



VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE
Fakulta potravinářské a biochemické technologie
Ústav analýzy potravin a výživy

Nutriční a senzoričká jakost ryb a rybích výrobků

Marek Doležal, Vojtech Ilko, Zdeňka Panovská, Kristina Nakonechna, Jan Pánek

Celostátní odborná konference „V hlavní roli ryby“

Kongresové centrum IKEM, 19. října 2022

Ryby - chemické složení

chemie potravin

živiny **výživová (nutriční) hodnota (jakost)**
energetická hodnota (výtěžnost)

základní živiny (živné látky)

- bílkoviny (proteiny)
 - tuky (lipidy)
 - sacharidy (cukry, polysacharidy)
- přídavné (akcesorní) živiny (esenciální výživové faktory)**

- vitaminy
- minerální látky

voda

další složky potravin

senzoricky aktivní látky

organoleptické vlastnosti

senzorická (smyslová) hodnota (jakost)

senzorické vjemy

olfaktorické

vůně

vonné látky

gustativní

chuť

chuťové látky

flavour

vizuální

barva

barevné látky (barviva)

vzhled, tvar (geometrické aspekty)

haptické (hmatové)

textura

konzistence (mechanické aspekty)

auditorské

zvuky

antinutriční látky (faktory)

přirozené toxické látky

biologicky aktivní látky

cizorodé látky

- aditivní (přídavné) látky, aditiva
- kontaminující látky (kontaminanty)
 - exogenní
 - endogenní (technologické, procesní)

hygienicko-toxikologická hodnota (jakost)

nutnost vyhovět legislativním požadavkům = zdravotní nezávadnost

Aminokyseliny, peptidy a bílkoviny

AK jako volné látky obecně v potravinách 1 %

Peptidy produkty proteolýzy

proteolýza spontánní (autolýza)

žádoucí zrání masa skotu (žádoucí konzistence, aroma)

nežádoucí ryby

proteolýza záměrná

výroba hydrolyzátů bílkovin

enzymové: sójová omáčka

kyselé: polévkové koření aj. přípravky

Obsah proteinů v některých rybách

potravina	obsah v % (od-do)	obsah v % průměr
Mořské ryby		
Sardel peruánská (<i>Engraulis ringens</i>)	15 - 23	20,1
Treska pestrá (<i>Theragra chalcogramma</i>)		16,7
Tuňák pruhovaný (<i>Katsuwonus pelamis</i>)		24,1
Tuňák žlutoploutvý (<i>Thunnus albacares</i>)	18 – 24	23,5
Sleď obecný (<i>Clupea harengus</i>), herynek	17 – 19	18,1
Sardinka obecná (<i>Sardina pilchardus</i>)	16 – 21	19,4
Treska obecná (<i>Gadus morhua</i>)	16 – 19	17,7
Makrela obecná (<i>Scomber scombrus</i>)	17 – 20	18,7
Sladkovodní ryby		
Losos atlantský (<i>Salmo salar</i>)	17 – 21	19,9
Kapr obecný (<i>Cyprinus carpio</i>)	17 – 19	18,0

Lipidy

- tvoří jednu z hlavních živin



deriváty mastných kyselin (MK)
o více než třech atomech uhlíku

+

volné MK

- **homolipidy**
 - heterolipidy
 - komplexní lipidy
- estery glycerolu
 - fosfolipidy
 - glykolipidy

glycerofosfolipidy

v technologické a potravinářské praxi
(triacylglyceroly, podle skupenství)

tuky
oleje

podle struktury

1. mastné kyseliny



2. homolipidy (estery mastných kyselin s alkoholy)

2.1 jednosytné alkoholy (vosky)

alifatické (ceridy)



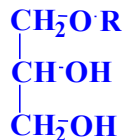
cerylalkohol (včelí vosk, jablka)



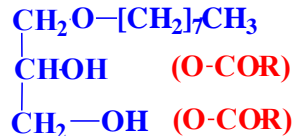
hexadekan-1-ol, cetylalkohol

alicyklické (steridy) **estery sterolů, triterpenových alkoholů**

2.2 dvojsytné alkoholy (glykoly), alkoxylipidy

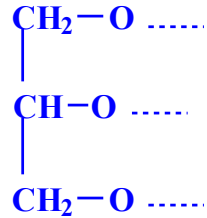


1-alkoxypropan-2,3-dioly
(ethery glycerolu)



chimylalkohol
(tuk žraloků)

2.3 trojsytné (glycerol)



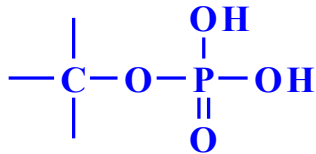
tuky a oleje

3. heterolipidy

0,5-2%

glycerol, MK, další složka

fosfolipidy



Mastné kyseliny podle stupně nasycení:

- nasycené (saturated fatty acid - **SFA**)
- nenasycené (unsaturated fatty acid - **UFA**)
 - s jednou dvojnou vazbou (monounsaturated - **MUFA**)
 - **s více dvojnými vazbami (polyunsaturated - PUFA)**
 - **vysoce nenasycené mastné kyseliny** s dvaceti a více uhlíkovými atomy v řetězci a se čtyřmi a více dvojnými vazbami (highly unsaturated – **HUFA**)

polohové isomery

geometrické isomery

Biosyntéza MK

z acetyl-CoA

- zastavení po dosažení C16 až C18



SFA (C16:0 a C18:0)



MUFA (C16:1, C18:1)

- člověk není schopen:

- syntetizovat PUFA řady n-6 (LA)

řady n-3 (ALA)



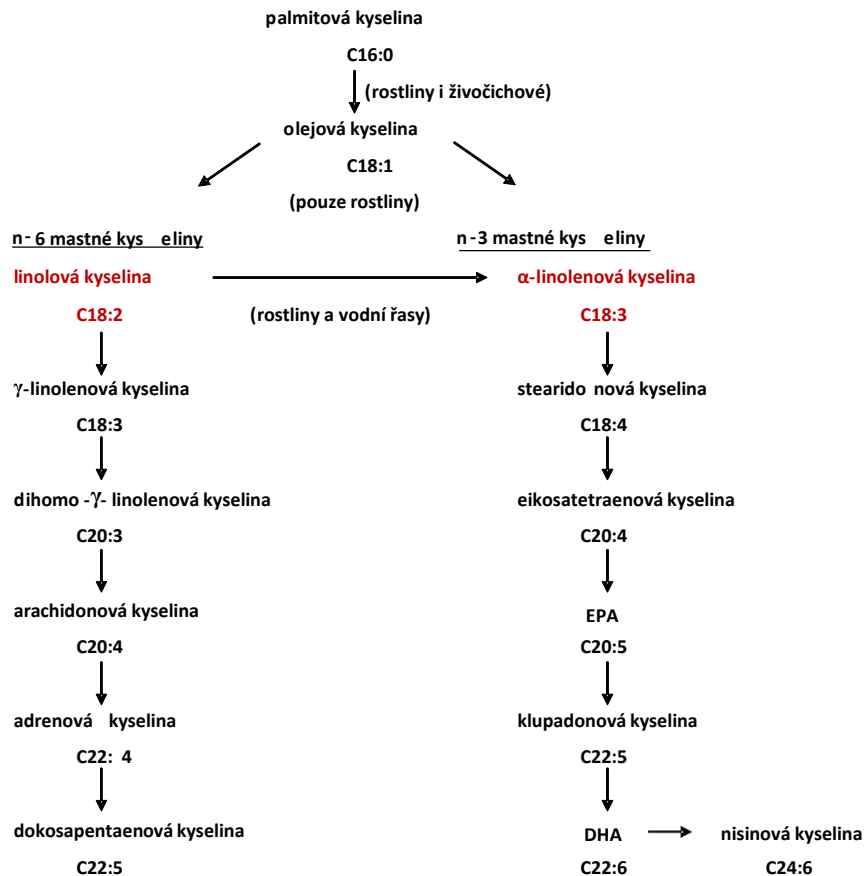
esenciální

- přeměnit MK řady n-6 na MK řady n-3
(chybí potřebná desaturasa)

Obě řady mají odlišný metabolický mechanismus a často i protichůdnou fyziologickou funkci

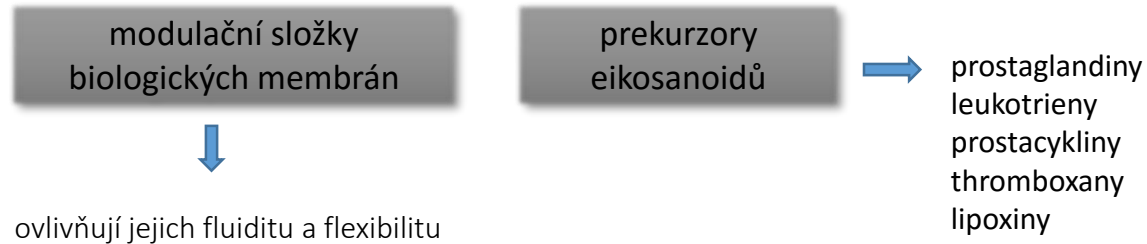
syntéza HUFA:

- **elongace**
- **desaturace**
- **retrokonverze** pouze při deficitu některé esenciální MK a jejího prekurzoru



Význam ve výživě

- MK jsou zdrojem buněčné energie
- polyenové MK



esenciální

nízká koncentrace PUFA může zapříčinit závažné fyziologické změny

Vědecký názor na výživové hodnoty tuků

EFSA, 2010

(Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, EFSA Journal 2010; 8(3):1461)

- příjem tuku 20 - 35 % energetické hodnoty
 - nasycené MK - co nejméně
 - *trans*-nenasycené MK - co nejméně
 - *cis*-monoenoové MK - nenastavovat
 - *cis*-polyenoové - nenastavovat
 - poměr MK řady n-6 / n-3 - nenastavovat
 - linolová kyselina – 4 % energetické hodnoty
 - α -linolenová kyselina – 0,5 % energetické hodnoty

Adekvátní příjem EPA+DHA

EFSA, 2010

- 250 mg EPA+DHA/den pro dospělé je dostatečný příjem u zdravých jedinců pro primární prevenci kardiovaskulárních onemocnění
- 100 až 200 mg DHA navíc v dietě matky v průběhu těhotenství a kojení
 - DHA součástí lipidů buněčných membrán, zejména fosfolipidů v nervové tkáni a oční sítnici. Vyvíjející se mozek plodu/dítěte hromadí velké množství DHA jak pre-tak postnatálně, zejména během prvních dvou let života, kdy ji převážně získává od matky přes placentární přenos a z mateřského mléka
- při příjmu 1 g EPA+DHA/den intervenční studie prokázaly příznivý vliv na uznávané rizikové faktory kardiovaskulárních onemocnění jako je
 - snížení koncentrace triacylglycerolů v plazmě
 - agregaci krevních destiček
 - krevní tlak
- 100 mg DHA/den u starších kojenců (> 6 měsíců) a dětí do 24 měsíců
- pro děti od 2 do 18 let současné poznatky neumožňují stanovit konkrétní kvantitativní odhad odpovídajícího příjmu EPA a DHA v potravě, ale měly by být v souladu s doporučeními pro dospěléou populaci (tj. 1 až 2 jídla tučných ryb týdně, nebo 250 mg EPA a DHA za den)



Obsah lipidů v některých rybách

potravina	obsah v % (od-do)	obsah v % průměr
Mořské ryby		
Sardel peruánská (<i>Engraulis ringens</i>)	1,7 – 18,7	13,7
Treska pestrá (<i>Theragra chalcogramma</i>)		0,8
Tuňák pruhovaný (<i>Katsuwonus pelamis</i>)		0,6
Tuňák žlutoploutvý (<i>Thunnus albacares</i>)	1,3 – 24	5,5
Sleď obecný (<i>Clupea harengus</i>), herynek	2,6 – 19,4	8,9
Sardinka obecná (<i>Sardina pilchardus</i>)	1,2 – 17	8,2
Treska obecná (<i>Gadus morhua</i>)	0,3 – 2,0	0,8
Makrela obecná (<i>Scomber scombrus</i>)	1,2 – 20,2	8,3
Sladkovodní ryby		
Losos atlantský (<i>Salmo salar</i>)	3,8 – 19	11,5
Kapr obecný (<i>Cyprinus carpio</i>)	0,9 – 19	5,2

Vedle genetických faktorů jsou to především výživa, věk, pohlaví, pohlavní zralost a podmínky prostředí (teplota vody, zeměpisná poloha, roční období atd.), které jsou příčinou výrazných rozdílů v obsahu a složení mastných kyselin sladkovodních a mořských ryb

Sacharidy

cukry

klasifikace

podle počtu cukerných jednotek

- monosacharidy
- oligosacharidy (2-10 monosacharidů)
- polysacharidy (> 10 monosacharidů)
- složené (komplexní, konjugované) sacharidy např. glykoproteiny

volné

vázané homoglykosidy, heteroglykosidy

poživatina	sacharid	obsah v%
maso	glukosa, fruktosa, ribosa (fosfáty)	0,05-0,20
	glykogen	1-2
mléko (kravské)	laktosa	4-5
	vyšší galaktooligosacharidy	stopy
vejce	glukosa	0,9-1,0
obiloviny (pšenice)	polysacharidy (škrob)	59-72
	glukosa	0,01-0,10
ovoce	fruktosa	0,02-0,1
	glukosa	0,5-32
	fruktosa	0,4-24
	polysacharidy	
zelenina	polysacharidy (škrob)	*
	glukosa	0,1-2
	fruktosa	0,1-1
luštěniny	polysacharidy (škrob)	**
	glukosa	0,1-1
	fruktosa	0,1-3
med	glukosa	30
	fruktosa	40

* hlavně okopaniny (17-24 %), méně kořenové zeleniny

** fazole 46-54 % škrobu

Mražené ryby: Hodně drahá voda (24. března 2006)

Výrobci na nás vydělávají

Hrozí riziko?

Veterináři zadrželi dodávku ryb z Číny

Když v laboratoři rozmrazili kilo hejků z Frigoprimy, zůstalo na váze 950 gramů masa. Když totéž udělali s treskou Ocean Catch, zbylo jen 370 gramů masa. Zbytek - voda, přesněji řečeno 63 procent vody

.... průměrný obsah vody 32 % u celkem 36 vzorků je dost šokující. mohly být záměrně ošetřeny vysokým množstvím polyfosfátů, aby měly větší hmotnost.

<http://ekonomika.idnes.cz/mrazene-ryby-hodne-draha-voda-djo-/test.aspx?c=463791>

Minerální látky

Klasifikace - podle množství (velmi variabilní hledisko)

majoritní (makroelementy) $>100 \text{ mg/kg (ppm)} = 0,01\%$

Na, K, Mg, Ca, Cl, P, S

minoritní 10 – 100 mg/kg

Fe, Zn

stopové (mikroelementy) $< 10 \text{ mg/kg}$

Al, As, B, Cd, Co, Cr, Cu, F, Hg, I, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sn

ultrastopové $< 1 \text{ } \mu\text{g/kg (ppb)}$

V

- podle fyziologického významu

esenciální (nezbytné, obligatorní), funkčně prospěšné

Na, K, Mg, Ca, Cl, P, S

Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co, Mo, Cr, Se, I, F, B, Si

neesenciální (fyziologicky indiferentní)

Li, Rb, Cs, Ti, Au, Sn, Bi, Te, Br, Al

toxické

Pb, Cd, As, Hg

Fe, Zn, Cr, Cu, Ni, Se, Al, Sn (legislativa)

Bioakumulace - zvýšení koncentrace látky v určitých tkáních těl organismů v důsledku absorpce z potravy a životního prostředí

Biokoncentrace - příjem z vody je větší než vylučování

Biomagnifikace - jakákoli koncentrace toxinu v tkáních tolerantních organismů na postupně vyšších úrovních v potravním řetězci

výskyt a významné zdroje

Ca sýry, mléko, ryby, žloutek, luštěniny

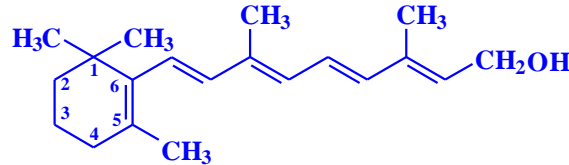
Se ryby, bezobratlí, vejce, rostliny (**fortifikace hnojiv**)

I mořské ryby a řasy, maso, sýry, vejce, **fortifikace**

Vitaminy

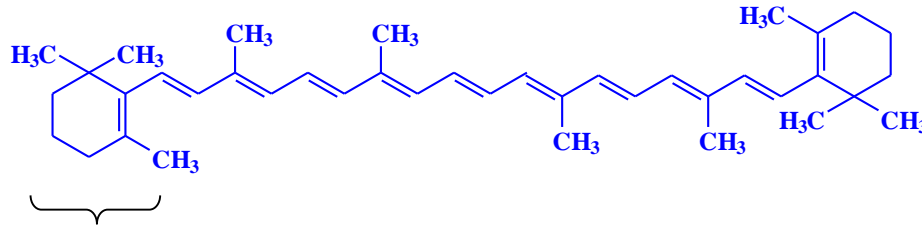
vitamin A

retinol
(isoprenoid)



all-*trans*-retinol
vitamin A₁

provitamin A (retinoidy)



β -iononový cyklus

β -karoten
(tetraterpen)

další aktivní látky (50 přírodních + 2500 syntetických derivátů)

- 3-dehydroretinol (vitamin A₂)
- α -karoten
- γ -karoten
- kryptoxanthin aj.

zdroje (mg/kg)

- **živočišné materiály (retinol / provitaminy A)**

maso	0,1 / 0,4
játra	30-400 / 300
máslo	5-10 / 4-8
rybí jaterní tuky, margarin	

- **rostlinné materiály (provitaminy A)**

mrkev	20-95
špenát	50-480
meruňky	6-20

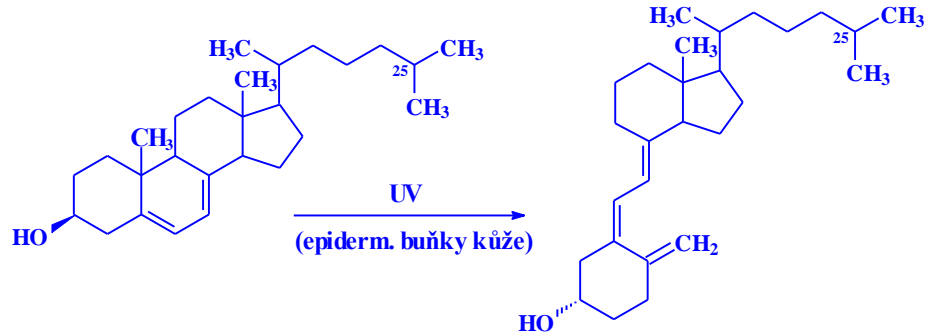
krytí potřeby (%)

• játra	23	
• máslo	17	
• mléko, smetana	15	
• mrkev	14	
• margariny	9	retinyl-acetát, retinyl-palmitát

vitamin D (kalciferoly)

9,10-sekosteroidy

cholecalciferol (vitamin D₃)



7-dehydrocholesterol
(provitamin D₃)



cholecalciferol
(vitamin D₃)

ergosterol
(provitamin D₂)



ergokalciferol
(vitamin D₂)

zdroje (μg / kg)

• ryby mořské	50-450
• žloutek	30-50
• máslo	10-20
• játra	2-11
• mléko	1
• smetana	4
• maso	3

rybí jaterní tuky, margarín

krytí potřeby (%)

margarín		34
tučné ryby	17	
vejce	16	
mléko, smetana		12
máslo, sýry	9	

vyšší houby, plísně (sýry)

Senzoricky aktivní látky

Barevné látky

látky barevné (barviva, pigmenty)

barevný efekt založen na selektivní absorpci určitých vlnových délek

výsledná barva je dána spektrem odražených vlnových délek světla

- ◆ přírodní barviva
- ◆ syntetická barviva identická s přírodními
- ◆ syntetická barviva

světlo – elmg. záření o vlnové délce viditelné lidským okem (400 až 800 nm)

KAROTENOIDNÍ BARVIVA

žluté, oranžové, červené až fialové
rostliny, mikroorganismy, savci druhotně

◆ **karotenoidy** (tetraterpeny, 40 atomů C, *trans*-isomery)

uhlovodíky

karoteny

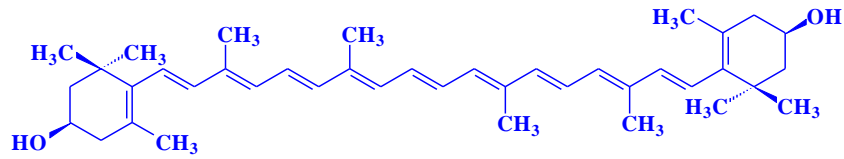
O-deriváty

xanthofyly

nekarotenoidy (*cis*-isomery)

xanthofyly

alkoholy, ketony, epoxidy
volné, vázané



zeaxanthin

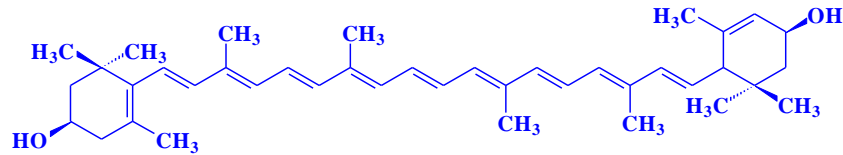
zeaxanthin, lutein:
obecně rozšířeny

kapsanthin:

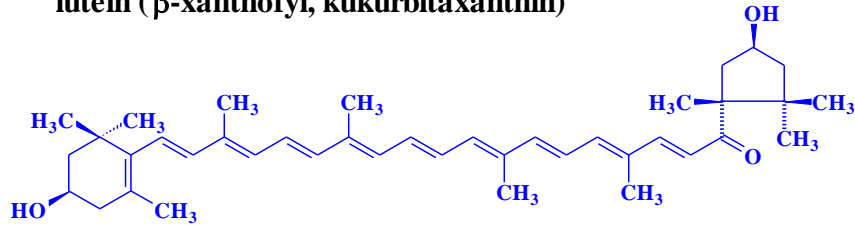
paprika

astaxanthin:

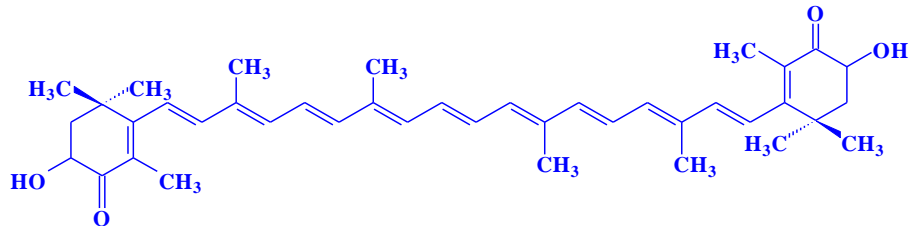
ryby, korýši



lutein (β -xanthofyl, kukurbitaxanthin)



kapsanthin



astaxanthin

Vonné látky

vjemy olfaktorické čich

~ 10 000 sloučenin, ~ 50 – 1000 různých látek v potravine

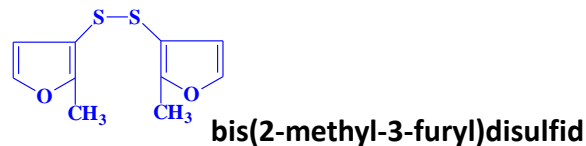
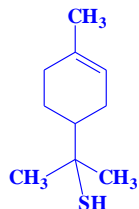
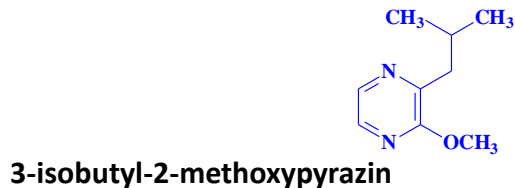
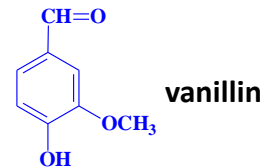
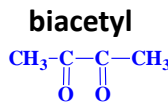
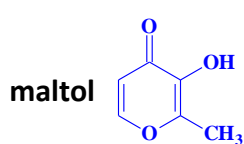
vlastnosti

- ◆ málo polární a nepolární
- ◆ ve vodě málo rozpustné a nerozpustné
- ◆ těžké

hlavní skupiny

uhlovodíky, alkoholy, ethery, karbonylové sloučeniny (aldehydy, ketony),
acetyly (ketaly), kyseliny, funkční deriváty kyselin (estery, laktony), fenoly,
S- a N-alifatické sloučeniny, O-, S-, N-heterocykly

sloučenina	výskyt	podnětový práh (mg/l)
ethanol	alkoholické nápoje	100
maltol	karamel	35
octová kyselina	ocet	25
biacetyl	čerstvé máslo	2
trimethylamin	ryby	2
másečná kyselina	žluklé máslo	0,2
vanillin	vanilka	0,02
3-isobutyl-2-methoxypyrazin	čerstvá paprika	0,000.002
(<i>R</i>)- <i>p</i> -menth-1-en-8-thiol	grapefruit	0,000.000.02
bis(2-methyl-3-furyl)disulfid	fotolýza thiaminu	0,000.000.002



dusíkaté sloučeniny

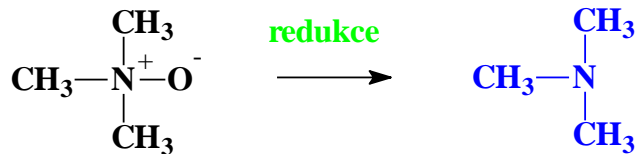
produkty enzymové dekarboxylace aminokyselin nebo aminace aldehydů



aminy (**biogenní aminy**)

sýry, maso, ryby, kvasné produkty

Enzymová redukce - post mortem



trimethylaminoxid

mořské ryby 40-120 mg/kg
indiferentní

trimethylamin

(+dimehylamin, methylamin, amoniak)

rybí pach

Žluknutí tuků

- ◆ hydrolytické
- ◆ parfémové
- ◆ reverze
- ◆ oxidační

hydrolytické žluknutí

- enzymová reakce: **lipasy** (máslo, kokosový, palmový tuk)
- chemická reakce: smažení

TAG → **MK** + parciální ester

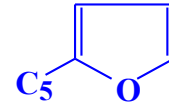
chuťová reverze

charakteristická pro oleje obsahující $C_{18:3}$

chemická r. (autoxidace) → hydroperoxydy → deriváty furanu a furanové kyseliny

pach fermežový, rybí, po trávě, fazolích

rafinací lze pach odstranit, ale vada se vrací → reverze



OXIDAČNÍ ŽLUKNUTÍ

oxidace uhlovodíkového řetězce

- neenzymové reakce

vzdušný kyslík (tripletový/ $^3\text{O}_2$)  autooxidace

reaktivní formy kyslíku (singletový/ $^1\text{O}_2$, radikály, H_2O_2)

vznik v potravinách: fotochemickými reakcemi za účasti
fotosenzibilizátorů z $^3\text{O}_2$

pigmenty (riboflavin, chlorofyl, hem)

- enzymové reakce

lipoxygenasy (dříve lipoxidasy)

důsledky

negativní

snížení sensorické jakosti

potravinářské tuky aj. sloučeniny
potraviny , kosmetické výrobky, benzin

snížení nutriční jakosti

reakce oxidovaných lipidů s proteiny

snížení hygienicko-toxikologické jakosti

toxické produkty

stárnutí, onemocnění (*in vivo*)

pozitivní

vznik aromatických látek

oxidace nenasycených kyselin

O : L : LL = 1 : 10 : 100

struktura	disociační energie (kJ / mol)
H-CH ₂ -	422
CH ₃ -CH-H-	410
-H-CH-CH=CH-	322
-CH=-CH-H-CH-CH=CH-	272

oxidace nenasycených kyselin

běžné teploty

oxidace nasycených kyselin

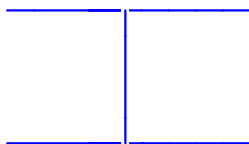
teploty smažení, pečení, pražení

organoleptické vlastnosti aldehydů

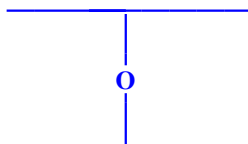
aldehyd	vůně	prekurzor
propanal	štiplavá	linolenová kyselina
pentanal	štiplavá	linolová kyselina
hexanal	lojovitá, zelená	linolová kyselina
heptanal	olejovitá, mastná	olejová kyselina
nonanal	lojovitá	linolenová kyselina
(E)-pent-2-enal	olejovitá, mastná, zelená	linolenová kyselina
(Z)-hex-3-enal	zelená	linolenová kyselina
(E)-hex-2-enal	olejovitá, mastná, zelená	linolenová kyselina
(E)-hept-2-enal	olejovitá, mastná	linolová kyselina
(Z)-okt-2-enal	po vlašských ořeších	linolová kyselina
(E)-okt-2-enal	olejovitá, mastná	linolová kyselina
(E)-non-2-enal	olejovitá, mastná	linolová kyselina
(E,Z)-hepta-2,4-dienal	olejovitá, mastná, po smažených tucích	linolenová kyselina
(E,E)-hepta-2,4-dienal	olejovitá, mastná	linolenová kyselina
(Z,Z)-nona-3,6-dienal	okurková	linolenová kyselina
(E,Z)-nona-2,6-dienal	okurková	linolenová kyselina
(E,Z)-deka-2,4-dienal	po smažených tucích	linolová kyselina
(E,E)-deka-2,4-dienal	po smažených tucích	linolová kyselina
(E,Z,Z)-deka-2,4,7-trienal	po rybím tuku	linolenová kyselina

vznik polymerů

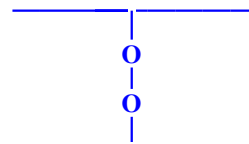
obvykle reakcí dvou radikálů



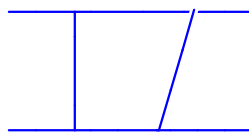
vazby C-C



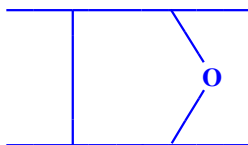
etherové vazby



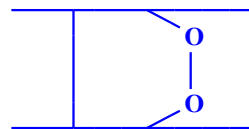
peroxidové vazby



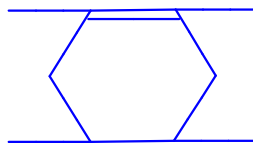
dvojnásobné vazby C-C
cyklopentanový cyklus



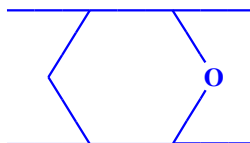
tetrahydrofuranové
vazby



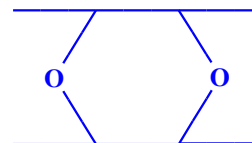
C-C a peroxidové
vazby



dvojnásobné vazby C-C
cyklohexenový cyklus



tetrahydropyranové
vazby



dioxanové vazby

Přírodní antinutriční a toxické látky

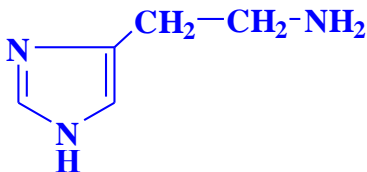
biogenní aminy

endogenní - alifatické, aromatické, heterocyklické báze s biologickou aktivitou

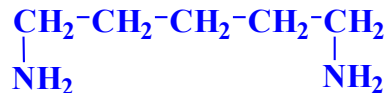
exogenní - fermentované a mikrobiálně znehodnocené potraviny rostlinného i živočišného původu

vznik

- ♦ z aminokyselin působením karboxylyas a transaminas



histamin (His)



kadaverin (Lys)

potravina	histamin	kadaverin
maso		
vepřové	0-45	0-171
uzeniny	stopy-550	stopy-787
ryby		
tuňák	stopy-8000	stopy-447
sardinky	4-2350	18-1050
sýry		
Emmental	stopy-2000	0-460
Roquefort	0-4100	42-905
další potraviny		
kysané zelí	1-200	1-311
sójová omáčka	0-274	
pivo	0-22	0-40
víno	0-30	3-108

vlastnosti

- ◆ tkáňové hormony (alergické reakce, anafylaktický šok)
- ◆ psychoaktivní a vasoaktivní látky

biogenní amin	původ	biologický význam
histamin	His	lokální tkáňový hormon, vliv na krevní tlak, sekreci žaludeční šťávy, účast při anafylaktickém šoku a alergických reakcích
kadaverin	Lys	stabilizace makromolekul (nukleové kyseliny), subcelulárních struktur (ribosomy), stimulace diferenciac buněk, rostlinný hormon
putrescin	Arg <i>via</i> Orn či Cit	stabilizace makromolekul (nukleové kyseliny), subcelulárních struktur (ribosomy), stimulace diferenciac buněk, rostlinný hormon
agmatin	Arg	stabilizace makromolekul (nukleové kyseliny), subcelulárních struktur (ribosomy), stimulace diferenciac buněk, rostlinný hormon
fenylethylamin	Phe	prekurzor tyraminu
tyramin	Tyr	prekurzor dopaminu, lokální tkáňový hormon, vliv na krevní tlak, kontrakce hladkých svalů
dopamin	DOPA	mediátory sympatických nervů
tryptamin	Trp	lokální tkáňové a rostlinné hormony (katecholaminy), vliv na krevní tlak, peristaltiku střev, psychické funkce









Nutriční hodnota lipidů farmově chovaného lososa obecného (*Salmo salar* L.)

Hindawi
Journal of Food Quality
Volume 2022, Article ID 9318889, 9 pages
<https://doi.org/10.1155/2022/9318889>

WILEY |  Hindawi

Research Article

Nutritional Quality and Assessment of Contaminants in Farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) of Different Origins

**Barbora Pohořelá ¹, Tomáš Gramblička ¹, Marek Doležal ¹, Darina Dvořáková ¹,
Jana Pulkrabová ¹, Lenka Kouřimská ², Vojtech Ilko ¹ and Jan Pánek ¹**

Losos

- Losos obecný (syn. losos atlantský) *Salmo salar* L.
- Dravá ryba
- Anadromní – migrující – chladnější vody Atlantiku, migruje do řek
- Dříve i do Vltavy

Nutriční hodnoty – na 100 g (Souci et al.: Food Composition and Nutrition Tables)

- Voda 65,5; protein 19,9; tuk 13,6 g
- Ca 16; Fe 0,6; Zn 0,5 mg
- Vitamin D 16 µg; vitamin E 2,3 mg

Losos a „losos“

- Pod obchodním označením *losos* jsou na trhu i další ryby – losos keta, l. nerka, l. gorbuscha

Farmový chov ryb

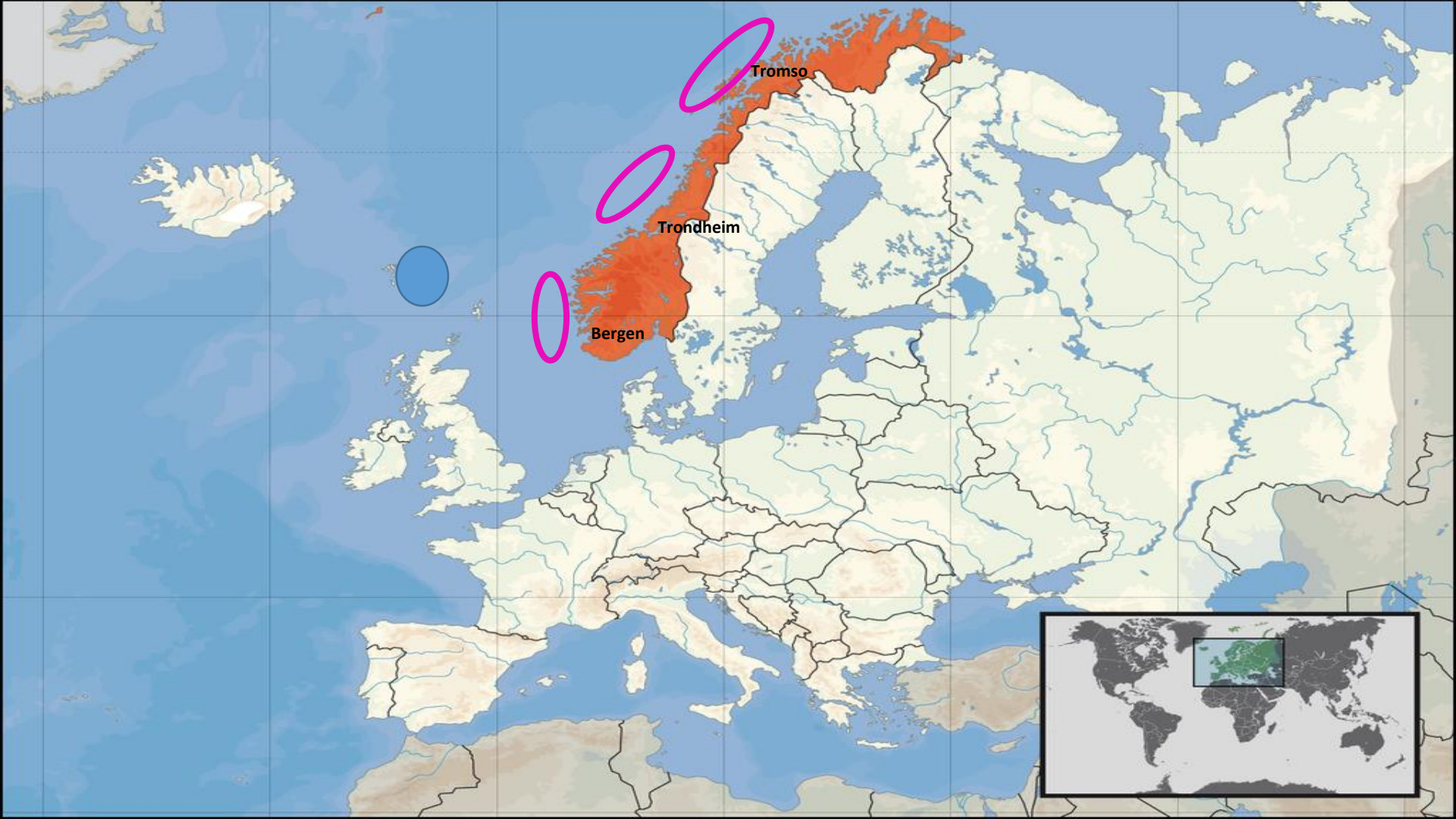
- Aquakultury, fish garden
- Pokles populace volně žijících ryb
- Někdy velmi výrazný
- Více než 90 % spotřeby lososa
- Volně žijící u nás na trhu prakticky není
- Různé negativní nepodložené informace („Chemikálie, antibiotika, výkaly a mrtvoly ryb – to vše znečišťuje okolí pobřežních farem“; „Losos patří mezi nejvíce toxická jídla“; „Lososi z farem jsou plní rakovinotvorných látek“; „Lososi z farem nepatří do zdravého jídelníčku a nemají žádnou nutriční hodnotu ...“))
- Proto tato práce



Vzorky

- Losos atlantský (*Salmo salar* L.)
- Z akvakultur - celkem 35 vzorků z různých farem ze tří pobřežní oblasti Norska (jih, střed, sever)
- Jedna produkční společnost, jeden dodavatel krmiv
- Velikost ryb okolo 3.5 kg
- Vzorky velikosti okolo 200 g ze střední části filety (bez kůže)
- Pro srovnání vzorky z farem ze Skotska, Islandu a Chile





Tromsø

Trondheim

Bergen



Hodnocené parametry

Nutriční parametry

- Protein
- Tuk
- Složení mastných kyselin
- Vitamin E

Hypotéza

Lokalizace farmy (sever x střed x jih; celková vzdálenost okolo 1000 km) a klima ovlivní nutriční parametry

Kontaminanty

Multiresiduální analýza asi 200 organických kontaminantů a polutantů

Výsledky – nutriční parametry

- Vyvrácená hypotéza – rozdíly statisticky nevýznamné – pouze individuální

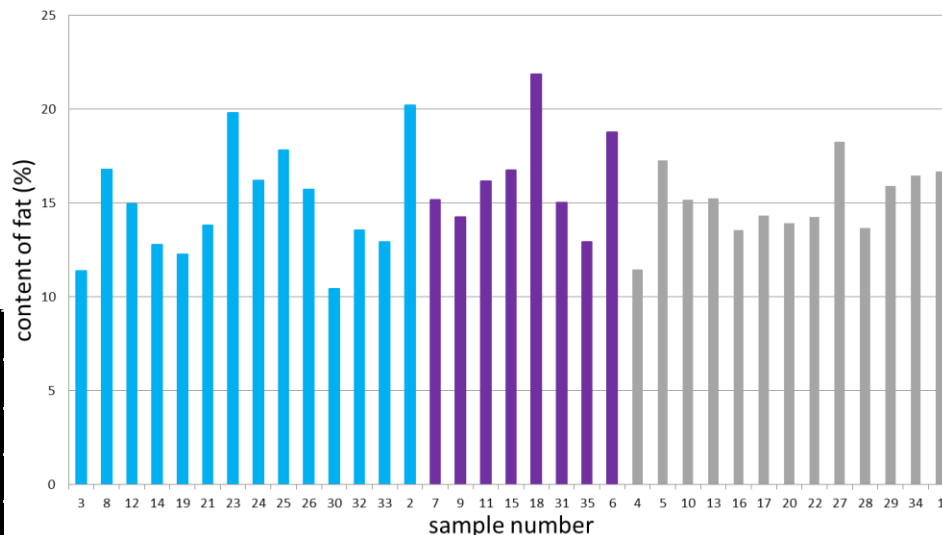
Constituents	Norway-Central (n=17)	Norway-North (n=10)	Norway-South (n=13)	Scotland (n=8)	Iceland ¹ (n=2)	Chile (n=5)
Dry matter (g/100g)	37.6 ± 2.7 ^a	38.7 ± 3.3 ^a	36.9 ± 2.3 ^a	38.4 ± 2.5 ^a	39.6 ^a	33.5 ± 1.1 ^a
Proteins (g/100g)	18.9 ± 0.7 ^{ab}	19.3 ± 0.9 ^{ab}	18.8 ± 0.5 ^b	19.6 ± 0.9 ^{ab}	18.9 ^{ab}	20.6 ± 0.7 ^a
Total lipids (g/100g)	15.8 ± 2.8 ^a	15.4 ± 2.4 ^a	15.1 ± 1.4 ^a	15.1 ± 2.4 ^a	18.3 ^a	8.9 ± 0.9 ^b
Sum of tocopherols (mg/kg oil)	307.7 ± 73.0 ^a	288.8 ± 48.7 ^a	342.8 ± 40.3 ^a	284.0 ± 94.4 ^a	262.1 ^a	249.4 ± 60.2 ^a
Sum of tocopherols (g/100g)	4.8 ± 0.9 ^{ab}	4.5 ± 1.0 ^{ab}	5.1 ± 0.5 ^a	4.4 ± 0.5 ^{ab}	4.9 ^{ab}	2.2 ± 0.4 ^b

Výsledky – nutriční parametry

Tuk – okolo 15 % (velikost ryb)

Složení mastných kyselin

	South	Central	North	
	average	average	average	average
SAFA	16.5	17.1	15.3	16.3
MUFA	47.7	47.3	49.7	48.2
n - 6	15.8	15.6	15.7	15.7
n - 3	17.4	17.4	16.6	17.1
PUFA	35.1	34.9	34.3	34.8



Obsah EPA + DHA: 7 – 10 % všech MK

Fatty Acid	Norway-Central (n=17)	Norway-North (n=10)	Norway-South (n=13)	Scotland (n=8)	Iceland ¹ (n=2)	Chile (n=5)
Myristic acid (C14:0)	3.47 ± 0.46 ^a	3.02 ± 0.25 ^a	3.39 ± 0.35 ^a	4.80 ± 0.90 ^b	3.37 ^a	3.08 ± 0.49 ^a
Palmitic acid (C16:0)	10.87 ± 0.86 ^b	10.04 ± 1.41 ^b	10.26 ± 0.45 ^b	13.32 ± 1.79 ^a	9.32 ^b	11.97. ± 1.27 ^{ab}
Palmitoleic acid (C16:1 Δ9c)	3.05 ± 0.36 ^a	2.99 ± 0.23 ^a	2.94 ± 0.15 ^a	3.86 ± 0.95 ^b	2.51 ^a	2.79 ± 0.17 ^a
Stearic acid (C18:0)	2.22 ± 0.19 ^{bc}	2.17 ± 0.44 ^{bc}	2.09 ± 0.10 ^c	2.55 ± 0.22 ^b	1.85 ^c	3.30 ± 0.26 ^a
Oleic acid (C18:1 Δ9c)	38.38 ± 1.35 ^a	40.34 ± 1.56 ^a	39.22 ± 0.66 ^a	30.75 ± 4.67 ^b	37.66 ^a	40.91 ± 1.99 ^a
Vaccenic acid (C18:1 Δ11c)	3.63 ± 0.88 ^{ab}	3.56 ± 0.30 ^{ab}	3.30 ± 0.24 ^b	3.70 ± 0.56 ^{ab}	4.98 ^a	3.83 ± 0.47 ^{ab}
Linoleic acid (C18:2 Δ9c,12c)	14.53 ± 0.66 ^a	14.95 ± 0.38 ^a	15.05 ± 0.28 ^a	12.54 ± 1.82 ^b	15.53 ^a	15.74 ± 0.61 ^a
α-Linolenic acid (C18:3 9c,12c,15c)	6.50 ± 0.98 ^a	6.20 ± 0.91 ^{ab}	6.77 ± 0.76 ^a	5.52 ± 1.39 ^{ab}	6.4 ^{ab}	4.20 ± 0.34 ^b
Eicosenoic acid (C20:1 Δ11c)	2.38 ± 0.62 ^a	2.39 ± 0.39 ^a	2.24 ± 0.38 ^a	1.86 ± 0.83 ^a	3.36 ^a	1.84 ± 0.23 ^a
Eicosadienoic acid (C20:2 Δ11c,14c)	1.13 ± 0.09 ^a	1.31 ± 0.22 ^a	1.13 ± 0.07 ^a	0.65 ± 0.15 ^b	0.71 ^b	0.80 ± 0.09 ^b
Eicosapentaenoic acid (C20:5 Δ5c,8c,11c,14c,17c)	3.00 ± 0.29 ^a	2.56 ± 0.21 ^a	3.09 ± 0.18 ^a	5.49 ± 1.67 ^b	2.98 ^a	2.08 ± 0.28 ^a
Docosapentaenoic acid (C22:5 Δ7c,10c,13c,16c,19c)	1.20 ± 0.13 ^b	1.26 ± 0.2 ^{ab}	1.16 ± 0.12 ^b	1.65 ± 0.50 ^a	0.82 ^b	0.93 ± 0.08 ^b
Docosahexaenoic acid (C22:6 Δ4c,7c,10c,13c,16c,19c)	4.39 ± 0.63 ^b	3.86 ± 0.50 ^b	4.27 ± 0.42 ^b	6.52 ± 2.15 ^a	4.15 ^b	3.00 ± 2.00 ^b
Total n-6	17.00 ± 0.54 ^a	17.48 ± 0.74 ^a	17.14 ± 0.43 ^a	15.65 ± 1.68 ^b	19.06 ^a	17.89 ± 0.35 ^a
Total n-3	17.09 ± 1.41 ^b	16.03 ± 1.53 ^b	17.64 ± 0.97 ^b	20.48 ± 2.60 ^a	15.45 ^{bc}	11.24 ± 0.40 ^c
Saturated fatty acids (SFA)	17.20 ± 1.21 ^{bc}	15.90 ± 1.98 ^c	16.62 ± 0.67 ^c	21.59 ± 3.00 ^a	15.41 ^c	19.66 ± 1.78 ^{ab}
Monounsaturated fatty acids (MUFA)	48.31 ± 1.04 ^a	50.12 ± 1.02 ^a	48.51 ± 0.80 ^a	41.46 ± 4.01 ^b	49.68 ^a	50.11 ± 1.93 ^a
Polyunsaturated fatty acids (PUFA)	34.48 ± 1.35 ^b	33.97 ± 1.41 ^b	35.15 ± 1.00 ^{ab}	36.95 ± 1.41 ^a	34.90 ^{ab}	30.23 ± 0.61 ^c

Výsledky - kontaminanty

- Ani v jednom případě nebyl překročen hygienický limit
- U velké většiny kontaminantů byly výsledky pod mezí detekce
- Srovnatelné výsledky jako u volně žijícího lososa

Nutriční parametry - shrnutí

Srovnání s nutriční hodnotou volně žijícího lososa

- Proteiny – přibližně stejné
- Tuk – 15 x 7 g/100 g
- EPA + DHA: 7 – 10 % x \approx 15 %

EPA + DHA

Doporučení EFSA: 250 mg / den

15 % tuku, z toho 7-10 % EPA + DHA $\rightarrow \approx$ **900-1700 mg /100 g ryby**

Dřívější výsledky: Při šetrné kuchyňské úpravě jsou ztráty EPA a DHA max. 10 % původního množství

Na pokrytí doporučení EFSA stačí denní příjem asi 15 - 30 g lososa

Test rybích sendvičů

MLADÁ FRONTA DNES | úterý 28. 6. 2022



Shell Café
Tuna

1,6

★★★★

Výrobce	Shell Czech Republic
Koupeno	CS Shell Praha 10
Hmotnost podle výrobce	186 g
Cena	75 Kč
Ryba	sterilovaný tuňák

Známka za degustaci 2,1
Denní dávka esenciálních mastných kyselin v cestovním balení.

V jedné porci (201 g)

Omega-3 MK	1,85 g
EPA+DHA MK	257 mg
Obsah rybího masa	47,7 g
Sůl	1,95 g



Nordsee Sendvič
s uzeným lososem

1,6

★★★★

Výrobce	Nordsee
Koupeno	Nordsee Praha 5
Hmotnost	neuveдена
Cena	149 Kč
Ryba	uzený losos

mělo snad jen mírně tužší kůrku.
Známka za degustaci 1,5
Nejen zdravý, ale hlavně chutný!

V jedné porci (181 g)

Omega-3 MK	1,24 g
EPA+DHA MK	252 mg
Obsah rybího masa	44,1 g
Sůl	3,28 g



Rohlik.cz Sendvič
s tuňákem a vejcem

2,0

★★★★

Výrobce	Velká Pecka s.r.o.
Koupeno	Rohlik.cz
Hmotnost podle výrobce	180 g
Cena	99,90 Kč
Ryba	sterilovaný tuňák

chuť cibule. Kůrka toastu byla sušší.
Známka za degustaci 2,4
Plný tuňáka a velkých kusů vajec.

V jedné porci (193 g)

Omega-3 MK	1,33 g
EPA+DHA MK	160 mg
Obsah rybího masa	38,2 g
Sůl	1,54 g



Fresh Crocodile
Tuňák a vejce

2,2

★★★★

Výrobce	Crocodile ČR, s. r.o.
Koupeno	SM Albert
Hmotnost podle výrobce	160 g
Cena	76,90 Kč
Ryba	sterilovaný tuňák

tové zeleniny se jaksí nedostávalo.
Známka za degustaci 1,9
Ryba a vejce v poctivé vrstvě.

V jedné porci (220 g)

Omega-3 MK	0,97 g
EPA+DHA MK	94 mg
Obsah rybího masa	35,5 g
Sůl	2,20 g



Albert Fresh bistro
Grand dýňový

2,3

★★★★

Výrobce	Crocodile ČR, s. r.o.
Koupeno	SM Albert
Hmotnost podle výrobce	120 g
Cena	64,90 Kč
Ryba	uzený losos

sosa byla velmi málo zřetelná.
Známka za degustaci 2,7
Málo lososa = velké rozčarování.

V jedné porci (144 g)

Omega-3 MK	1,24 g
EPA+DHA MK	161 mg
Obsah rybího masa	22,6 g
Sůl	2,09 g



Select&Go
Sendvič tuňákový

2,4

★★★★

Prodávající	Lidl Česká republika
Koupeno	Lidl
Hmotnost podle výrobce	190 g
Cena	49,90 Kč
Ryba	sterilovaný tuňák

chyběla náplň. Velká škoda...
Známka za degustaci 2,8
Prázdné okraje porotce zklamaly.

V jedné porci (246 g)

Omega-3 MK	1,55 g
EPA+DHA MK	93 mg
Obsah rybího masa	54,8 g
Sůl	2,36 g



Tesco Lososový **2,4**

★★★★★
 Prodávající Tesco Stores ČR
 Koupeno HM Tesco
 Hmotnost podle výrobce 183 g
 Cena 64,90 Kč
 Ryba uzený losos
 Složení: pš. tortilla 35 %, sýr s koprem 22 %, losos 19 %, listový salát 17 %, červená paprika 7 %.

Známka za degustaci 2,6
 Solidní zdroj zdravých tuků.

V jedné porci (185 g)

Omega-3 MK	0,87 g
EPA+DHA MK	204 mg
Obsah rybího masa	26,9 g
Sůl	2,59 g



Simply fresh Tuňák a vejce **2,5**

★★★★★
 Výrobce BAPA s.r.o.
 Koupeno Rohlík.cz
 Hmotnost podle výrobce 188 g
 Cena 74,90 Kč
 Ryba sterilovaný tuňák
 Složení: toustový chléb světlý 53 %, tuňák 25 %, vařená vejce 12 %, dresink 10 %

Známka za degustaci 2,8
 Suchý, bez zeleniny i bez jlskry.

V jedné porci (229 g)

Omega-3 MK	0,94 g
EPA+DHA MK	110 mg
Obsah rybího masa	47 g
Sůl	2,01 g



Deli Tuňák a vejce **2,6**

★★★★★
 Výrobce Crocodile ČR, s. r. o.
 Koupeno Košík.cz
 Hmotnost podle výrobce 165 g
 Cena 64,90 Kč
 Ryba tuňákový salát
 Složení: pšeničný chléb 37 %, tuňákový salát 33 %, vařená vejce 15 %, majonéza 14 %, rukola 1 %

Známka za degustaci 2,8
 Spíš vaječný než rybí sendvič.

V jedné porci (193 g)

Omega-3 MK	1,35 g
EPA+DHA MK	46 mg
Obsah rybího masa	38,6 g
Sůl	2,16 g



Dýňový chléb s treskou **2,6**

★★★★★
 Výrobce Bageterie Boulevard
 Koupeno Bageterie Boulevard
 Hmotnost podle výrobce 225 g
 Cena 89 Kč
 Ryba pomazánka z tresky
 Složení: tmavý dýňový chléb, pomazánka z tresky, šafránová rouille omáčka, grilovaná cuketa, zelená fa-

Známka za degustaci 2,7
 Nevyrovnaný boj tresky a zeleniny.

V jedné porci (185 g)

Omega-3 MK	0,55 g
EPA+DHA MK	18 mg
Obsah rybího masa	52,9 g
Sůl	2,08 g



Dýňový chléb s lososem **2,8**

★★★★★
 Výrobce Bageterie Boulevard
 Koupeno Bageterie Boulevard
 Hmotnost podle výrobce 160 g
 Cena 89 Kč
 Ryba uzený losos
 Složení: tm. dýňový chléb, uzený losos, sázené vejce, žervé, rukola
 Co zjistila laboratoř: Ačkoliv se sní-

Známka za degustaci 2,6
 Očekávání jsou silnější než realita.

V jedné porci (157 g)

Omega-3 MK	0,33 g
EPA+DHA MK	107 mg
Obsah rybího masa	19,3 g
Sůl	2,14 g



Nordsee wrap s tuňákem **2,9**

★★★★★
 Výrobce Nordsee
 Koupeno Nordsee Praha 5
 Hmotnost neuvedena
 Cena 119 Kč
 Ryba tuňák
 Složení: pšeničná tortilla, listové saláty, rajčata, tuňák, ovčí sýr, tatarská omáčka

Známka za degustaci 2,9
 Pikantní omáčka utloukla rybu.

V jedné porci (181 g)

Omega-3 MK	0,47 g
EPA+DHA MK	83 mg
Obsah rybího masa	22,6 g
Sůl	1,97 g

Senzorické posouzení tuňákových pomazánek

Chef Select Tuňáková pomazánka 125 g
Karlova Koruna Pomazánka tuňáková 135 g
Varmuža Tuňáková pomazánka 135 g
Tesco Tuňáková pomazánka 135 g
Heleb Tuňáková pomazánka 150 g
Hamé Pomazánka tuňáka 100 g
Delimax Pomazánka tuňáková 1 kg
Rybex Tuňáková pomazánka 500 g
Viva Pomazánka s tuňákem 120 g

Obsah tuňáka 17 – 45 % hm.



Vzorek	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Příjemnost vzhledu	72	43	51	48	23	67	64	69	35
Intenzita barvy	46	37	26	80	16	43	33	43	62
Příjemnost vůně	71	53	58	60	52	66	54	74	34
Intenzita vůně	52	45	45	42	44	43	51	48	50
Vůně po rybě	42	18	40	17	29	30	21	41	21
Příjemnost celkové chuti	59	37	34	39	6	47	41	66	32
Intenzita celkové chuti	62	65	67	65	73	58	47	60	69
Příjemnost slané chuti	61	63	47	38	31	56	48	72	55
Intenzita slané chuti	50	36	41	48	29	52	42	38	39
Intenzita kyselé chuti	34	58	72	31	80	14	59	44	12
Intenzita tučné chuti	48	44	55	50	39	57	39	51	59
Intenzita rybí chuti	46	21	42	23	37	32	27	44	26
Konzistence	69	39	60	58	18	68	65	73	91
Roztíratelnost	15	12	18	17	6	11	23	17	30
Hrúbost pomazánky	44	37	58	58	38	12	68	57	4
Intenzita pachutí	19	33	25	24	31	25	23	9	37
Celkové hodnocení	1,8	3,0	3,1	2,9	4,4	2,5	3,0	1,9	3,9

Konzistence

(0 Řídká -75 Optimální - 100 Tuhá)

Roztíratelnost

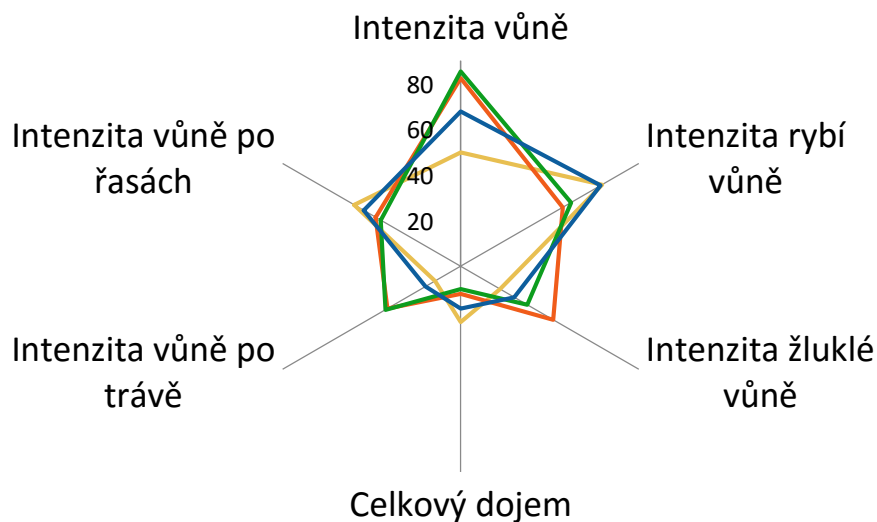
(0 Velmi jemná -100 Velmi těžká)

Hrúbost pomazánky

(0 Velmi jemná -100 Velmi hrubá, velké kousky)

Stanovení sekundárních produktů oxidace tuků

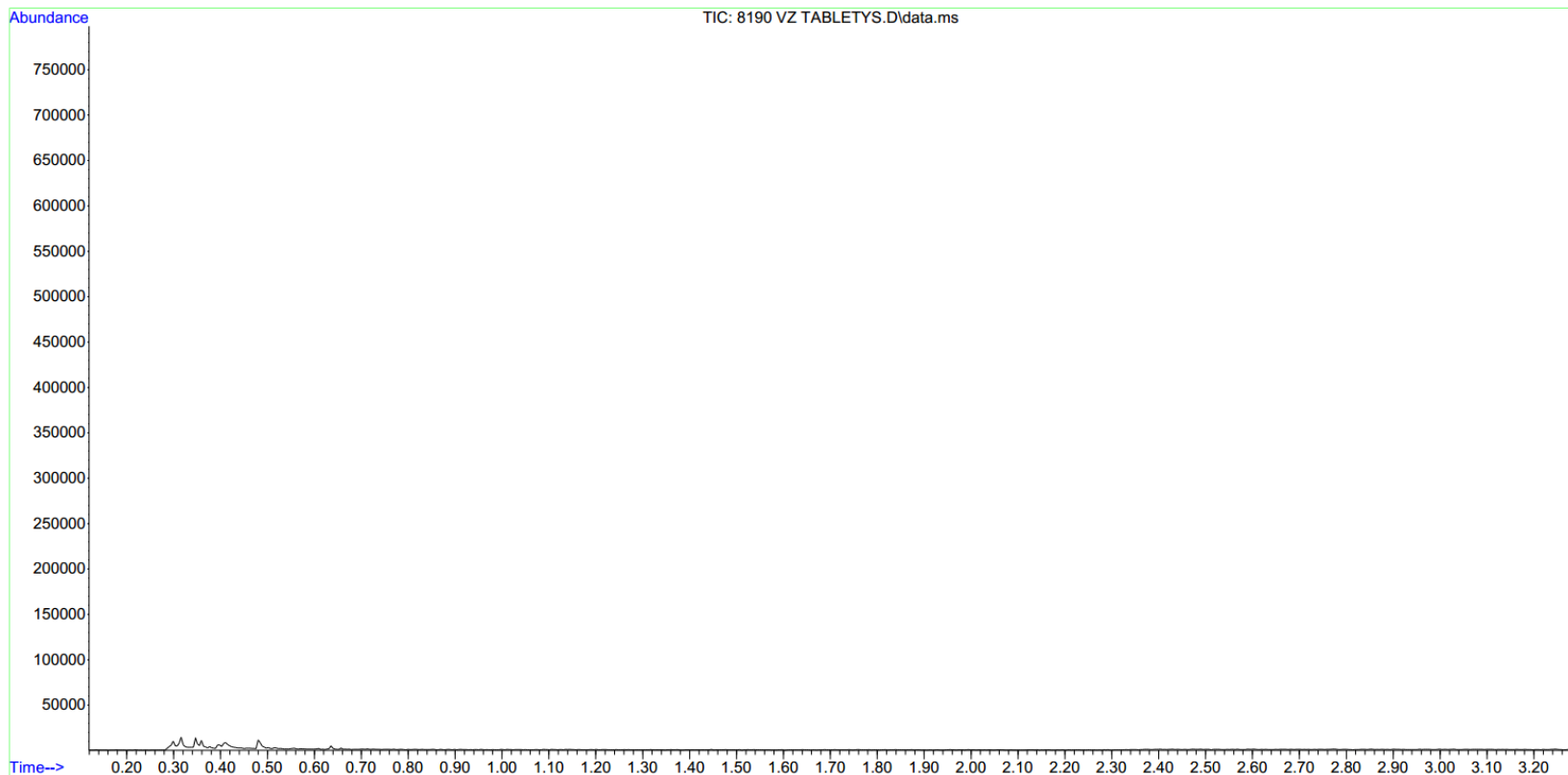
- doplňky stravy pro těhotné a kojící ženy



Vzorek	Peroxidové číslo (mekv. O ₂ /kg)
1	*
2	*
3	6,4
4	13,7

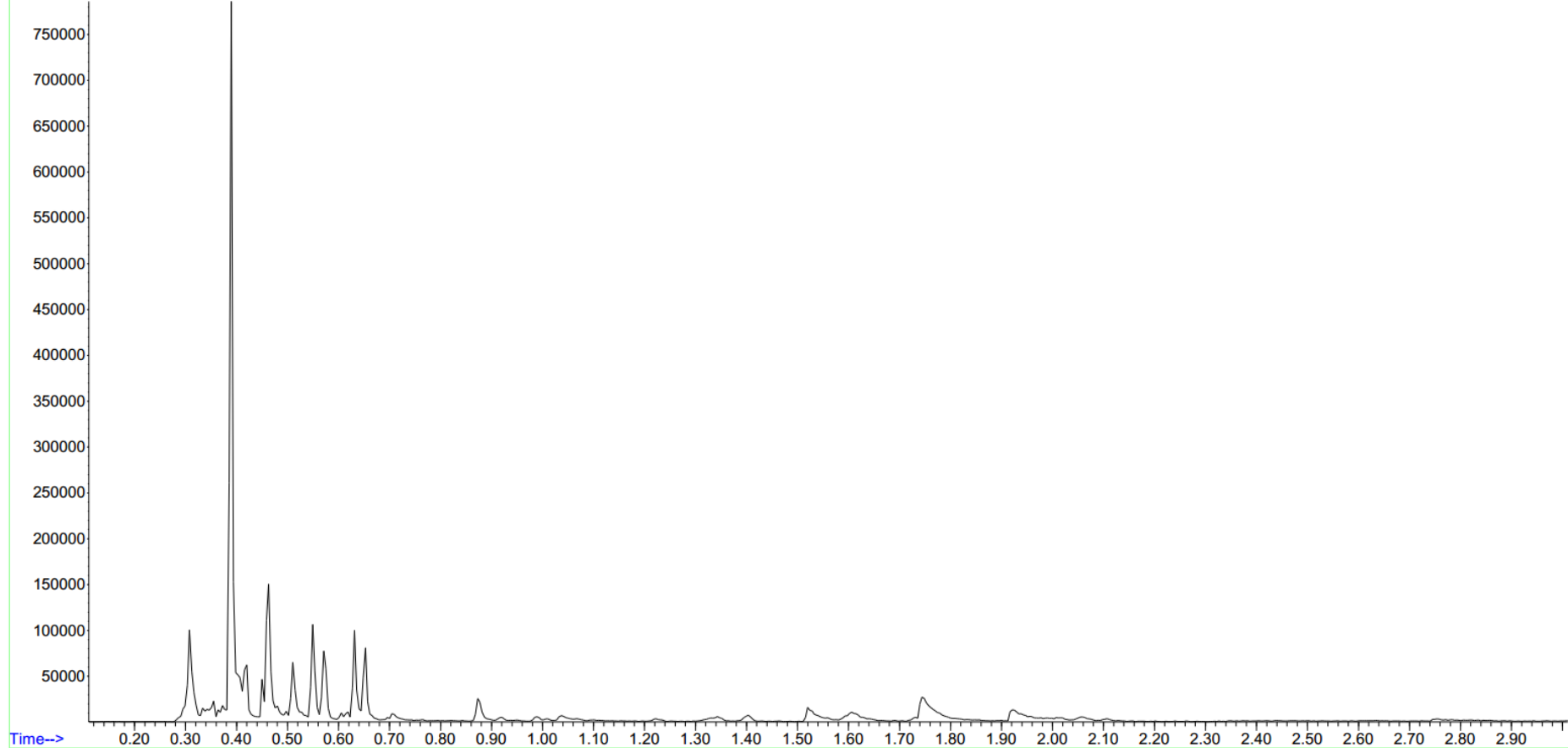
*= vzhledem k přítomnosti dalších látek
nebylo možno stanovit

Chromatogram profilu těkavých látek získaných mikroextrakcí tuhou fází (SPME)



Abundance

TIC: 1105 VZ TABLETYS.D\data.ms



Time-->

Experimentální práce

- porovnání kvality doplňků stravy s deklarovaným obsahem MK řady n-3
- 56 vzorků z tržní sítě ČR



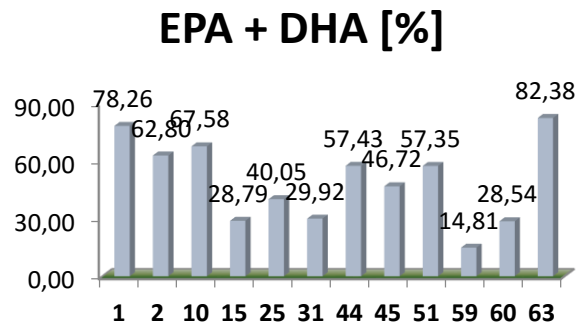
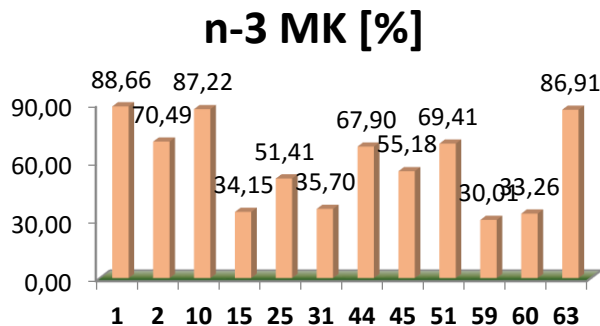
Metoda stanovení

- transesterifikace přítomných lipidů za vzniku methylesterů mastných kyselin byla provedena methanolickým roztokem hydroxidu sodného
- GC/FID Agilent 6890
- kapilární kolona SP 2560, 100m x 0,25mm, tloušťka filmu 0,20 μm (Supelco, USA)



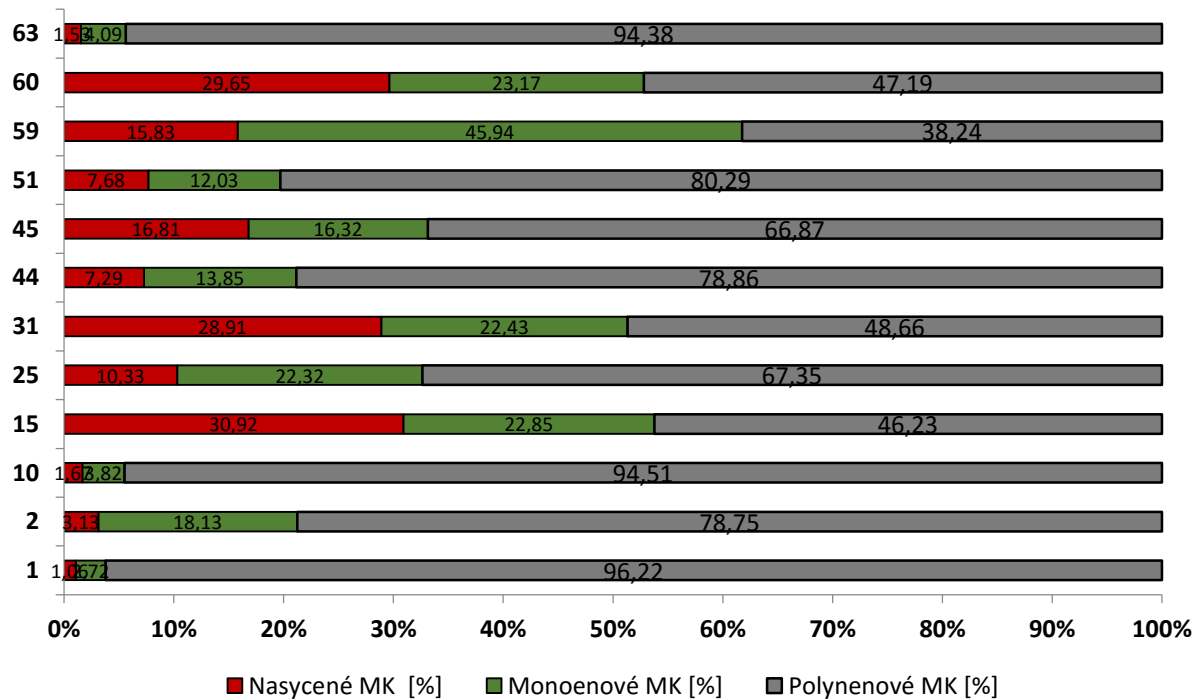
Koncentráty

Obsah EPA a DHA (% z MK)



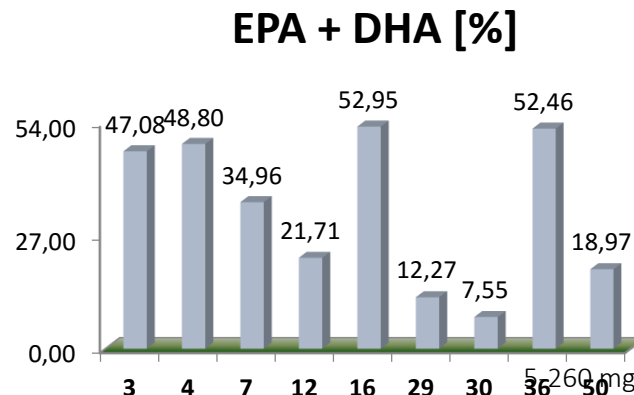
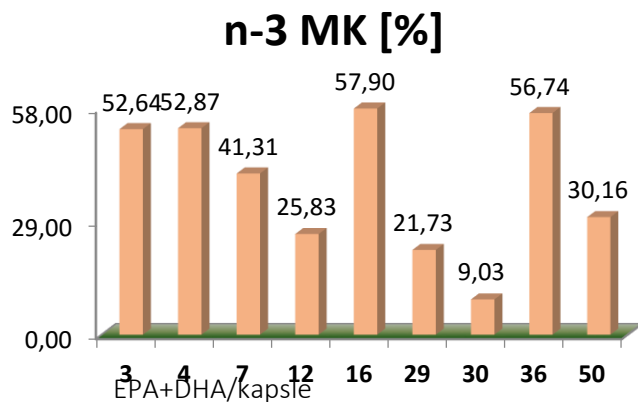
74 – 484 mg EPA+DHA/kapsle

Koncentráty



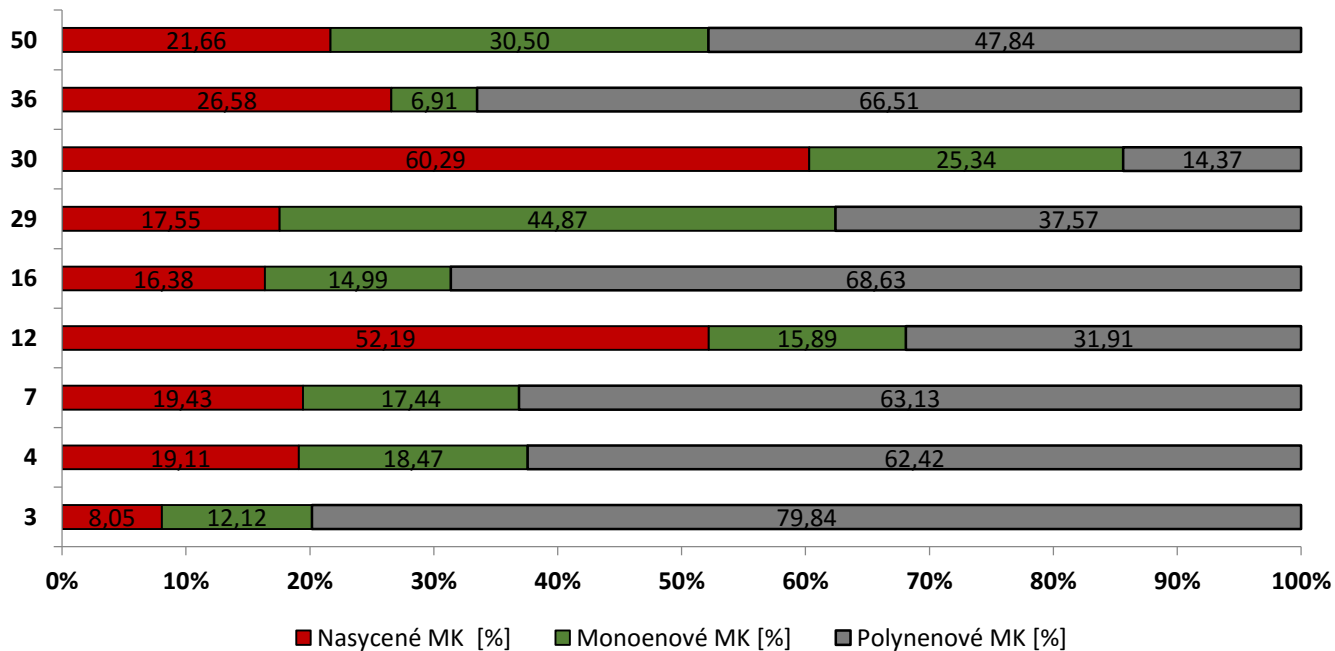
Výrobky určené dětem

Obsah EPA a DHA (% z MK)



vzorek 3 - určený těhotným a kojícím ženám

Výrobky určené dětem

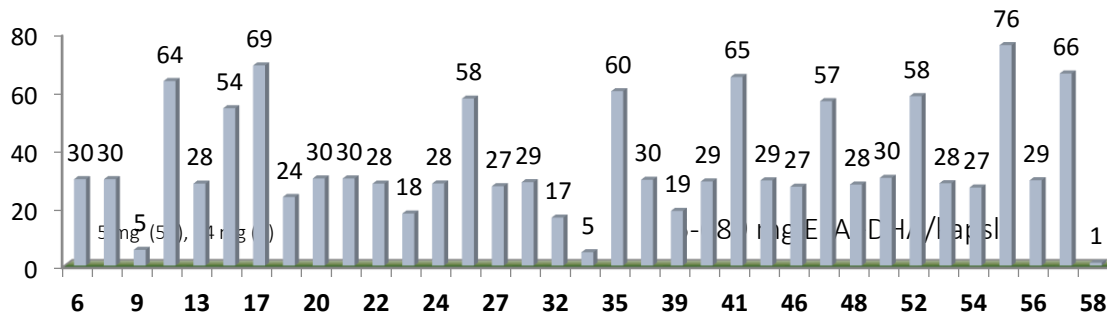
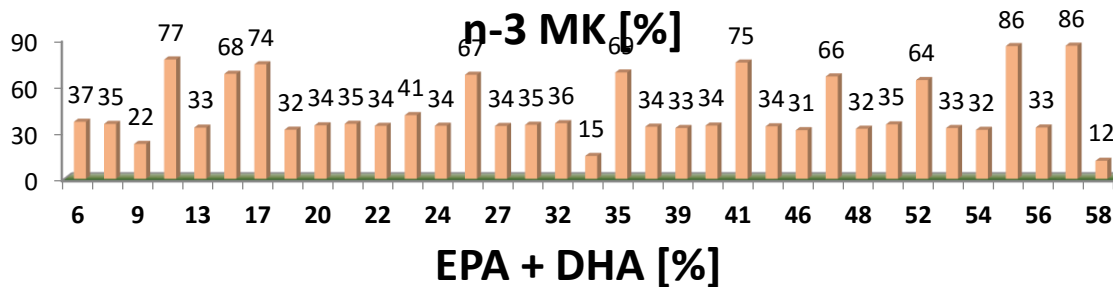


vzorek 3 - určený těhotným a kojícím ženám

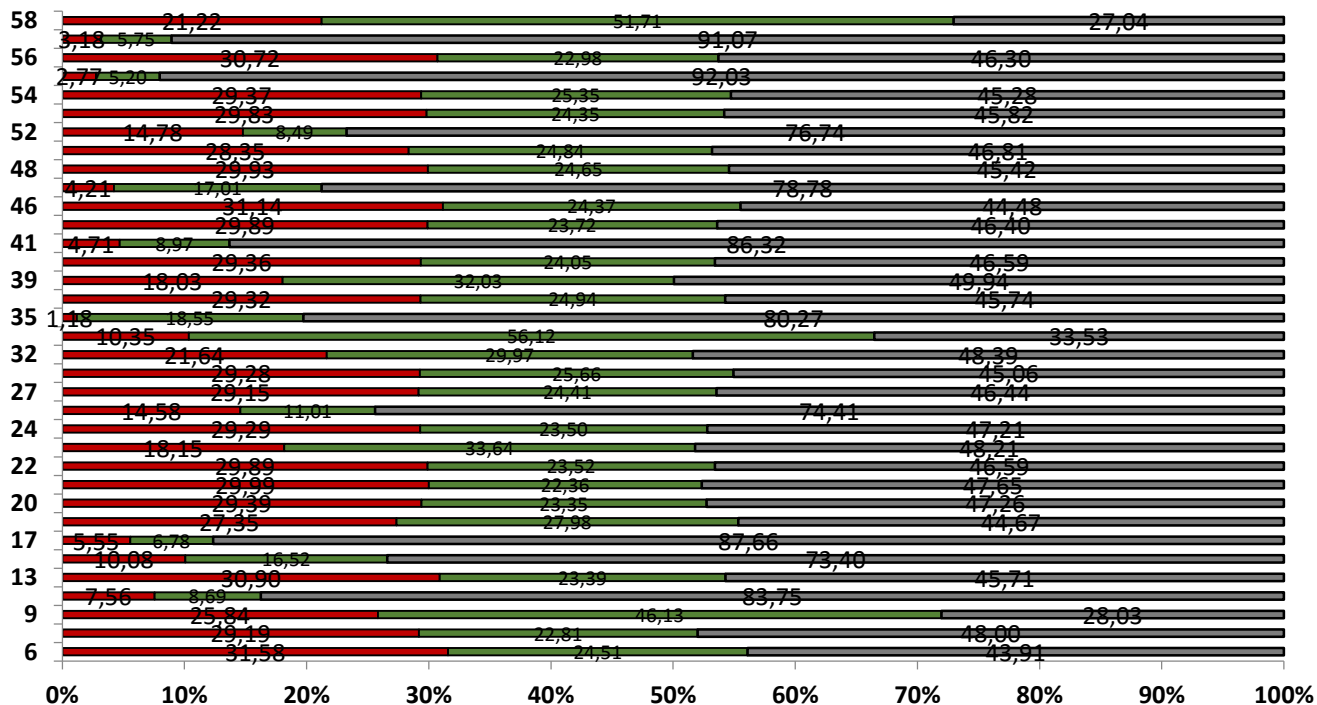
Ostatní výrobky

poměr n-6 / n-3

0,05-1,29



Ostatní výrobky



■ Nasycené MK [%] ■ Monoenové MK [%] ■ Polynenové MK [%]

Závěr

- Kvalita výrobků posuzovaná obsahem dvou nejvýznamnějších vysoce nenasycených mastných kyselin řady n-3 (EPA+DHA) byla v rámci celku i jednotlivých kategorií značně rozdílná
 - 18 výrobků s obsahem těchto kyselin vyšším než 50 % lze považovat za kvalitní zdroj mastných kyselin řady n-3
 - 6 výrobků, v nichž byl jejich obsah nižší než 10 %, lze označit za nekvalitní ve smyslu nízkého obsahu deklarovaných látek
- Pro uživatele komfortnější příjem jen jedné kapsle za den, které je dosaženo použitím koncentrátů mastných kyselin řady n-3 namísto neupraveného rybího tuku, stačí pro pokrytí doporučeného denního příjmu u 21 vzorků.