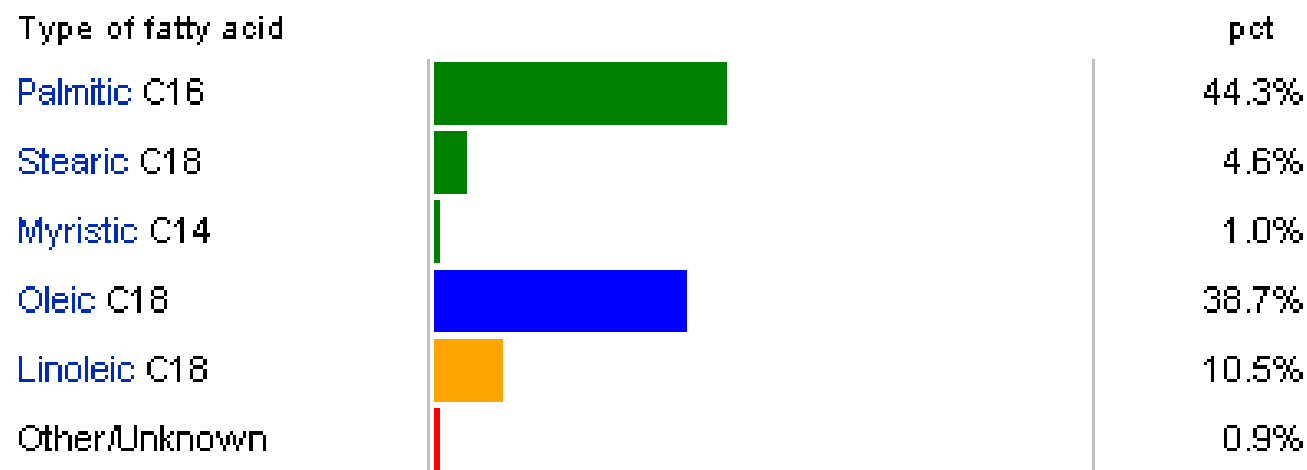






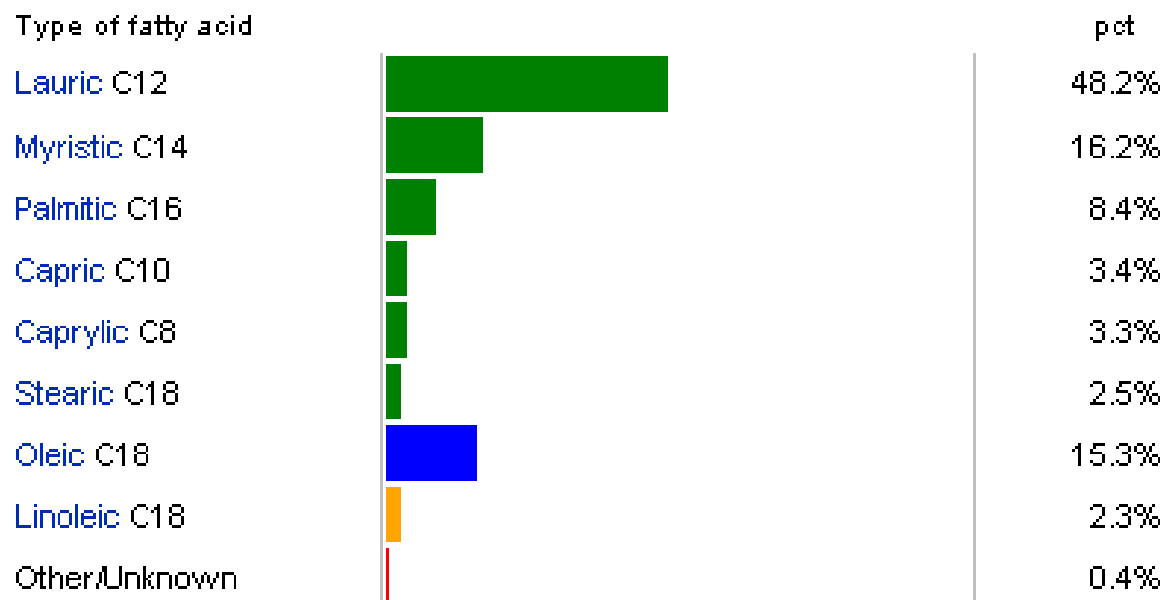
- Plody tvoří asi 60% hmotnosti hroznu
- Dužnina 35-85% hmotnosti celého plodu, zbytek je pecka
- Dužnina obsahuje podle obsahu vody a zralosti asi 40-60% palmového oleje
- Tvrdá tříhranná pecka uzavírá jádro, které je surovinou pro palmojádrový olej
- Palmový a palmojádrový olej mají odlišné složení

Fatty acid content of palm oil



green: Saturated; *blue:* Mono unsaturated; *orange:* Poly unsaturated

Fatty acid content of palm kernel oil



green: Saturated; *blue:* Mono unsaturated; *orange:* Poly unsaturated

- Palmový olej obsahuje velké množství palmitové a olejové kyseliny
 - Má žlutou až oranžovou barvu s vysokým obsahem karotenoidů
 - Jeho produkce rapidně roste
 - Dá se řadit i do skupiny přírodních rostlinných másel
-
- Palmojádrový olej obsahuje velké množství laurové kyseliny
 - Podobá se složením kokosovému tuku
 - Je bílý nebo slabě nažloutlý

Palmový olej
(Keňa)



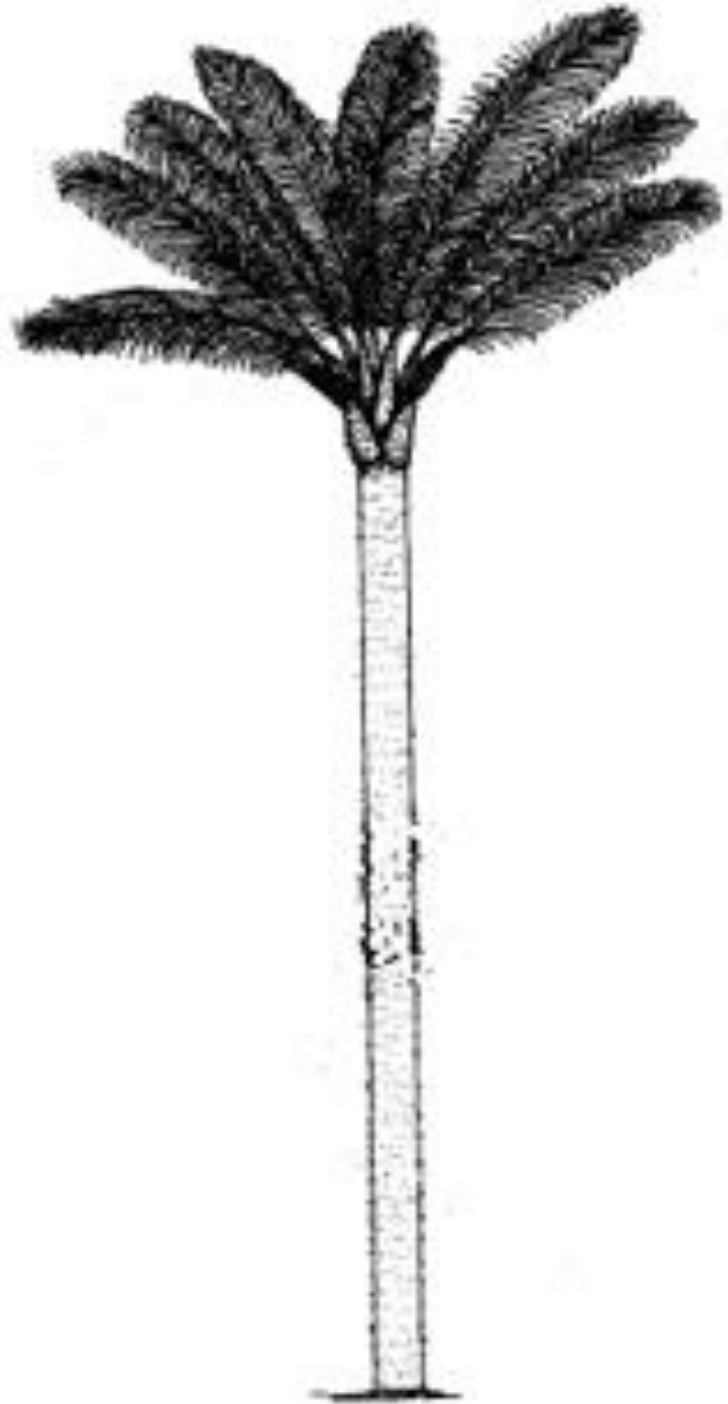


Babassový olej

- Palma babassu (*Orbygnia speciosa*)
- Velmi rozšířená v Brazílii
- Strom má menší vzrůst
- Rodí až dva metry dlouhé hrozny plodů
- Plod má tenký olejnatý obal, pod kterým je ořech s velmi tvrdou skořápkou
- Pod skořápkou jsou obvykle 3-6 jader s hmotností 3-5g
- Jádra obsahují 5-13% vody a 67-69% tuku
- Složení tuku je podobné kokosovému nebo palmojárovému
- Další podobné oleje jsou olej urukuri, vavřínový a ukuhubový olej.



ORBIGNIA phalerata.





PHOTOGRAPHERS
DIRECT.COM

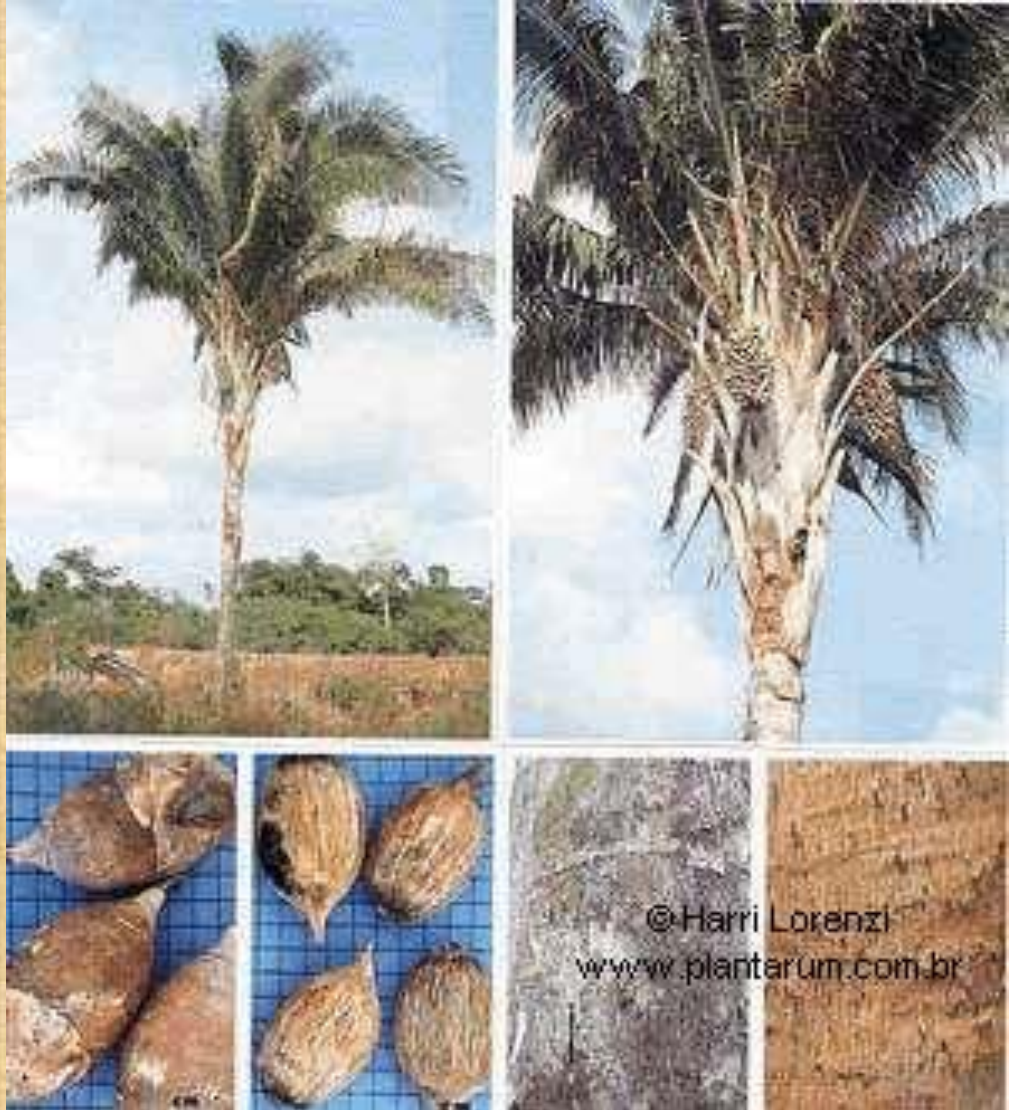




PHOTOGRAPHERS
DIRECT.COM

Babassový olej - složení

Fatty acid	Percentage
Lauric	50.0%
Myristic	20.0%
Palmitic	11.0%
Oleic	10.0%
Stearic	3.5%



Sojový olej

- Sója (*Glycine max.*)
- Přes nižší obsah oleje velmi důležitou olejninou
- Pochází z Číny
- Velmi stará plodina
- Má značné nároky na teplo
- Výška rostliny je 50-120cm, dle druhu
- Kvete nenápadnými bílými nebo nafialovělými květy
- Plodem jsou lusky 2-6cm dlouhé
- V nich je 1-4 fazole 5-10mm dlouhé, podle druhu oválná, kulatá nebo zploštělá
- Jsou nejčastěji žlutá, ale jsou i hnědé, černé a skvrnité
- Významný zdroj bílkovin (40%)
- Tuk se skvělými dietetickými vlastnostmi (20%)
- Obrovská škála výrobků a produktů





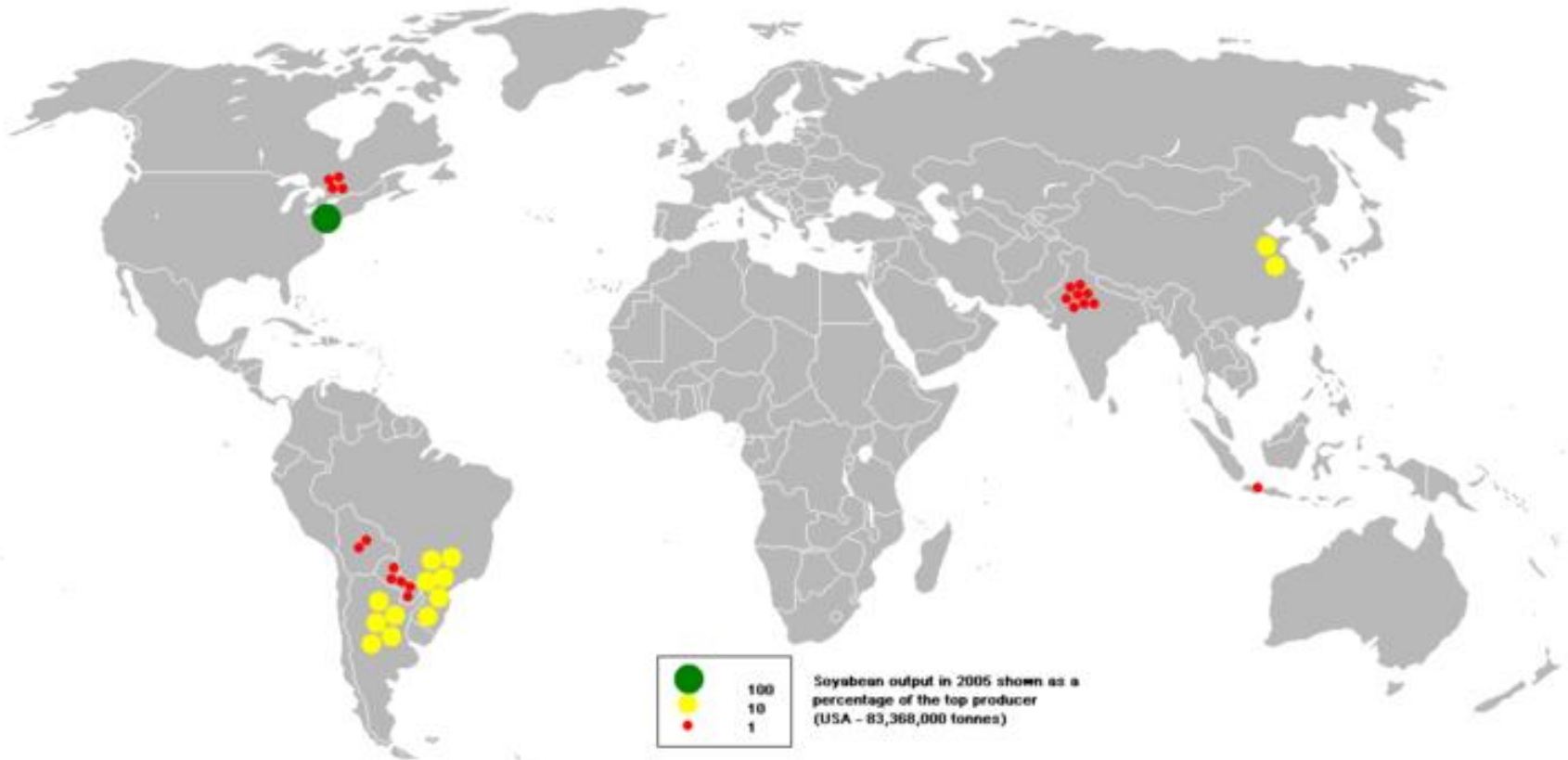






CRIPPLE
NO TRESPASSING
EP

CRIPPLE
NO TRESPASSING
EP















Soybean, mature seeds, raw



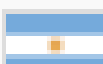

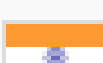



Nutritional value per 100 g (3.5 oz)

Energy	1,866 kJ (446 kcal)
Carbohydrates	30.16 g
Sugars	7.33 g
Dietary fiber	9.3 g
Fat	19.94 g
saturated	2.884 g
monounsaturated	4.404 g
polyunsaturated	11.255 g
Protein	36.49 g
Tryptophan	0.591 g
Threonine	1.766 g
Isoleucine	1.971 g
Leucine	3.309 g
Lysine	2.706 g
Methionine	0.547 g
Phenylalanine	2.122 g
Tyrosine	1.539 g
Valine	2.029 g
Arginine	3.153 g
Histidine	1.097 g
Alanine	1.915 g
Aspartic acid	5.112 g
Glutamic acid	7.874 g
Glycine	1.880 g
Proline	2.379 g
Serine	2.357 g
Water	8.54 g
Vitamin A equiv.	1 µg (0%)
Vitamin B6	0.377 mg (29%)
Vitamin B12	0 µg (0%)
Vitamin C	6.0 mg (10%)
Vitamin K	47 µg (45%)
Calcium	277 mg (28%)

Iron	15.70 mg (126%)
Magnesium	280 mg (76%)
Phosphorus	704 mg (101%)
Potassium	1797 mg (38%)
Sodium	2 mg (0%)
Zinc	4.89 mg (49%)

Top Soybean Producers in 2006

(million metric tons)

 United States	87.7
 Brazil	52.4
 Argentina	40.4
 China	15.5
 India	8.3
 Paraguay	3.8
 Canada	3.5
 Bolivia	1.4

World Total	221.5
--------------------	--------------

Source:

UN Food & Agriculture Organisation

Složení sojového oleje

- 85% MUFA a PUFA
- 15% SFA

- 7% α -linolenic acid (C-18:3)
- 51% linoleic acid (C-18:2)
- 23% oleic acid (C-18:1)
- 4% stearic acid
- 10% palmitic acid

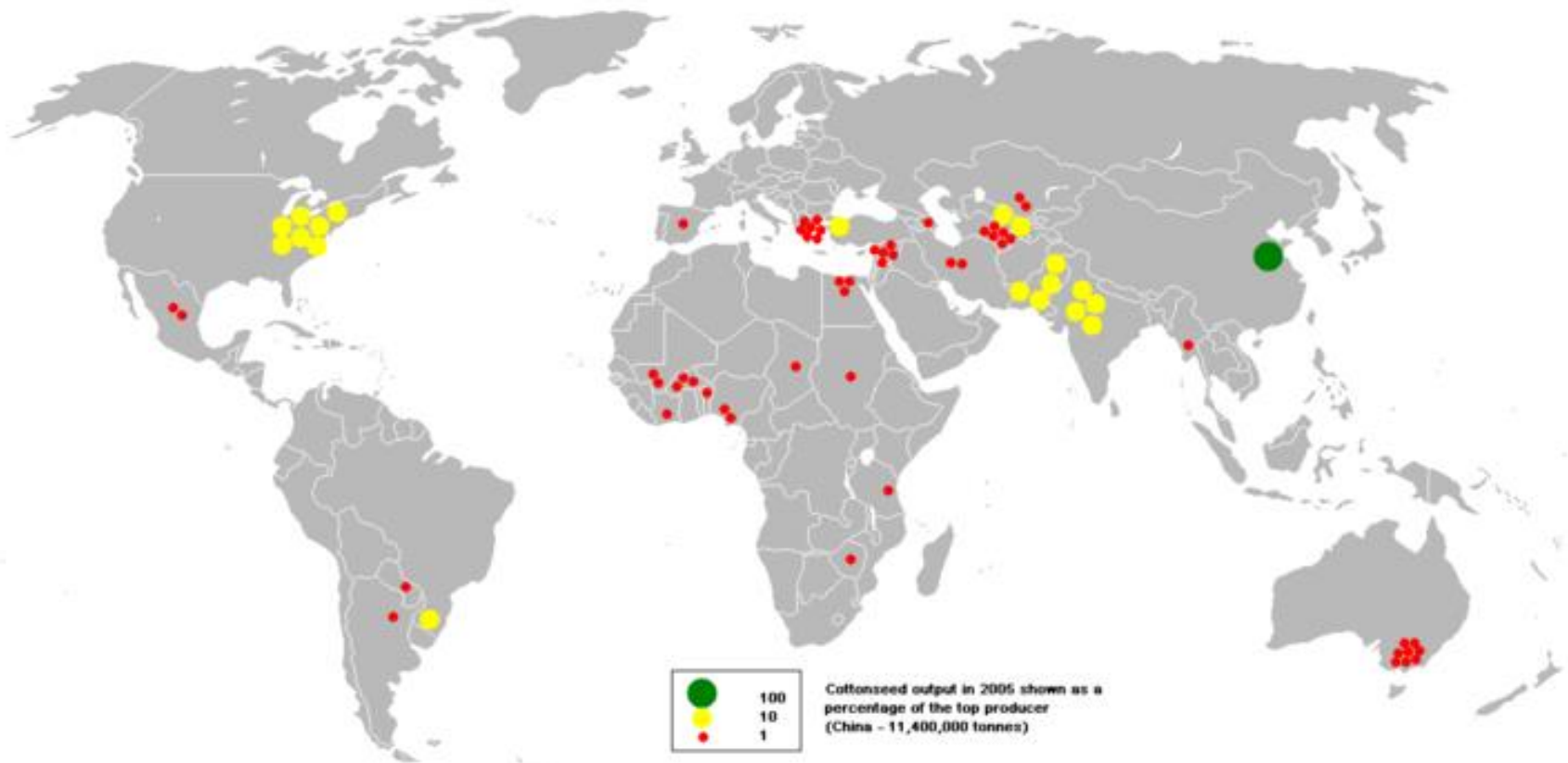
Oleje

- kokosový
- mandlový
- arganový
- avokádový
- ricinový
- kukuřičný
- sójový
- palmový
- palmojádrový
- řepkový
- slunečnicový
- podzemnicový
- olivový
- lněný
- kakaový
- babbasový
- čajový
- tabákový
- makový
- sezamový
- bavlníkový
- talový
- tungový
- perilový
- stillingový
- vernonový
- krotonový
- pryšcový
- oiticikový
- sterulkový
- parinarový
- bolekový (isanový)
- ximenový
- lumequový
- chalmogrový

Bavlníkový olej

- Bavlník (*Gossypium sp.*)
- Plodem je kulovitá tobolka
- V době zralosti praskne
- Vyloupne se bavlna s asi 50 semeny
- Semeno obsahuje asi 30-50 % oleje
- 45 % linolová
- 20 % palmitová
- Obsahuje alkaloid gosypol (žlutý pigment, jedovatý)





Top ten cotton producers — 2009

(480-pound bales)

 People's Republic of China	32.5 million bales
 India	24.3 million bales
 United States	13.0 million bales
 Pakistan	9.2 million bales
 Egypt	5.4 million bales
 Uzbekistan	4.2 million bales
 Australia	1.8 million bales
 Turkey	1.7 million bales
 Turkmenistan	1.1 million bales
 Syria	1.0 million bales

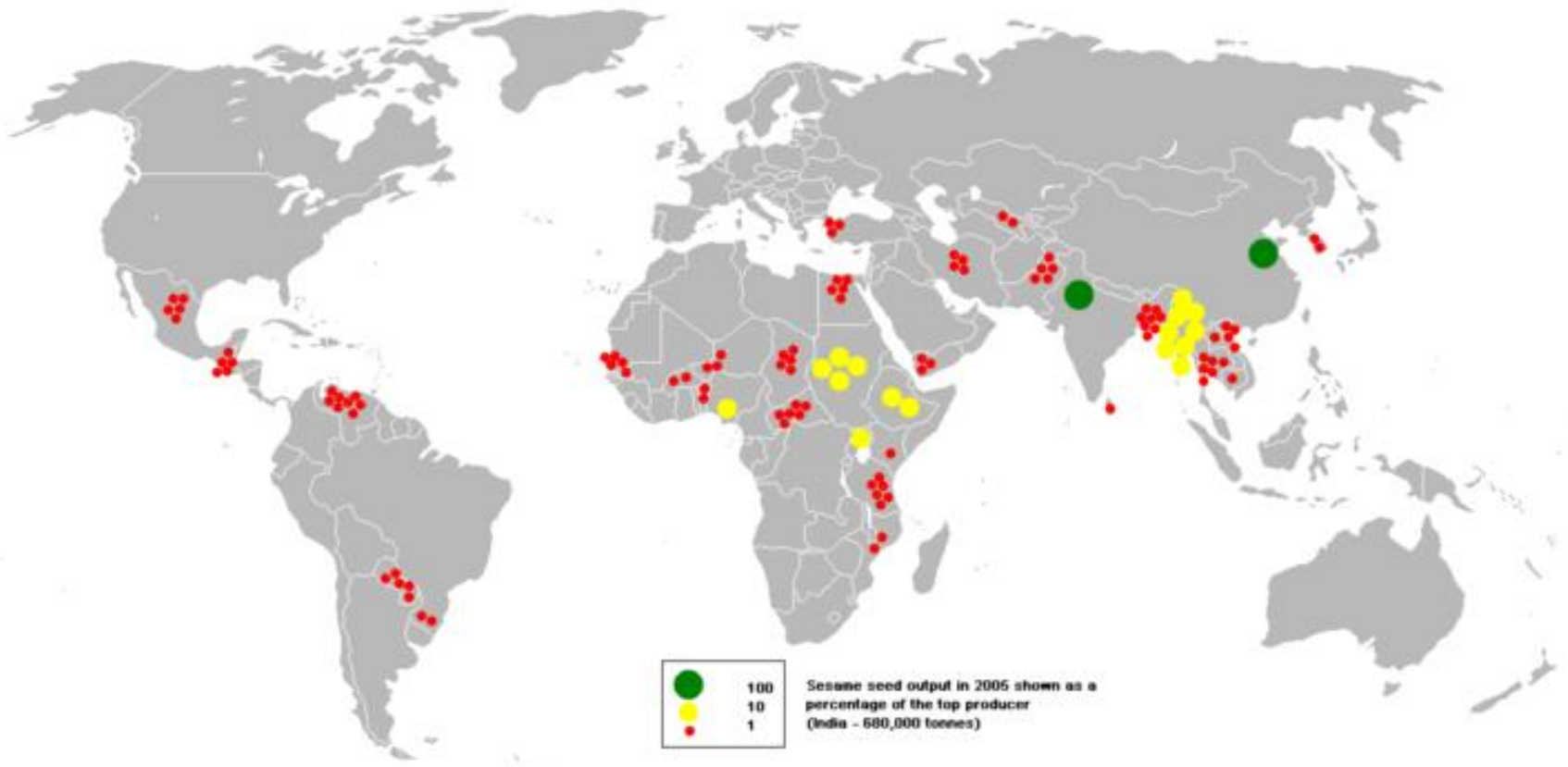
Sezamový olej

- **Sezam** (*Sesamum indicum*)
- zdomácněn v tropických oblastech po celém světě
- Semena se nacházejí v luscích
- kvete žlutě, některé druhy modře nebo fialově
- Sezam je jednoletou bylinou dosahující výšky až 2 metrů.









Oil, sesame, salad or cooking

Nutritional value per 100 g (3.5 oz)

Energy	3,699 kJ (884 kcal)
Carbohydrates	0.00 g
Fat	100.00 g
saturated	14.200 g
monounsaturated	39.700 g
polyunsaturated	41.700 g
Protein	0.00 g

Fatty acid	Nomenclature	Minimum	Maximum
Palmitic	C16:0	7.0 %	12.0 %
Palmitoleic	C16:1	trace	0.5 %
Stearic	C18:0	3.5 %	6.0 %
Oleic	C18:1	35.0 %	50.0 %
Linoleic	C18:2	35.0 %	50.0 %
Linolenic	C18:3	trace	1.0 %
Eicosenoic	C20:1	trace	1.0 %



Talový olej

- Odpad při výrobě celulózy z jehličnanů
- Na 1 t celulózy asi 40 kg talového oleje
- Surovina pro výrobu talového mýdla
- Velké množství pryskyřice
- Specifická vůně





Fatty acid	Percentage
Linoleic acid	49.0% \pm 2.3
Oleic acid	23.8% \pm 2.1
Pinolenic acid	17.1% \pm 2.0
Palmitic acid	6.3% \pm 2.2
Stearic acid	2.5% \pm 0.1

Tabákový olej

- Jednoletá bylina subtropů
- Semínka v makovicích
- Velmi jemná (HTZ 0,05g)
- Olej: linoleic acid 71%
 oleic acid 3 %
 palmitic acid 8 %





Makový olej

- Mák (*Papaver somnifer*)
- Jednoletá bylina
- Semena v makovicích
- Obsahují kolem 40 % oleje
- Zpracovávají se jen partie nevhodné pro konzum







- Opium - nařezáním makovic
- Obsah alkaloidů (1%)
- Morfium
- Diacetylací - heroin

Produkce makového semene v tunách za rok 2008

Zdroj: FAOSTAT^[1] (FAO)

Česko	49248	62 %
Turecko	10384	13 %
Francie	5000	6 %
Maďarsko	3300	4 %
Německo	2800	4 %
Rumunsko	1600	2 %
Rakousko	1567	2 %
Slovensko	1215	2 %
Zbývající státy	1536	5 %
Svět celkem	83435	100 %

Vlivem zaokrouhlování přesahuje součet podílů 100 %

Poppyseed oil

Nutritional value per 100 g (3.5 oz)

Energy	3,699 kJ (884 kcal)
Carbohydrates	0 g
Fat	100 g
saturated	13.5 g
monounsaturated	19.7 g
polyunsaturated	62.4 g
Protein	0 g
Vitamin E	11.4 mg (76%)

Phytosterols 276 mg

Percentages are relative to US [recommendations](#)
for adults.

Source: [USDA Nutrient database](#) 

Čajový olej

- Čajovník (*Camellia sinensis*)
 - Dlouhověký keř
 - Pěstuje se pro aromatické listy (thein)
 - Olej ze semen
-
- 88 % nenasycených MK
 - 12 % nasycených MK





















SINENSIS

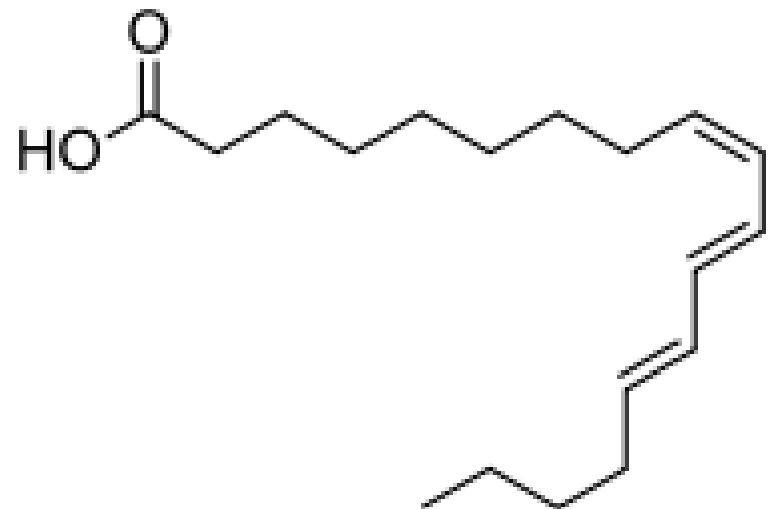


Reines chinesisches
Kamelienöl

Tungový olej

- Tung (*Vernicia fordii*)
- 10-20 m vysoký strom
- Plody se podobají zeleným jablkům
- V dužnině je 3-5 podlouhlých ořechů
- Jádra obsahují 40-70 % rychleschnoucího oleje
- 60-80 % k. α -eleostearové

α -Eleostearic acid



Common name	Lipid name	Chemical name
<i>Conjugated Linoleic Acids (two conjugated double bonds)</i>		
Rumenic acid	18:2 (n-7)	9Z,11E-octadeca-9,11-dienoic acid
	18:2 (n-6)	10E,12Z-octadeca-9,11-dienoic acid
<i>Conjugated Linolenic Acids (three conjugated double bonds)</i>		
α -Calendic acid	18:3 (n-6)	8E,10E,12Z-octadecatrienoic acid
β -Calendic acid	18:3 (n-6)	8E,10E,12E-octadecatrienoic acid
Jacaric acid	18:3 (n-6)	8E,10Z,12E-octadecatrienoic acid
α -Eleostearic acid	18:3 (n-5)	9Z,11E,13E-octadeca-9,11,13-trienoic acid
β -Eleostearic acid	18:3 (n-5)	9E,11E,13E-octadeca-9,11,13-trienoic acid
Catalpic acid	18:3 (n-5)	9Z,11Z,13E-octadeca-9,11,13-trienoic acid
Punicic acid	18:3 (n-5)	9Z,11E,13Z-octadeca-9,11,13-trienoic acid
<i>Other</i>		
Rumelenic acid	18:3 (n-3)	9E,11Z,15E-octadeca-9,11,15-trienoic acid
α -Parinaric acid	18:4 (n-3)	9E,11Z,13Z,15E-octadeca-9,11,13,15-trienoic acid
β -Parinaric acid	18:4 (n-3)	<i>all trans</i> -octadeca-9,11,13,15-trienoic acid
Bosseopentaenoic acid	20:5 (n-6)	5Z,8Z,10E,12E,14Z-eicosanoic acid

Major fatty acid composition of tung oil^[1]

Palmitic acid	5.5%
Oleic acid	4.0%
Linoleic acid	8.5%
Eleostearic acid	82.0%



Další zdroje tuků

- Méně známé plodiny tropů a subtropů (modře v seznamu na začátku)
- Tuk získaný extrakcí z jiných částí rostlin než plodů a semen (květy)
- Olejové maceráty a extrakty
- Tuk z ryb a velryb (ochrana přírody!)
- Mikrobiální tuk (*Rhodotorula glutinis*; *R. rubra*, *Candida tropicalis*, *C. utilis*...)
- Syntetické tuky (trans izomery!)

Biosyntéza tuku

- *Rhodotorula gracilis*
- Zdroj sacharidy (někdy i bílkoviny, dle kultivačního prostředí)
- Tukový koeficient = % tuku ze 100g cukru (maximum kolem 25)



- Acetylkoenzym A
- Opačný směr než β -oxidace MK
- Silně aerobní podmínky
- Optimum pro danou kulturu (30°C)
- pH 5,5-6
- dostatek fosforečnanů
- sacharidy 3-5%
- dusík : uhlík - 1:76

standardní půda:

- 4% sacharóza (též sulfitové výluhy, melasa)
- 0,066% NH_4NO_3
- 0,1% MgSO_4
- 0,1% K_2HPO_4
- 0,05% NaCl
- 0,05% CaCl_2
- 0,005% FeCl_3

- Maximum tuku se tvoří po vyčerpání veškerého cukru (stresové prostředí)
- Tuk vázán často na lipoproteiny
- Izolace: hydrolýza HCl při 50°C
extrakce petroletherem
- Složení podobné palmovému oleji

% z celkového obsahu mastných kyselín	Palmový olej	Tuk rodotoruly
Nasycené kyseliny:		
C ₁₄ (mýristová)	2,4	1,1
C ₁₆ (palmitová)	41,6	29,8
C ₁₈ (stearová)	6,3	8,8
C _{20, 22, 24}	stopy	1,4
Nenasycené kyseliny:		
C ₁₆ (hexadecenová)	1,8	1,8
C ₁₈ (olejová)	38,9	40,1
C ₁₈ (linolenová)	0,4	4,8
C ₁₈ (linolová)	9,5	11,2
C ₂₀	—	1,0
Jódové číslo tuku <i>Rh. gracilis</i>		70,76
Jódové číslo mastných kyselín		69,50
Zmýdelňovací ekvivalent tuku		292,5
n_D^{40} Nezmýdelnitelný podíl	3 %	1,4621

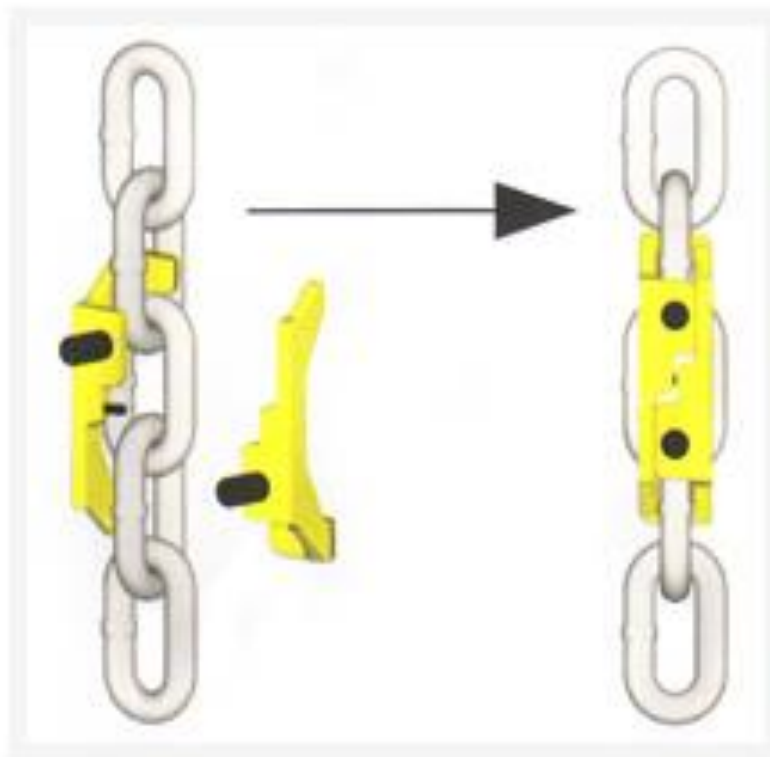
Zpracování olejnin

- Přeprava a skladování olejnin
- Skladování surových olejů
- Sušení
- Čištění
- Odslupkování semen a plodů
- Drcení a mletí semen
- Klimatizace
- Lisování
- Extrakce
- Rafinace

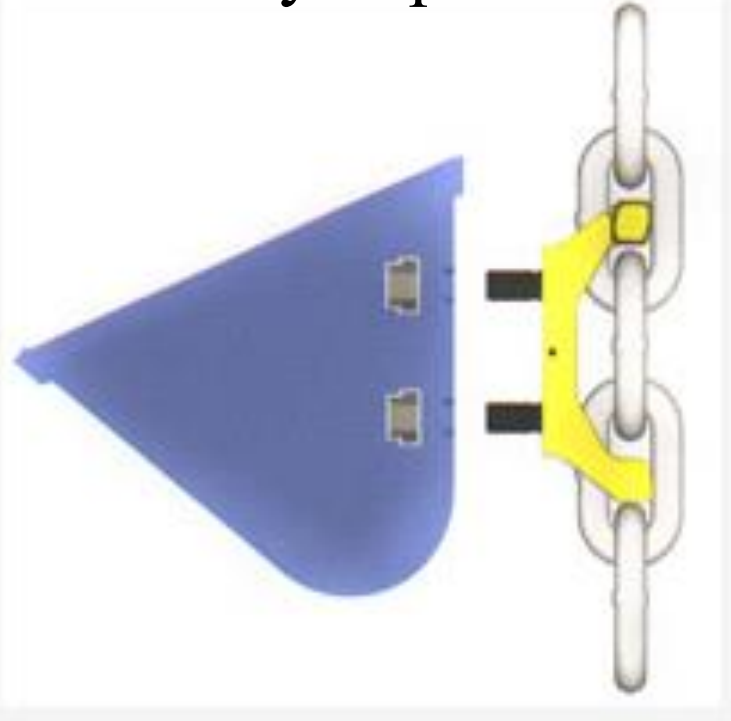
Přeprava a skladování olejnin

- Přeprava lodí, vlakem, nákl. auty
- Absolutní těsnost přepravních prostor
- Vlaky a nákl. auta mají sklopný systém
- Lodě – pneumatické systémy
- Mechanicko-pneumatické lopaty
- Transportní charakteristiky olejnin
 - Sypná hmotnost (400-800 kg.m⁻³)
 - Sypný úhel (25-45°)
 - Maximální sklony dopravníků (10-20°)
 - Koeficienty odporu (1,5-2,5)

- Vertikální doprava
 - korečkové dopravníky
 - na řetězech nebo pásech z PVC
 - šnekové dopravníky



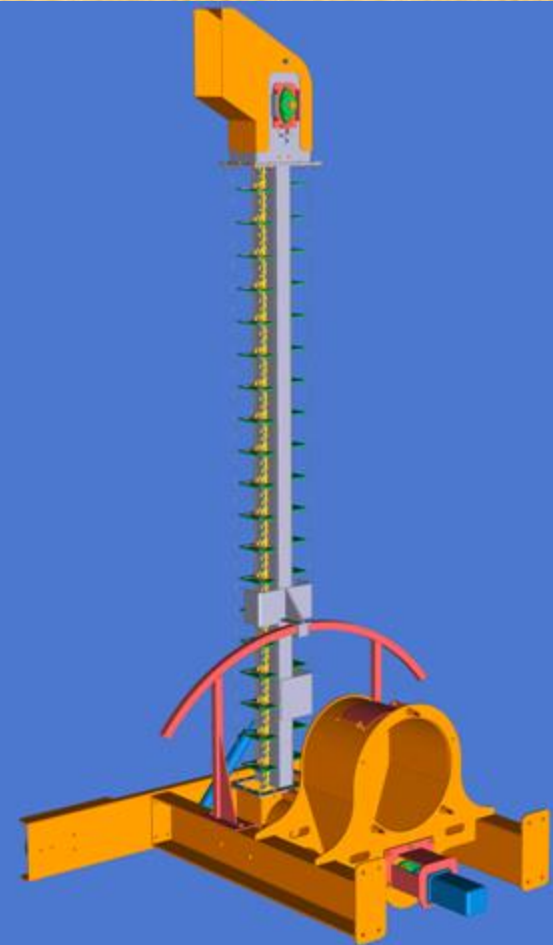
korečkový dopravník





korečkový dopravník

šnekový dopravník



- Horizontální doprava
 - Pásové dopravníky
 - Redlery (řetězové dopravníky)
 - Šnekové dopravníky
- Pneumatická doprava
 - Velmi čistá a bezpečná
 - Náročnější na energii
 - Potřeba vytvořit velké množství vzduchu
 - Definovaná minimální rychlost
 - Trasa co nejprímější (1 ohyb = 30 m rovné dráhy)
 - Oddělení v cyklónu
 - Obvykle plní i funkci chlazení a ventilace

- Doprava olejů
 - Čerpadla
 - Na lodích a vlacích jsou nádrže vyhřívané
 - V automobilových cisternách je předeheřtý olej
 - Přeprava výhradně potrubím
 - Rychlost 15-40 m³.hod⁻¹
 - Problém stoupacích potrubí
 - Obvykle přetlak plynem
 - Pára jen výjimečně (nárůst MK)
 - U tuhoucích olejů nutno olej během transportu ohřívát

Skladování olejin

- Sezónní záležitost
- Zpracování po celý rok
- Minimalizace ztrát tuků
- Vhodné a velké sklady = nákup do zásoby za nejvýhodnější cenu
- Sklad = roční spotřeba olejin a půl až jednoroční potřeba tuků a olejů
- Nutno počítat se změnami zrna během skladování
- Nejvyšší pozornost asi 2-3 měsíce od nákupu

- Enzymatické změny nejintenzivnější měsíc od sklizně (jiné chování při zpracování)
- Nejdůležitější je vlhkost semen
- Nebezpečí samovznícení
- Obvyklá vlhkost menší jak 8 %
- Nutnost aktivního větrání a ventilace
- Alarmující je nárůst teploty nad 32 °C
- Možné i skladování volně ložené na hromadách
- V současnosti skladování v silech
- Kruhová, šesti- a osmi- úhelníková
- Možnost naplnění CO₂
- Úplné zastavení metabolických pochodů

- Nejlepší využití zastavěné plochy
- Výborná ochrana proti škůdcům
- Možnost aktivní ventilace a větrání
- Monitorování teploty a proudění
- Konstrukce z betonu nebo oceli
- Výborná mechanická obslužnost
- Větší opotřebení redlerů a výtahů (abrazivita)



Sušení olejnin

- Semena s různým obsahem vody
- Závisí na teplotě a vlhkosti okolního vzduchu
- Semena jsou hygroskopická
- Voda povrchová a vnitřní
 - Sója 12 %
 - Slunečnice 9 %
 - Řepka 8 %
 - Kopro, podzemnice a palmojádro 5 %
- Rychlé sušení při nižší teplotě
- Věžové sušárny
- Teploty 70-90 °C

Čištění semen a plodů

- Odstranění příměsí a nečistot
- Magnety (elektrické)
- Aspirátory (cyklóny) – oddělení prachu
- Vibrační síta
- Rovinná kmitavá síta
- Kombinovaná zařízení (magnet, kmitací síta, aspirátor)

Odslupkování semen

- U většiny olejnin nutno slupku odstranit
- Slupky u kokosu, podzemnice a ricinu odstraněny už v produkční oblasti
- Slupka = celulosa, lignin, pentozany, barviva, tuk 0,5-2 %
- Uvolnění slupky od semene
- Odstranění slupky ze směsi semen a slupek

Slunečnice

- Semena s vysokým zastoupením slupek se loupají snadno
- Semena s vysokým obsahem tuku se loupají špatně, ve slupce zůstane 1,5-3 % oleje
- Vrhání semen vysokou rychlostí proti rotujícímu ocelovému bubnu
- Oddělení v prosévadle s aspirátorem
- Tři frakce: jádra se zbytky slupek; jádra; slupky
- V hotovém zbytku je asi 7-8 % slupek s obsahem asi 0,5-1,5 % oleje

Sója a řepka

- Odslupkujeme pouze tehdy, pokud chceme použít šrot na výrobu mouky

Podzemnice

- V produkční oblasti na kotoučovém loupači
- Nedojde k poškození semen, jen slupky

Bavlník

- Odtranění líntru (delintrace) = vlákna bavlny na semenech
- Pilkové odstraňovače líntru
- Očištěné semeno je vrháno mezi nože (bicí princip) nebo do bubnu (kotoučový princip)
- Odstranění slupek na sítích

Palmové plody

- Sterilizace materiálu parou v kotlích
- Deaktivace enzymů (lipázy)
- Snadnější uvolnění plodů z hroznů vláken
- Rozbití hroznů – oddělení samostatných plodů
- Zbytek plodů z hroznu uvolněn v mlátičce

Drcení a mletí olejnin

- Úprava semen na malé částice
- Deformace částic na vločky nebo drť
- Rozrušení rostlinných pletiv a buněčných blan
- Otevření buněk obsahující olej
- Působení tlaku, tahu a střížných sil
- Obvykle válcové systémy
- Předstupeň – rozřezání nebo před-drcení, dle druhu olejnin
- Obvykle se volí určitý kompromis mezi velikostí částic:
 - moc velké – menší výtěžnost tuku
 - moc malé – zahlcení lisu (protlaky)
- Mletím se otevře obvykle 65% tukových buněk

Drcení kopry

- kopra je po vyschnutí vyjmuta ze skořápky
- Drcení v řezačce, kusy asi 4 cm velké
- Dva válce opatřené noži, zapadají do sebe
- Nesmí vznikat kaše

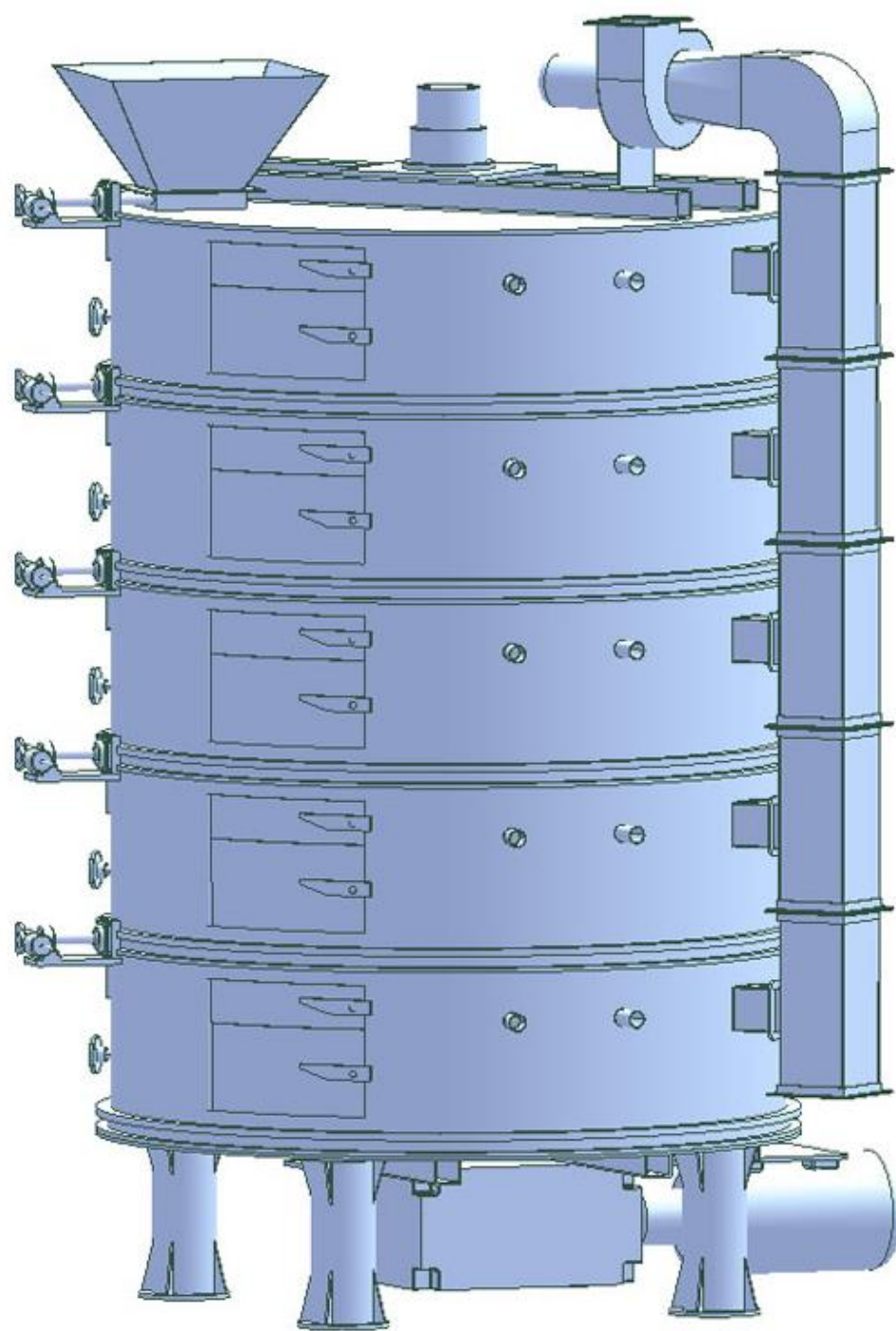
Drcení oliv

- Tlak, tření a míchání
- Válce mačkají nařezané olivy po talíři z tvrdokovu
- Vzniká pasta vhodná přímo na lisování
- Velká spotřeba energie
- Alternativa jsou kladívkové mlýny s nízkými otáčkami

- Mletí olejnin na válcových stolicích
- Různý počet válců, různé umístění, různé povrchy
- Válce buď hladké nebo rýhované
- Úhel rýhy 80-105°
- Rychlost otáčení válců 1,5-6 s⁻¹
- Rozdíl v rychlosti mezi válci je od 0 – 15 %
- Materiál se mačká ale i roztírá
- Na hrubě rýhovaných válcích se i rozřezává
- Délka válců bývá 500 – 1500 mm
- Průměr 200 – 1000 mm
- Větší průměry zpracují lépe hrubší materiál s větším obsahem oleje

Klimatizace olejnin

- Ohřev namleté nebo navločkované drtě olejnin při určité vlhkosti
- Rozrušení buněk, které nebyly otevřeny při mletí
- Koagulace bílkovin (vytvoření hrubozrnné struktury)
- Shlukování částic materiálu
- Snížení viskozity oleje
- Inaktivace enzymů a mikroflóry
- Olej samovolně neodtéká, je zadržován kapilárními silami
- Ohřevem materiálu se obsah buněk roztahuje, a buňky praskají
- Vysoké teploty škodí (denaturace bílkovin, změna pektinů, barevné reakce, tmavnutí)



Vertikální klimatizační pánev

- 2 - 8 pater
- Ohřev sytou parou
- Vrchní dvě patra přímý ohřev
- Výška materiálu 20-50 cm
- Pohyb lopatkovou hřídelí, hnací osa společná pro všechna patra
- Materiál postupuje z nejhornějšího patra
- Propadává otvorem v patrech
- Teploty: řepka 90-95°C, len 85-90°C, slunečnice 100-110°C, palmojádro 75-80°C
- Nevýhody – vysoká spotřeba páry, požadavek rovnoměrného plnění a rychlosti
- Doba setrvání 30-60 min

Další způsoby klimatizace

- Horizontální klimatizační pánve
 - Klimatizační válce se šnekem vyhřívaným parou
 - Menší zdrž a spotřeba páry
- Fluidní klimatizační jednotky
 - Zdrž jen 5-10 min
 - Přímý ohřev parou na 100°C

Lisování

- Vytlačování oleje z podrcených semen nebo olejnatého materiálu
- Faktory
 - Obsah tuku
 - Úprava materiálu před lisováním
 - Obsah vody v materiálu
- Výtěžek
 - Rychlost lisování
 - Lisovací tlak
 - Doba odtékání oleje
 - Teplota semen
 - Viskozita oleje





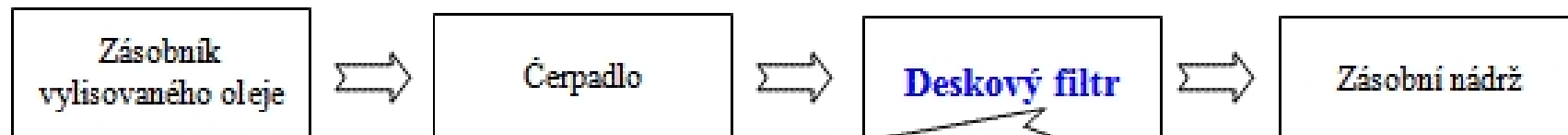
- Lisování pomocí šnekového lisu
- šnekovice má proměnlivý průměr i stoupání
- princip
 - Materiál se na prvních závitech stlačí
 - Mezi-částicový prostor se snižuje
 - Začne se uvolňovat olej
 - Olej ze středu se k okrajům nedostane
 - Olej z nerozrušených buněk se neuvolní
- Kapacita šnekového lisu závisí na:
 - Stoupání závitů
 - Frekvence otáčení
 - Koeficient plnění (objem závitu šneku/objem ced'ákové komory)
 - Velikost štěrbin pro odchod výlisků (pokrutiny)

- Konstrukce:
 - Lis má charakter směrem ke konci zužovat prostor mezi šnekovou hřídelí a ced'ákem
 - V prvních několika závitech šneku přepadává lisovaný materiál zpět
 - Vytlačený olej odtéká otvory a kanálky v ced'áku
 - Na konci lisu vypadávají výlisky
- Výlisky:
 - Při předlisování obsahují 15 – 20% oleje (5-15 MPa)
 - Při dolisování 5 – 7% oleje (35-40 MPa)
 - Vysokotlakým lisováním asi 3 – 5 % oleje (100 MPa)

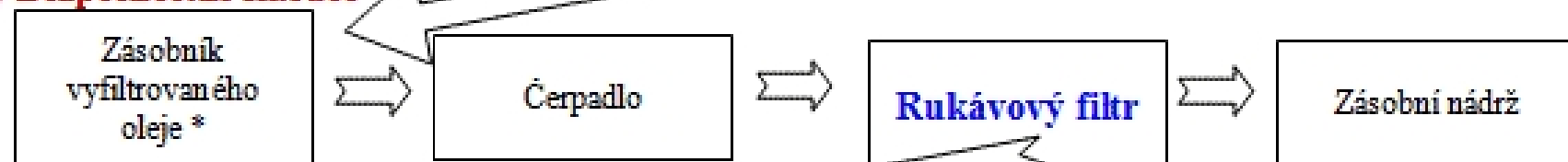
Čištění vylisovaného oleje

- Obsah 1-10% nečistot
- Zbytky rostlinných pletiv
- Pomocí vibračních sít a usazovacích nádrží
- Následná filtrace na kovových sítích pod tlakem
- odstředování s/bez přídavku vody
- Vyloučení fosfolipidů (sója)

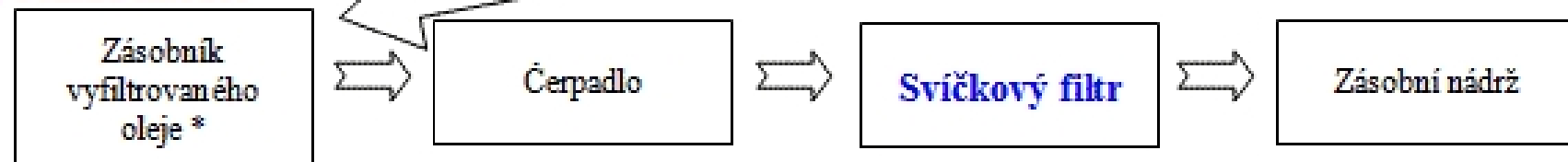
1) Hlavní filtrace



2) Bezpečnostní filtrace



3) Jemná filtrace









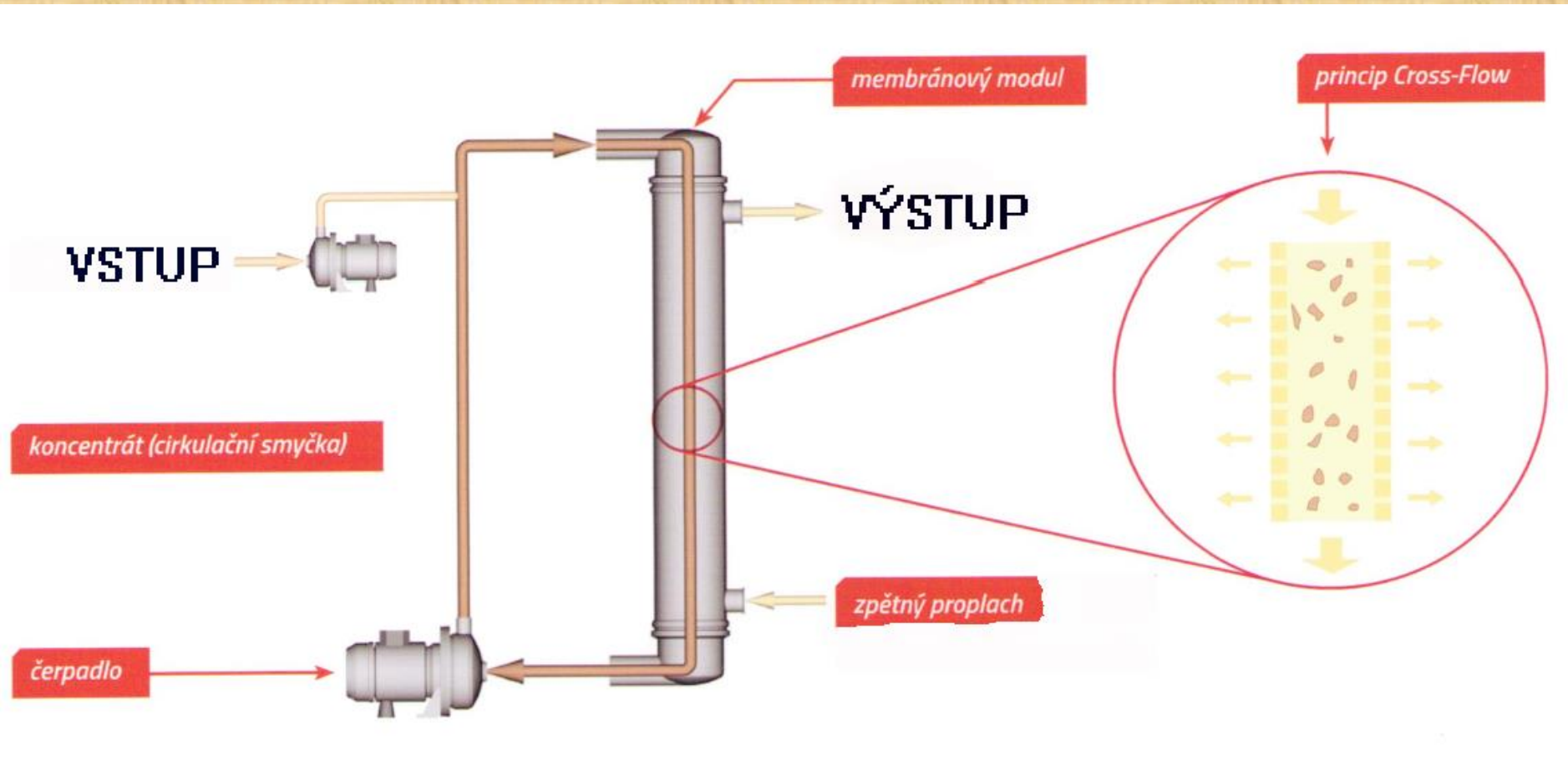


Detail spár svíčky mezi závity
drátu lichoběžníkového průřezu
(šířka spáry 50 mikrometrů)

Ukázka rovnoměrného
naplavení jednotlivých vrstev
křemeliny na svíčke



Cross-flow filtrace



zpětný proplach membrány

membrána po zpětném
proplachu



nefiltrované pivo



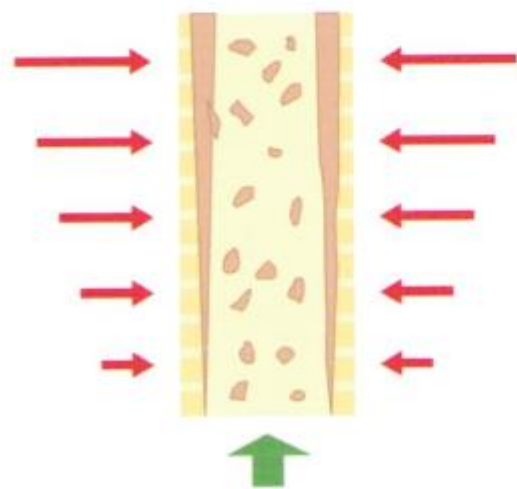
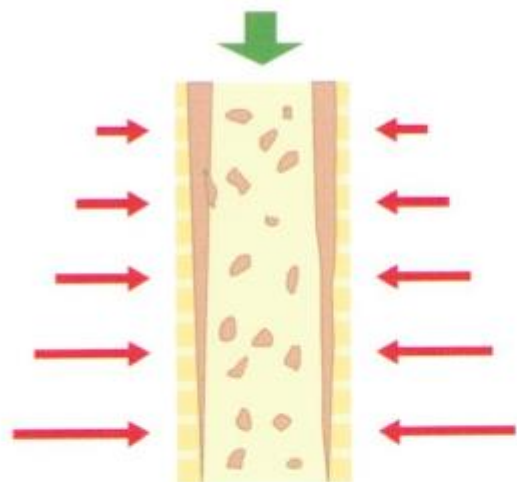
nečistoty



směr a intenzita zpětného proplachu



směr toku ve smyčce



Extrakce tuků

- Přejchod a rozpuštění oleje do vhodného rozpouštědla
- Patentováno v roce 1856
- Nepochární rozpouštědla (n-pentan, petrolether, diethylether, n-hexan, rektifikovaný benzín, ethanol, aceton)
- Vývoj od diskontinuálních ke kontinuálním
- Vysoký výtěžek
- Ve zbytku po lisování asi 1% oleje
- Rentabilní získání oleje z olejnin s nízkým obsahem tuku
- Složitější než lisování, větší nebezpečnost

- Nutnost znovu podrtit výlisky (stlačeny šnekem)
- Vznik drobných granulí
- Dobrá průtočnost rozpouštědla a snadnější odstranění ze šrotu
- Přímá extrakce – sója a bavlník
- V materiálu pro extrakci 4 složky
 - Olej
 - Rostlinné pletivo
 - Voda
 - Vzduch
- Olej vytvoří s rozpouštědlem tzv. miscelu
- Ta ulpívá na materiálu
- Další přísun rozpouštědla ji zředuje → extrakce
- Dosažení rovnovážného stavu

- Perkolační rychlost: rozpouštědlo i miscela musí dobře protékat materiálem
- Smývá se tak koncentrovanější miscela ulpívající na materiálu
- Je tak zachován vysoký koncentrační spád
- Největší vliv má struktura materiálu
- Teplota má vliv na viskozitu miscely, rozpustnost tuku v rozpouštědle

Rozpouštědla

- Chemická stálost (nerozkládat se, nepolymerovat)
- Nereaktivní
- Nekoroduje zařízení
- Dobrá rozpouštěcí schopnost pro tuky
- Co nejméně rozpouští slizy, fosfolipidy, barviva
- Konstantní bod varu
- b.t. nižší jak 0 °C (krystalizace)
- Nízké výparné a měrné teplo (neochlazuje systém)
- Nerozpustné ve vodě; s vodou netvoří emulze
- Dobrá smáčivost a penetrace
- Netoxické, neškodné pro lidi a zvířata
- Nehořlavé
- Nízká cena

- Rozpouštědlo dle takových kritérií neexistuje
- Nejčastěji extrakční benzín (b.v. 60-80°C)
- N-hexan (neobsahují aromatické uhlovodíky)
- V Brazílii a východní Asii se používá ethanol (levný)
- Alternativa – fluorované a chlorované alkany

- Konstrukce extraktorů
 - Diskontinuální vertikální extraktor
 - Rotační extraktor
 - Ponorné extraktory
 - Skrápěné extraktory
 - Košový extraktor
 - Pásový extraktor
 - Komorový extraktor
- Ohřev extraktorů parou

Zpracování miscely

- Odstraňování nečistot
- Odpařování rozpouštědla
- Kondenzace par rozpouštědla a vody
- Oddělení vody

- Čistý surový olej
- Rozpouštědlo se vrací zpět do extrakce

- Odstranění nečistot filtrací přes filtr s kovovou vložkou (0,05 mm)
- Odpařování rozpouštědla v odparkách (talířové; 0,3 atm)
- Otop parou nebo brýdovými parami z toasteru
- Kondenzace brýdových par rozpouštědla se děje v kondenzátoru; chlazení vodou
- Zkondenzují společně páry rozpouštědla a vody
- Oddělení vody od rozpouštědla v odlučovači
- Kónická nádoba v níž se oddělí vrstva vody
- Obvykle je rozpouštědlo v horní vrstvě, kontinuálně odtéká
- Voda se hromadí ve spodní části
- Surový olej obsahuje kolem 0,1% nečistot a 0,3% vody a asi 5% rozpouštědla
- Zbytek rozpouštědla se odstraní ve stripovací koloně parou (zbytkový obsah rozpouštědla 5 ppm)

Zpracování šrotu

- Šrot obsahuje velké množství bílkovin
- Použití na výživu hospodářských zvířat
- Sójové i pro výživu člověka

- Odstranění zbytků rozpouštědla
- Odstranění antinutričních látek
- Sušení
- Mletí
- Chlazení
- Formování do pelet

- Odstranění zbytků rozpouštědla zahřáním (nepřímý ohřev parou)
- Šnekový vyhřívací systém
 - Teplota asi 100-120°C
 - Zadrž asi 20-30 min
 - Zároveň se šrot vysuší
- Toastery
 - Několikapatrový válec
 - Šrot postupuje od shora dolů
 - V horních patrech odpaření rozpouštědla
 - Ve spodních patrech přímý otop parou, snížení nebo odstranění antinutričních látek
 - Brýdové páry se používají pro ohřev miscely

Bezpečnost

- Uvedená používaná rozpouštědla jsou hořlaviny I. třídy
- Výbušná směs 1,2-7,5 obj. %
- Teplota vznícení 264°C, bod vzplanutí -6°C
- Přípustná koncentrace par ve vzduchu
 - je 500 mg.m⁻³
- Prach z olejnin má výbušnou mez v koncentraci kolem 90-150g.m⁻³
- Zápalná teplota usazeného prachu je 175-220°C
- Účinné větrání (obměna vzduchu 6x za hodinu)
- Detektory koncentrace rozpouštědel
- Sklady zabezpečit možným zaplynováním CO₂
- Eliminovat statickou elektřinu (uzemnění)
- Střecha z lehkého nehořlavého materiálu

Získávání živočišného tuku

- Nejstarší způsob je vytavování (škvaření)
- Mechanicko-tepelné zpracování
- Suchý nebo mokrý způsob
- Suchým způsobem technické tuky (často i kafilerní)
- Mokrým způsobem tuky potravinářské
- Nařezání suroviny v řezačce (vlk, vlček)

- Suchý způsob:
 - min. 140°C po dobu 30-45 min
- Mokrý způsob:
 - Předehřev vodou na 70 – 90 °C
 - Tlakový autokláv 100-120°C
 - Převod do atmosférického tlaku
 - Vlivem rozdílu tlaku rozrušení tukových buněk
 - Škvarky se vylisují na šnekovém lisu
 - Voda s tukem se oddělí
 - Ohřev na 100°C, oddělení tuku v odstředivce
 - V různých modifikacích mokrého způsobu je použita pára
 - Zbytkový tuk ze škvarků lze následně extrahovat

Rařinace tuků

- Zuřlechtění tuku
- Odstranění látek netukové povahy
- Látky nerozpustné v tuku
 - Mechanické neřistoty
 - Minerální látky
 - Částičky semen
 - Buněčná pletiva
 - Bílkoviny
 - Sacharidy
- Časem tvoří suspenzi sedající na dno tuku
- Patří sem i voda
- Ve vodě (0,1-1 %) jsou aktivní látky v ní rozpustné

- Hydratace
- Koagulace
- Růst mikroorganismů
- Často lipolytická aktivita
- Lipolytické enzymy z rostlinných pletiv
- Hydrolýza triacylglycerolů
- Vznik mastných kyselin a nárůst obsahu glycerolu
- Rapidní snížení kvality tuku
- Při tepelném namáhání vznik akroleinu
- Snadná oxidace a kažení tuku (žluknutí)
- Panenské oleje bez jakékoliv úpravy se uchovávají v lednici!

- Látky rozpustné v tuku
 - Volné mastné kyseliny
 - Fosfolipidy
 - Dusíkaté sloučeniny a jejich komplexy
 - Fyziologicky účinné látky (tokoferoly, steroly, vit. A, D, E, K)
 - Vosky
 - Oxidační produkty MK, aldehydy a polymery
 - Toxické sloučeniny (gossypol, ricinin)
 - Těžké kovy (Cu, Fe – urychlují oxidaci)
 - PAH a nitrosaminy
 - Rezidua pesticidů

Operace při rafinaci tuků

- Získat olej zdravotně nezávadný
 - Příjemná vůně i chuť
 - Vyhovující barva
 - Dostatečná trvanlivost
 - Obsah nutričních látek
-
- Odslizování
 - Odkyselování
 - Bělení
 - Deodorace
 - Winterizace

Odslizování

- Odstranit z tuku průvodní suspendované látky v nerozpustné formě
- Látky ve vodě hydratovatelné
- Látky koagulační povahy
- Fosfolipidy
- Rostlinné slizy
- Látky gelové povahy (bílkoviny, glykolipidy, glykoproteiny)

- Dříve sedimentace ve skladovacích nádobách
- Potom adsorbenty a filtrace
- Dnes hydratace, oddělení kalu a následně odvodnění tuku
- Hydratace je nejšetrnější
- Vznik monomolekulární dvouvrstvy (jako u membrán) – voda / fosfolipidy + TAG
- Vznik hydrofilních koloidů
- Solvatace a micelární okluze
- Hydratací zkoagulují látky bílkovinné povahy, slizy a fosfolipidy
- Zvýšená hustota těchto látek
- Následná sedimentace nebo odstředování na centrifugách

- Rychlý průběh hydratace závisí na koagulaci částic
- Skrytá koagulace (dvouvrstvy, okluze)
- Viditelná koagulace – tvorba částic, vloček, sedimentu
- Příznivě působí elektrolyty v oleji
- Koagulační práh (minimální koncentrace elektrolytu v oleji)
- Vyšší koncentrace již nemá na koagulaci vliv
- Elektrolyty – NaOH, HCl, NaCl, HNO₃, H₃PO₄, kyselina citrónová
- Příklad asi 0,1 % na hmotnost oleje
- Zjišťuje se laboratorně, stejně jako množství přidané vody pro hydrataci

- Proces vsádkový a kontinuální
- Vsádkový
 - Olej zahřátý nepřímo parou na 60-80 °C
 - Přídavek spočítaného množství vody sprchou (asi 1-5 %)
 - Míchání
 - Během 10-15 min tvorba kalu
 - Za 2 – 3 h si kal sedne na dno tanku
 - Obvykle se použije odstředění v odstředivce

- Kontinuální
 - Olej je průtokově zahřátý na teplotu 60-80 °C
 - Vede se do směšovací komory, kde se smíchá s vodou (0,2-1% vody)
 - Vznikne zákal
 - Odseparování zákalu v odstředivce
- V **kalu** je velké množství lecitinu, enzymů a bílkovin
- Pro potravinářské využití především hydrolyzační kaly ze sojového oleje
- Odpaření vody na 1% pomocí vakuové odparky
- Rafinace lecitinu pomocí 1% H₂O₂ a vysušení ve vakuu
- Obsahuje asi 20 % MK (i bílkoviny)
- Nažloutlá až oranžová kapalina
- Lyofilizovaný - nažloutlý pudr, silně hygroskopický



Odkyselování

- Odstranění volných MK
- Obvykle v olejích kolem 0,5-5 %
- Kokosový, palmový a palmojádro až 10 % volných MK
- Ovlivňují negativně chuť a vůni olejů
- Ve finálních odkyselených tucích je obsah volných MK pod 0,1 %
- Při použití hydroxidů tento proces označujeme jako neutralizace

Neutralizace

- Princip neutralizace MK pomocí NaOH je poměrně jednoduchý
- Vznikají sodné soli mastných kyselin - mýdla
- Ta jsou v oleji nerozpustná
- Tvoří se vločky a sedimenty
- Tato směs vloček se označuje jako „soapstock“ (mýdlový kal)
- Ztráty oleje do kalu
- Vodný roztok NaOH je v oleji nerozpustný
- Hlavní vliv na rychlost neutralizace je styčná plocha olej / roztok NaOH

- Při styku MK s NaOH vznikne mýdlo, to brání další neutralizaci
- NaOH musí překonat difuzní odpor k další neutralizaci MK
- Fickův zákon – difuze je úměrná koncentračnímu gradientu a ploše
- Rychlost neutralizace je tedy přímo úměrná relativnímu pohybu molekul (smývání mýdla z povrchu) a rychlostí difuze (průnik NaOH k MK)
- Účinnější menší kapky NaOH a jeho nižší koncentrace
- Další zpomalení reakce způsobují látky, které se neodstranily při hydrataci

- Při sedimentaci mýdlových vloček dochází k solvataci, bobtnání, agregaci a okluzi
- Ztráty oleje okluzí
- Uvolnění sedimentací nebo odstředěním
- Zbytek až po rozkladu mýdla pomocí minerálních kyselin na MK
- K objasnění reakčního mechanismu neutralizace slouží vícefázové diagramy olej – mýdlo – voda – elektrolyt
- Posledním krokem je praní neutralizovaného oleje horkou vodou nebo parou

- | | | |
|--------------|---------------|-----------|
| • č.k. do 3 | NaOH 2-5 %, | T=80-95°C |
| • č.k. 3-6 | NaOH 5-10 %, | T=70-80°C |
| • č.k. nad 6 | NaOH 10-18 %, | T=40-50°C |

Diskontinuální vsádková neutralizace

- Koncentrovaným NaOH (15 %)
 - Vyhřátý olej na 50-80 °C
 - Skrápění roztokem hydroxidu (20 °C)
 - Množství vyšší o 25-30 % než je teoretické
 - Po tvorbě vloček pauza
 - Skrápění vodou pro odstranění oleje okludovaného do vloček (mýdlo se částečně rozpustí ve vodě)
 - Nakonec vysolení 5% NaCl

- Zředěným NaOH (5 %)
 - Při použití zředěného NaOH je teplota hydroxidu o 5°C vyšší než oleje
 - je použit i vyšší nadbytek (až 60 %)
 - Menší frekvence míchání
 - Mnohem menší zádrž oleje okluzí
 - Vyšší výtěžky čistého oleje než u postupu s koncentrovaným NaOH

Kontinuální neutralizace

- Moderní způsob
- Oddělení „soapstocku“ na výkonných talířových odstředivkách
- Zkrácení doby neutralizace
- Zamezuje vzniku emulzí
- Zabraňuje zmýdelňování neutrálního oleje
- Snižuje ztráty na neutrálním oleji
- Práce s teoretickým (nebo nepatrně vyšším) přebytkem NaOH
- Vyšší následný prací efekt
- Malý zbytkový obsah MK a mýdla v oleji
- Jakostní olej, dobře bělitelný a dezodorovatelný

- Olej je předeheřtý na teplotu 80 – 90 °C
- V první fázi dochází pomocí H_3PO_4 (0,2%) k vysrážení zbytku slizovitých látek
- Neutralizační mísič s vysokou frekvencí otáčení
- Příkladavek NaOH (6-15%) = teoretické množství, 25-30 s
- Oddělení mýdla na vakuové odstředivce
- Možnost další neutralizace (dle oleje, barvy, obsahu MK, odslizení)
- Olej je dále veden na praní horkou vodou
- Oddělení prací vody na podtlakovém separátoru
- Výsledný olej má max. 0,007 % mýdla, 0,5 % vody a 0,05 % volných MK

Další způsoby neutralizace

- Pomocí Na_2CO_3
 - Vzniká CO_2 , NaHCO_3 a H_2O
 - CO_2 zaplyňuje směs, mýdlo se špatně dělí
 - Použití vakuového systému
 - Slabší bělicí schopnost
- Pomocí amoniaku
 - Nemá žádný bělicí efekt
 - Ztráty amoniaku asi 20%
- Neutralizace v miscele
- Neutralizace pomocí destilace
- Neutralizace esterifikací
- Selektivní extrakce

Neutralizace v miscela

- Miscela: 15-30 % oleje v rozpouštědle
- Při neutralizaci prakticky nedochází k tvorbě emulze
- Nedochází k tak velké adsorpci oleje do mýdla
- Koncentrace NaOH 6-8%
- Nutné intenzivní míchání
- Nutnost oddestilovat rozpouštědlo z mýdla
- Koncentrace miscely do procesu je 40 %
- Navýšení již vylisovaným olejem

- Náročnost na zařízení
 - Vzduchotěsnost
 - Nevýbušnost
 - Provoz musí navazovat na extrakci
- Často se mísí miscela i s dalšími rozpouštědly (iPrOH, aceton)
- Výhodný postup pro neutralizaci bavlníkového oleje
- Rozpuštění tuku v acetonu
- Ten rozpustí i toxický gossypol (poškozuje srdce a játra, inhibuje některé enzymy, žluté zbarvení)
- gossypol se potom při neutralizaci vyloučí do mýdla
- Rozpouštědlo se odstraní vakuovou destilací

Zpracování „soapstocku“

- Obsah tukového podílu asi 30-40%
- Zastoupení MK a oleje v tukovém podílu je asi 50% / 50%
- Kyselý rozklad solí MK
- Obvykle H_2SO_4
- Provařování párou
- MK sedimentují na dně kotle
- Proprání MK vodou, odstranění kyseliny
- Tuk se zachytí na lapači tuku

Odkyselení destilací

- Destilace s vodní parou
- Provádí se za vakua
- Vysoké náklady na aparaturu
- Použití u surovin s vyšším obsahem MK (palmový olej – červená barva)
- Získané mastné kyseliny jsou bezbarvé

Odkyselování esterifikací

- Esterifikace MK glycerolem
- Teploty 180-200 °C
- Za vakua
- Katalyzátor kovy (Sn, Zn) nebo jejich oxidy
- Glycerol ve 150% nadbytku
- Nadbytečný glycerol vyprán vodou

Bělení

- Odstranění barevných příměsí
- Karotenoidy
- Xantofyl
- Chlorofyl
- Gossypol
- Produkty Maillardových reakcí
- Oxidační produkty kovů a polyfenolů

- K částečnému bělení dochází u odslizování
- K výraznému bělení u alkalické neutralizace NaOH
- Měření intenzity zbarvení se provádí spektrofotometricky při vybraných vlnových délkách
- Nejčastěji bělení adsorpcí
- Adsorpční (bělicí) hlinky
- Hlinotokřemičitany Na nebo Ca
- Montmorillonit, attapulgit, hektorit
- Chemicky se nazývají bentonity
- Obvykle namletí suroviny, přesátí přes síto, aktivace roztokem HCl, filtrace, sušení, mletí

- Aktivní uhlí
- Výroba z dřevěných pilin, skořápek peckovin, z uhlí, rašeliny spalováním za nepřístupu vzduchu
- Nutná aktivace, buď CO_2 , H_3PO_4 , CaCl_2
- Velký aktivní povrch ($200\text{-}700 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$)
- Obvykle ve směsi s bělicí hlinkou 1:10

- Příklad: Přídavek obou bělidel do studeného oleje
- Ohřev na $70\text{-}90^\circ\text{C}$
- Podtlak, odstranění vody z oleje a hlínky
- Doba bělení 10-20 min, dle druhu oleje
- Oddělení hlínky s uhlím filtrací nebo odstředěním

Deodorace

- Odstranění látek mající nežádoucí vliv na chuť a vůni oleje
- Terpenické a alifatické uhlovodíky
- Aldehydy, ketony, alkoholy, laktony
- Squalen (u sóji)
- Oxidační produkty MK (k. klupanodonová)
- Sirné sloučeniny (řepka – glukosinoláty)

- Vhánění přehřáté vodní páry (250-300°C) do oleje za vakua
- Zvýšení tenze par těkavých látek
- 190-250°C po dobu 2h
- Obvykle věžový reaktor, olej natéká z horní části, ze spodní části vstupuje pára; kontinuální systém

Winterizace

- U olejů do salátů, majonéz, oleje pro konzervářenský průmysl (rybí)
- Odstranění látek s nízkým bodem tuhnutí
- Nasycené triacylglyceroly a vosky (slunečnice)
- Termicko-mechanický proces
- Ochlazení na 5°C , dále na -3°C a finálně na -5°C
- Tvorba krystalů v modifikaci α , potom v modifikaci β' (modifikace β je nevhodná!)
- Lze použít i winterizaci v rozpouštědle (hexan), aparatura nákladná
- Odstředění krystalů vosků za chladu; filtrace

Uskladnění olejů

- Oleje snadno přejímají pachy z okolí (maso, sýry, rozpouštědla...)
- UV záření – autooxidace
- Styk s kovy, se solemi kovů – autooxidace
- Ve velkém objemu skladování pod N_2
- Panenské oleje (olivový) v chladu

Ztužování tuků

- Počátky v roce 1897 – důkaz že jde hydrogenovat (Francie)
- Během 10 let celý svět
- V r. 1910 i na území České republiky (dnešní SETUZA)
- Druhy hydrogenace (enzymatická, homogenní, heterogenní, parciální, totální)
- Katalyzovaná reakce
- Změnit chemické a fyzikální vlastnosti tuků
 - Trvanlivost
 - Stabilita
 - Tekutost

Katalyzátory

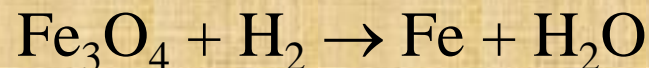
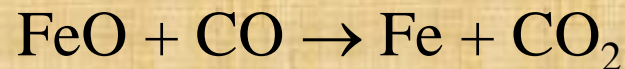
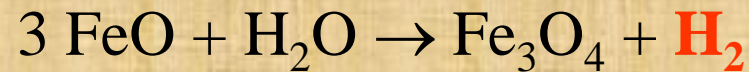
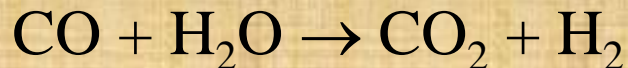
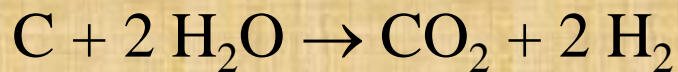
- Aktivita
- Selektivita
- Životnost
- Rychlost úbytku dvojných vazeb na jednotkové množství katalyzátoru za 1 s
- Kovy skupin VIb, VIIb, a VIIIb (Ib a IIb)
- Nosiče (křemelina, Al_2O_3 , SiO_2 , MgO)
- Katalytické jedy (CO , slizovité látky, mýdla)
- Rychlostní konstanty
 - trieny : dieny : monoeny = 4 : 2 : 1
- Vznik trans izomerů (židličková konformace)
 - Záleží na reakčních podmínkách (T, p, katalýza)

- Chemické vlastnosti trans izomerů jsou stejné
- Fyzikální se liší: (b.t.)
 - olejová / elaidová 19°C / 44°C
 - eruková / brasidová 33,5°C / 60°C
 - linolová / t.t. linolová -5°C / 28°C
 - linolenová / t.t.t. linolenová -30°C / 29°C
- Zdroj vodíku pro hydrogenaci
 - Elektrolyticky
 - Kontaktně – rozkladem vodní páry
 - Konverze nízkých n-alkanů
 - Adsorpce vodního plynu na molekulových sítích
 - Odpad při jiných výroбах

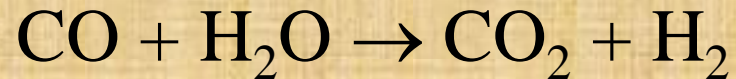
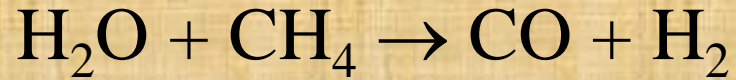
- Elektrolýza vody
 - Roztok KOH
 - Spotřeba asi 5 kWh na 1m³ H₂

- Kontaktní způsob

- Rozklad vodního plynu železem



- Výroba konverzí n-alkanů



- Příprava katalyzátoru

- Raneyův Ni

- Srážení rozpustné soli Ni za přítomnosti nosiče

- Odstranění elektrolytů

- Sušení a kalcinace

- Redukce NiO na Ni

- Výsledné složení Ni/NiO//SiO₂

- Hydrogenace tuku
- Proublávání H_2 olejem s katalyzátorem při teplotě 150-160 °C
- Nutná jemná difuze H_2
- 20-50 m³ H_2 na tunu oleje
- Výpočet spotřeby H_2 z J.Č. (o 25 % vyšší)
- Reakce je exotermická (+20°C)
- Konec je řízen buď indexem lomu nebo b.t. tuku
- Obvykle 2-6 h
- Výsledný b.t. tuku je mezi 30-34 °C
- Pro tukové násady až 42°C

Frakcionace tuků

- Rozhodující jsou finální fyzikálně-chemické vlastnosti tuku
- Optimální složení a zastoupení MK v TAG
- Krystalizace
- Interesteifikace

Krystalizace tuků

- Pomalé ochlazení tuku na bod vzniku krystalizačních jader
- Tvorba krystalů a vznik krystalizačního tepla
- Další pomalé ochlazení
- Mechanické oddělení tuhé fáze od kapalné (stearín a oleín)
- Kapalné fáze jako běžné potravinářské tuky
- Pevná fáze na přípravu tukových násad, margarínů a pokrmových tuků

Interesterifikace tuků

- Přeskupení acylů v molekulách a mezi molekulami triacylglycerolů
- Změna fyzikálních vlastností tuků
- Netvoří se *trans*-izomery
- Nenastává polymerace
- Velmi malá migrace dvojných vazeb
- Malý vznik polyenů
- Použití katalyzátoru
- Neřízená a řízená interesterifikace
- Řízená esterifikace poskytne lepší výsledek
- Nutná katalýza

Řízená interesterifikace

- Z homogenní fáze se odstraní složky s nejvyšším bodem tání (krystalizace) S_3
- Při interesterifikaci se ustanoví nová rovnováha odpovídající statistickému rozdělení přítomných MK
- Opět odstraníme podíl s nejvyšším bodem tání S_3
- Ve zbylé tekuté fázi je obvykle ve zbytku U_3 , popř. S_2U a SU_2
- Teoreticky lze získat pouze S_3 a U

TAG	přirozeně	random	řízeně
S3	2	5	14
S2U	26	25	15
SU2	54	44	32
U3	18	26	39
b.t.	35	37	46

- Změna mechanických vlastností
- Katalyzátory
 - Alkalické alkoholáty (methanolát sodný, ethanolát sodný) 0,2 %, 70-90°C
 - Alkalické kovy (Na, K nebo jejich slitina) 0,1 %, 120°C
 - Alkalické hydroxidy (NaOH, KOH) 0,2 %, 160°C
- Nebyla zjištěna:
 - toxicita
 - změna biologické hodnoty
 - změna nutriční hodnoty
 - zůstala zachována účinnost esenciálních mastných kyselin

- Požadavky na tuk k interesterifikaci
 - Obsah vody max. 0,01 %
 - Obsah FMK max. 0,05 %
 - Minimální obsah hydroperoxidů (max. 2 mmol.kg⁻¹)
 - Nesmí obsahovat slizy a fosfolipidy
 - Nesmí obsahovat min. kyseliny a alkoholy
- Interesterifikace se provádí za vakua nebo v N₂
- Deaktivace katalyzátoru vodou nebo min. kyselinou, vznikne mýdlo (vyprání vodou)
- Sodík s vodou tvoří vodík (odvod nebo jímání), nebezpečí výbuchu směsi se vzduchem

- Praktické využití interesterifikace
 - na výrobu tuků pro tukové násady
 - margaríny
 - shortenigy
 - tuky pro cukrovinkářský průmysl
 - možno získat např. tvrdé máslo (náhrada drahého kakaového másla)
- Možnost míchat různé oleje a tuky (rostlinné i živočišné)
- Frakcionací lze získat různé podíly s různým b.t.

Margaríny

- Potravina typu voda v oleji
- V roce 1867 vypsala Napoleon III odměnu za vynález umělého másla (doba krize a válek)
- První margarín vynalezl Hippolyt Mège-Mouriés (1817-1880)
- Směs hovězího loje (oleín) a mléka, emulgovaná mechanicky, potom rychle zchlazená
- Patent v roce 1869
- Řecky *margarites* - perly

- Obecně obsah tuku kolem 80% (3100 kJ)
- U nízko energetických i 40% (1500 kJ)

- Nejdůležitější jsou senzorycké vlastnosti a konzistence
- Široké spektrum aplikace margarínů
- Výroba může být přizpůsobena aktuálním požadavkům
- Princip je převedení roztavené tukové násady do emulze s vodní fází, rychlé ochlazení a mechanická homogenizace

Suroviny pro výrobu margarínu

- Tuky a oleje
 - Rafinované tuky, často mírně ztužené, upravené interesterifikací nebo frakcionací
 - Bezvadná sensorická jakost
 - Oleje: sojový, řepkový, slunečnicový, bavlníkový, podzemnicový, palmový, kokosový, palmojádrový
 - Vepřové sádlo, hovězí lůj, rybí trány
 - b.t. obvykle mezi 30-36°C

- Voda
 - Splňuje požadavky na pitnou vodu
- Mléko
 - Odstředěné pasterované mléko
 - Možno i ze sušeného mléka a vody
- Sladká syrovátka, sladká smetana
- Emulgátory
 - Mono a diacylglyceroly
 - Dávkování 0,2-0,5%
 - Lecitin
 - Estery k. citrónové s monostearylglycerolem
 - Estery polypropylenglykolu
- Barviva
 - Žlutá barviva (β -karoten), extrakty z rostlin

- Aromata
 - γ a δ laktony mastných kyselin
 - biacetyl
- Vitaminy
 - A, D, E, β -karoten
- Antioxidanty
 - BHT (butylhydroxytoluen)
 - BHA (butylhydroxyanisol)
 - Soli k. askorbové
- Sůl, cukr, škrob

- Příprava tukové násady
 - Vhodná kombinace hydrogenovaných tuků a rostlinných olejů
 - Tuky o nízkém b.t. 30-35°C (kvůli rozpouštění v ústech)
 - Tuky o vyšším b.t 45°C (aby se neuvolňovala vodná fáze při vyšších teplotách)
 - Esenciální k. linolová (slunečnicový, sojový)
 - Počet tukových komponent 2-6
 - Poměry a míšení plně s požadovanými výslednými fyzikálními vlastnostmi

- Příprava vodné fáze
 - Odstředěné pasterované mléko
 - Výroba zákysu (*S. lactis*, *S. cremoris*, *L. dextranicum*, *L. citrovorum* – tvorba k. mléčné a aromatických látek)
 - Lze použít i syntetický zákys (k. mléčná, k. citronová, biacetyl)
- Příprava emulze
 - 40-45°C, částičky 10μm
 - Intenzivní míchání, dříve diskontinuální (kirna)
 - Dnes plně automatický (votátor)

- Votátor

- Seškrabovací chladič
- Nože třou emulzi (mikrofilm) po chlazeném válci, vysoký počet otáček
- Chlazení amoniakem (až -20°C)
- Následný vstup ztužené emulze do krystalizátoru ($10-15^{\circ}\text{C}$)
- Krystalizátor je míchadlo vzniklé ztuhlé hmoty
- Uzrávač (25°C), pomalé míchání
- Následuje aseptické balení

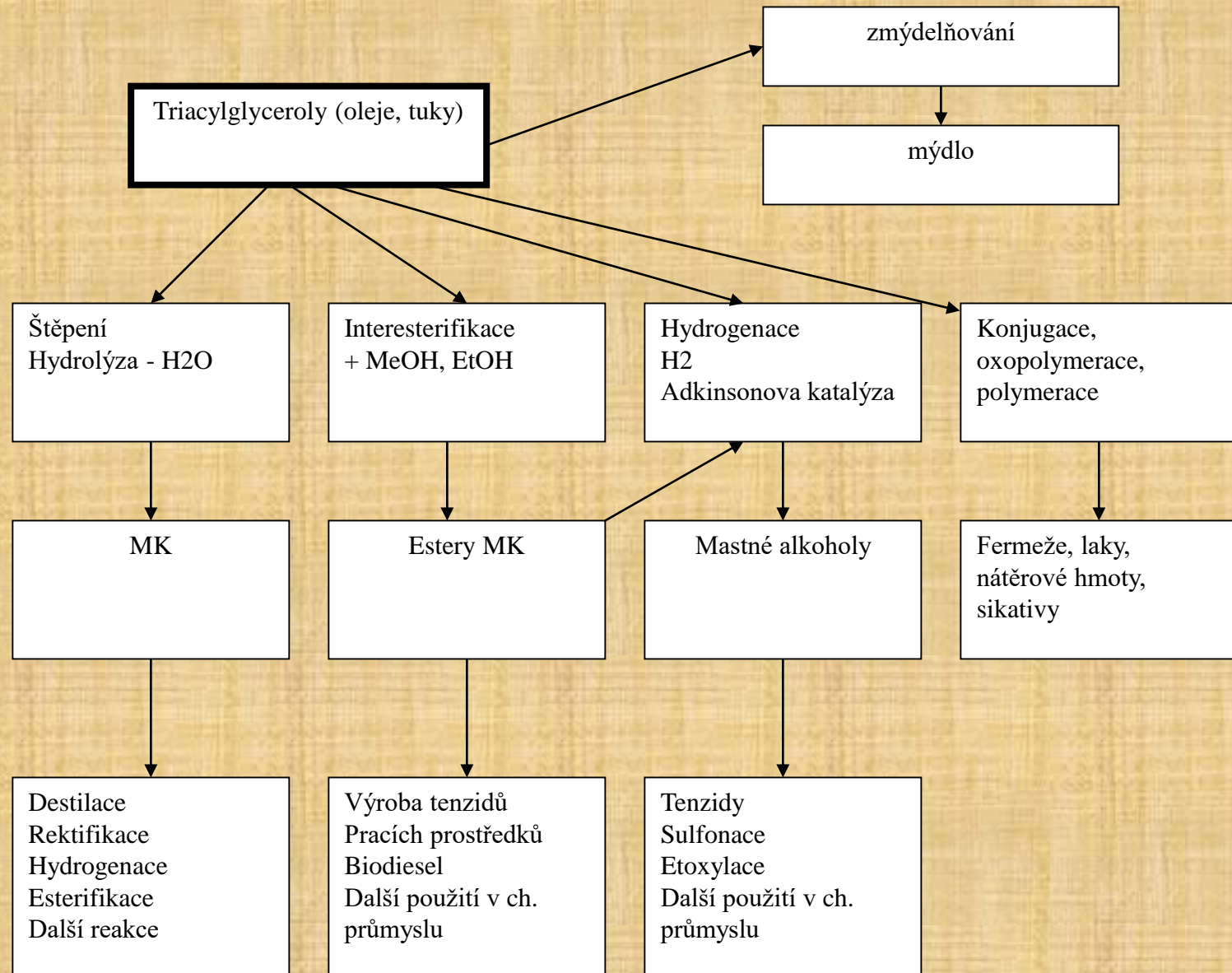
- Pomazánkové margaríny (Alfa, Rama, Flóra, Perla, Vive...)
 - Roztíratelné při teplotě chladničky
 - Obvykle nižší obsah tuku (60%)
- Stolní margaríny
 - obvykle velké balení pro průmysl a kuchyně
- Speciální margaríny
 - Pro výrobu tažných těst
 - Plundrového těsta
 - Pro pekárenský průmysl
 - Pro konzervářský průmysl

Pokrmové tuky

- Rafinované ztužené rostlinné oleje a tuky, nebo jejich směsi
- Také ve směsi s živočišnými tuky
- Jsou bezvodé (stoprocentní, shorteningy)
- Užítí především pro pečení, smažení, fritování
- b.t. v rozmezí 30-36°C (někdy i 48°C!)
- Dle konzistence
- Výroba jako margaríny, ale bez vodné složky (votátor)

- Míchání vhodných tuků a olejů, homogenizace
- Obvykle bez emulgátoru, dle použití
- Šlehané pokrmové tuky
- Tekutý pekařský tuk
- Náhrady kakaového másla, tuk pro čokoládovny
- Ztužené tuky v práškové podobě
- Cera, Ceres Soft, Amanda, Lukana, Omega, Planta, Isa

Oleochemické využití tuků



Výroba mýdla

- Soli vyšších mastných kyselin (C8-C22)
- Známé již z antické doby
- Tenzidy
 - Již při nízké koncentraci se hromadí na fázovém rozhraní
 - Snižují povrchové napětí (mezifázovou energii soustavy)
- Detergenty
 - Schopnost odstraňovat látky z povrchu a přenést je do kapalné fáze
 - Směs tenzidů a dalších pomocných látek
- Saponáty
 - Starší název pro tenzidy a detergenty

- Mýdlo

- Neutralizace volných MK
- Zmýdelňování rostlinných a živočišných tuků
- Neutralizační nebo hydrolyzační činidlo KOH nebo NaOH
- Obsah hydroxidu vždy v nadbytku (více jak 0,3%)

- Spodní louh (směs hydroxidu, vody, glycerolu)
- Klihová sedlina (hydroxid, voda, glycerol, MK)
- Hotové mýdlo (soli MK)
- Střední mýdlo (rosolovitá struktura, soli MK)
- Sražené mýdlo (krystalická struktura, soli MK)
- Jádro (kapalná krystalická fáze, hotové mýdlo a voda)
- Elektrolyt (NaCl, hydroxidy)

- Po skončení reakce se získá mýdlový kliš (jádro)
- Surovina
 - Hovězí lůj (60-85%) (stear, palmit, oleic)
 - Kokosový nebo palmojádro (20%) (myr, laur)
 - Hydrogenované rostlinné tuky (stear, palmit)
 - Řepkový olej (erucic, behenic)
 - Kalafuna (pryskyřice)
- Jádrové tuky
 - Tvrdší mýdla, toaletní
- Klihové tuky
 - Lepší plastičnost a rozpustnost
- Měkké oleje
 - Mazlavé, velmi rozpustné

- Standardní tuková násada
 - 80% hovězí lůj
 - 20% kokosový nebo palmojádro
- Diskontinuálně
 - Zmýdelňování
 - Vysolování
 - Praní
 - Hlazení
- Ohřev přímou parou, míchání
- Teplota kolem 90°C
- Smíchání surovin
- Odebrání mýdlového klišu (hladký a zaklížený stav)
- Propírání roztokem NaCl (vysolování)
- Oddělí se glycerol

- Mýdlový základ (vysolený mýdlový kliš)
 - Sušení
 - Mísení
 - Homogenizace
 - Řezání mýdlové tyče
 - Kondicionování
 - Ražení
 - Balení
- Sušení
 - Úprava koncentrace z 60% mýdla na 80%
 - Rozstříkování tekutého mýdla do vakua
- Mísení a homogenizace
 - Smíchání s přísadami (pilírka), míchání (v kotli nebo šnekem - pelotéza)
 - Dvě pelotézy za sebou, druhá vakuová, vylézá nekonečná mýdlový tyč

- Krájení na kusy požadovaných rozměrů
- Kondicionace při 23°C
- Ražení
- Balení

Práškové detergenty

- Praní
- Mytí
- Čištění

- Kontinuální kombinovaná technologie
 - Stříkaný poloprodukt
 - Domíchání práškových komponent
 - Velcí výrobci (20-400 tis. t / rok)
- Diskontinuální míchání práškových komponent
 - Nastříknutí kapalných složek na tuhé částice
 - Malí výrobci (1-10 tis. t / rok)

Suroviny

- Tenzidy
 - Dodecylbenzensulfonát sodný (laurylsíran sodný)
 - Oxyethylovaný mastný alkohol
 - Sodná mýdla (pěnění)
- Aktivační složky
 - Komplexotvorné látky (fosforečnany, polykřemičitany)
 - Regulátory pH
 - Antiredepoziční látky
 - Opticky zjasňující látky
 - Bělící látky
 - Enzymy
 - Plnicí látky
 - Parfémy

- Komplexotvorné sloučeniny
 - Polyfosforečnany
 - Trifosforečnan pentasodný $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$
 - Difosforečnan tetradraselný (kapalné) $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$
 - Vážou Mg a Ca z vody do rozpustného komplexu
 - Zpříjemňují tak omak tkaniny
 - Dispergační, peptizační a deflokulační efekt
 - Váže se jak na nečistoty tak na vlákno
 - Stejný náboj = odpuzují se
 - Pufrační efekt – hydrolýza na pH 9-10
 - Nemá rovnocennou náhradu
 - Ekologický efekt
 - Růst řas ve vodách (eutrofizace)
 - Náhrada Zeolyty (polykřemičitany sodné)

- Uhličitan a křemičitan sodný
 - Udržuje pH v alkalické oblasti
 - Vazba iontů železa (vlákno nežloutne)
- Křemičitan hořečnatý
 - Ochrana peroxosloučenin v prací lázni nad 60°C
- Karboxymethylcelulosa
 - Antiredepoziční složka
- Peroxosloučeniny
 - Oxidují barevné nečistoty (barviva...)
 - Peroxoboritan sodný
 - k. peroxooctová
 - N,N,N',N' - tetraacetylethylendiamin – aktivátor k. peroxooctové, zároveň desinfekce, efekt již při 45°C

- Enzymy
 - Lipázy
 - Proteázy
 - Amylázy
 - Celulózy
 - Efekt od 45-60°C
 - Optimum pH 6-10
- Optické zjasňovací prostředky
 - Absorbují záření v UV oblasti (340-390 nm)
 - Emitují záření ve viditelné oblasti (400-490 nm)
 - Stilben
 - Pyrazolin

- Vonné látky
 - Parfémy, nutno vyzkoušet stabilitu
- Barevné stopy
 - Atraktivita, barvený křemičitan
- Plnicí látky
 - Doplní hmotu na 100%
 - Obvykle bezvodý síran sodný
 - Nově i NaCl
- Smíchání stabilních látek s vodou, fluidní vysušení, doplnění zbylých látek, homogenizace, balení
- Smíchání práškových hmot, doplnění o kapalnou fázi, homogenizace, balení

Nátěrové hmoty

- Oleje, které nejdou využít jinak
 - Ricin, tungový, oiticikový
- Nebo je jejich použití problematické
 - Lněný
- Často nejkvalitnější potravinářské oleje
 - Makový
 - Světlicový
 - Sojový
- Dnes část i z ropných produktů

- Rostlinné oleje vytvářejí na vzduchu tenký film
- Tato vlastnost je známa tak dlouho jako písmo
- Rozdělení na:
 - Vysychavé (lněný, tungový, oiticikový, talový, perilový, stilingový)
 - Polovysychavé (slunečnicové)
 - Nevysychavé
- Charakterizuje jodové číslo (vysoké!)
- Film vzniká působením vzdušného kyslíku na dvojně vazby (konjugované i izolované)

- V závislosti na hmotnosti:
 - V prvních 15 minutách vzrůst hmotnosti
 - Nasycení O₂ do rovnovážného stavu
 - Rozklad antioxidantů, vznik autooxidačně působících látek
 - Prudký nárůst hmotnosti, zaschnutí filmu
 - Zrání filmu, pokles hmotnosti díky odparu oxidačních produktů
 - Pevnost, pružnost a tvrdost jsou na maximu
 - Stárnutí filmu, pomalý pokles hmotnosti, ztráta pružnosti

- Sikativy
 - Urychlují reakci s kyslíkem a schnutí filmu
 - Obvykle Pb, Co, Mn, Zn, Ca, Ba, V, Zr, Ce, Sn, Cd, Cu, Ni
 - Soli organických kyselin (2-ethylhexanová - oktoát)
 - Dobrá rozpustnost kovového mýdla
 - Výroba tavením uhličitanů nebo oxidů
- Požadavky na olej
 - Jednodruhový
 - Barva
 - Bez deodorace
 - Foukané oleje (oxidované oleje)
 - Polymerované oleje (vysoká teplota)

Fermeže

- Lněný olej s přísávkem síkatívů
- Značně vysychavý
- Vyschnutí během 24h
- Dříve olovo
- Dnes Co a Mn nebo Zn
- Napouštěcí fermeže s rozpouštědlem

- Moderní nátěrové hmoty na bázi vysoce penetrujících nanofilmů ve vhodném rozpouštědle
- Mnohem delší trvanlivost
- Pružnost
- Odolnost vůči UV záření

Hydrolýza tuku - Lipázy

- Kvasinka *Yarrowia lipolytica*
- Izolována z jogurtů, sýrů, salámů
- Nároky na uhlík: primárně glukóza, další jednoduché cukry, org. kyseliny, n-alkany, alkoholy do 3%
- Schopnost tvořit laktony, estery vosků z mastných alkoholů
- Tvorba proteáz, fosfatáz, lipáz a esteráz
- Lipázy rozkládající tri-, di- a mono- acylglyceroly

Složení růstového média

- Glukóza 10-20%
- Olej (2%)
- 0,4% octan sodný
- 0,5% pepton
- 0,5% $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$
- 0,25% KH_2PO_4
- MgSO_4
- CuSO_4
- MnSO_4
- ZnSO_4
- CoCl_2
- H_3BO_3
- FeCl_3
- Na_2MoO_4
- KI
- 23-28°C
- aerobně
- pH 7
- izolace: zahuštění za vakua, vysolení $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, GPC

Konkrétní postup kultivace

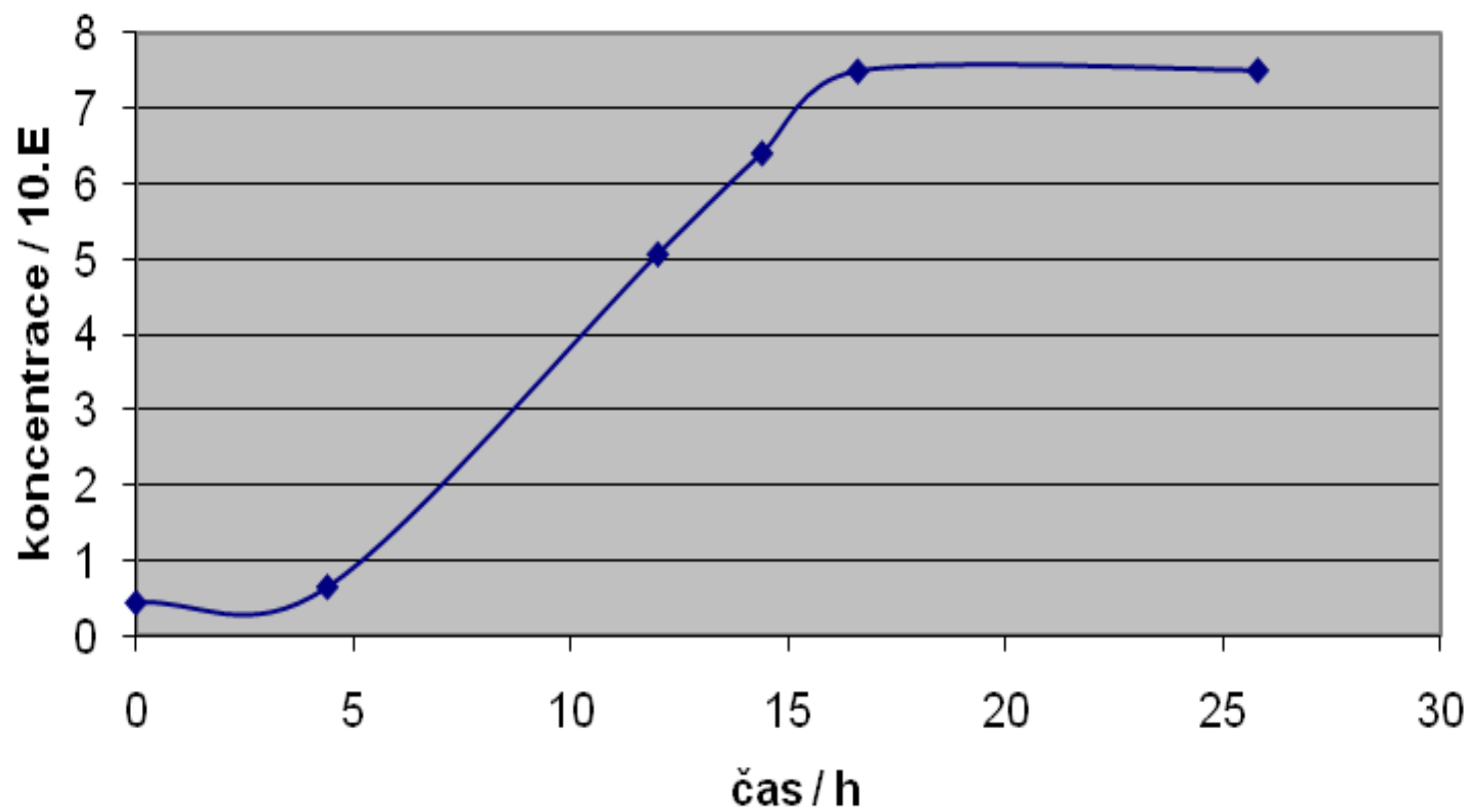
- kvasinka *Yarrowia lipolytica*
- kmen CCY 29-26-46
- Slovenská akadémia vied Bratislava
- Byla uchovávaná na sladínovém agaru pod vrstvou parafinového oleje a skladována v chladničce při 4°C.

Postup kultivace kvasinky *Yarrowia lipolytica* v biofermentoru

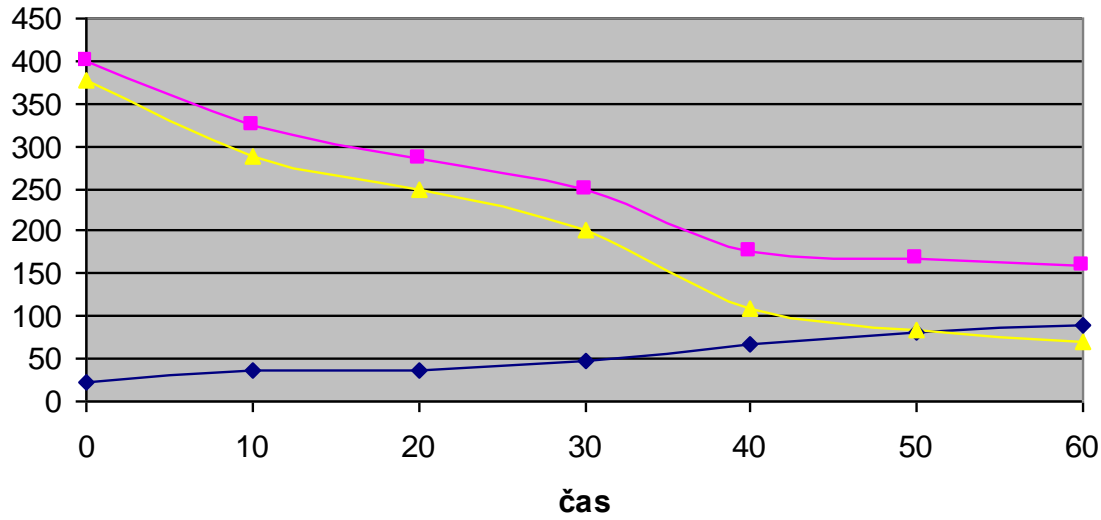
- Kvasinku kultivujeme vsádkovým způsobem
- Laboratorní fermentor Minifor od firmy Lambda
- Při kultivaci sledujeme čtyři velmi důležité parametry a to, množství rozpuštěného kyslíku v médiu, pH média, rychlost míchání média a kultivační teplotu.
- Základní médium popsané výše s přídavkem 10 g/l olivového oleje
- naočkujeme (2 % objemovými) inokulem
- Teplota kultivace 30°C po celou dobu kultivace.
- Hodnotu rychlosti míchání nastavíme a udržujeme na hodnotě okolo 600 ot./min.

- **Sledované parametry kultivace**
- ***Kultivační teplota:*** 30°C
- ***pH:*** 4,5 na začátku kultivace, maximální hodnota pH 6 konec kultivace
- ***Úprava pH:*** 0,05M fosfátovým pufrem, pH 5
- ***Aerace:*** provzdušňování 0,6 l kyslíku na litr média za minutu.
- ***Míchání:*** 600 ot./min (frekvence 10 Hz).
- ***Doba kultivace:*** Pro nejvyšší produkci lipázy 14-16 h

Růstová křivka

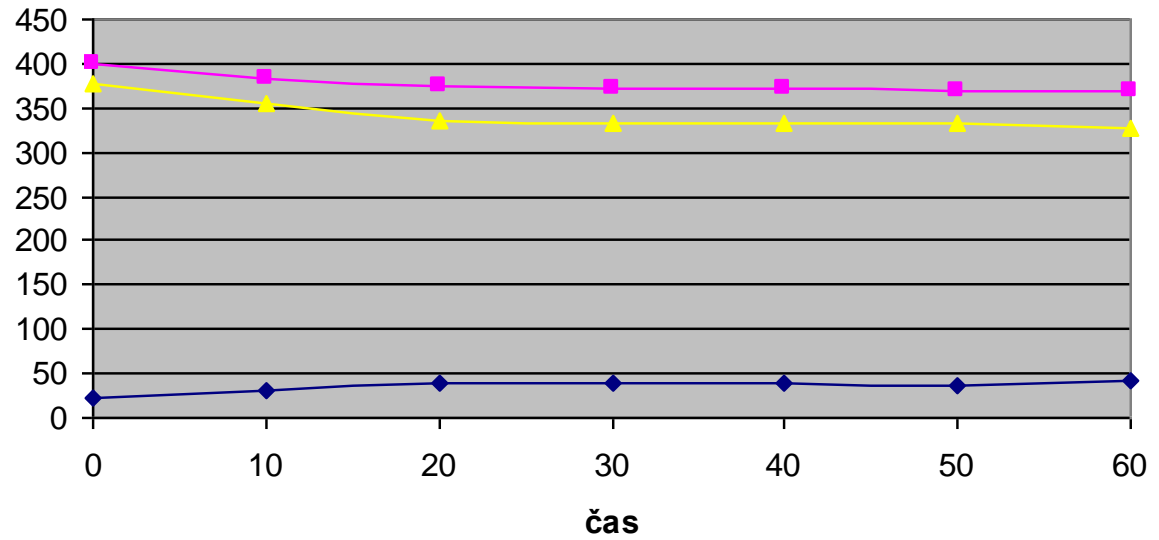


Varianta 8



- číslo kyselosti
- číslo zmýdelnění
- čísto esterové

Varianta 10



Biosyntéza tuku

- Kvasinka *Rhodotorula gracilis*
- Zdroj uhlíku - sacharidy (někdy i bílkoviny, dle kultivačního prostředí)
- Tukový koeficient = % tuku ze 100g cukru (maximum kolem 25)



- Acetylkoenzym A
- Opačný směr než β -oxidace MK
- Silně aerobní podmínky
- Optimum pro danou kulturu (30°C)
- pH 5,5-6
- dostatek fosforečnanů
- sacharidy 3-5%
- dusík : uhlík - 1:76

standardní půda:

- 4% sacharóza (též sulfitové výluhy, melasa)
- 0,066% NH_4NO_3
- 0,1% MgSO_4
- 0,1% K_2HPO_4
- 0,05% NaCl
- 0,05% CaCl_2
- 0,005% FeCl_3

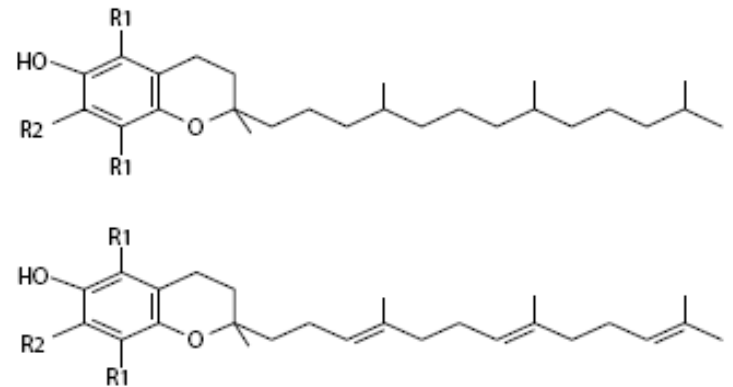
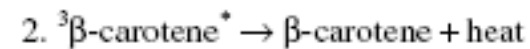
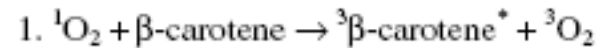
- Maximum tuku se tvoří po vyčerpání veškerého cukru (stresové prostředí)
- Tuk vázán často na lipoproteiny
- Izolace: hydrolýza HCl při 50°C
extrakce petroletherem
- Složení podobné palmovému oleji

% z celkového obsahu mastných kyselín	Palmový olej	Tuk rodotoruly
Nasycené kyseliny:		
C ₁₄ (mýristová)	2,4	1,1
C ₁₆ (palmitová)	41,6	29,8
C ₁₈ (stearová)	6,3	8,8
C _{20, 22, 24}	stopy	1,4
Nenasycené kyseliny:		
C ₁₆ (hexadecenová)	1,8	1,8
C ₁₈ (olejová)	38,9	40,1
C ₁₈ (linolenová)	0,4	4,8
C ₁₈ (linolová)	9,5	11,2
C ₂₀	—	1,0
Jódové číslo tuku <i>Rh. gracilis</i>		70,76
Jódové číslo mastných kyselín		69,50
Zmýdelňovací ekvivalent tuku		292,5
n_D^{40} Nezmýdelnitelný podíl	3 %	1,4621

Polyen	% celkového obsahu	mg % v tuku při obsahu 80 % tuku v sušině
Fytoen	10,9	4,1— 4,7
Fytofluen	1,3	0,3— 0,6
α-Karoten	5,7	2,1— 2,6
β-Karoten	14,1	5,3— 6,3
Terulen	68,0	26,0—31,0

Ochrana olejů

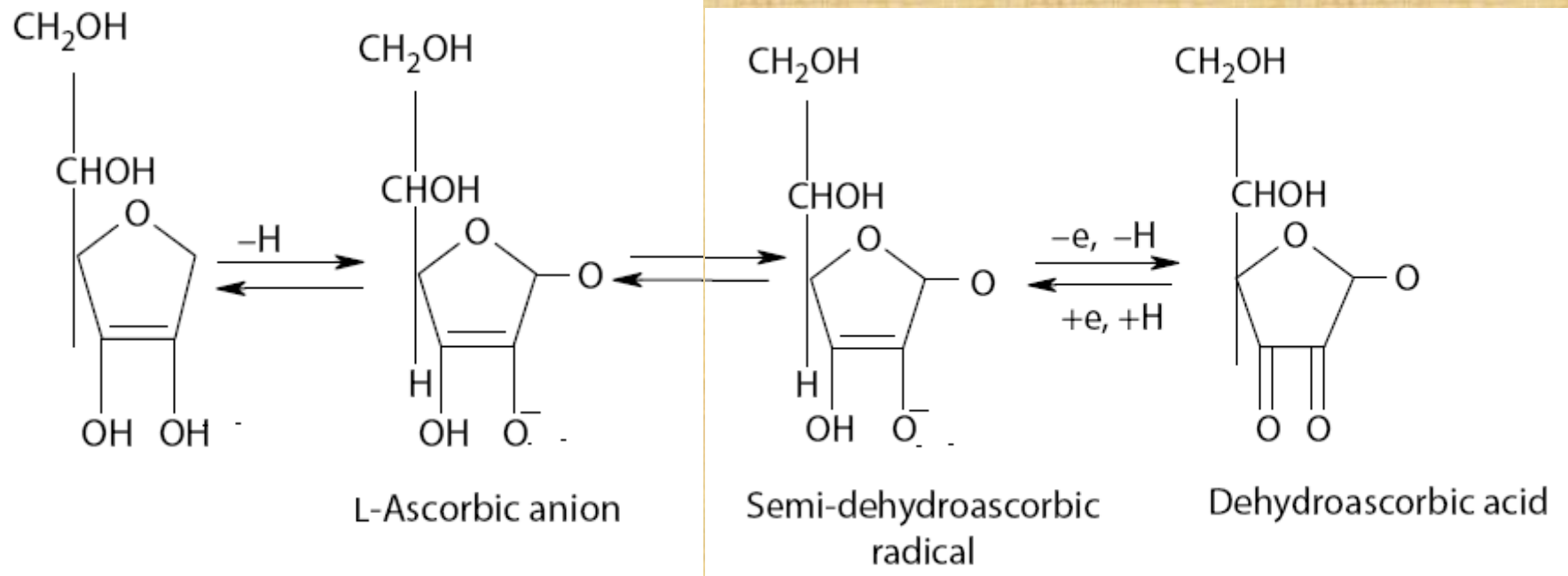
- Antioxidanty
- B-karoten
- Tokoferoly (vitamín E)
- Kyselina askorbová
- Askorbyl palmitát
- polyfenoly



Approximate Contents of Tocopherols Found in Vegetable Oils (mg/kg)

Oil	Tocopherols (mg/kg)			
	α	β	γ	δ
Olive	1–240	Trace	—	—
Corn	60–260	—	400–900	1–50
Soybean	30–120	0–20	250–930	50–450
Sunflower	350–700	20–40	10–50	1–10
Cottonseed	40–560	—	270–410	—
Wheat germ	560–1200	660–810	260	270
Palm	180–260	Trace	320	70
Coconut	5–10	—	5	5

Source: Modified from Schuler, P., Natural antioxidants exploited commercially, *Food Antioxidants*, Hudson, F.B., ed., Elsevier Applied Sciences, London, U.K., 1990.



Autenticita olejů

Olivový olej

- (a) Sterol analysis (presence of stigmasterol and β -sitosterol)
 - (b) alkane analysis (C27, C29, and C31)
 - (c) wax and aliphatic alcohol analysis
 - (d) fatty acids/(with HPLC) trans fatty acid
 - (e) Triacylglycerol.
-
- analysis and isotopic data ($\delta^{13}\text{C}_{\text{Coil}}$, $\delta^{13}\text{C}_{16:0}$, $\delta^{13}\text{C}_{18:1}$) and on the $\delta^{13}\text{C}_{16:0}$ vs. $\delta^{13}\text{C}_{18:1}$ covariations
 - esters for chemical characterization with the method just mentioned (GC/C/IRMS) prior to isotopic analysis.

Kosmetika

- výrobky především kosmetického a farm. průmyslu sloužící k péči těla → omezení projevů stárnutí, péči o pleť, vlasy, nehty, dutinu ústní, zuby,...
- Profylaxe (prevence - ne terapie)
- **Kosmetické přípravky neslouží k léčení, ale prevenci**
- ochrana těla, ošetření povrchu, zjemnění, zkrášlení, zvýšení odolnosti, příp. zabránění vzniku kožních chorob, odstranění drobných vad (pihy, chloupky)

KP je označen údaji:

- název výrobce n. ochranná známka
- název výrobku
- datum expirace n. min. trvanlivost, datum výroby, číslo šarže
- nominální obsah výrobku – hmotnost, objem (ne do 5g, ml)
- složení přípravku, seznam látek v češtině n. INCI (mezinárodní nomenklatura)

- **VONNÉ LÁTKY**
- 1. Rostlinné látky (silice, resinoidy)
- 2. Živočiš. látky (resinoidy, tinktury)
- 3. Chemické látky
- extrakce silice na tuk n.olej = Anfleráž
- rostl. surovina (hl. květy) se postupně vrství na tuk do nasycení → pomáda (tuk nasycený silicí) → extrakce lihem → Laváž (lavage) → oddestiluje se líh → absolutní silice
- extrakce nízkovroucími organ. rozpouštědly (petrolether)
- - po oddestilování → konkrétní silice = konkret → další úpravou absolutní silice
- destilace vodní parou – rostl.materiál je zalitý vodou n. se přivádí vodní pára → strhávaná silice se usazuje jako olejová vrstva → oddělí se
- lisování – výroba silic z citrusů při zpracování plodů na šťávy

- **2. Látky živočišného původu**
- často nepříjemně páchnoucí látky – dlouhá doba zrání – mnohonásobné ředění
- **Kastoreum** (ze žláz bobra – Castofor fiber)-resinoid,tinct., žlázové váčky – tmavohnědý sekret → kastoreum, po usmrcení se oddělí, usuší, extrahují,..bobr kanadský, sibiřský
- - vůně animální, sladká, s kouř. nádechem, velmi stabilní, pánská kosmetika
- **Cibet** (cibetka – Vivera civetta) – silně páchnoucí výměšek (žlutý-žlutohnědý) –cibet se vybírá bez usmrcení, resinoid, tinct
- **Mošus** (kabar pižmový - Moschus moschiferus), sekret-masťovitá páchnoucí hmota, váčky se suší, zprac. na tinct., kt. dlouho zraje, lihová tinct.
- **Ambra** (vorvaň – Physeter catodon) - vzniká v trávicím ústrojí při porušení polykanou potravou (vyvrhnutá potrava), ambra surová (stříbřitě šedá hmota, stářím černá), tinc. - zraje několik měsíců -jemná samet. vůně

- **3. Chemické látky**
- a) izolované z rostlin.materiálu – linalol, citral, geraniol
- b) jejich deriváty
- c) synt. org. látky: v průměru se použ.2000, nejvíc použ.300; produkty ropného průmyslu, suroviny při chem. zpracování uhlí, terpentýn, tuky
- Složité vícestupň. systémy – drahé
- - toxikol. testy, biol. odbouratelnost, kompatibilní, ekologie

Vůně

- vždy mnohasložkové směsi
 - 3 vrstvy: a) lehká – nejtěkavější látky – označ. jako špička (popř. vrchní vrstva)
 - b) střední – středně těkavé látky – základ, báze, srdce parfému (střední vrstva)
 - c) těžká – fixatér – zpomaluje odpařování těkavých složek (spodní vrstva, čím kvalitnější, tím kvalitnější parfém)
-
- | | | |
|------------------|------------------------------|------------|
| • parfém | ... 15-30 % vonných kompozic | |
| • toaletní parf. | ... 8-15 % | 80% etanol |
| • toaletní voda | ... 4-8 % | |
| • kolínská voda | ... 3-5 % | |
| • creme parfum | ... 1% | |

OLEOFILNÍ SOUČÁSTI:

- **Uhlovodíky**
- **Vazelína (b.t. 37-56°C)**
- **Parafíny (tekuté, tuhé, různý b.t.)**
- **Silikony (polysiloxany)**
- **Rostlinné oleje (ze semen, pecek, klíčků...)**
- **Hydrogenované tuky**
- **Živočišné tuky (cetaceum, vorvaňovina)**
- **Vosky (přírodní a živočišné)**
- **Tuk z ovčí vlny (lanolín)**

- **Glycerol (rozpouštědlo, váže vodu, sladká chuť, antimikrobní)**
- **Polyethylenglykol (plnivo, plastifikátor, stabilizátor, pěny)**
- **Želatina (tablety, tobolky, čípky, obaly)**
- **Kolagen (do vlasových přípravků, zlepšuje rozčesávání)**
- **Elastin (do vlasových přípravků, pro zvlněné vlasy, kondicionéry)**
- **Antioxidanty (anorganické, lipofilní, synergenní,**
- **Hypoalergenní prostředky**
- **Antimikrobiální látky (benzoová k, propionová, sorbová, triklosan, kresoly...)**
- **Tenzidy (laurylsíran sodný...)**
- **Barviva (přírodní a syntetická; kurkumin, košenila, indigo, karamel, orcein, chlorofyl)**
- **Pigmenty (oxidy kovů; Ti, Fe)**
- **Hormony (stilbestroly – zlepšují prokrvení)**
- **Enzymy (čištění pleti, lipázy, kolagenázy, proteázy)**
- **Vitaminy**
- **Med, mateří kašička, pyl, propolis, alantoin, a-disabolol, panthenol**
- **Hydratační látky: hydroxykyseliny, močovina, hyaluronová k., dehty**
- **Minerální látky (soli, mořská sůl, soli mrtvého moře)**

Rozdělení KP

- Pleťové vody (pleťová tonika)
- Mýdla
 - Klasická mýdla
 - Syndety
- Čistící krémy
- Vlasové šampony
- Vlasová kosmetika
- Zubní pasty
- Koupelové přípravky
- Parfémy
- Ochrana proti slunci
- Přípravky na problematickou pleť

Pleťové vody a tonika

- Směs vody a (20-40%) zředěného ethanolu
- Přísada lihu způsobuje - snížení povrchového napětí mezi vodou a pokožkou → zvyšuje:
 - - smáčivost kůže, zvyšuje rozpustnost mastných nečistot - mírné odtučnění
 - - lehce adstringentní a dezinfekční účinek
 - - příjemný, chladivý pocit - odpaření lihu
- Pleťové vody - příležitostné očištění pleti během dne, osvěžení, k dočištění po pleťových locích, krémech, líčidlech
- Další pomocné látky - glycerol, propylenglykol, kyselina boritá, salicylová, kafr, menthol, výluhy z drog (šalvěj, měsíček, aloe, sléz).
- Pokud prostředek neobsahuje ethanol, obsahuje povrchově aktivní látku, silikony.
- PLEŤOVÉ VODY - především čistící účinek
- PLEŤOVÁ TONIKA - uklidňující, zjemňující, dezinfekční účinek

Mýdla

- alkalizace (pH 9-10)
 - povrch kůže je slabě kyselý (pH 4,5-5,5) - pot, AK z keratinu rohové vrstvy, z kůže uvolňovaný CO₂
 - alkalické hodnoty se vrací po umytí k normálu po 2-4 hodinách - alkalineutralizační schopnost kůže
 - stupeň alkalizace nelze ovlivnit obsahem MK ani zvýšeným obsahem tuku
- vodné prostředí
 - bobtnání kůže stoupá s alkalitou kůže, neutrální voda (pH 7) kyselý kožní povrch alkalizuje → omezit kontakt s vodou

- složení mýdel

- dráždivý účinek je tím vyšší, čím obsažené MK obsahují kratší C-H řetězec (laurová 12, myristová 14, palmitová 16, stearová 18)
- lojová mýdla (Sodium tallowate) - méně dráždí
- mýdla z kokosového oleje (Sodium cocoate) se více rozpouští ve vodě → lepší penetrace do rohové vrstvy → dráždí
- kombinace MK s krátkým a dlouhým řetězcem
- přidáním dalších pomocných látek. Glycerol, kokosový olej, tekutý parafin → nesnižuje dráždivý účinek

- SYNDETY (=syntetické detergenty)
- tekutá mýdla
- vodné roztoky pH 5,5 (nealkalizují kožní povrch)
- stálé v tvrdé vodě → nevznikají krystaly
- baktericidní, fungicidní a dezodorační přísady
- Širší spektrum odmaštění, horší hydrolytická schopnost stálejších sloučenin
- Zpožděná regenerace kožního filmu (stejně jako u klasických mýdel)

- Tekuté přípravky versus tuhé kostky: (co bychom museli udělat, abychom z látek, které se používají jako tekutá mýdla, udělali kostku)
 - - složité úpravy - lesklé
 - - hladký povrch
 - - nevysychaly
 - - nelámaly se
 - - ve vodě rychle neměkly
 - - pomocné látky (aby se vůbec vytvořila kostka mýdla) - mastek, bentonit, škroby, želatina, stearin, lecitin...

Čistící krémy

- k odstranění líčení
- Cold cream (olivový olej, včelí vosk, voda, okvětní lístky růže) po očištění → emolient - hydratace
- - čistící účinek je založen na rozpouštěcím účinku uhlovodíků, olejů a tuků - váží nečistoty kožního povrchu - lépe odstraňují tuk než voda a detergenty
- + emulgátory (menší aktivita než v mýdlech, zůstávají ve zbytkovém filmu)
- Antiseptika, změkčovadla, rozpouštědla
- Kyselina salicylová, rezorcinol, síra (pro mastnou pleť)
- Jiné formy čistících prostředků → absorpce nečistot na pevné, malé částice
- Krémové přípravky - odpařením organického rozpouštědla na pevné částice se neadsorbuje nečistota
- Přípravky v pevné formě - hrubé prachy - mandlové otruby, bobová moučka, borax, mastek, škrob...

Koupelové přípravky

- Koupelové soli
 - osvěžující - barva (zelená, modrá...), vůně (borovice, jasmín, gardénie, levandule, moře...), chlorid sodný
 - změkčující - změkčovače vody (uhličitan sodný, tetraboritan sodný, síran sodný...) → snižují mezipovrchové napětí - lepší smáčení kůže → zvyšují čištění i pH → u citlivých jedinců způsobují kožní potíže
- - šumivé - směs hydrogenuhličitanů
- Bublínkové lázně - pěny do koupele
- Tenzidy - menší čistící účinek než při klasickém mytí (nedoporučují se mladým lidem - záněty močových cest...)
- Koupelové oleje
 - Mísitelné s vodou - součást lázně
 - Némísitelné - bez čistících a vodou změkčujících účinků, roztoky vonných látek. V olejovém vehikulu → plave na hladině → postupně se odpařuje
 - Emulgované vodou (sprchové oleje) - tenzidy - čistící, vodu změkčující účinky, mastný povrch kůže

Zubní pasty

- 1000 n.l.- Persie - zubní prášek z jeleního paroží, pálených hlemýždích ulit a škeblí
- 1850 - začíná se vyrábět pasta v tubě
- Terapeutický účinek - aplikace léčebných látek a redukce plaku
- Kosmetický účinek - zubní pasty slouží k čištění zubního povrchu, spolu se zubním kartáčkem pomáhají odstraňovat zbytky jídla, snižovat a zbavovat povrch plaku, vyleštit zubní povrch, popř. vybělit, osvěží dech z úst
- Podle specifikace
 - čištění
 - zamezení kazivosti
 - pro péči o nemocné dásně
 - pro citlivé zuby
 - proti zubnímu kameni
 - bělící
 - pro děti

- **1. látky zvyšující odolnost zubní skloviny** – fluoridy Na, K, NH₄, aminofluorid
- **2. látky s adstringentním účinkem** - deriváty alantoinu, mléčnan hlinitý, mořská a vřidelní sůl, rostlinné extrakty, na nemocné dásně
- **3. látky protizánětlivé** - Heřmánek, řepík, šalvěj
- **Další látky** - Koenzym O10, vit. E
- **4. látky omezující tvorbu plaku** - Chlorhexidin, triclosan, sanguinarin, silice s obsahem mentholu, thymolu, eugeniku, eukalyptolu, enzymy
- **5. látky omezující tvorbu zubního kamene** - Pyrofosfát sodný a draselný, chlorid a citrát zinečnatý
- **6. látky snižující citlivost zubů**
- **7. látky pěnové** - Laurysíran sodný (0,5-2%) - k odstranění nečistot, mohou způsobovat afty
- **8. látky upravující chuť** - změkčovadla - k zabránění vysychání přípravku; glycerol - pocit tepla v ústech (drahý); propylenglykol - nízká viskozita, hořký (20-40%); sladidla - sacharin, cyklamáty, sorbitol, silice anýzová, eukalyptová, mátová
- **9. barviva (titanová běloba)**
- **10. abraziva a bělicí přípravky** - (fosforečnan nebo uhličitan vápenatý; peroxomočovina

Dezodoranty

- Prostředky proti zápachu
- Zabraňují rozkladu potních výměšků
- Původně nepáchnoucí pot - bakterie
- Za nepříjemný zápach zodpovídají především stafylokoky, mikrokoky, koryneformní bakterie, hydrolyzující lipidy-zapáchající MK
- Nepáchnoucí pot, látky tukového pláště a nečistoty se rozkládají působením mikroorganismů → prchavé páchnoucí MK
- (4-10 °C) - kyselina máselná, kapronová; z bílkovin obsahujících síru vznikají prchavé páchnoucí merkaptany

- Mechanismus účinku:

- Maskující zápach - parfémy 0,2-1,5%
- Neutralizující MK (potlačující zápach) - hydrogenuhličitan sodný, uhličitan zinečnatý - mýdla
- Vazba páchnoucích MK, aminů, merkaptanů (potlačují zápach) - ricino-oleát zinečnatý
- Inhibitory esteráz - glycinát zinečnatý → látky inaktivující enzymy rozkládající některé složky potu
- Protimikrobní látky (s bakteriostatickými nebo baktericidními účinky) - potlačení růstu mikroorganismů - ethanol, chlorhexidin, triklosan, hexachlorofen, silice z hvozdíku, hřebíčku, australského čajovníku, farnesol- silice z lipového květu
- Antiadheziva - myristát sacharozy, laurát sacharozy - brání přilnutí mikroorg.
- Přeměna parfémů (potlačují zápach) - estery a další složky vonných kompozic podléhají hydrolýze (při kyselém pH) → kyseliny, alkoholy, aldehydy... → příjemná vůně
- Chitosan - přírodní polysacharid (vytváří povrchový film, zadržuje vodu, inhibuje růst mikroorganismů, kombinuje se s hlinitými solemi)

Antiperspiranty

- Prostředky proti pocení
- V podpaží - 25 000 potních žláz - 12g potu/hodinu
- Brání potu dostat se na povrch kůže - stažením vývodů potních žláz
- - ucpáním
- Sráží bílkoviny, tvoří mukopolysacharidové sloučeniny → usazují se v ústí potních žláz
- Sloučeniny hliníku
 - Stillians - 1916- chlorid hlinitý- dráždí kůži kyselým pH
 - Hydroxochlorid hlinitý
 - Aluminium alcoholates (C2-C12) - hydrolyzují v kontaktu s vodou na kůži na hydroxid hlinitý → aktivní perspirant
 - Aluminium glycinate, Aluminium calcium chloride
 - Aluminium chlorohydroxy-ethylate komplex - rozpuštění komplexu ve vodě → gel s pH 3,5-3,7, součást aerosolových antiperspirantů
 - Aluminium chlorohydrate,
 - Aluminium chloroxyhydroxy lactate complex
 - Aluminium dichlorohydrate, Aluminium gluconate, Aluminium lactate

– Sloučeniny hliníku v antiperspirantech -
karcinom prsu:

- Různé studie
- Kvadrant v podpaží → největší výskyt karcinomů
- V karcinomech nalezeny stopy Al,
- Přes nepoškozenou kůži Al^{3+} neprochází
- Poškození holením → vstupuje do estrogenového cyklu místo Zn^{2+}

Závěr předmětu

- Produkty tukového průmyslu nás provázejí na každém kroku
- Průmysl tuků versus životní prostředí
 - Odpady z výrob
 - Vhodná likvidace
 - Lapače tuku před ČOV
 - Nesmyslné používání drtičů odpadu
 - Nadměrné používání detergentů