

Omega–3 a Omega–6 nenasycené mastné kyseliny v potravinářském průmyslu a ve farmacii

Lenka Bartlová

Bakalářská práce
2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav potravinářského inženýrství
akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lenka BARTLOVÁ**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Omega-3 a Omega-6 nenasycené mastné kyseliny
v potravinářském průmyslu a ve farmacii**

Zásady pro vypracování:

- Dělení mastných kyselin.
- Výskyt mastných kyselin v přírodě a potravinách.
- Fyziologické účinky Omega-3 nenasycených mastných kyselin.
- Doplnky stravy.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1]MOUREK J. a kol.: **Mastné Kyseliny Omega-3**, Triton, Praha 2007.

[2]DUCHOŇ J. a kol.: **Lékařská chemie a biochemie**, Avicenum, Praha 1985.

[3]HOLEČEK M.: **Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin**, Grada, Praha 2006.

[4]HOFFMANN G. F. a kol.: **Dědičné metabolické poruchy**, Grada, Praha 2006.

[5]MURRAY R. K. a kol.: **Harperova biochemie**, Nakladatelství H+H, Praha 2002.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Daniela Kramářová, Ph.D.

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

19. února 2009

Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2009

Ve Zlíně dne 31. května 2009

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Úkolem bakalářské práce bylo shrnout dostupné informace o ω -3 a ω -6 mastných kyselinách. Tyto se vyskytují převážně v mořských rybách, tucích a olejích. V naší stravě by měly být obsaženy v dostatečné míře a v určitém poměru. Pokud tomu tak není, je možné zakoupit doplňky stravy s těmito kyselinami. Jsou důležité převážně pro správnou srdečně-cévní činnost, udržení hladiny cholesterolu, v období těhotenství a u novorozenců a kojenců pro správný vývoj a činnost mozku.

Klíčová slova: ω -3, ω -6, mastné kyseliny, tuky, oleje, doplňky stravy

ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis was to summarize available information about ω -3 and ω -6 fatty acids. They are mostly occurred in sea fishes, fats and oils. They should be contained in our food in a sufficient measure and in the right ratio. If this is not happened it is possible to buy the supplements containing those fatty acids. They are mostly important for the good vascular activity, the maintaining level of cholesterol during pregnancy and at the neonates and the infants for the right development and the brain activity.

Keywords: ω -3, ω -6, fatty acids, fats, oils, supplements

Tímto bych chtěla poděkovat své vedoucí bakalářské práce Ing. Daniele Kramářové, Ph.D. za cenné a odborné rady a pomoc při teoretických otázkách. Dále bych ráda poděkovala rodině, která mě podporovala ve studiu a měla se mnou strpení ve zkouškovém období a při tvorbě bakalářské práce.

„Zdraví je podstatou všeho“. Miloš Kopecký

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka.

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 MASTNÉ KYSELINY	10
1.1 NASYCENÉ MASTNÉ KYSELINY	11
1.2 NENASYCENÉ MASTNÉ KYSELINY S JEDNOU DVOJNOU VAZBOU (MONOENOVÉ)	12
1.3 NENASYCENÉ MASTNÉ KYSELINY S NĚKOLIKA DVOJNÝMI VAZBAMI (POLYENOVÉ)	13
1.4 MASTNÉ KYSELINY S TROJNÝMI VAZBAMI A RŮZNÝMI SUBSTITUENTY	13
2 TUKY A OLEJE	15
2.1 MASTNÉ KYSELINY ŽIVOČIŠNÉHO PŮVODU	18
2.2 MASTNÉ KYSELINY ROSTLINNÉHO PŮVODU	19
2.3 MÝTY KOLEM ZTUŽENÝCH POKRMOVÝCH TUKŮ.....	19
3 VÝSKYT Ω-6 A Ω-3 MASTNÝCH KYSELIN	22
4 FYZIOLOGICKÉ ÚČINKY Ω-3 NENASYCENÝCH MK	26
4.1 ÚČINKY Ω -3 NA KARDIOVASKULÁRNÍ SYSTÉM.....	26
4.2 ÚČINKY Ω -3 NA IMUNITNÍ SYSTÉM.....	27
4.3 ÚČINKY Ω -3 NA VÝVOJ MOZKU DĚTÍ.....	28
4.3.1 Role DHA a EPA	29
4.4 ÚČINKY Ω -3 NA PŘEDČASNÝ POROD	30
4.5 ÚČINKY Ω -3 V MATEŘSKÉM MLÉCE.....	30
4.5.1 Vliv diety a suplementace na obsah MK v mateřském mléce.....	31
4.5.2 Mateřské mléko a kyslíkové radikály.....	32
4.6 ÚČINKY Ω -3 NA STRES	34
5 DOPLŇKY STRAVY	35
5.1 DEFINICE DLE ZÁKONA	35
5.2 LEGISLATIVA	35
5.3 VYBRANÉ DOPLŇKY STRAVY A JEJICH ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA	35
5.3.1 MAXICOR®	35
5.3.2 GS OMEGA-3.....	36
5.3.3 Marin-Q DĚTI.....	37
5.3.4 Další doplňky stravy na bázi mastných kyselin.....	38
ZÁVĚR	42
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	44
SEZNAM OBRÁZKŮ	48
SEZNAM TABULEK	49

SEZNAM PŘÍLOH.....	50
---------------------------	-----------

ÚVOD

Bakalářská bude pojednávat o mastných kyselinách, jak lze tyto kyseliny dělit a kde se jednotlivé kyseliny nacházejí. Záměrem práce je zdůraznit obzvláště pozitivní vliv ω -3 a ω -6 mastných kyselin. Práce je zaměřena na výskyt ω -3 a ω -6 mastných kyselin v jednotlivých potravinách, převážně rybách, olejích a tucích, uvedeny jsou i potraviny, které je obsahují a v jakém poměru.

Hlavní myšlenka proč jsem se rozhodla psát právě o ω -3 a ω -6 nenasycených mastných kyselinách jsou jejich pozitivní účinky na lidské zdraví. Čím dál víc jsou zkoumány a potvrzeny další a další účinky, převážně ω -3 mastných kyselin. V práci se soustředím mimo jiné na to, jak je ω -3 důležitá pro náš srdečně-cévní systém, na snížení hladiny cholesterolu, má pozitivní účinky na potlačení stresu, což souvisí mimo jiné i s imunitním systémem. Soustředím se též na vliv ω -3 a ω -6 nenasycených mastných kyselin v prenatálním období vývoje, v těhotenství a posléze i v postnatálním období, kde je do tří let důležitý převážně obsah dokosahexaenové kyseliny a asi od tří let eikosapentaenové. Svou roli hrají ω -3 i jako zástupce v mateřském mléce, tady jsou zmíněny např. studie předčasného porodu na množství ω -3 v mateřském mléce. V neposlední řadě bude pozornost věnována některým doplňkům stravy vyskytujícím se na našem trhu, jež obsahují ω -3 a ω -6 nenasycené mastné kyseliny.

Cílem mé bakalářské práce je popsat jak důležité ω -3 a ω -6 nenasycené mastné kyseliny jsou, kde se vyskytují a v jakém poměru. Kladen je důraz i na složení našeho jídelníčku a na zastoupení těchto kyselin v něm, obzvláště u těhotných žen a malých dětí. V závěru jsou uvedeny i některé doplňky stravy s výskytem těchto mastných kyselin, které se dají nahradit za potraviny bohaté na ω -3 a ω -6.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MASTNÉ KYSELINY

Mastná kyselina (dále jen MK) je souborný název pro alifatické (zpravidla vyšší) monokarboxylové kyseliny (1). Poprvé MK izoloval roku 1818 francouzský chemik M. E. Chevreul. Vyskytují se jako volné (neesterifikované) nebo estericky vázané v triacylglyceroly, fosfolipidy, estery cholesterolu apod. (2). Mají většinou sudý počet atomů uhlíku, protože jejich biosyntéza probíhá adicí acetátu, který má dva uhlíky. Čím je MK delší, tím více se projevují její hydrofóbní vlastnosti a tím méně je rozpustná ve vodě (2). Patří mezi hlavní fyziologicky významné látky vážící se nejčastěji v lipidech.

Lipidy jsou jedny z hlavních živin člověka a jsou nejvydatnějším zdrojem energie (1 g tuku poskytuje 9 kcal = 37,7 kJ energie). Mají zásobní funkci, umožňují vstřebávání vitamínů A, D, E a K z potravy. Představují však i jeden z rizikových faktorů aterosklerózy (resp. ischemické choroby srdeční), včetně infarktu myokardu a cévních mozkových příhod. Nadměrný příjem a nevhodná skladba lipidů v potravě vedou k onemocnění jako obezita, *diabetes mellitus*, žlučnickové kameny, apod. MK jsou součástí všech buněk organismu a taky jsou potřebné k tvorbě hormonů. Jsou syntetizovány z acetyl-CoA, který vzniká při jejich oxidaci v mitochondriích (3). Esterifikací s cetylalkoholem, cerylalkoholem a myristylalkoholem tvoří vosky.

Mezi nenasycenými mastnými kyselinami mohou být mimo jiné ω -6 a ω -3 MK. Čísla udávají polohu první dvojné vazby. Nacházejí se zejména v rybách chladných vod jako je losos, makrela, pstruh a tuňák. Základní ω -6 MK – kyselina linolová je desaturována v těle na formu kyseliny arachidonové, zatímco základní ω -3 MK α -linolenová je desaturována na eikosapentaenovou (EPA) a dokosahexaenovou kyselinu (DHA). EPA a DHA jsou hlavní strukturální MK v centrálním nervovém systému a sítnici a jejich dostupnost je klíčová pro rozvoj mozku.

Mastné kyseliny se dělí na:

- nasycené mastné kyseliny,
- nenasyčené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou (monoenové),
- nenasyčené mastné kyseliny s několika dvojnými vazbami (polyenové),
- mastné kyseliny s trojnými vazbami a různými substituenty (cyklické, rozvětvené).

1.1 Nasycené mastné kyseliny

Obsahují přibližně 4 - 60 uhlíkových atomů a mají zpravidla rovný nerozvětvený řetězec. Nasycené MK neobsahují v řetězci žádnou dvojnou vazbu. Vází se převážně v živočišných tucích a fungují jako energetická rezerva. Z rostlinných zdrojů nalezneme jejich větší obsah v kokosovém či palmovém oleji.

Tabulka 1 Nejznámější nasycené mastné kyseliny

Triviální název	Mastná kyselina	Počet atomů uhlíku
máselná	butanová	4
kapronová	hexanová	6
kaprylová	oktanová	8
kaprinová	dekanová	10
laurová	dodekanová	12
myristová	tetradekanová	14
palmitová	hexadekanová	16
stearová	oktadekanová	18
arachová	eikosanová	20

V kozím mléce a máse jsou v malém množství obsaženy kyseliny máselná, kapronová, kaprylová a kaprinová. Kyselinu laurovou bychom mohli najít ve skořici, bobkovém listu a kokosovém oleji. Hovězí lůj je bohatý na kyselinu palmitovou a stearovou. Kyselinu arachovou obsahují arašídny.

1.2 Nenasycené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou (monoenové)

Monoenové MK se navzájem od sebe liší počtem uhlíkových atomů a polohou dvojně vazby. Obsahují ve svém řetězci jednu dvojnou vazbu, která se vyskytuje ve dvou stereoizomerech – *cis* a *trans*.

V *cis*-kyselinách jsou oba atomy vodíku na dvojně vazbě v poloze sobě bližší. V *trans*-kyselinách se nacházejí na opačných polohách. Tento nepatrný rozdíl se projeví ve tvaru uhlovodíkového řetězce (2). Konfigurace *cis* ohýbá molekuly v místě s dvojnou vazbou o 120° (molekula nabývá v prostoru tvaru písmene L), konfigurace *trans* o 110° (molekula je napřímená a "neláme se"). Většina nenasycených MK je v konfiguraci *cis*. Např. kyselina olejová, palmitolejová, eruková, limekvová. Příkladem *trans* MK je kyselina elaidová, palmitelaidová, vakcenová, brassidová.

Z velké části jsou nenasycené MK obsaženy v rostlinných olejích. *Trans*-kyseliny se přirozeně vyskytují v mikroorganizmech, semenech některých rostlin a v tuku a mléce přežvýkavců.

V lidském organismu vznikají v malém množství v mitochondriích při β -oxidaci. (2).

Tabulka 2 Příklady monoenových mastných kyselin

kyselina palmitolejová	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
kyselina olejová	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
kyselina elaidová	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
kyselina eruková	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{11}\text{COOH}$
kyselina nervonová	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{13}\text{COOH}$

Trans-kyseliny se podílejí na zvýšení hladiny cholesterolu v krvi. Vznikaly při starších technologických postupech výroby, kterými se ztužovaly rostlinné oleje. Při nejmoderněj-

ším postupu výroby rostlinných roztíratelných tuků (margarínů), tzv. interesterifikaci, již ke vzniku *trans* MK prakticky nedochází. Sami je můžeme doma nechtěně „připravit“, pokud budeme v teplé kuchyni používat přepálené tuky nebo nesprávně (tj. příliš dlouho) smažit jídla na přepáleném oleji. Nepatrné množství *trans* MK je přirozeně obsaženo i v mléčném tuku (v mléce a mléčných výrobcích). Zabránit jejich tvorbě pak může používání vhodných tuků k tepelné úpravě pokrmů.

1.3 Nenasycené mastné kyseliny s několika dvojnými vazbami (polyenové)

Polynenasycené (polyenové) MK mají v řetězci více než jednu dvojnou vazbu. Dělíme je podle jejich počtu na dienové, trienové, tetraenové atd. Ponejvíce jsou obsaženy v olejích a tucích rostlinného původu a v rybím tuku.

Řadí se mezi ně i tzv. esenciální MK, které je nutno přijímat potravou (kyselina linolová, linolenová, arachidonová). Jsou substrátem pro syntézu prostaglandinů a dalších biologicky aktivních látek, pomáhají snižovat hladinu cholesterolu v krvi a riziko vzniku krevních sraženin. Hrají důležitou roli v prevenci srdečně-cévních onemocnění a jsou nezbytné také pro správný vývoj mozku či oční sítnice.

Tabulka 3 Polyenové mastné kyseliny

dienové	obsahují dvě dvojně vazby – kyselina linolová - esenciální
trienové	obsahují tři dvojně vazby – kyselina γ -linolenová a esenciální α -linolenová
tetraenové	obsahují čtyři dvojně vazby – kyselina arachidonová
pentaenové	obsahují pět dvojných vazeb – kyselina eikosapentaenová, EPA
hexaenové	obsahují šest dvojných vazeb – kyselina dokosahexaenová, DHA

1.4 Mastné kyseliny s trojnými vazbami a různými substituenty

- **alkinové** - vyskytují se vzácně a obsahují jednu nebo více trojných vazeb, př. kyselina tarirová,

- **rozvětvené** – nalezneme je zejména u bakterií, př. kyselina tuberkulostearová,
- **cyklické** - nejčastěji se setkáváme s cyklopropanovými, cyklopropanovými a cyklopentenovými kruhy, př. kyselina laktobacilová,
- **hydroxykyseliny** - méně významné MK, bývají součástí lipidů, př. kyselina ricinolejová.

2 TUKY A OLEJE

Zastoupení nasycených a nenasycených MK v esterech glycerolu můžeme poznat na první pohled. Čím je tuk při pokojové teplotě tužší, tím je v něm obsaženo více nasycených MK. Tuhé nebo polotuhé jsou v našich klimatických podmínkách všechny tuky původu živočišného, s výjimkou některých tuků ryb.

Tuky, v nichž převažují nenasycené MK a jsou tekuté, se nazývají oleje. Patří mezi ně všechny rostlinné oleje - řepkový, slunečnicový, sójový, olivový (s výjimkou palmového) a další. Kokosový tuk a kakaové máslo, i když jsou rostlinného původu, jsou tuhé a obsahují vyšší množství nasycených MK.

Podle posledních výživových doporučení by se konzumace nasycených MK měla rovnat cca 10 % celkového energetického příjmu. To znamená, že by cca 1/3 veškerého tuku měla být ve formě nasycených MK. Toto množství je většinou plně pokryto příjmem tzv. skrytých tuků v mase, mléce a uzeninách. Další 2/3 bychom pak měli přijmout ve formě nenasycených MK. Praxe je ale bohužel taková, že nasycené tuky konzumujeme ve dvojnásobném množství oproti doporučení (4).



Obrázek 1 Máslo a ztužené pokrmové tuky

Jedlé roztíratelné tuky, dříve označované jako margaríny, jsou potraviny ve formě emulze vody v oleji. První margaríny byly vyrobeny v r. 1878 jako náhražka másla, které rychle podléhalo zkáze. Směsné roztíratelné tuky jsou kombinací margarínu a mléčného tuku. Do roku 1993 jsme u nás nebyli zvyklí na výběr různých druhů olejů pro různá použití. V některých zemích je obvyklé používat určitý typ oleje do zeleninového salátu a jiný na smažení nebo do moučníků (5).

V ČR se nejvíce používají jedlé oleje: řepkový, slunečnicový, sójový a olivový. Při současné velké nabídce olejů v obchodní síti je možné zakoupit i nejlepší jakost olivového oleje (extra panenský), který je získáván přímo z oliv lisováním za studena. Díky vysokému obsahu účinných látek jakými jsou nenasycené MK (až 85 % - především monoenoové MK), antioxidanty, rostlinné fenoly a další důležité složky – mají pozitivní účinky na lidské zdraví. Zajímavé je, že vzájemná kombinace těchto látek v olivovém oleji je mnohem účinnější, než kdyby jednotlivé složky působily samostatně (6).

V tabulce 4 jsou uvedeny nejvíce používané rostlinné oleje v ČR a průměrné procentuální zastoupení nasycených, monoenoových a polyenoových MK stanovené plynovou chromatografií v roce 1996 (7).

Tabulka 4 Nejpoužívanější oleje a mastné kyseliny (6)

Rostlinné oleje	Mastné kyseliny		
	Nasycené	Monoenoové	Polyenoové
Řepkový	8,5	59,5	32,0
Slunečnicový	13,3	23,5	64,1
Sójový	14,9	23,1	61,9
Olivový	20,8	64,3	14,8

Mastné kyseliny jsou uváděny v procentuálním podílu, kdy celkový součet MK = 100 %

Nejvíce monoenoových MK obsahuje olivový a řepkový olej, ale také olej z Podzemnice olejné, olej ze sladkých i hořkých mandlí, z lískových ořechů, z čajových semen i avokáda. Polyenoové MK jsou vysoce zastoupeny v celé řadě olejů: slunečnicový, sójový, bavlníkový, klíčkový, kukuřičný a pšeničný, dále v oleji světlicovém, makovém, z vlašských ořechů a v hroznovém. Sezamový olej má přibližně stejný obsah kyseliny linolové a kyseliny olejové (6, 8, 9).

U olivového oleje s vysokým obsahem vitamínu E, přírodních antioxidantů a monoenoových kyselin, je typické relativně malé zastoupení polyenoových MK (14,8 %). Olivový olej je chudým zdrojem kyseliny linolové (dále jen LA) a α -linolenové (dále jen ALA) (6). Tento údaj je však velmi zjednodušující. Olivový olej je nezastupitelným zdrojem monoenoových

MK, má všestranné využití a patří stejně jako olej řepkový k nejvýznamnějším rostlinným olejům.

V tabulce 5 jsou vyčísleny průměrné procentuální hodnoty esenciálních MK a příznivé poměry ω -6 a ω -3 kyselin v řepkovém a olivovém oleji (7).

Tabulka 5 Vzájemný podíl kyseliny linolové a linolenové v řepkovém a olivovém oleji (6)

Mastné kyseliny	Olivový olej	Řepkový olej
kyselina linolová ω -6 (LA)	13,1	21,4
kyselina α -linolenová ω -3 (ALA)	1,7	10,6
LA : ALA	13,1 : 1,7 = 7,7 : 1	21,4 : 10,6 = 2,0 : 1

Mastné kyseliny jsou uváděny v procentuálním podílu, kdy celkový součet MK = 100 %

V zemích jižní Evropy s vysokou spotřebou olivového oleje a ryb je mnohem menší výskyt kardiovaskulárního onemocnění i menší úmrtnost. Je potvrzeno, že skladba středozevní stravy s velkým zastoupením ovoce, zeleniny, mořských ryb, olivového oleje (10), celozrnných obilovin, luštěnin, dále malým množstvím živočišných tuků a společně s celkovým životním stylem zlepšuje např. hladinu rizikového LDL cholesterolu a triglyceridů v krvi (6).

Vzhledem k variabilnímu zastoupení jednotlivých nenasycených MK v jedlých olejích a potravinářských produktech z nich vyrobených je nutné střídat typy olejů a potravin s tukovou složkou, aby se zachovala správná a doporučovaná nutriční pravidla pro vyváženou skladbu potravy (6, 7, 11).

2.1 Mastné kyseliny živočišného původu



Obrázek 2 Nejlepší zastoupení mastných kyselin mají ryby

Mezi živočišnými tuky převažují tuky nasycených MK. Především tento typ ovlivňuje hladinu cholesterolu v krvi. Cévy se začnou zaplňovat cholesterolem, k němu se přidávají i jiné látky a cévy se začnou zužovat a hrozí ucpávání. Cholesterol je steroidní látka tukové povahy, kterou lidský organismus potřebuje pro tvorbu hormonů, vitamínu D apod. Pomáhá tělu zpracovávat tuky. Je také důležitý při tvorbě buněčných membrán. Cca 2/3 si tělo vytváří samo, zbývající cca 1/3 se přijímá ve stravě. Cholesterol se dělí na „špatný“ low density lipoprotein (dále jen LDL) a „dobrý“ high density lipoprotein (dále jen HDL). Právě nadbytek LDL způsobuje usazování cholesterolu v cévách, naopak HDL tento nadbytečný cholesterol dobře odbourává.

Příliš vysoká koncentrace cholesterolu v krvi představuje pro organismus zdravotní rizika ve formě srdečně-cévních onemocnění. Tato onemocnění způsobují více než 50 % všech úmrtí v ČR. Problém zvýšené hladiny cholesterolu se přitom týká 70 % dospělé populace (Studie Post-Monica, IKEM, 2000-2001). Denně bychom proto měli ve stravě přijmout max. 300 mg cholesterolu. V případě, že máme zvýšenou hladinu cholesterolu, pak maximálně 200 mg denně. Přednost bychom měli dávat kvalitním rostlinným tukům a olejům. Ty obsahují velký podíl ω -6 a ω -3 nenasycených MK, které působí příznivě na náš srdečně-cévní systém a pomáhají snižovat hladinu LDL cholesterolu v krvi. Oproti tomu tuky živočišné obsahují více nasycených MK, které je třeba omezovat, protože hladinu cholesterolu zvyšují (12).

- Přiměřená hranice cholesterolu v krvi: pod 5,16 mmol l⁻¹
- Hraniční hranice cholesterolu v krvi: 5,16 – 6,18 mmol l⁻¹
- Vysoká hranice cholesterolu v krvi: nad 6,18 mmol l⁻¹ (12).

Mezi ω -3 nenasycené MK živočišného původu, které nezvyšují hladinu cholesterolu patří EPA - kyselina eikosapentaenová a DHA - kyselina dokosahexaenová. Nacházejí se zejména v rybách chladných vod jako je losos, makrela, pstruh a tuňák.

2.2 Mastné kyseliny rostlinného původu

Velký podíl MK, obzvláště monoenových, se vyskytuje zejména v rostlinných olejích. Jejich pozitivní vliv byl doložen hlavně v případech, kdy nahradily ve stravě nasycené MK. Hojně jsou v rostlinách zastoupeny také polyenové MK, které efektivněji pomáhají snižovat hladinu cholesterolu v krvi, a tím i riziko vzniku krevních sraženin. Hrají tedy významnou úlohu v prevenci srdečně-cévních onemocnění. Do této skupiny nenasycených MK patří ω -6 a ω -3 kyseliny rostlinného původu, které jsou pro naše zdraví velmi důležité, jsou to: ALA, která je obsažena v oleji z lněného semínka a v listové zelenině, LA, která je vysoce zastoupena v řadě olejů. Dále sem řadíme kyselinu arachidonovou (dále jen AA), která je obsažena ve vejcích a mořských živočiších.

2.3 Mýty kolem ztužených pokrmových tuků

V souvislosti s rostlinnými tuky existuje celá řada mýtů týkající se jejich zdravotní (ne)prospěšnosti, způsobu výroby apod. Velmi často se diskutuje právě obsah *trans* MK v margarínech. Ty se v rostlinných tucích skutečně vyskytovaly a to ještě v nedávné minulosti. Vznikaly při výrobním procesu ztužování, tzv. hydrogenaci. V dnešní době je naprostá většina rostlinných tuků (margarínů) na našem trhu vyráběna moderní technologií (interesterifikací), při které škodlivé *trans* MK prakticky nevznikají (jejich obsah je do 1 % v tukové složce, tedy z nutričního hlediska bezvýznamné množství). Dokladem zlepšení složení tuků, zejména co se týče obsahu *trans* MK, jsou výsledky testování z let 2004 a 2007 (13). I za tuto poměrně krátkou dobu je možné sledovat výraznou změnu k lepšímu. Zatímco dříve vyráběné ztužené pokrmové tuky měly v roce 2004 obsah *trans* MK až 27,5 %, v dnešní době je na tom „nejhůře“ ten, který obsahuje 7,2 % *trans* MK (13).

Tabulka 6 Deset nejlepších a nejhorších ztužených pokrmových tuků v r. 2004 (13)

Výrobek	TFA (%)	výrobce	výrobek	TFA (%)	výrobce
Bertolli	0,2	Unilever	Lukana cukrářská	27,5	Setuza
Rama Linie	0,2	Unilever	Rela	26,9	PLUS
Flora	0,3	Unilever	Stella extra	26	Setuza
Rama	0,3	Unilever	Palmarin	22,7	Palma
Veto fit	0,4	Palma	Linco Family	18,3	Beluša
Rama Creme Bonjour	0,4	Unilever	Jedlý rostlinný tuk	16,7	EURO Shop
Zlaté ráno	0,4	Unilever	Linco na pečení	16,7	Beluša
Hera	0,4	Unilever	Zlatá Haná	15,3	Olma
Flora Light	0,5	Unilever	Finea light mix	15,2	Rasio PL
Perla	0,5	Unilever	Roztíratelný tuk	15,0	EURO Shop

pozn: TFA – *trans* MK

Tabulka 7 Deset nejlepších a nejhorších ztužených pokrmových tuků v r. 2007 (13)

Výrobek	TFA (%)	Výrobce	Výrobek	TFA (%)	výrobce
Perla Tip	0,2	Unilever	Jedlý roztíratelný tuk	7,2	Elmilk
Rama	0,2	Unilever	Baking margarine 70%	5,4	pro Lidl
Rama Linie	0,2	Unilever	EASY	4,8	Olma
Bertolli	0,3	Unilever	Stella extra	3,3	Setuza
Rama Máslová	0,3	Unilever	TESCO rostlinný tuk	2,6	Palma
St. Hubert	0,4	St. Hubert Fran-	Olivia rostlinný tuk	2,5	Olma
DELIKAT mit	0,5	NEG Vídeň	Jihočeské nedělní máslo	2,3	MADETA
Flora	0,5	Unilever	Máslo	2,3	PROMIL
Flora s vlákní-	0,6	Unilever	Máslo se smetanou	2,3	Olma
Hera	0,6	Unilever	Olé	2,3	Mlékárna

Z výše uvedených tabulek č. 6 a 7 vyplívá, že problematika *trans* MK se tuků vyráběných v dnešní době skoro netýká. Na druhé straně však spotřeba potravin s vysokým obsahem nasycených MK stále neklesá tak, jak by si lékaři přáli. Tyto potraviny bývají často problematické i z hlediska celkového množství tuku a zastoupení jednotlivých MK. Jedním z příkladů je následující rozbor sledující složení tuku v trvanlivém pečivu:

Tabulka 8 Rozbor sledující složení tuku v trvanlivém pečivu (13)

Výrobek	Tuk (%)	TFA	SFA	MUFA	PUFA
Kávěnky Sedita	29,7	32,2	54,5	36,6	6,5
Mila Sedita	34,3	29,0	58,2	34,0	5,2
Kakaové řezy Sedita	30,0	30,5	55,2	36,7	6,1
Tatranky čokoládové, Sedita	29,0	29,9	57,9	35,2	4,3
Turistky kokosové, Albert	31,6	25,4	61,9	31,1	4,2
Oplatky Tesco	31,6	29,8	57,6	34,5	5,1
Oplatky Euro Shopper	31,2	37,1	49,5	41,6	6,7
Ecorino – Lidl	30,1	32,3	54,7	37,2	6,5
Oplatky kakaové, Delvita	32,8	30,6	54,4	38,0	6,2
Romanza	24,5	36,1	48,3	40,7	10,2
Jizerky	31,7	40,6	40,2	45,1	14,1
Daffers	28,7	32,1	54,5	36,5	6,4
Horalky Sedita	30,1	31,5	51,2	36,4	9,7
Gola Cake	26,5	34,9	51,7	39,1	6,9

pozn: TFA – *trans* MK, SFA – nasycené MK, MUFA – monoenové MK, PUFA- polyenové MK

3 VÝSKYT Ω -6 A Ω -3 MASTNÝCH KYSELIN

Tabulka 9 ω -6 a ω -3 mastné kyseliny

omega-3 mastné kyseliny	omega-6 mastné kyseliny
Kyselina α -linolenová (ALA)	Kyselina linolová (LA)
Kyselina eikosapentaenová (EPA)	Kyselina γ -linolenová (GLA)
Kyselina dokosaehaenová (DHA)	Kyselina arachidonová (AA)

Ω -3 nenasycené MK přijímá většina z nás v menším množství než kolik je zapotřebí. Je to tím, že se vyskytují jen v několika málo potravinách (Tabulka č.12). Množství i spektrum jednotlivých MK v tukové složce potravin může hrát jistou roli v prevenci kardiovaskulárních onemocnění (8).

MK se vyskytují v přírodních tucích v esterifikované formě, ale mohou být přítomné i jako volné MK s mnoha fyziologickými funkcemi (14), včetně transportních v krevní plazmě.

Nasycené MK, např. kyseliny palmitová a stearová, se nacházejí především v živočišných tucích. (5, 8, 15).

Monoenové MK se vyskytují především v olivovém a řepkovém oleji, u slunečnicového a sojového oleje převažuje kyselina linolová. Kyselina olejová je součástí energetických rezerv, patří mezi doporučené MK v lipidové složce potravy (15, 16).

Tabulka 10 Potraviny s vysokým obsahem různých typů mastných kyselin (6)

Mastné kyseliny	Zdroje
Nasyčené	máslo, sýry, tučné masné výrobky (uzeniny, paštiky), tučné mléčné výrobky, pečivo, sádlo, ztužené tuky, palmový a kokosový olej
Monoenové	olivy, řepka, ořechy (pistácie, mandle, lískové ořechy, kešu a pekanové ořechy), arašídý, avokádo a oleje z nich vyrobené
Polyenové ω -3	losos, makrela, sled', pstruh (vysoký obsah MK eikosapentaenové a dokosaheptaenové); vlašské ořechy, řepka, sója a jejich oleje (zvláště vysoký obsah α -linolenové)
Polyenové ω -6	slunečnicová semena, pšeničné klíčky, sezam, vlašské ořechy, sója, kukuřice, některé druhy margarínu podle údajů na etiketě
<i>Trans</i> mastné kyseliny	některé druhy na smažení, pečení a tuky, které se používají při průmyslové výrobě sušenek a koláčů, tučné mléčné výrobky, hovězí a skopové maso

Biomedicínský význam MK se týká především polyenových MK s vyšším počtem uhlíků a dvojných vazeb v molekule (11, 17). V tabulce 10, 11 a 12 jsou uvedeny MK ω -6 a ω -3 vyskytující se v potravinách. Kyselina α -linolenová je výchozí kyselinou řady ω -3 a metabolickými pochody v těle se z ní navyšuje (prodlužuje) počet uhlíků z 18 na 20 až 22 v molekule, počet dvojných vazeb ze tří se navýší na pět až šest. Prolongace a desaturace ALA však nemusí probíhat v dostatečném rozsahu. Proto je důležitý příjem MK eikosapentaenové (EPA) a dokosaheptaenové (DHA), a to zejména z ryb, popřípadě z produktů obohacených o tyto kyseliny (6).

EPA a DHA mají silné protizánětlivé účinky a navíc plní celou řadu dalších klíčových úloh v organismu. Zmíněné nenasycené MK mají prokazatelně pozitivní vliv na srdce a jeho správnou činnost, na cévy. Pomáhají jako prevence bolestí a poškození kloubů a kloubních chrupavek. Podle nejnovějších poznatků mají prokazatelně pozitivní vliv také na činnost mozku. U dětí podporují správný vývoj mozkových funkcí a napomáhají udržovat koncentraci, v dospělém věku zpomalují stárnutí mozku spojené s rizikem vzniku Alzheimerovy choroby (6).

Alzheimerova choroba (dále jen ACH) je neurodegenerativní onemocnění mozku, při kterém dochází k postupné demenci. Jako první toto onemocnění popsal Alois Alzheimer. V současné době není známa příčina vzniku. EPA a DHA mají rovněž významný vliv na imunitní systém - uvádí se především vznik, vývoj a průběh atopických ekzémů a astmatu u dětí. Kyselina linolová se metabolizuje na γ -linolenovou, dále pak např. na kyselinu arachidonovou (AA).

Tabulka 11 Přítomnost jednotlivých MK v potravinách (6)

Potravina	Mastné kyseliny		
Olivy		olejová	ω -9
Slunečnice, sója, kukuřice, sezam, vlašské ořechy	LA	linolová	ω -6
Pupalka dvouletá, brutnák, černý rybíz	GLA	γ -linolenová	ω -6
Vejce, mořští živočichové	AA	arachidonová	ω -6
Lněná semínka, vlašské ořechy, sója, dýňová semínka	ALA	α -linolenová	ω -3
Makrela, sardinky, sled', losos	EPA	eikosapentaenová	ω -3
Makrela, sardinky, sled', losos	DHA	dokosahexaenová	ω -3

Z uvedených potravin převažují olejiny i méně známé rostlinné zdroje nenasycených MK. Rostlinné oleje s vysokým obsahem esenciálních MK a dalších polyenových MK vzhledem k nízkému zastoupení nasycených MK se považují za velmi vhodnou složku potravin (10). U *diabetu mellitu* a obezity byl v roce 1998 popsán větší projektivní význam ω -3 MK než ω -6 MK (18).

Tabulka 12 Obsah ω -3 MK v některých čerstvých rybách a mořských plodech (19)

Potravina	$g \cdot 100g^{-1}$
slaneček	3,0
makrela	2,5
sardinky konzervované	1,7
Losos mořský	1,6
Losos obecný	1,4
tuňák	0,5
Pstruh duhový	0,5
ústřice	0,5
slávky jedlé	0,5
krab	0,4
platýs	0,3

Tabulka 13 Potraviny bohaté na ω -3 a ω -6 mastné kyseliny (19)

Potravina	Množství	Obsah ω -3 MK (g)	Obsah ω -6 MK (g)	Poměr ω -3 a ω -6 MK	Energie (kcal)
řepkový olej	1 lžíce	1,5	3,1	1 : 0,5	123
olej z tresčích jater	1 lžíce	2,7	0,9	1 : 3	123
lněný olej	1 lžíce	7,5	1,8	1 : 4,2	120
lněné semínko	1 lžíce	2,2	0,5	1 : 4,4	59,0
sleď	100 g	1,8	0,6	1 : 3	203
losos	100 g	1,5	0,6	1 : 2,5	231
Pstruh jezerní	100 g	2,0	1,4	1 : 1,4	150
tuňák	100 g	1,5	0,3	1 : 5	128
olej z vlašských ořechů	1 lžíce	1,4	7,5	5 : 3,1	120

Pozn.: ryby jsou ve vařeném stavu

4 FYZIOLOGICKÉ ÚČINKY Ω -3 NENASYCENÝCH MK

4.1 Účinky ω -3 na kardiovaskulární systém

Bylo prokázáno, že ω -3 výrazně zlepšují parametry červených krvinek, jejich schopnost deformability (pružnost membrány), snižují viskozitu krve, snižují agregaci trombocytů, apod. (20). Dokonce byla prokázána akcelerace trombolytických procesů (21). Dieta obohacená o EPA a DHA tak, aby to odpovídalo konzumaci mořských ryb 2 - 3x týdně, se pozitivně projevila na nejrůznějších parametrech celého kardiovaskulárního systému (6). Ochranný vliv na myokard a jejich působení proti arytmiím se prokazuje tak, že tyto kyseliny prodlužují vedení (působí negativně dromotropně a chronotropně) a stejně tak působí negativně inotropně (22).

Na tyto pozitivní efekty navazovaly další, které již konkrétně popisovaly hypolidemický efekt EPA a DHA. Při konzumaci uvedených kyselin v množství asi 2 – 3 g.den⁻¹ dojde v jaterní tkáni ke snížení lipogeneze a následně ke snížení lipémie. Byl prokázán inhibiční vliv EPA a DHA na produkci LDL a na cholesterolémii (6).

V experimentální studii (23) se prokázala velmi zajímavá skutečnost, že přítomnost ω -3 MK o dlouhém řetězci se projeví jejich přednostním vázáním na fosfolipidové hlavice plazmatických membrán, a to na úkor ω -6.

Také bylo prokázáno, že jestliže se v dietě objevil rybí olej v dostatečném množství, pak došlo k inaktivaci K⁺ a k inhibici Ca²⁺ kanálů, což je prokazatelné především na hladké svalovině srdce (6). Stav membrány kardiálních myocytů (kardiocytů) po delší dietě obohacené rybím olejem má pak všechny parametry vykazující zlepšení srdečních funkcí, respektive dochází ke zlepšení dříve zhoršených ischemickohypoxických srdečních chorob. Pokusy byly realizovány na laboratorních potkanech (6).

Podle práce českých autorů (23) existuje vztah mezi jednotlivými skupinami MK v membránách červených krvinek ve vztahu k citlivosti na inzulin. Zvýšený podíl, neboli porušení poměrů mezi monoenoovými a polyenoovými MK vedl ke snížení citlivosti na tvorbu inzulinu.

Zejména EPA inhibuje angiogenezi, což bylo později potvrzeno i pro DHA, ta má antihypertenzivní vliv: snižuje systolický krevní tlak, redukuje tloušťku cévní stěny (23). Ω -3 MK snížily při delším podávání u subjektů s hyperlipidémií tuto hladinu až o 30 %, normalizova-

ly hladiny LDL a VLDL. Samotná DHA vykazuje dokonce zřetelně vazodilatační účinky, a to pravděpodobně prostřednictvím některých z metabolitů (6).

4.2 Účinky ω -3 na imunitní systém

Na počátku výzkumu byl možný podíl účinku na imunitní systém přikládán nejprve polyenovým MK obecně, pak již konkrétně ω -3 nenasyceným MK. Možná k tomu přispěla stará klinická zkušenost o tom, že kojené děti v průměru vykazují menší incidenci atopií, lépe prospívají. Mateřské mléko totiž obsahuje poměrně značné množství nenasycených MK a standardní podíl DHA (24, 6). Protizánětlivé působení ω -3 MK se stalo podnětem pro větší počet studií a experimentů. Bylo prokázáno, že tento účinek se skutečně váže na ω -3 (především na DHA), a nikoli např. na kyselinu palmitovou. Bylo prokázáno, že dlouhodobá aplikace rybího oleje nebo koncentrátu ω -3 vede k průkaznému zlepšení funkce imunitního systému, a to dokonce i u zcela zdravých jedinců (6).

EPA ve vyšších dávkách pozitivně ovlivňuje imunitní systém, ve smyslu zkráceného průběhu zánětlivých procesů. Dokonce bylo prokázáno, že aplikace ω -3 výrazně snižuje počet postchirurgických komplikací ve smyslu protizánětlivého působení. (6).

Objevily se i práce, které upozornily na problém vývojového aspektu. Otázkou bylo, zda časná aplikace ω -3, a to např. těhotným ženám nebo kojencům či batolatům, ovlivní nebo neovlivní jejich imunitní reakci. Byla publikovaná práce (25), která upozornila, že dieta obohacená zmíněnými kyselinami (spolu s vitamínem E) skutečně snížila výskyt autoimunitních projevů u narozených potomků těchto matek. Počet alergických reakcí byl skutečně po obohacení stravy ω -3 těhotným ženám průkazně menší.

Vedle nálezů o pozitivním ovlivnění imunitních reakcí ω -3 byla v posledních letech uskutečněna série výzkumných prací, pátrajících po příčinách. Bylo prokázáno, že DHA potlačuje aktivitu T-lymfocytů. Modulace aktivit T-lymfocytů vlivem a prostřednictvím EPA a především DHA byla prokázána několikrát. V pokusech *in vitro* byla proliferační aktivita T-lymfocytů 4 - 6x nižší, jestliže byla do média přidána DHA (26).

Dlouhodobé porušení poměru ω -6 a ω -3 ve stravě nepochybně nepříznivě ovlivní organizmy ve smyslu možného vzniku alergických onemocnění. V některých pracích se autoři domnívají, že ω -3 omezují či zpomalují karcinogenezi, mj. právě pro jejich účinek snižující

např. riziko chronických zánětů. Je zřejmé, že ochranný účinek ω -3 není vázán pouze na člověka a na laboratorního potkana, ale i na další savce např. (6).

Uvedené výsledky iniciovaly snahy o vytvoření hypotézy vysvětlující účinky EPA a DHA. Právě tento směr výzkumu, tj. vliv a význam ω -3 na imunitu se snaží vysvětlit účinky EPA a DHA v oblasti kardiovaskulárního onemocnění a jejich prevenci. Tyto efekty nejsou prokazatelné u AA nebo u nasycených MK. Za významný nález, podtrhující dosud známé údaje je skutečnost, že novorozenci s atopiemi mají nižší hladiny nenasycených MK.

4.3 Účinky ω -3 na vývoj mozku dětí

Efektivní poměr ω -3 MK DHA a EPA je přizpůsobený růstovému období dítěte (prenatální a kojenecké období, předškolní a školní věk).

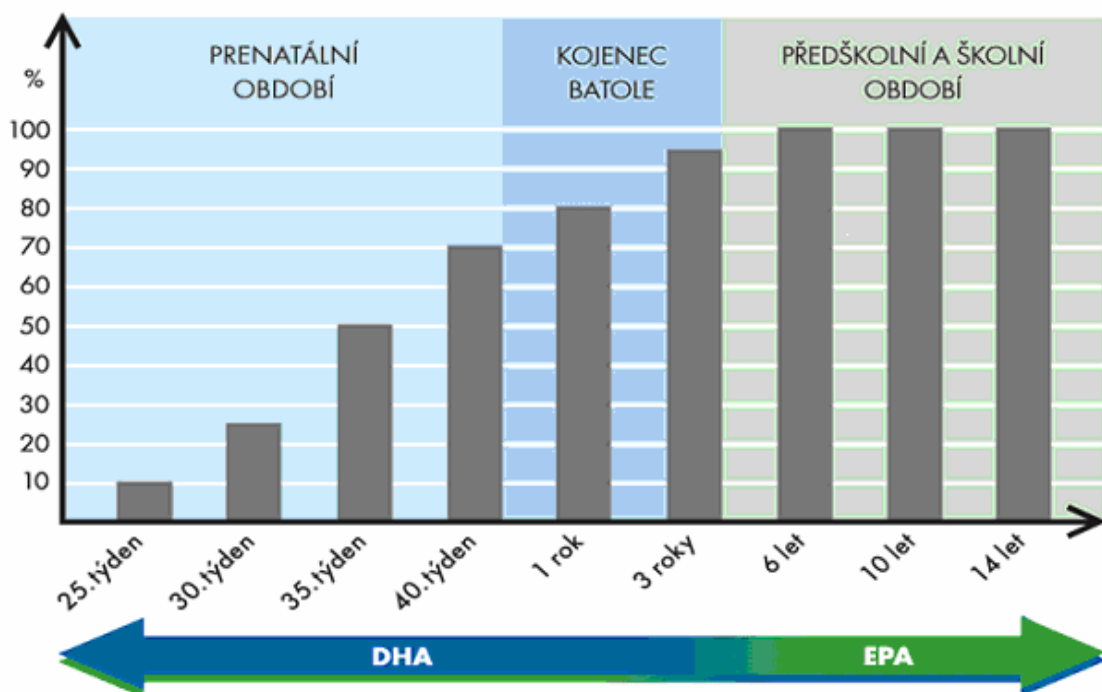
Vývoj mozku prochází dvěma fázemi: růstem a zráním. Růst mozku začíná u plodu ještě v matčině těle během druhého trimestru těhotenství a je nejrychlejší v průběhu prvních dvou let života. Největší počet mozkových buněk je vytvořen před porodem. Po porodu se nárůst počtu buněk zpomalí a buněčné dělení končí kolem druhého roku života jedince. Po dvou letech pokračuje proces zrání, zdokonaluje se jeho vnitřní struktura – buňky mozku nabývají postupně svoji definitivní podobu, zvyšuje se počet jejich výběžků a vzájemných propojení. Rozvíjejí se složitější poznávací funkce jako jsou koncentrace, paměť, schopnost řešit abstraktivní problémy a plánování. Proces zrání mozku v určité míře pokračuje až do dospělosti. Tělesná váha novorozence je kolem 5 % ve srovnání s tělesnou váhou dospělého člověka, zatímco váha mozku tvoří 70 % váhy mozku dospělého. Mozek novorozence váží kolem 400 g, mozek dospělého člověka 1300 až 1400 g. V pěti letech má mozek dítěte kolem 90 % velikosti dospělého jedince.

Lipidy patří vedle bílkovin a sacharidů mezi základní živiny. Jsou důležitým zdrojem energie pro lidské tělo, a navíc některé z nich hrají naprosto zásadní roli při správném vývoji orgánů a jejich funkcí. Mozek obsahuje nejvíce lipidů ze všech orgánů v lidském těle – téměř 2/3 jeho váhy jsou tvořeny lipidy, ve značné části jde právě o ω -6 a ω -3 nenasycené MK. Mozek je tvořen miliardami mozkových buněk (neuronů), které jsou mezi sebou složitě propojeny.

4.3.1 Role DHA a EPA

Jedna z nejdůležitějších stavebních látek mozku je DHA, která se v největším množství nachází v mozkové kůře a membránách nervových buněk, kde tvoří přibližně polovinu jejich hmoty. Její role se tedy označuje jako strukturální. Dostatečné množství DHA je nezbytné během raného vývoje dítěte k podpoře růstu mozku. K růstu lidského mozku dochází během vývoje plodu v prenatálním období a během prvních let života dítěte. Kolem třetího roku věku dítěte je růst mozku prakticky ukončen, takže během dalšího života stačí jen menší množství DHA k udržování funkce membrán.

EPA má menší úlohu v počáteční fázi vývoje struktur mozku, je ale naprosto nezbytná pro běžné fungování mozku v pozdějším věku. Působí dvěma způsoby: samostatně i prostřednictvím látek, které se z ní tvoří (eikosanoidy). Má za úkol zajistit komunikaci mezi nervovými buňkami, což je proces životně důležitý pro správnou funkci mozku v každodenním životě. EPA je přitom neustále spotřebovávána, proto je nezbytné, aby ji tělo dostávalo v určitém množství pravidelně a neustále.



Obrázek 3 Vývoj mozku dítěte a potřeba DHA a EPA (6)

4.4 Účinky ω -3 na předčasný porod

Příčiny předčasného porodu jsou do dnešního dne identifikovány jen částečně. Je to závažný společenský problém, a to především pohledem k možným dlouhodobým následkům (to se ovšem týká i ostatních rizikových stavů). Jelikož MK hrají důležitou roli v otázkách imunity a imunitních odpovědí, což může souviset s určitým okruhem problémů v otázce předčasných porodů, sleduje se spektrum MK v krevním séru předčasně narozených dětí (novorozenců) (25). Shodně se svými matkami vykazali předčasně narozené děti větší zastoupení nasycených MK, snížené množství monoenových MK a na rozdíl od svých matek průkazné snížení ω -3 MK.

Nízká porodní hmotnost je doprovázená nezralostí organismu. Tato kategorie novorozenců, i přes nezpochybnitelné terapeutické pokroky a úspěchy, nese přece jenom zvýšená rizika pro nejrůznější onemocnění do budoucna.

Dnes již existuje velmi mnoho údajů a důkazů o tom, že kyseliny o dlouhém řetězci a vyšším stupni nenасыcenosti jsou nezbytnou součástí plazmatických membrán a lipidických frakcí v tkáních, jako je centrální nervový systém (CNS), smyslové orgány atd. Absence těchto kyselin představuje riziko poškození či omezení daných orgánů a struktur s možnými vážnými dopady na kvalitu života. Počet následných postižení je vysoký a pestrý. Takto postižený jedinec spolu s nedonošeností, případnou nezralostí, postrádá pro přežití vybavenost nejrůznějšími enzymovými systémy, včetně tzv. *desaturáz* a *elongáz*. Ty zajišťují následné změny MK z původních jednoduchých nasycených MK o krátkém řetězci až k tzv. ω -6 nebo ω -3.

Popsaným vztahem mezi porodní hmotností a zastoupením ω -3 MK v krevním séru novorozence lze uzavřít konstatování, že ω -3 jsou ve vysoce významném vztahu s podstatným (esenciálním) ukazatelem vývoje, tj. hmotností novorozence (6).

4.5 Účinky ω -3 v mateřském mléce

Není tak dávno, kdy se kojenci krmili podle přesně stanoveného harmonogramu a kdy ko-lostrum bylo pokládáno za něco, když ne přímo škodlivého, tak alespoň zbytečného, nedokonalého, neúplného.

Vzhledem k významu kyselin (především DHA) v mateřském mléce, je důležité, abychom roli těchto kyselin nikdy nepodcenili. Jedním ze základních předpokladů pro normální (fyzi-

ologický) vývoj se stává přísun těchto kyselin do vyvíjejícího se organismu otázkou jeho budoucnosti, jeho funkčních kapacit, odolnosti, imunity atd., včetně takových funkcí jako je zpracování informací v CNS a pravděpodobně i učení a paměti.

Energetická hodnota lipidů je asi 2x vyšší, než je tomu u proteinů či sacharidů. Právě lipidy jsou ty, které představují v prvních etapách postnatálního života hlavní zdroj energie i hlavní zdroj pro zvýšení tělesné hmotnosti. Podstatnou složku lipidů v mateřském mléce tvoří fosfolipidy a MK. Za energetickou složku lze považovat především tryglyceridy a nasycené MK o kratším či středním řetězci. Za nejdůležitější kyselinu z tohoto energetického hlediska je považována kyselina palmitová, respektive kyselina olejová, eventuálně kyselina myristová. LA a ALA, jakožto vstupní esenciální MK mají v podstatě jiný význam, než jako nosiče energie. Mateřské mléko je plně zralé při nepřerušném kojení za 20 dnů. Zrání mateřského mléka z hlediska obsahu jednotlivých MK je mj. charakterizováno postupně se zvyšujícím podílem nasycených MK s kratším, nebo středně dlouhým řetězcem, které evidentně slouží jako vydatný zdroj energie.

Množství tuku postupně během laktace stoupá, a to od 2,9 g.100 ml⁻¹ v kolostru na 3,6 g.100 ml⁻¹ u tzv. přechodného mléka až k hodnotě 3,9 g.100 ml⁻¹ u plně zralého. Lidské mateřské mléko obsahuje mezi 1,5 až 2,5 % ω -3 ze všech MK. Poměr ω -6 : ω -3 se pohybuje (dle různých měření) od 4:1 až k vyšším hodnotám (je uváděno i 10:1). Podíl nasycených MK v mateřském mléce činí přibližně 43,6 %, monoenoových 40,6 %, ω -6 cca 13,9 % a ω -3 cca 1,3 %. Kojenec o hmotnosti 5 kg a při konzumaci cca 700 – 1000 ml mateřského mléka denně, má příjem esenciálních MK (LA a ALA) asi 6krát vyšší, než tomu je v dospělosti (při doporučených dávkách běžně uváděných na 1 kg hmotnosti a den).

Podíl kyseliny arachidonové (AA) v prvním týdnu kojení je kolem 0,64 % z celkové sumy MK. U kyseliny DHA je to 0,59 %. Podíl těchto dvou MK v průběhu laktace klesá přibližně o 30 - 40 %. Kolostrum představuje právě z hlediska těchto dvou polyenoových MK výrazný zdroj, který neslouží jako energetický substrát, ale jako důležitý element pro strukturální výstavbu buněčných membrán (společně s DHA) a pro lokálně modulativní funkce (především AA, případně EPA) (6).

4.5.1 Vliv diety a suplementace na obsah MK v mateřském mléce

Vliv veganské či vegetariánské diety na zralé lidské mateřské mléko byl několikrát studován především v USA. Dle těchto dat není rozdíl v zastoupení nasycených MK 39,7 %, proti

veganským 37,3 %. U vegetariánů, zastoupení nasycených MK dosáhlo 33,4 %. Zřetelnější změny lze najít v zastoupení monoenoových MK. Největší změny v zastoupení MK ve zralém mateřském mléce po dlouhodobé veganské či přísně vegetariánské dietě se projeví ve skupině ω -6, kde proti hodnotám pohybujícím se v rozmezí od 9 do 14 %, byly hodnoty vyšší a to 30,8 % a 33,4 %.

Znamená to, že konzumace veganské či vegetariánské potravy se dlouhodobě projeví výrazným, statisticky významným zvýšením především LA, která ve všech měřeních uvedených přesáhla dvoj- až trojnásobně hodnoty. Zastoupení AA v mateřském mléce veganských kojících matek a vegetariánek je ovšem jen o něco málo vyšší (s průměrem 0,56 %). Skupina ω -3 je ovlivněna zmíněnou dietou pravděpodobně nejméně, z 2,3 - 2,9 % na 1,6 - 3,3 %.

Z výsledků studie vyplývá, že dlouhodobá veganská nebo vegetariánská dieta ovlivní skladbu MK tak, že nejvíce jsou ovlivněny monoenoové MK (ve smyslu značného snížení svého zastoupení). Naopak ω -6 vykazují velmi výrazné (několikanásobné) zvýšení, které ovšem připadá výhradně na vstupní esenciální LA. Jak nasycené, tak ω -3 nevykazují výrazné změny.

Ω -3 se dokonce pohybují v normálních hodnotách.

U ω -3 se objevují názory, že mléčná žláza (respektive ženský organismus) tuto skupinu kyselin „chrání“, dokáže ji při nevhodných dietách udržovat (vzhledem k jejich závažnosti) v rozmezí fyziologických hodnot, a tím zabezpečovat normální maturaci novorozence. Mléčná žláza by tak představovala orgán, který by mohl stabilizovat, popřípadě balancovat určité deviace ve výživě dítěte.

Údaje o vlivu vysokého příjmu mořských ryb na kvalitu mateřského mléka z hlediska MK se všeobecně shodují v tom, že se zvyšuje podíl i obsah DHA, při současném zvýšení některých nasycených MK o středním řetězci (kyseliny laurová a myristová) (6).

4.5.2 Mateřské mléko a kyslíkové radikály

Nedostatek ω -3 a především DHA jsou způsobeny i tzv. lipoperoxičnými procesy – tj. působením volných kyslíkových radikálů.

Přítomnost makrofágů v mateřském mléce, vysoké zastoupení MK se dvěma a více dvojnými vazbami, přítomnost železa, stejně jako pokles obsahu antioxidantů – v důsledku různých manipulací s mateřským mlékem - to vše může představovat riziko zvýšení produkce kyslí-

kových radikálů a následně zvýšenou peroxidací. V tomto směru je mateřské mléko opětne důkazem dokonalé přírodní architektury v prevenci zmíněných rizik.

Vitamin E (tokoferol) je pokládán všeobecně za významný antioxidant. Ukázalo se, že v kolostru, kde podíl AA a DHA je největší, je rovněž největší obsah vitamínu E (1,5 mg.100 ml⁻¹ kolostra). Během období, které lze nazvat přechodným, obsah vitamínu E klesá na 0,9 mg.100 ml⁻¹ a konečně v tzv. zralém mléce je jeho obsah pouze 0,25 mg.100 ml⁻¹. Vysoká hladina vitamínu E se průkazně projeví jeho stoupající hladinou v krevní plazmě kojených novorozenců, na rozdíl od novorozenců závislých na umělé výživě, která dostatečně nerespektovala a nekopírovala složení mateřského mléka v uvedených aspektech.

Další velmi účinný antioxidační mechanismus je funkčně spojen s účinkem enzymu *glutathionperoxidázy*. Vedle dalších, a v určitém směru „běžných“ látek s antioxidačními účinky (kyselina askorbová, selen, β-karoten), které jsou v mléce přítomny, se v poslední době objevil další antioxidant, tzv. pyrroloquinolin-quinon (PQQ). Je to látka, která je definována jako redoxní kofaktor.

Skladování mateřského mléka, nejrůznější manipulace včetně prostého osvětlení či krmení z láhve, to vše představuje faktory, které zesilují tvorbu kyslíkových radikálů s následnou lipoperoxidací a znehodnocením kvality. I když mateřské mléko vykazuje ve svých jednotlivých složkách určitou variabilitu (v důsledku dlouhodobých stravovacích odlišností a zvyklostí), ω-3 vykazují podobně jako ω-6 (v menším rozsahu) naopak určitou stabilitu. Můžeme říci, že vykazují určitou „rezistenci“ vůči stravovacím zvykům a výkyvům.

Problém v dostatečné přítomnosti ω-3 (EPA a DHA) je ve formulích. Požadavek, aby formule byly obohaceny o kyseliny obou řad, byl vyslán již dávno. Nejprve se týkal LA nebo ALA. Tento požadavek byl vcelku splnitelný a díky rozsahu tehdejších znalostí a technologie se soustředil na pouhou suplementaci LA nebo ALA ve formulích. V současnosti je obohacování formulí nejen o LA a ALA, ale rovněž o EPA a DHA. Tendence k neustálému zlepšování kojeneckých mlék je evidentní. Současné kojenecké formule např. Beba 1 Premium, Nutrilon LPC a Nutrilon 1 Premium obsahují jak AA, tak DHA. Formule Beba 2+3 pak obsahuje samotnou kyselinu DHA. Ovšem vyvstává problém účinné protekce těchto MK. Zvýšená přítomnost nenasycených MK představuje současně zvýšené riziko lipoperoxidací s následnou nejen deplecí těchto kyselin, ale i vznikem jejich většinou nepříznivě působících štěpů (6).

4.6 Účinky ω -3 na stres

Vztahem mezi stavem stresu a MK řady ω -3 je nutno zabývat se dokonce z několika důvodů. Jedním z aspektů pro řadu patologických stavů je existence nálezů dosvědčujících, že (genetických faktorů) zmíněná morbidita založená již na raných etapách (vývoje riziková těhotenství, porody, perinatální rizika včetně nutričních deprivací a tedy stresů) souvisí s vyšším výskytem a vyšším rizikem nejen duševních onemocnění (schizofrenie, bipolární poruchy atd.). Jednou z příčin je např. narušený imunitní systém.

Stres, i když je součástí našeho denního života, představuje možnost ohrožení, a to při dlouhodobém působení (vyčerpání kapacit organismu, a to v mnoha směrech: od narušení regulačních mechanismů, až po následné destrukční pochody) (6).

5 DOPLŇKY STRAVY

5.1 Definice dle zákona

Doplňek stravy je potravina, jejímž účelem je doplňovat běžnou stravu, která je koncentrovaným zdrojem vitamínů a minerálních látek nebo dalších látek s nutričním nebo fyziologickým účinkem a je obsažena v potravine samostatně nebo v kombinaci, určená k přímé spotřebě v malých odměřených množstvích (Zákon č. 110/1997 Sb. O potravinách a tabákových výrobcích, § 2 základní pojmy, odstavec i) (27).

5.2 Legislativa

- Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 225/2008 Sb., kterou se stanoví požadavky na doplňky stravy a obohacování potravin,
- Zákon č. 110/1997 Sb. O potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, ve znění zákona č. 306/2000 Sb., zákona č. 146/2002 Sb., zákona č. 316/2004 Sb. a zákona č. 120/2008 Sb.,
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 O výživových a zdravotních tvrzeních při označování potravin.

5.3 Vybrané doplňky stravy a jejich základní charakteristika

5.3.1 MAXICOR®

- MaxiCor® obsahuje čisté ω -3 nenasycené MK, které prokazatelně brání usazování cholesterolu a prodlužují život.
- Vhodný je jako doplněk hypolipidemické léčby (např. statiny, fibráty), jako podpůrný prostředek při diabetu a metabolickém syndromu.
- Doporučen dětem pro správný vývoj zraku a rozvoj mozkové činnosti.

Charakteristika

Je doporučován všem věkovým kategoriím při možném riziku onemocnění srdce a cév, zejména však těm, kteří již prodělali infarkt, cévní mozkovou příhodu anebo mají jiné onemocnění srdce a cév. Příznivě ovlivňuje většinu komponentů metabolického syndromu, ekzémy, zánětlivé a autoimunitní procesy, revmatoidní *arthritis*, psoriázu, migrény. Ženy mohou ocenit blahodárné působení na premenstruační syndrom, u dětí hraje důležitou roli pro správný vývoj zraku a rozvoj mozkové činnosti. Je podpůrným prostředkem při léčbě diabetu a doporučuje se též k udržení psychické kondice.

Složení

Obsah 1 tobolky: (500 mg) z toho min. 90 % představují čisté ω -3 nenasycené MK, tzn. min. 450 mg, EPA – 225 mg, DHA – 170 mg, přírodní vitamin E. Přídavné látky: želatina, glycerin.

Dávkování

Preventivní užívání u lidí, kteří chtějí předcházet riziku vzniku onemocnění srdce a cév: 1 x denně 1 tobolku, nejlépe během jídla, či 1 - 3 tobolky denně během jídla. (28).



Obrázek 4 Balení kapslí MaxiCor

5.3.2 GS OMEGA-3

- Má protizánětlivý účinek, je prevencí mozkových příhod a srdečních infarktů.
- Zmírňuje potíže při bolestech kloubů, snižuje hladinu LDL cholesterolu a triglyceridů v krvi
- Podporuje imunitní systém a snižuje menstruační bolesti

Charakteristika

Rybí olej obsažený v měkkých želatinových kapslích GS Omega 3 obsahuje potřebné ω -3 nenasycené MK, které příznivě působí na srdce a cévy a mají jedinečnou úlohu při snižování krevního tlaku a hladiny cholesterolu. Je určen zejména osobám s potížemi kardiovaskulárního a imunitního systému a osobám trpícím bolestmi pohybového ústrojí, osobám s často se opakujícími migrénami, dále osobám postiženým ekzémy a lupénkou. Přípravek je vhodný i pro dlouhodobé používání.

Složení

Obsah 1 tobolky: EPA – 180 mg, DHA – 120 mg, ostatní ω -3 nenasycené MK – 70 mg.

Dávkování

1 kapsle denně během jídla. Dávkování je možné dle potřeby zvýšit až na 3 kapsle za den.

Upozornění

Přípravek není určen dětem do 10 let (29).



Obrázek 5 Balení kapslí doplňku stravy GS Omega 3

5.3.3 Marin-Q DĚTI

- Podporuje přenos informací mezi nervovými buňkami.
- Významný pro správnou činnost mozku

Charakteristika

Marin-Q děti obsahuje MK s vyšším podílem EPA. EPA podporuje přenos informací mezi nervovými buňkami, což je proces významný pro správnou činnost mozku. EPA je průběžně v organismu využívaná, proto je důležité zajistit dítěti její pravidelný přísun. Užívání Marin-

Q děti se doporučuje dětem od tří let, zejména pak v období předškolním a školním. Efektivní poměr ω -3 MK DHA a EPA je vyvinutý a přizpůsobený růstovému období dítěte (pre-natální a kojenecké období, předškolní a školní věk).

Složení

Obsah 1 tobolky: rybí tuk – 273 mg: EPA – 75 mg, DHA – 25 mg, olej Pupalky dvouleté – 52 mg: GLA (γ -linolenová) – 5 mg, přírodní vitamín E. Ostatní složky: želatina, glycerin, purifikovaná voda.

Dávkování

Podávat dětem 2 tobolky nebo 5 ml sirupu s příchutí citrusů jednou denně, nejlépe s jídlem.

Upozornění

Přípravek uchovávat v suchu a chladu, chránit před přímým slunečním světlem. Sirup po otevření uchovávat v lednici. Ukládat mimo dosah dětí. Přípravek není určen dětem do 3 let. Nepřekračovat doporučené dávkování. Výrobek nenahrazuje běžnou pestrou stravu (30).



Obrázek 6 Doplňek stravy Marin-Q-děti

5.3.4 Další doplňky stravy na bázi mastných kyselin

OMEGA-3 – 1000mg

Obsah 1 tobolky: 1000 mg rybího oleje. Dále obsahuje: želatinu a glycerol (31).



Obrázek 7 Noventis Omega-3

HEMA® OMEGA 3-6-9

Obsah 1 tobolky: 375,5 mg rybího tuku: 200 mg ω -3: 110 mg EPA, 75 mg DHA, oleje: 18 mg GLA ω -6, 50 mg olivového oleje: 32 mg ω -9, vitaminu E.



Obrázek 8 Hema Omega 3-6-9

HEMA® RYBÍ TUK 1000 SUPER

Obsah 1 tobolky: rybí olej - 1000 mg



Obrázek 9 Hema Rybí tuk

HEMA SEAL

Obsah 1 tobolky: tulení olej: 500 mg - EPA 30 mg, DHA: 30 mg, DPA: 15 mg vitamin, E: 2,5 mg, obal kapsle: glycerin: 63 mg, želatina: 137 mg (32).



Obrázek 10 Hema Seal

Naturel Bounty – OMEFOF 3-6-9

1 tobolka obsahuje: Vitamin E – 3,4 mg, lněný olej - 400,0 mg, brutnákový olej - 400,0 mg: ω -6 – LA – 180 mg, GLA – 88 mg, rybí olej - 400,0 mg: ω -3 – ALA – 220 mg, EPA – 120 mg, DHA – 80 mg, želatina, glycerin, sojový olej. (33).



Obrázek 11 NB – Omefor 3-6-9

Marin-Q MAMI

Rybí tuk: EPA – 37,5 mg, DHA – 270 mg, olej Pupalky dvouleté: GLA – 5,2 mg, přírodní vitamín E, želatina, glycerin, purifikovaná voda (30).



Obrázek 12 Marin-Q Mami

HVĚZDÍCI

Rybí olej – 250 mg: ω -3 – 175 mg: DHA – 125 mg, vitamin C 37,5 mg, vitamin A – 500 μ g, vitamin D – 3 μ g, sladidlo (mannitol), glycerol, želatina, triglyceridy, kyselina askorbová (31).



Obrázek 13 Hvězdící

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo objasnit jak výskyt, tak shrnout i účinky ω -3 a ω -6 nenasycených MK na lidský organismus. V současnosti se tyto účinky zkoumají a objevují se další. Začíná být větší zájem o jejich doplňky stravy, o různé typy olejů a tuků, lidé se začínají více zajímat o složení potravin tak, aby zde byl správný poměr ω -3 a ω -6 a to 1 : 3.

Dále jsou v bakalářské práci uvedeny určité studie týkající se fyziologických účinků na organismus. Obzvláště nenasycené mastné kyseliny ω -3 a ω -6 rostlinného a živočišného původu.

Mezi ω -3 nenasycené MK živočišného původu, patří EPA - kyselina eikosapentaenová a DHA - kyselina dokosahexaenová. Nacházejí se zejména v rybách chladných vod jako je losos, makrela, pstruh a tuňák.

Ω -6 a ω -3 kyseliny rostlinného původu, jsou kyseliny: α -linolenová (ALA) - která je obsažena v oleji z lněného semínka a v listové zelenině, linolová (LA) - je vysoce zastoupena v řadě olejů a arachidonová - vejce, mořští živočichové.

Důležitější jsou ω -3 nenasycené MK, které přijímá většina z nás v menším množství než kolik je zapotřebí. Je to tím, že se vyskytují jen v několika málo potravinách. Jsou to kyseliny eikosapentaenová (EPA) a dokosahexaenová (DHA).

EPA a DHA mají prokazatelně pozitivní vliv na kardiovaskulární systém. Zejména EPA inhibuje angiogenezi, což bylo později potvrzeno i pro DHA, ta má antihypertenzivní vliv: snižuje systolický krevní tlak, redukuje tloušťku cévní stěny. Ω -3 snížily při delším podávání hladinu hyperlipidémie až o 30 %, normalizovaly hladiny LDL a VLDL. Samotná DHA vykazuje dokonce zřetelně vazodilatační účinky.

Pozitivní vliv byl prokázán i na imunitní systém, byl totiž potvrzen protizánětlivý účinek. Bylo dokázáno, že tento účinek se týká ω -3 (především DHA). EPA ve vyšších dávkách pozitivně ovlivňuje imunitní systém, ve smyslu zkráceného průběhu zánětlivých procesů. S pozitivními účinky na imunitní systém, nám blízce souvisí i pozitivní účinky na stres, kde jednou z příčin je např. narušený imunitní systém.

Dlouhodobé porušení poměru ω -6 a ω -3 ve stravě nepochybně nepříznivě ovlivní organizmy ve smyslu možného vzniku alergických onemocnění. Za významný nálezný, podtrhující dosud známé údaje je skutečnost, že novorozenci s atopiemi mají nižší hladiny nenasycených MK.

Efektivní poměr DHA a EPA je přizpůsobený růstovému období dítěte (prenatální a kojené období, předškolní a školní věk).

DHA i EPA jsou nezbytné pro fungování mozku. Každá z nich ale jiným způsobem a v jiném věkovém období dítěte. Dostatečné množství DHA je nezbytné během raného vývoje dítěte k podpoře růstu mozku. K růstu lidského mozku dochází během vývoje plodu v prenatálním období a během prvních let života dítěte. EPA má menší úlohu v počáteční fázi vývoje struktur mozku, je ale naprosto nezbytná pro běžné fungování mozku v pozdějším věku. Má za úkol zajistit komunikaci mezi nervovými buňkami, což je proces životně důležitý pro správnou funkci mozku v každodenním životě. EPA je přitom neustále spotřebovávána, proto je nezbytné, aby ji tělo dostávalo v určitém množství pravidelně a neustále. V dospělém věku zpomalují stárnutí mozku spojené s rizikem vzniku Alzheimerovy choroby.

Pozitivní účinky se příliš dlouho nezkoumají, proto jejich výsledky nejsou tak všeobecně známé. Zato potravin, které obsahují zejména důležité ω -3, se v našem jídelníčku moc nenachází. Je důležité abychom upravili naši stravu a alespoň 2krát týdně konzumovali ryby. Pokud nejsme schopni toto doporučení dodržet, je možné si zakoupit doplňky stravy s ω -3 a ω -6 nenasycenými MK. Důležité je dbát na správný jídelníček, zejména v těhotenství a u dětí v růstovém období.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] DUCHOŇ, J. a kol. *Lékařská chemie a biochemie*, Praha: Avicenum, 1985
- [2] HOLEČEK, M. *Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin*, Praha: Grada, 2006
- [3] MURRAY, R. K., GRANNER, D. K., MAYES, P. A., RODWELL, V. W. *Harperova Biochemie*, Praha: Nakladatelství H+H, 2002
- [4] Časopis *Kardiologie v primární péči*, 2. vyd., Praha: Medical Tribune, 2006, s. 50 – 54
- [5] HEJDA, S. Oleje známé a neznámé, *Výživa a potraviny*, 48, 1993; 3, s. 171-172
- [6] MOUREK, J. a kol. *Mastné kyseliny Omega-3*, Praha: Triton, 2007
- [7] ŠMÍDOVÁ, L., ŠLAPETOVÁ, V., MOUREK, J. et al. Tuky na našem trhu z hlediska spektra mastných kyselin, In: *Příloha zdravotnických novin: gastroenterologie*, 11. dubna 1997, 2007, s. 10.
- [8] DLOUHÝ, P., MARHOL, P. Přehled složení mastných kyselin v rostlinných tucích a olejích. *DMEV*, 4, 1999; 3, s. 211-215
- [9] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin*, 1. vyd. Tábor: Osis, 1999, s. 352
- [10] SUCHÁNEK, P., BRÁT, J., POLEDNE, R. Přehled jedlých tuků a olejů na našem trhu a jejich hodnocení, *DMEV*, 2002; 2, s. 106-110
- [11] MŮLLEROVÁ, D. *Zdravá výživa a prevence civilizačních nemocí*, 1. vyd., Praha: Triton, 2003, s. 99
- [12] Dostupné na: <http://www.cs.wikipedia.org/wiki/Cholesterol>. Kategorie: Steroidy | Tuky 3. května 2008 (online). [cit. 2008 – 08 - 31].
- [13] Dostupné na: http://www.vyzivadeti.cz/data/sharedfiles/tiskove_materialy/TM_Dostalova_tuky.doc. Výživa dětí: „Tuky v dětské výživě“ 27. března 2008 (online). [cit. 2008 – 09 - 25].

- [14] POZATKOVÁ, H., RYBKA, M., RIEGROVÁ, D. et al. Proteinkináza C (PKC) a její role v metabolismu mastných kyselin a glukózy. *Československá fyziologie*, 54, 2005; 3, s. 120-123
- [15] BRÁT, J., POKORNÝ, J. Pokrok ve výrobě jedlých tuků o vysoké výživové hodnotě. *Výživa a potraviny*, 54, 1999; 4, s. 126-127
- [16] BLATTNÁ, J., DOSTÁLOVÁ, J., PERLÍN, C. et al. Výživa na prahu 21. století, *Společnost pro výživu*, nadace NutriVIT, PRAHA 2005, s. 79
- [17] CHRISTIE, W. W. *Lipid Analysis*, 2.vyd., Oxford: Pergamon Press, 1982, p. 207
- [18] STORLIEN, L. H., HULBERT, A. J., ELSE, P. L. Polyunsaturated Fatty Acids, Membrane Function and Metabolit Diseases such as Diabetes and Obesity, *Curr. Opin Clin. Nutr. Metab Care*, 1, 1998; p. 559-563
- [19] Dostupné na: <http://www.fitness.cz/sportovni-vyziva/> Sportovní – výživa.fitness 19. února 2009 (online) [cit. 2009 – 03 – 15].
- [20] ERNST, E. Effects of n-3 Fatty Acids on Blood Rheology. *J. Intern. Med. Suppl.*, 1989; 731, p. 29-132
- [21] BRADEN, G. A., KNAPP, H. R., FITZGERALD, D. J. et al. Dietary Fish Oil Accelerates the Response to Coronary Thrombolysis with Tissue – Type Plasminogen Activator, Evidence for a Modest Platelet Inhibitory Effect *in vivo*. In: *Circulation*, 1990; 82, p. 178-187
- [22] DEWAILLY, E., BLANCHET, C., GINGRAS, S. et.al Cardiovascular Disease Risk Factors and n-3 Fatty Acid Status in the Adult Population of James Bay Cree, *Amer. J. Clin. Nutr.*, 2002; 76, p. 85 – 92
- [23] ENGLER, M. M., ENGLER, M. B., PIERSON, D. M. et al. Effects of Docosahexaenoic Acid on Vascular Pathology and Reaktivity in Hypertension, *Exp. Biol. Med.*, 2003; 228, p. 299-307
- [24] DAS, U. N. Can Perinatal Supplementation of Long-chain Polyunsaturated Fatty Acids, Immune Response and Adult Diseases, *Med. Sci. Monit.*, 2004; 10/5/HY, p.19-25

- [25] FRONCZAK, C. M., BARON, A.E., CHASE, H. P. et al. In Utero Dietary Exposures and Risk of Islet Autoimmunity in Children, *Diabetes Care*, 2003; 26, p. 3237-3242
- [26] KEW, S., MESA, M. D., TRICON, S. et al. Effects of Rich in Eicosapentaenoic and Docosahexaenoic Acids on Immune Cell Composition and Function in Healthy Humen. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 2004; 79, p.674-681
- [27] Zákon č. 110/1997 Sb. O potravinách a tabákových výrobcích, § 2 základní pojmy, odstavec i
- [28] Dostupné na:
http://www.maxicor.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=7&Itemid=24
Maxicor 18. březen 2009 (online). [cit. 2009 – 03 -20].
- [29] Dostupné na: <http://www.gsklub.cz/products/6282-gs-omega-3>. Grswan 18. březen 2009 (online). [cit. 2009 – 03 -20].
- [30] Dostupné na: <http://www.marin-q.cz/marin-q-deti.php> Marin-Q 30. březen 2009 (online). [cit. 2009 – 03 - 30].
- [31] Dostupné na: http://www.noventis.cz/cs/produkt/_148/ Noventis 18. březen 2009 (online). [cit. 2009 – 03 -24].
- [32] Dostupné na: <http://www.hemax.cz/cz/hema/index.php?cat=produkty> Hemax 24. březen 2009 (online). [cit. 2009 -03 -24].
- [33] Dostupné na:
http://www.naturesbounty.cz/?p=products&nl_product_id=729&s_name=Omefor%C2%AE+3%2D6%2D9&ind_id=24&ind_desc=P%C5%99%C3%ADrodn%C3%AD+a+speci%C3%A1ln%C3%AD+p%C5%99%C3%ADpravky
Naturesbounty 30.březen 2009 (online). [cit. 2009 – 03 -30].
- [34] Dostupné na: <http://www.hvezdici.cz/dospelaci/informace-o-produktu.aspx> Hvězdíci 30. březen 2009 (online). [cit. 2009 – 03 -30].

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

MK	mastná kyselina
ω -3	omega-3
ω -6	omega-6
EPA	eikosapentaenová kyselina
DHA	dokosahexaenová kyselina
TFA	<i>trans fatty acids</i> , <i>trans</i> mastné kyseliny
LA	linolová kyselina
ALA	α -linolenová kyselina
AA	arachidonová kyselina
SFA	Saturated Fatty Acids, nasycené mastné kyseliny
MUFA	monoenové mastné kyseliny
PUFA	polyenové mastné kyseliny
GLA	γ -linolenová kyselina
ACh	Alzheimerova choroba
CNS	centrální nervový systém
LDL	Low Density Lipoprotein, lipoproteiny s nízkou hustotou
HDL	High Density Lipoprotein, lipoproteiny s vysokou hustotou
PQQ	Pyroloquinolin-uinon
ES	Evropské společenství
GS	Green Swan – farmaceutická firma

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Máslo a ztužené pokrmové tuky.....	15
Obrázek 2 Nejlepší zastoupení mastných kyselin mají ryby.....	18
Obrázek 3 Vývoj mozku dítěte a potřeba DHA a EPA (6).....	29
Obrázek 4 Balení kapslí MaxiCor	36
Obrázek 5 Balení kapslí doplňku stravy GS Omega 3.....	37
Obrázek 6 Doplněk stravy Marin-Q-děti	38
Obrázek 7 Noventis Omega-3.....	39
Obrázek 8 Hema Omega 3-6-9	39
Obrázek 9 Hema Rybí tuk.....	39
Obrázek 10 Hema Seal.....	40
Obrázek 11 NB – Omefor 3-6-9	40
Obrázek 12 Marin-Q Mami	40
Obrázek 13 Hvězdící	41

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Neznámější nasycené mastné kyseliny	11
Tabulka 2 Příklady monoenoových mastných kyselin.....	12
Tabulka 3 Polyenoové mastné kyseliny	13
Tabulka 4 Nejpoužívanější oleje a mastné kyseliny (6).....	16
Tabulka 5 Vzájemný podíl kyseliny linolové a linolenové v řepkovém a olivovém oleji (6)	17
Tabulka 6 Deset nejlepších a nejhorších ztužených pokrmových tuků v r. 2004 (13)	20
Tabulka 7 Deset nejlepších a nejhorších ztužených pokrmových tuků v r. 2007 (13)	20
Tabulka 8 Rozbor sledující složení tuku v trvanlivém pečivu (13).....	21
Tabulka 9 ω -6 a ω -3 mastné kyseliny	22
Tabulka 10 Potraviny s vysokým obsahem různých typů mastných kyselin (6).....	23
Tabulka 11 Přítomnost jednotlivých MK v potravinách (6).....	24
Tabulka 12 Obsah ω -3 MK v některých čerstvých rybách a mořských plodech (19).....	25
Tabulka 13 Potraviny bohaté na ω -3 a ω -6 mastné kyseliny (19).....	25

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Rozdělení nenasycených mastných kyselin.....	51
--	----

PŘÍLOHA P I:

