

Změny tuků při smažení a fritování a jejich zdravotní rizika

Autor: doc. MUDr. Pavel Dlouhý, Ph.D.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Vlivy na změny olejů při smažení a fritování

- druh použitého oleje / tuku (bod zakouření cca 205 °C)
- teplota smažení (žádoucí < 180 °C, bramborové hranolky < 175 °C)
- doba smažení
- doba používání / způsob skladování fritovacího oleje
- přítomnost kyslíku
- přítomnost antioxidantů, přídavek perlitových minerálů
- druh a složení smažené potraviny

- typ fritézy (obyčejná, se studenou nebo vodní zónou, vakuová)

Spektrum mastných kyselin u vybraných tuků a olejů

tuk \ kyselina	mléčný tuk	vepřové sádlo	hovězí lůj	olivový	řepkový	slunečnicový	sójový
	%	%	%	%	%	%	%
myristová (C14:0)	10	2	3	< 0,1	< 0,2	< 0,2	< 0,2
palmitová (C16:0)	26	25	25	11	4	6	10
stearová (C18:0)	12	14	20	2,5	1,5	4	3,5
olejová (C18:1)	25	42	38	72	59	21	20
linolová (C18:2 n-6)	2,5	9	3,5	8	20	63	54
linolenová (C18:3 n-3)	1,5	1	0,5	1	10	< 0,5	8

Palmový olej (dle Nařízení 1169/2011)

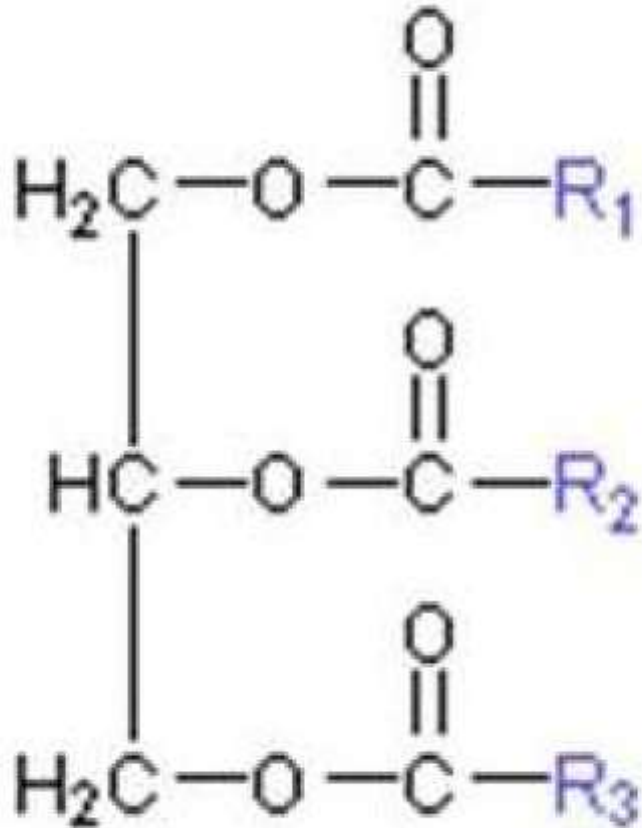
kyselina \ tuk	palmový	palmstearin	palmolein	palmojádrový
	%	%	%	%
laurová (C12:0)	0,2	stopy	stopy	45
myristová (C14:0)	1,0	1,5	1,0	15
palmitová (C16:0)	40	60	37	8
stearová (C18:0)	5	5	4,5	2,5
olejová (C18:1)	37	25	43	14
linolová (C18:2 n-6)	10	6,5	11	2,5

linolenová (C18:3 n-3)	0,5	stopy	0,5	< 0,5
------------------------	-----	-------	-----	-------

Změny při smažení a fritování

- hydrolýza
- oxidace
- geometrická a polohová izomerace
- polymerace
- cyklizace
- pyrolýza

Hydrolýza



vznik **volných mastných kyselin**,
diacylglycerolů,
monoacylglycerolů a glycerolu

za účasti vody (vodní páry z
potravin), potencováno narůstající
koncentrací polárních látek

pyrolýzou glycerolu vzniká akrolein (= prop-2-enal, akrylaldehyd) • štiplavý
zápach, dráždí sliznice

• karcinogenita ?

Oxidace

$\text{RH} \rightarrow \text{R}^\bullet + \text{H}^\bullet$	vznik radikálu mastné kyseliny a vodíkového radikálu (vlivem záhřevu)	iniciace
$\text{R}^\bullet + \text{O}_2 \rightarrow \text{R-O-O}^\bullet$ $\text{R-O-O}^\bullet + \text{RH} \rightarrow \text{R-O-O-H} + \text{R}^\bullet$	vznik peroxylového radikálu vznik hydroperoxidu a radikálu mastné kyseliny	propagace
$\text{R}^\bullet + \text{R}^\bullet \rightarrow \text{R-R}$ $\text{R}^\bullet + \text{R-O-O}^\bullet \rightarrow \text{R-O-O-R} \dots\dots$ (nebo reakce s antioxidanty)	rekombinace radikálů MK rekombinace radikálů MK a peroxylových radikálů	terminace

Oxidace

(dle Velíška a Hajšlové, 2009)

Hydroperoxydy mastných kyselin extrémně reaktivní a nestabilní

- rozklad hydroperoxidů – peroxylový / alkoxylový radikál
- modifikace původních mastných kyselin (hydroxy-, oxo- a epoxy- mastné kyseliny)
- štěpení mastných kyselin – nízkomolekulární aldehydy a oxokyseliny
- vznik dimerů / polymerů

Oxidace

Oxidaci jsou náchylnější zejména nenasycené mastné kyseliny

Relativní rychlost oxidace:

C 18 : 0	C 18 : 1	C 18 : 2	C 18 : 3
1	10	100	200

(Brát, 2018)

Oxidace i další změny probíhá jak na mastných kyselinách vázaných na glycerol tak odštěpených při hydrolýze

Štěpné produkty

Nízkomolekulární aldehydy, oxokyseliny,
hydroxykyseliny a uhlovodíky

Nízkomolekulární aldehydy

pentanal, hexanal, heptanal, nonanal pentenaly,
hexenaly, heptenaly, nonenaly heptadienaly,
nonadienaly, dekadienaly, dekatrienaly.....

zápach (štiplavý, lojovitý, po smaženém tuku, po rybách...)

těkavé – riziko spíše pro personál (inhalace)

Nízkomolekulární aldehydy

Toxikologicky nejvýznamnější:

- hydroxynonenal
- propandial (malondialdehyd, MDA)

Reagují s lipidy, proteiny a DNA - účinky genotoxické (mutagenní) a aterogenní

MDA – mitochondriální dysfunkce neuronů, jeden z faktorů přispívajícím k neurodegenerativním chorobám (?)

Účinky oxidovaných tuků

Reakce s lipidy, proteiny, nukleovými kyselinami

- modifikované LDL částice → ateroskleróza
- reakce s nukleovými kyselinami → mutace, karcinogeneze (Amesův test, zvýšené riziko kolorektálního karcinomu?)
- reakce se složkami buněčných membrán → poškození volnými radikály
- „spotřeba“ antioxidantů, nižší antioxidační ochrana

Polymerace

- vznik dimerů a polymerů, v důsledku spojení řetězců mastných kyselin vazbou C-C, C-O-O-C, C-O-C
- lineární (spojení jednou vazbou) nebo cyklické (spojení dvěma vazbami)
- v důsledku vzájemných reakcí radikálů anebo radikálů a karboxylové skupiny
(viz terminace: $R^\bullet + R^\bullet \rightarrow R-R$; $R^\bullet + R-O-O^\bullet \rightarrow R-O-O-R$;
 $R-O^\bullet + R-O-O^\bullet \rightarrow R-O-R + O_2$; $R-O^\bullet + R^\bullet \rightarrow R-O-R$)

Polymerace

- nízká stravitelnost a vstřebatelnost, neoxidované polymery nejsou zdravotní riziko
- senzorické změny oleje (barva, viskozita), usnadňují nasákavost potravin olejem

Cyklizace mastných kyselin

vznik mastných kyselin s cykly

- pětičetnými (cyklopentanové, cyklopentenové)

- šestičetnými (cyklohexanové, cyklohexenové)

vznikají hlavně z PUFA

při smažení v relativně malém množství

zabudování do buněčných membrán, vliv na jejich funkce ?

Izomerace mastných kyselin

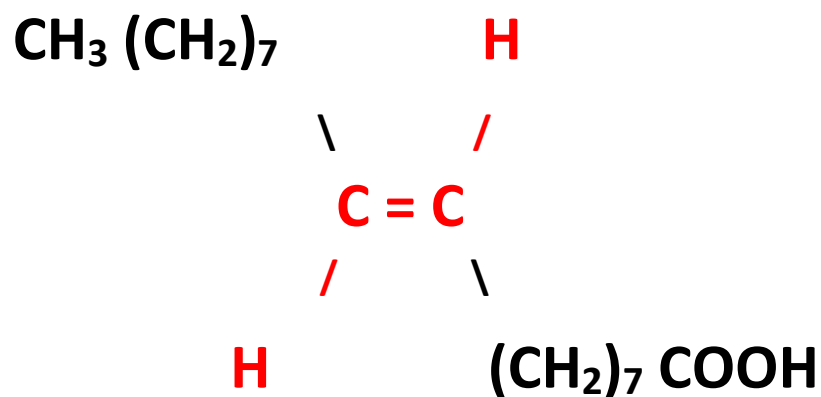
Nenasycené mastné kyseliny (dvojně vazby) v přírodě téměř výhradně v cis konfiguraci

např. při záhřevu změna konfigurace na trans

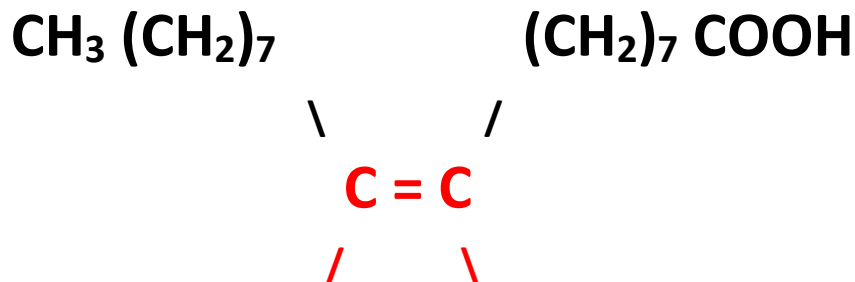
- monoenové – vyšší teploty (kys. olejová 270°C)

- polyenové - méně stabilní, změna konfigurace při nižších teplotách

Kyselina elaidová (trans C 18:1 n-9)



Kyselina olejová (cis C 18:1 n-9)



H H

Trans izomery mastných kyselin

- zvyšují ICHS (epidemiologické studie)
- ↑ hladinu LDL cholesterolu,
- ↓ hladinu HDL cholesterolu
- ↑ hladinu lipoproteinu Lp(a)
- zvyšují inzulinovou rezistenci a riziko diabetu
- nepříznivě ovlivňují metabolismus esenciálních mastných kyselin
- mají prozánětlivý efekt
- nepříznivě ovlivňují funkci endotelu

Další aspekty

Doprovodné látky lipidů – **cholesterol**

oxidace cholesterolu při smažení

přepuštěné máslo – obsah oxidovaných forem

cholesterolu před smažením 1,3 % po smažení 7,1 % po opakovaném smažení 8,1 – 9,2 % (Kumar, 1992)

Z tohoto důvodu není sádlo ani přepuštěné máslo optimální pro smažení, přestože z hlediska složení mastných kyselin i hodnoty bodu zakouření vyhovují

vznik **heterocyklických aminů** z aminokyselin

Další aspekty

- pyrolytické – v připáleninách (na stěně nádoby, při smažení na pánvi) – teploty nad 300 °C
- termické – v povrchových vrstvách potravin (rybí, hovězí, vepřové maso), při teplotách 120 – 300 °C
- při dlouhém smažení pravděpodobnost částečného přechodu i do smažícího media

akrylamid

estery chlorovaných propandiolů (3-MCPD, 2-MCPD)

glycidyl estery mastných kyselin (GE)

Další aspekty

- rafinace rostlinných olejů (palmový olej !!)
- vznik esterů chlorovaných propandiolů při smažení (za přítomnosti soli) ?

Hodnocení kvality tuku

- senzorické hodnocení
- obsah polymerních triacylglycerolů (PTG) 10 %
- celkový obsah polárních látek (TPM) 25 %
- změny dalších ukazatelů

Děkuji za pozornost



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

