



Státní zdravotní ústav
Centrum zdraví, výživy a potravin
Oddělení hodnocení zdravotních rizik a aplikované výživy

Studie obsahu a zastoupení *trans*-mastných kyselin v mateřském mléce v ČR

Závěrečná zpráva



Editor:

Jiří Ruprich

Autoři, spolupracovníci

Svatava Bischofová; Kateřina Hortová; Martina Kalivodová; Zuzana Měřínská; Jitka Blahová;
Marcela Dofková; Irena Řehůřková; Jiří Ruprich; pracovníci hygienických stanic odboru HDM

Brno, únor 2018

Seznam použitých zkratek

ALA	kys. α -linolenová
ARA	kys. arachidonová
BMI	index tělesné hmotnosti (Body Mass Index)
CZVP	Centrum zdraví, výživy a potravin
DHA	kys. dokosaheptaenová
EFSA	Evropský úřad pro bezpečnost potravin (European Food Safety Authority)
EPA	kys. eikosapentaenová
EU	Evropská unie
FA	mastné kyseliny (Fatty Acids)
FAO	Organizace pro výživu a zemědělství (Food and Agriculture Organization of the United Nations)
FDA	Úřad pro kontrolu potravin a léčiv, USA (U.S. Food&Drug Administration)
GC/FID	plynová chromatografie s plamenovým ionizačním detektorem (Gas Chromatography – Flame Ionization Detector)
GfK	společnost zaměřená na výzkum trhu
GRAS	všeobecně považovaný za bezpečný (generally recognized as safe)
HDL	lipoprotein s vysokým podílem proteinu (High Density Lipoprotein)
HDM	odbor hygieny dětí a mladistvých
HH	hlavní hygienik
HKK	Královéhradecký kraj
HS	hygienická stanice
JHČ	Jihočeský kraj
JMK	Jihomoravský kraj
(K)HS	(krajská) hygienická stanice
KVK	Karlovarský kraj
LA	kys. linolová
LBK	Liberecký kraj
LDL	lipoprotein s nízkým podílem proteinu (Low Density Lipoprotein)
MH	maso hovězí

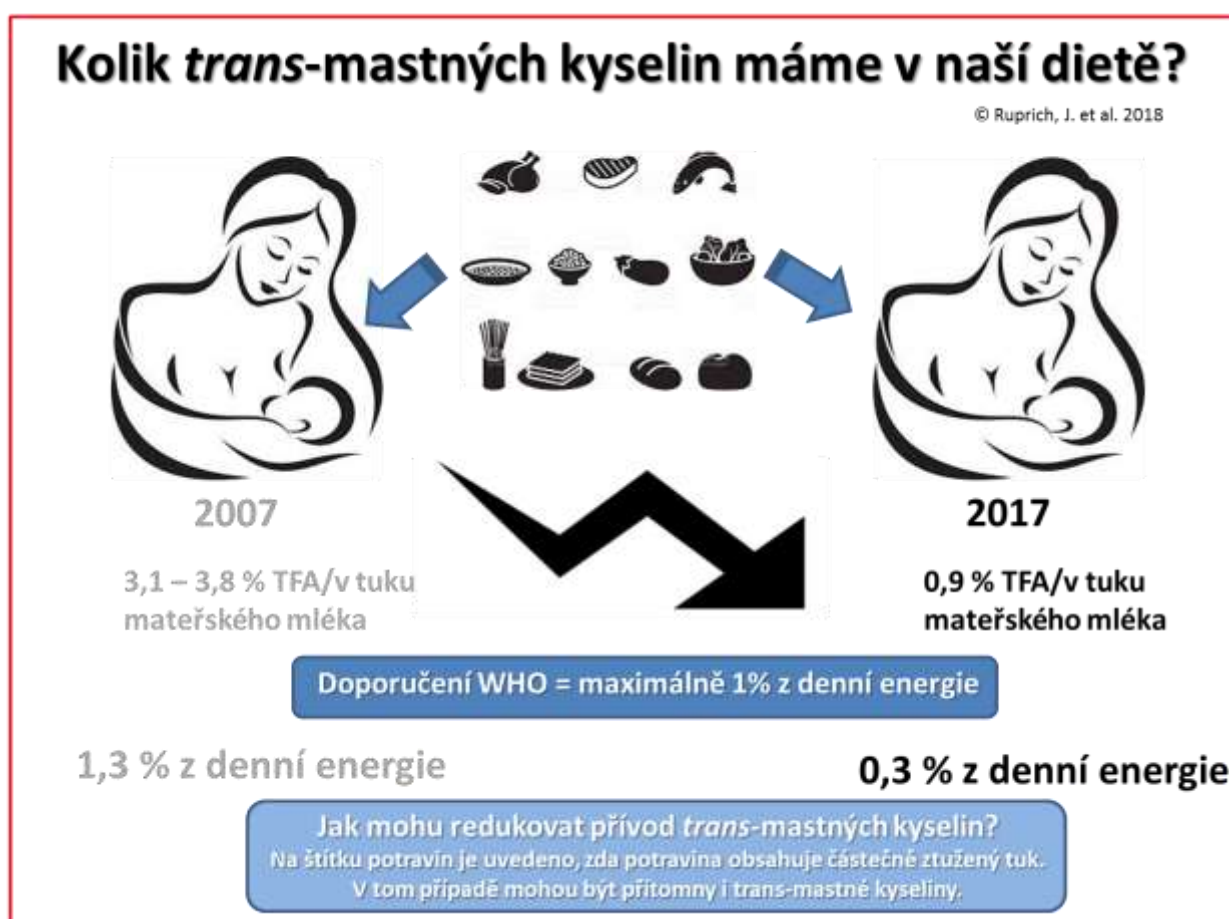
MK	mastná kyselina
MKC	řetězec mastné kyseliny, analytické označení, specifikace příloha 1
MM	mateřské mléko
MSK	Moravskoslezský kraj
MUFA	mononenasyčené mastné kyseliny (Mono Unsaturated Fatty Acids)
MV	mléko a mléčné výrobky
MZ ČR	Ministerstvo zdravotnictví ČR
OLK	Olomoucký kraj
OOVZ	Orgány ochrany veřejného zdraví
PAK	Pardubický kraj
PAL	úroveň pohybové aktivity (Physical Activity Level)
PHA	hlavní město Praha
PLK	Plzeňský kraj
PUFA	polynenasycené mastné kyseliny (Poly Unsaturated Fatty Acids)
SD	směrodatná odchylka
SFA	nasyčené mastné kyseliny (Saturated Fatty Acids)
SŠ	střední škola
STČ	Středočeský kraj
SZÚ	Státní zdravotní ústav
T	tuk
rTFA	ruminant <i>trans</i> -mastné kyseliny - z přirozených zdrojů
TFA	<i>trans</i> -mastné kyseliny (Trans Fatty Acids)
ULK	Ústecký kraj
UNU	Univerzita OSN (United Nations University)
VOŠ	vyšší odborná škola
VŠ	vysoká škola
VYS	Kraj Vysočina
WHO	Světová zdravotní organizace (World Health Organization)
ZLK	Zlínský kraj
ZŠ	základní škola

Obsah

Seznam použitých zkratk	2
Souhrn	5
1. Úvod	7
2. Teoretická východiska	9
2.1. Tuky a mastné kyseliny	9
2.2. Přívod tuku a TFA v obvyklé dietě u žen ve věku 18-40 let	11
2.3. Obsah TFA v tuku MM dle jiných autorů	13
2.4. Limity pro obsah TFA v potravinách	15
3. Cíl studie	17
4. Metodika studie	18
4.1. Organizace studie	18
4.2. Cílová populace a vzorkovaný materiál	19
4.2.1. Základní soubor a jeho charakteristika	19
4.2.2. Vzorkovaný materiál, podmínky odběru vzorku	20
4.2.3. Analýza vzorků MM	21
4.2.4. Zjištění obvyklých stravovacích zvyklostí dárkyně MM	21
5. Výsledky studie	22
5.1. Charakteristika souboru	22
5.1.1. Zdroje nejistot	23
5.2. Obsah tuku ve vzorcích MM	24
5.2.1. Zdroje nejistot	25
5.3. Zastoupení skupin MK v tuku vzorků MM	25
5.3.1. Zdroje nejistot	26
5.4. Obsah TFA v tuku MM	26
5.4.1. Zdroje nejistot	27
5.5. Zastoupení jednotlivých druhů TFA v tuku MM	28
5.5.1. Zdroje nejistot	32
5.6. Přívod energie z TFA	32
5.6.1. Vztažený k celkové energii na den	32
5.6.2. Individuální a průměrné hodnocení	35
5.6.3. Průměrné hodnocení v rámci jednotlivých krajů ČR	38
5.6.4. Vztažený k přívodu tuku v dietě	40
5.6.5. Zdroje nejistot	41

5.7. Obsah SFA, MUFA, PUFA v tuku MM	41
5.7.1 Zdroje nejistot.....	49
6. Diskuze	50
7. Závěr.....	55
Přílohy	57
Použitá literatura	58

Souhrn



Seznam tabulek

Tab. 1: Odhadovaný denní příjem tuku z obvyklé diety u žen 18-40 let (n = 337).....	11
Tab. 2: Odhadovaná denní expozice TFA v obvyklé dietě u žen 18-40 let (n = 337).....	12
Tab. 3: Obsah TFA v tuku MM v různých zemích	14
Tab. 4: Limity pro TFA v potravinách v různých evropských zemích.....	16
Tab. 5: Charakteristika dárkyň MM a kojených dětí	22
Tab. 6: Přehled obsahu tuku (suma esterů MK) v MM	24
Tab. 7: Přehled obsahu TFA v tuku vzorků MM	26
Tab. 8: % zastoupení jednotlivých analytů TFA z celkové sumy TFA v tuku MM.....	28

Seznam grafů

Graf 1: % příspěvek jednotlivých skupin potravin k celkovému dennímu příjmu tuku.....	12
Graf 2: % příspěvek jednotlivých skupin potravin k celkovému dennímu příjmu TFA.....	13
Graf 3: Rozložení dárkyň MM dle nejvyššího dosaženého vzdělání	23
Graf 4: Obsah tuku ve vzorcích převážně tzv. zadního MM (suma esterů MK)	24
Graf 5: Poměrné zastoupení sum jednotlivých skupin MK v tuku vzorků MM.....	25
Graf 6: Obsah TFA v tuku vzorků MM	27
Graf 7: Poměrné zastoupení kyseliny elaidové a <i>trans</i> -vakučkové v tuku vzorků MM	29
Graf 8: Korelace obsahu kys. <i>trans</i> -vakučkové v tuku MM s obsahem sumy tuku z MV a MH.....	30
Graf 9: Korelace obsahu kys. <i>trans</i> -vakučkové v tuku MM s obsahem tuku z MV	31
Graf 10: Denní příjem energie, porovnání s dop. pro kojící ženy (EFSA, FAO/WHO/UNU)	33
Graf 11: Příjem energie/den ve skupinách dárkyň MM rozdělených dle BMI	34
Graf 12: Energie z TFA (v %) vztažená k celkové energii/den: defaultní vs. individuální přístup, porovnání s dop. WHO (< 1%)	36
Graf 13: Energie z TFA (v %) vztažená k celkové energii/den: defaultní vs. individuální přístup.....	37
Graf 14: Korelace příjmu energie z TFA (defaultní vs. individuální přístup).....	38
Graf 15: % energie z TFA vztažené k celk. příjmu energie/den v krajích ČR (pouze orientační)	39
Graf 16: Poměr energie z bílkovin, tuků a sacharidů/den (v %), porovnání s doporučeními	40
Graf 17: Obsah SFA v tuku MM	42
Graf 18: Obsah MUFA v tuku MM.....	43
Graf 19: Zastoupení jednotlivých druhů MUFA (n=8) v tuku MM a jejich průměrný obsah	43
Graf 20: Obsah PUFA v tuku MM	44
Graf 21: Zastoupení jednotlivých druhů PUFA (n=10) v tuku MM a jejich průměrný obsah.....	45
Graf 22: Rozložení esenciální LA a ALA v tuku vzorků MM	45
Graf 23: Korelace množství EPA/DHA v T MM	46
Graf 24: Obsah ω-3 MK: ALA, EPA, DHA a jejich suma (v g/100 g tuku MM)	47
Graf 25: Suma EPA a DHA (v g) v tuku MM, srovnání s jinými studiemi a dop. FAO/WHO (2008).....	48

Seznam obrázků

Obr. 1: Prostorové uspořádání substituentů v řetězci MK vzhledem k násobné vazbě	9
---	---

1. Úvod

Studie obsahu a zastoupení *trans*-mastných kyselin (TFA) v mateřském mléce (MM) v ČR byla realizována MZ ČR a 14 hygienickými stanicemi v roce 2017, na základě Pokynu hlavního hygienika ČR ze dne 7. 3. 2017, ve spolupráci se Státním zdravotním ústavem Praha, Centrem zdraví, výživy a potravin (dále jen SZÚ-CZVP).

Studie plní požadavky Národní strategie ochrany a podpory zdraví a prevence nemocí „Zdraví 2020“, Akční plán č. 2 „Správná výživa a stravovací návyky populace na období 2015–2020“ (usnesení vlády ČR č. 23, z 8. 1. 2014), především část 2a „Správná výživa a stravovací návyky“ (Tvorba prostředí s vhodnými potravinami), ve kterém je jedním z úkolů také reformulace potravin, tj. změna složení potravin ve smyslu snížení obsahu soli, cukrů, živočišných tuků a TFA¹ a současně část 2c „Bezpečnosti potravin“ (Vědecky podložené hodnocení zdravotních rizik), ve kterém je jedním z úkolů i hodnocení dietární expozice člověka chemickým látkám, včetně TFA.

Hlavní myšlenkou studie bylo zodpovězení otázky, jakou měrou jsou v současnosti kojící ženy a jejich děti, potažmo celá populace ČR, pokud výsledky extrapolujeme, exponovány nežádoucím TFA, jejichž přívod v dietě by měl být dle současných doporučení minimalizován. Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) doporučuje snížit konzumaci TFA na co nejnižší možnou míru². Světová zdravotní organizace (WHO) doporučuje, aby energie z TFA neposkytovala více než 1 % z celkového denního přívodu energie³.

Předmětem studie byla analýza zralého MM celkem 69 respondentek s cílem popsat obsah a druhové zastoupení TFA v tuku MM. Přívod TFA je závislý na běžně konzumované stravě, v lidském organismu se přirozeně netvoří. TFA přecházejí následně do MM a tak zrcadlí obsah TFA v konzumovaných potravinách. Z výsledku pak lze rámcově odvodit (extrapolovat) i jejich očekávanou obvyklou expozici v populaci.

¹ Zdraví 2020. Národní strategie ochrany a podpory zdraví a prevence nemocí [online]. Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR, 2014 [cit. 2016-12-20]. ISBN: 978-80-85047-47-9. Dostupné z: http://www.mzcr.cz/verejne/dokumenty/zdravi-2020-narodni-strategie-ochrany-a-podpory-zdravi-a-prevence-nemoci_8690_3016_5.html

² EFSA Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol, EFSA Journal 2010; 8(3):1461

³ FAO-WHO. Fats and fatty acids in human nutrition Report of an expert consultation: FAO FOOD AND NUTRITION PAPER. Rome: FAO, 2010. ISBN 978-92-5-106733-8. Dostupné z: <http://www.fao.org/3/a-i1953e.pdf>

Výsledky této studie by měly sloužit jako srovnávací údaje pro oblast ochrany a podpory veřejného zdraví. Poslední obdobná česká studie byla provedena před 10 lety (Dlouhý et al., 2008)⁴.

Naměřené údaje ze studie SZÚ-CZVP mapují současnou situaci v ČR, kdy se ze strany výrobců začíná realizovat reformulace potravin zahrnující i minimalizaci, či úplné odstranění zdraví škodlivých průmyslově vyrobených TFA, které jsou součástí především částečně ztužených tuků, z trhu v ČR. Tento cíl si stanovila řada zemí v EU i v dalších částech světa. Některé z nich zavedly limity obsahu TFA v potravinách. Data získaná ze studie mohou být také podkladem pro diskusi o takovém limitu i v ČR.

Po čase (v horizontu 5 let) se dá studie zopakovat a zkontrolovat, do jaké míry byla reformulace potravin (s nejistotou změn obvyklých stravovacích zvyklostí) úspěšná a zda opravdu přispěla k ochraně a podpoře zdraví.

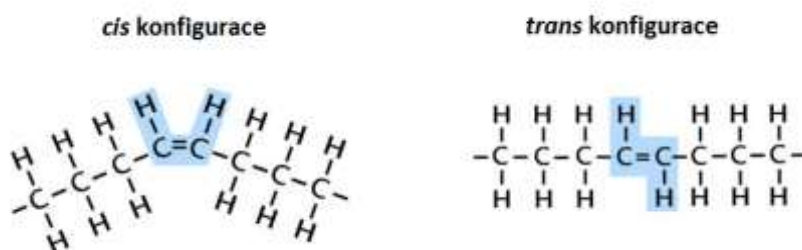
⁴ DLOUHÝ P. Obsah *trans*-izomerů mastných kyselin v podkožním tuku a v tuku mateřského mléka jako ukazatele jejich příjmu [online] 2008. [cit. 2017-12-14] Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/13487/>

2. Teoretická východiska

2.1. Tuky a mastné kyseliny

Mastné kyseliny patří mezi základní stavební složky tuků. Dle přítomnosti dvojných vazeb v uhlíkovém řetězci je dělíme na ty, které dvojnou vazbu neobsahují (tzv. nasycené mastné kyseliny, zkr. SFA), a na ty, které ji obsahují. Pokud je v řetězci přítomna jedna dvojná vazba, jedná se o tzv. mononenasyčené mastné kyseliny (zkr. MUFA), pokud je dvojných vazeb více, jedná o tzv. polynenasycené mastné kyseliny (zkr. PUFA). Většina nenasycených mastných kyselin obsažených v potravinách se vyskytuje v konfiguraci *cis* (substituenty umístěny ve stejné polorovině vzhledem k násobné vazbě), ale mohou se vyskytovat i v konfiguraci *trans* (substituenty umístěny v opačné polorovině vzhledem k násobné vazbě), viz obr. 1.

Obr. 1: Prostorové uspořádání substituentů v řetězci MK vzhledem k násobné vazbě



Tuky mají v lidském těle mnoho funkcí. Jsou mj. významným zdrojem energie, usnadňují absorpci látek rozpustných v tucích (např. vitaminů), jsou zdrojem esenciálních mastných kyselin, jsou strukturální složkou buněčných membrán, jsou regulátory aktivity některých enzymů, regulátory genové exprese aj.². Na druhou stranu vysoký přívod tuku v dietě (nad 35 % z celkového energetického přívodu/den) a nevhodné složení mastných kyselin konzumovaného tuku, především vysoký obsah SFA a TFA, jsou dávány do souvislosti s výskytem řady chronických neinfekčních chorob, zejména nemocí srdce a cév, diabetu II. typu, obezity, některých nádorových onemocnění aj.⁵

⁵ DOSTÁLOVÁ, J., et al. Konečné znění výživových doporučení. *Výživa a potraviny* 2005; č. 1, s. 25-26.

TFA vznikají přirozeně v batoru přežvýkavců díky přítomnosti bakterií uvolňující plyny při trávení krmiva, které „bio-hydrogenují“ MK. TFA jsou tak přirozenou součástí mléka a tuku (mléčné výrobky a hovězí lůj např. obsahují asi 3-6 % TFA).

TFA dále vznikají průmyslovou hydrogenací tuků (součást částečně ztužených tuků), dezodorací olejů obsahujících nenasycené mastné kyseliny (součást rafinace, tech. postupu při výrobě oleje), či v malém množství vystavením olejů vysoké teplotě (> 220°C) např. při kulinární úpravě. Potraviny, které obsahují průmyslově vyrobené TFA, jsou např. pokrmové tuky, jemné a trvanlivé pečivo, tukové polevy na výrobcích, pokrmy rychlého občerstvení apod.⁴

TFA přijaté z potravin jsou vylučovány i do mateřského mléka, které je jediným zdrojem výživy u plně kojených dětí a poskytuje tak mj. všechny mastné kyseliny potřebné pro růst a vývoj dítěte. Obsahuje jak SFA, tak i TFA, ovšem TFA nepředstavují nezbytnou složku pro organismus, neslouží k zajištění vitálních funkcí v něm².

Lidské tělo TFA nedokáže syntetizovat. Jejich přívod je závislý na dietárních zdrojích. TFA z přirozených zdrojů nepředstavují takovou metabolickou zátěž, a to zejména z důvodu jejich celkově nižšího přívodu. Naopak TFA pocházející z průmyslově vyráběných částečně ztužených tuků (např. kyselina elaidová), nejsou tělu vlastní a jejich eliminace je složitá a dlouhá.

Dle některých studií je vliv TFA na hladinu krevních lipidů 2,5–10x horší, než je vliv SFA. Popsány byly i možné negativní účinky na lidský plod a novorozence⁶, a to prostřednictvím interference metabolismu esenciálních n-6 a n-3 mastných kyselin. Mimo to, vysoký přívod TFA v době těhotenství a kojení, může mít vedlejší účinky na spektrum krevních lipoproteinů, které zvyšují hladinu LDL cholesterolu a snižují hladinu HDL cholesterolu, dále na metabolismus zánětlivých mediátorů, nebo n-6 a n-3 mastných kyselin u matky, což může mít vliv na transfer kyseliny arachidonové (ARA) a dokosahexaenové (DHA) během gravidity u plodu a následně během kojení u dítěte^{7,8}. Vysoký přívod TFA ve stravě má prozánětlivý

6 DOSTÁLOVÁ, J. Tuky v potravinách a jejich nutriční hodnocení. Interní medicína pro praxi 2011; 13(9): 347-349.

7 BRÁT, J. Vývoj výživových doporučení pro tuky. Výživa a potraviny 2015; č. 6, s. 146-149.

8 FRIESEN, R. et al. Trans fatty acids in human milk in Canada declined with the introduction of trans fat food labeling. The Journal of nutrition 2006; 136(10): 2558-61

účinek, ovlivňuje imunitní funkce, přispívá k dysfunkci endotelu a může zhoršovat citlivost tkání k inzulinu⁷.

2.2. Přívod tuku a TFA v obvyklé dietě u žen ve věku 18-40 let

Pro potřeby Studie obsahu a zastoupení TFA ve zralém MM českých žen byl proveden SZÚ-CZVP⁹ odhad dietární expozice celkového přívodu tuku a TFA z obvyklé české diety, a to u 337 žen ve věku 18-40 let (potenciálně fertlní věk). Pro hodnocení byla využita data ze Studie individuální spotřeby potravin a naměřená data o obsahu tuku a TFA v potravinách analyzovaných v rámci dlouhodobého programu SZÚ-CZVP „Monitoring dietární expozice“.

Výpočet byl proveden pomocí systému pro hodnocení obvyklé chronické expozice (MCRA 8.2 modul TDS, výpočetní model Logistic-Normal-Normal, lower bound, kalkulace dávky na osobu/den).

Průměrný přívod tuku (lower bound) z obvyklé české diety činí u vybrané skupiny žen 86,7 g/osobu/den, průměrný přívod TFA pak 1,08 g/osobu/den. Při přepočtu, jak přispívá energie z TFA k celkovému dennímu energetickému přívodu, se pak jedná o 0,4 %, což by splňovalo doporučení WHO. Problém však může představovat expozice na úrovni vyšších percentilů.

Odhadovaný obvyklý přívod tuku a TFA na úrovni jednotlivých percentilů znázorňují tabulky 1 a 2.

Tab. 1: Odhadovaný denní přívod tuku z obvyklé diety u žen 18-40 let (n = 337)

Percentil	Expozice (g/den)	Lower bound (p2,5)	Upper bound (p97,5)
50.	80	69	94
90.	133	103	162
95.	153	117	199
99.	199	136	263

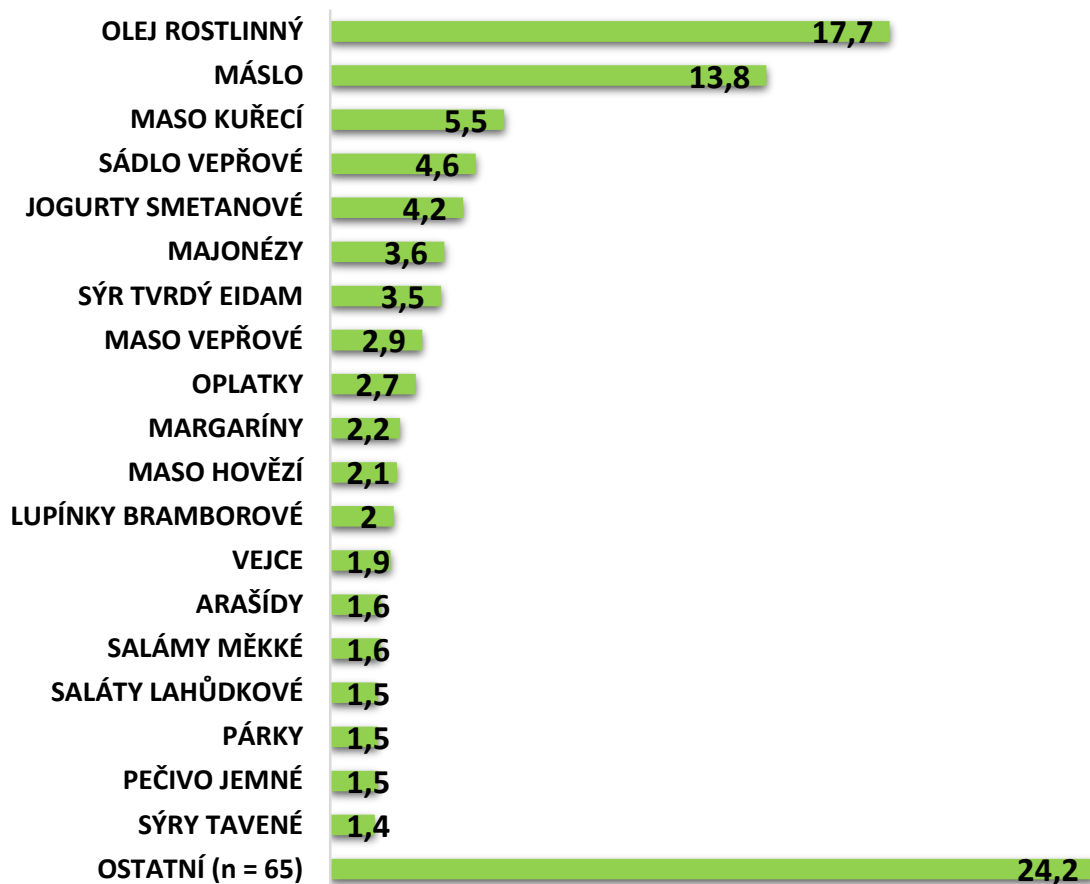
⁹ Ruprich, J. a kol., Data MZSO (TDS, CZVP, 2017)

Tab. 2: Odhadovaná denní expozice TFA v obvyklé dietě u žen 18-40 let (n = 337)

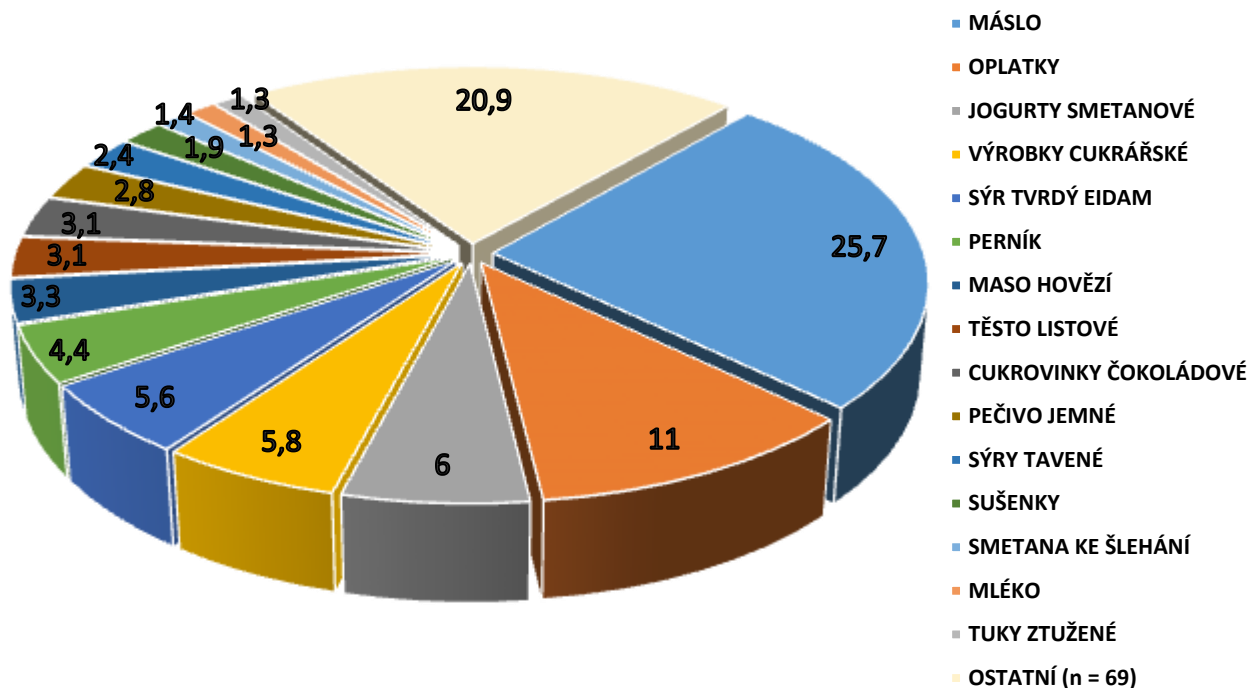
Percentil	Expozice (g/den)	Lower bound (p2,5)	Upper bound (p97,5)
50.	1	0,8	1,3
90.	1,7	1,2	2,4
95.	2,0	1,5	3,1
99.	2,8	1,7	4,2

Nejvýznamnější expoziční zdroje (n = 84) tuku a TFA znázorňují grafy 1 a 2.

Graf 1: % příspěvek jednotlivých skupin potravin k celkovému dennímu přívodu tuku



Graf 2: % příspěvek jednotlivých skupin potravin k celkovému dennímu přívodu TFA



2.3. Obsah TFA v tuku MM dle jiných autorů

V ČR nebylo uskutečněno mnoho výzkumů mapujících obsah TFA v tuku MM.

Dlouhý a kol. (2008)⁴ porovnával obsah tuku a složení TFA v nezralém MM (kolostru) u kojících žen pražské většinové populace (n = 43) a u romských žen (n = 21). Tuk MM většinové populace obsahoval $3,13 \pm 1,26$ hmotnostních % TFA. V tuku MM romských žen bylo nalezeno $3,78 \pm 1,88$ hmotnostních % TFA, rozdíl nebyl statisticky významný. Romské ženy měly vyšší obsah *trans* C18:1 izomerů ($2,73 \pm 1,88$ hmotnostních %) v porovnání s ženami většinové populace ($2,09 \pm 1,24$ hmotnostních %, $p = 0,05$). Byly popsány rozdíly i ve frekvenci spotřeby potravin, které jsou potenciálními zdroji TFA ve výživě⁴.

Přehled některých vybraných zahraničních studií týkajících se obsahu TFA v tuku MM uvádí tabulka 3. Vzhledem k různému počtu analyzovaných chem. individuí TFA v uvedených studiích nelze výsledky mezi sebou striktně porovnávat, lze však vyčíst určitý pozitivní trend ve snižování obsahu TFA v tuku MM v průběhu let, kdy byly studie prováděny.

Tab. 3: Obsah TFA v tuku MM v různých zemích

Země	Rok a autor studie	Obsah TFA v tuku MM (Σ hm. %) *
CZE	2002 (DLOUHÝ P. a kol.) ¹⁰	4,2 ± 1,9 (1,8 – 9,8)
	2007 (MARHOL P., DLOUHÝ P. a kol.) ¹¹	3,13 ± 1,26 vs. 3,78 ± 1,88
Turecko	2009 (SAMUR G. a kol.) ¹²	2,13 ± 1,03
Polsko	2003 (MOJSKA H. a kol.) ¹³	1,37 (1,00 – 2,00) vs. 1,80 (1,42 – 2,48)
		2,59 (1,49 – 3,34) vs. 2,41 (1,79 – 4,31)
		2,36 (1,55 – 3,92) vs. 2,77 (1,53 – 4,18)
USA	2005 (MOSLEY E. E. a kol.) ¹⁴	7,0 ± 2,3
Kanada	2006 (FRIESEN R. a kol.) ⁷	6,2 ± 0,48 vs. 4,6 ± 0,32
	2014 (RATNAYAKE W. M. N. a kol.) ¹⁵	2,7 ± 0,9 (1,4 – 7,2) vs. 1,9 ± 0,5 (0,9-3,9)
Řecko	2013 (ANTONAKOU A. a kol.) ¹⁶	0,78 ± 0,47 vs. 0,19 ± 0,34
Chorvatsko	2013 (KREŠIĆ G. a kol.) ¹⁷	2,3 ± 0,2
Nizozemí	2010 (MUELLER a kol.) ¹⁸	3,2±1,28; 3,25±0,98; 3,11±0,81; 3,06±0,63
Německo	2010 (SZABÓ E. a kol.) ¹⁹	1,55 (med. 1,73) vs. 1,43 (med. 1,55)

* Obsah TFA je ovlivněn počtem analýz chem. individuí TFA a zvolené analytické metodě

¹⁰ DLOUHÝ P. et al. Trans Fatty Acids in Subcutaneous Fat of Pregnant Women and in Human Milk in the Czech Republic. New York Academy of Sciences, 2002. s. 544-547.

¹¹ MARHOL P. et al. Higher content of C18:1 trans fatty acids in early human milk fat of Roma breast-feeding women. Annals of Nutrition and Metabolism, 2007. sv. 51, č. 5, s. 461-467.

¹² SAMUR G. et al. Trans Fatty Acids and Fatty Acid Composition of Mature Breast Milk in Turkish Women and Their Association with Maternal Diet's. Lipids, 2009. sv. 44, s. 405-413.

¹³ MOJSKA H. et al. Trans fatty acids in human milk in Poland and their association with breastfeeding mothers' diets. Acta Paediatr, 2003. sv. 92, s. 1381-1387.

¹⁴ MOSLEY E. E. et al. Trans Fatty acids in milk produced by women in the United States. The American Journal of Clinical Nutrition, 2005. sv. 82, s. 1292-1297.

¹⁵ RATNAYAKE W. M. N. et al. Mandatory trans fat labeling regulations and nationwide product reformulations to reduce trans fatty acid content in foods contributed to lowered concentrations of trans fat in Canadian women's breast milk samples collected in 2009–2011. The American Journal of Clinical Nutrition, 2014. sv. 100, s. 1036-1040.

¹⁶ ANTONAKOU A. et al. Breast milk fat concentration and fatty acid pattern during the first six months in exclusively breastfeeding Greek women. European Journal of Nutrition, 2013. sv. 52, s. 963-973.

¹⁷ KREŠIĆ G. et al. Dietary and breast milk trans fatty acids seen in Croatian breastfeeding woman from Adriatic region. Journal of Food and Nutrition Research, 2013. sv. 52, č. 3, s. 156-163.

¹⁸ MUELLER A. et al. Trans Fatty acids in Human Milk are an Indicator of Different Maternal Dietary Sources Containing Trans Fatty Acids. Lipids, 2010. sv. 45, s. 245-251.

¹⁹ SZABÓ E. et al. Fatty Acid Profile Comparisons in Human Milk Sampled From the Same Mothers at the Sixth Week and the Sixth Month of Lactation. Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition, 2010. sv. 50, č. 3, s. 316-320.

2.4. Limity pro obsah TFA v potravinách

Některé země stanovily tzv. hygienické limity pro obsah TFA v potravinách. Jednou z prvních bylo Dánsko (2003). Poté následovaly další státy – Švýcarsko (2008), Rakousko (2009), Island (2011), Maďarsko (2014), Norsko (2014), Lotyšsko (2015), Slovinsko (2018), Litva (2019). Švédsko a Rumunsko čekají na schválení^{20, 21, 22, 23}. V Belgii, Německu, Nizozemsku, Polsku, Velké Británii a Řecku byla zavedena dobrovolná samoregulační opatření ve spolupráci s potravinářským průmyslem²³. Přesné limity pro TFA v potravinách (vč. bližší specifikace) v jednotlivých evropských zemích uvádí tabulka 4.

Americký úřad pro kontrolu potravin a léčiv (FDA) v roce 2015 stanovil, že průmyslově vyráběné částečně hydrogenované tuky, jehož jsou TFA součástí, nelze dle klasifikace GRAS (generally recognized as safe) považovat za bezpečné suroviny pro výrobu potravin²⁴.

²⁰ EUROPEAN COMMISSION GROWTH DIRECTORATE-GENERAL. Decree on the maximum permissible content of trans fats in foods [online]. EU, 2017 [cit. 2017-12-14]. Dostupné z: http://www.fecic.es/img/galeria/crm/file/Dimarts%20T%C3%A8nic/2017/novembre/Eslovenia_sobre_limite_maximo_para_AGT.pdf

²¹ EUROPEAN COMMISSION GROWTH DIRECTORATE-GENERAL. Law on the trans-fat content of foods intended for human consumption [online]. EU 2017 [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/en/index.cfm/search/?trisaction=search.detail&year=2017&num=535&mLang=CS>

²² EUROPEAN COMMISSION GROWTH DIRECTORATE-GENERAL. Order of the Minister for Health of the Republic of Lithuania establishing the maximum limits for trans fatty acids in foods (hereinafter 'draft order') [online]. EU, 2017. [cit. 2017-12-14]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/en/index.cfm/search/?trisaction=search.detail&year=2017&num=279&mLang=en&CFID=122638&CFTOKEN=70d94915f1ebe0b9-9AF356B0-CF86-E4F3-C33A7892E69C8363>

²³ WHO Regional office for Europe. Eliminating trans fats in Europe. A policy brief. [online] 2015. [cit. 2017-11-13] Dostupné z: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0010/288442/Eliminating-trans-fats-in-Europe-A-policy-brief.pdf?ua=1

²⁴ EUROPEAN COMMISSION. Inception impact assessment. [online]. EU, 2016 [cit. 2017-12-13] Dostupné z: http://ec.europa.eu/smart-regulation/roadmaps/docs/2016_sante_143_trans_fats_en.pdf

Tab. 4: Limity pro TFA v potravinách v různých evropských zemích^{21, 22, 23, 24}

Země	Datum přijetí/platnosti	Limity	Doplnění
Dánsko	2003	2 g/100 g tuku nebo oleje	Nezahrnuty přirozené zdroje TFA (rTFA)
Švýcarsko	2008	2 g/100 g rostlinného oleje nebo rostlinného tuku	Aplikováno pouze na rostlinné oleje
Rakousko	2010	2 g/100 g tuku nebo oleje	Nezahrnuty rTFA 4 g/100 g (T < 20 % z celkové hmotnosti); 10 g/100 g (T < 3 % z celkové hmotnosti)
Island	2011	2 g/100 g tuku nebo oleje	Nezahrnuty rTFA
Norsko	2014	2 g/100 g tuku nebo oleje	Nezahrnuty rTFA
Maďarsko	2014	2 g/100 g tuku nebo oleje	Nezahrnuty rTFA 4 g/100 g (T < 20 % z celkové hmotnosti); 10 g/100 g (T < 3 % z celkové hmotnosti)
Lotyšsko	2015	2 g/100 g celkového obsahu T	Nezahrnuty rTFA 4 g/100 g (T < 20 % z celkové hmotnosti); 10 g/100 g (T < 3 % z celkové hmotnosti)
Slovinsko	2018	2 g/100 g celkového obsahu T	Není k dispozici
Litva	2019	2 g/100 g celkového obsahu T	Nezahrnuty rTFA 10 g/100 g (T < 3 % z celkové hmotnosti)
Rumunsko	Čeká na schválení	2 g/100 g celkového obsahu T	Není k dispozici
Švédsko	Čeká na schválení	2 g/100 g tuku nebo oleje	Není k dispozici

Lze říci, že velcí producenti tuků své výrobky již reformulovali tak, že neobsahují významná množství TFA. Např. většina margarínů na trhu v ČR, jsou reformulované tuky s minimálním obsahem TFA. Podle GfK (2016) lidé nejčastěji nakupují značky Rama, Flóra, Perla, což dohromady představuje asi 80 % trhu těchto tuků.

ČR přesný limit pro obsah TFA v potravinách zatím nemá. Jedno omezení však platí, a to úplný zákaz nabízení k prodeji, prodej potravin nebo umístování reklamy na potraviny, s obsahem *trans* mastné kyseliny pocházející z částečně ztužených tuků ve školách a školských zařízeních (vyhláška MŠMT č. 282/2016 Sb., „Vyhláška o požadavcích na potraviny, pro které je přípustná reklama a které lze nabízet k prodeji a prodávat ve školách a školských zařízeních“ = „pamlsková vyhláška“)²⁵.

²⁵ Vyhláška č. 282/2016 Sb., částka 109. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/dokumenty-3/vyhlaske-ke-skolskemu-zakonu>

3. Cíl studie

Základním cílem národní studie byla analýza zralého mateřského mléka z pohledu obsahu a zastoupení jednotlivých typů mastných kyselin, se zaměřením na TFA, jejichž množství v dietě by mělo být minimalizováno.

Minimalizace obsahu TFA je předmětem snah o reformulaci potravin na trhu v ČR. Exaktně stanovené hodnoty obsahu TFA v MM lze využít jako “biomarker” obsahu TFA v obvyklé dietě rizikových skupin obyvatelstva, mezi které patří i zdravé, kojící matky. Tento přístup umožňuje získat srovnávací data pro zhodnocení reformulace potravin (s určitou nejistotou, která spočívá ve změnách obvyklých stravovacích zvyklostí) v horizontu cca 5 let, kdy by měření měla být opakována.

Je známo, že množství TFA v MM koresponduje s výživou kojících žen, ať už z krátkodobého hlediska (přímý přechod složek, tedy i TFA, z konzumované stravy do MM), či dlouhodobého hlediska (uvolňování depotních zásob TFA z tukové tkáně), proto studie orientačně mapuje i obvyklé stravovací zvyklosti kojících žen¹⁵.

Podobný postup byl použit i v jiných zemích jako ekonomicky výhodný nástroj pro sledování změn složení potravin a výživy z hlediska TFA (např. USA, Kanada, EU).

4. Metodika studie

4.1. Organizace studie

Studie byla provedena v přímé spolupráci mezi MZ ČR, sítí OOVZ (KHS) a SZÚ. Koordinátorem národní Studie obsahu a zastoupení TFA v MM v ČR a technickým zázemím byl SZÚ-CZVP.

Metodika pro realizaci studie byla připravena pracovníky CZVP v Brně. Záměr o provedení studie byl schválen etickou komisí SZÚ v Praze dne 3. 1. 2017.

Na základě pokynu HH MZ ČR ze dne 7. 3. 2017 bylo v následném období (duben – červen) zajištěno pracovníky 14 hygienických stanic v ČR celkem 69 vzorků zralého MM od zdravých dárců. Ke stanovení minimálního počtu vzorků byl použit statistický výpočet (vzorec dle Hulley a kol., 2001)²⁶, do něhož byly vloženy hodnoty z obdobné české studie stanovující TFA v MM českých žen (Marhol, Dlouhý a kol., 2007)¹¹. Aby výsledky byly statisticky signifikantní na 5% hladině významnosti (zjištění průkazného rozdílu mezi koncentracemi ve starší a nové studii), bylo nutné získat minimálně 43 vzorků MM.

Výsledky šetření jsou reprezentativní na úrovni ČR, pro malý počet vzorků nejsou reprezentativní pro porovnání krajů mezi sebou.

Výběr respondentek (kvótní výběr podle jednotlivých krajů) pro odběr MM, provedení odběru vzorků MM, vyplnění požadované dokumentace (dotazník zahrnující anamnestické údaje

a záznamy o konzumaci stravy), zajištění uskladnění vzorků MM na Zdravotních ústavech a jejich následný transport do laboratoře SZÚ-CZVP, byl přesně definován standardním operačním postupem „Manuál pro zabezpečení vzorků MM určený pracovníkům hygienických stanic delegovaným pro provedení Studie obsahu a zastoupení TFA v MM v ČR“. Tento dokument a všechny potřebné materiály, včetně podrobné instruktáže provedené pracovníky SZÚ-CZVP, obdrželi pověřeni pracovníci hygienických stanic na školicím semináři, který se konal v Praze koncem března 2017.

²⁶ Hulley, SB, Cummings, SR, et al. (2001). Designing Clinical Research, Second Edition; Lippincott Williams and Wilkins. Chapter 6. Estimating the sample size.

Vzorky MM byly analyzovány na obsah 50 chemických individuí (viz příloha 1), tedy esterů mastných kyselin, v laboratoři plynové chromatografie SZÚ – CZVP v Brně.

Zpracování dokumentace od dárkyň MM (anamnestické údaje, informace o obvyklých stravovacích zvyklostech), vyhodnocení a interpretace analytických dat, včetně vyhotovení závěrečné zprávy, bylo zajištěno odbornými pracovníky SZÚ-CZVP.

4.2. Cílová populace a vzorkovaný materiál

4.2.1. Základní soubor a jeho charakteristika

Před vymezením základního souboru bylo nutné zvážit řadu faktorů vedoucí k výběru cílové skupiny osob pro studii. Byla brána v potaz řada okolností, které by mohly ovlivnit konečný výsledek studie. Šlo např. o vhodné období odběru MM, denní dobu odběru MM, fázi kojení při odběru MM, obvyklé stravovací zvyklosti kojící matky, zdravotní stav kojící matky aj. Uvedené okolnosti předurčily typ vzorkování. Bylo použito kvótní vzorkování (nikoli striktně náhodné).

Po posouzení výše zmíněných okolností byly do základního souboru zařazeny zdravé ženy, tj. bez žádných metabolických komplikací, kojící své děti. Součástí souboru měly být především ženy konzumující celé spektrum potravin, tzn. reprezentující běžnou, nikoliv alternativní (veganství, makrobiotika, raw strava...), dietu v populaci.

Zároveň bylo cílem zařadit do studie především ženy, které nebyly vzdělány v odborném/zdravotnickém nutričním směru (dietní sestra, nutriční terapeut, nutriční specialista, dietolog...), kdy se předpokládá hlubší povědomí o výživě a daná žena by tak mohla ve srovnání s průměrnou populací vyřazovat určité potraviny, či nepravdivě vyplňovat záznam konzumované stravy (tzv. misreporting). Počet osob ve skupině žen (zdravotníci/odborníci v nutričním směru, alternativně stravující se ženy) byl limitován na max. 1 z 3-5 případů v každém kraji.

Dalším faktorem výběru respondentky bylo dosažené vzdělání dárkyně MM, kdy alespoň 1 z 3-5 žen v jednotlivém kraji měla mít pouze základní, či středoškolské vzdělání bez maturity.

Kojící ženy bylo možné oslovit buď ve spolupráci s pediatry, laktačními poradnami, azylovými domy či náhodně z okolí pověřeného pracovníka HS.

4.2.2. Vzorkovaný materiál, podmínky odběru vzorku

Vzorkovaným materiálem bylo zralé MM o objemu min. 10 ml.

Odběr vzorku MM probíhal u žen mezi 6. týdnem a 6. měsícem laktace¹⁹, a to v dopoledních hodinách, mezi 10-12 hodinou, kdy se předpokládá vyšší hladina tuku v MM^{27, 28}. Odběr, resp. odstříkání vzorku MM do vzorkovnice, byl proveden samotnou kojící ženou na konci kojení (ideálně trvajícím alespoň 10 min) z jednoho prsu, z něhož bylo dítě krmeno²⁹. Vzorkovnice byla opatřena štítkem s přesně definovanými údaji a zůstala do doby odběru uzavřena. Všechny potřebné instrukce pro odběr, popis a uchování vzorku MM byly dárkyni MM poskytnuty delegovaným pracovníkem hygienické stanice.

Ihned po odběru vzorku MM dárkyně uschovala vzorkovnici s MM do domácí mrazničky, a to až do doby jeho vyzvednutí pověřeným pracovníkem HS, který zajistil jeho následné uskladnění, jakožto biologický materiál, na Zdravotních ústavech v ČR. Zde byly vzorky uchovávány při teplotě $-18\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ ³⁰ po zbytek vzorkovacího období (1 – 3 měsíce) a poté byly vzorky transportovány pro další zpracování do analytické laboratoře na SZÚ – CZVP, Brno.

²⁷ BROWN K. H. et al. Clinical and field studies of human lactation: methodological considerations. The American Journal of Clinical Nutrition, 1982. sv. 35, s. 745-756.

²⁸ KENT J. C. et al. Volume and Frequency of Breastfeedings and Fat Content of Breast Milk Throughout the Day. Pediatrics, 2006. sv. 117, č. 3, s. 387-395.

²⁹ HASSIOTOU F. et al. Breastmilk Cell and Fat Contents Respond Similarly to Removal of Breastmilk by the Infant. Plo ONE, 2013. sv. 11, č. 8.

³⁰ LEV H. M. et al. Major losses of fat, carbohydrates and energy content of preterm human milk frozen at 801C. Journal of Perinatology, 2014. sv. 34, s. 396-398.

4.2.3. Analýza vzorků MM

Analýza vzorků zralého MM probíhala v akreditovaných laboratořích Oddělení analýzy bezpečnosti potravin SZÚ-CZVP.

Před samotnou analýzou byly vzorky MM rozmrazeny při laboratorní teplotě. Následně byly po zahřátí na 37 °C homogenizovány. Stanovení obsahu mastných kyselin (MK) se u každého vzorku provádělo minimálně ve dvou paralelních vzorcích.

Metoda analýzy je založena na zmýdelnění glyceridů a fosfolipidů a na následné esterifikaci volných MK v kyselém prostředí methanolu. Methylestery MK se po extrakci do toluenu stanoví plynovou chromatografií (GC) s využitím plamenově-ionizačního detektoru (FID). Tato metoda umožňuje stanovovat MK v malém množství vzorku biologického materiálu metodou GC-FID bez nutnosti izolace tuku z mléka.

V MM bylo celkem analyzováno 50 chemických individuů MK. Z 50 chemických individuů MK patřilo 17 analytů do skupiny SFA, 8 analytů do skupiny MUFA, 10 MK do skupiny PUFA a 15 MK do skupiny TFA. Podrobný seznam všech analytů viz příloha 1.

Vzorky MM byly analyzovány dle interní akreditované metody SZÚ-CZVP popsané v SOP: GC_MK_MM; CH_90.

4.2.4. Zjištění obvyklých stravovacích zvyklostí dárkyně MM

V rámci zjišťování obvyklých stravovacích zvyklostí kojící ženy, které mohou ovlivňovat množství TFA a jiných MK v MM, byla kromě samotného odběru vzorku MM dárkyně požádána a podrobně instruována pracovníkem HS o vyplnění dotazníku. Dotazník se skládal ze série základních anamnestických otázek (celkem 10 otázek) a ze dvou formulářů určených pro záznam stravy. Zjištěné údaje byly využity jako pomocný nástroj při následné interpretaci analytických dat.

Statistická analýza byla provedena pomocí softwaru STATISTICA 12.

5. Výsledky studie

Celkem se díky pracovníkům hygienických stanic podařilo v rámci ČR zajistit 69 vzorků MM. Výsledky šetření jsou reprezentativní pro ČR, nejsou reprezentativní pro porovnání krajů mezi sebou.

5.1. Charakteristika souboru

Celkově se do studie zapojilo 69 dárkyň MM, které splňovaly všechna definovaná kritéria pro účast ve studii (viz kapitoly 4.2.1 a 4.2.2).

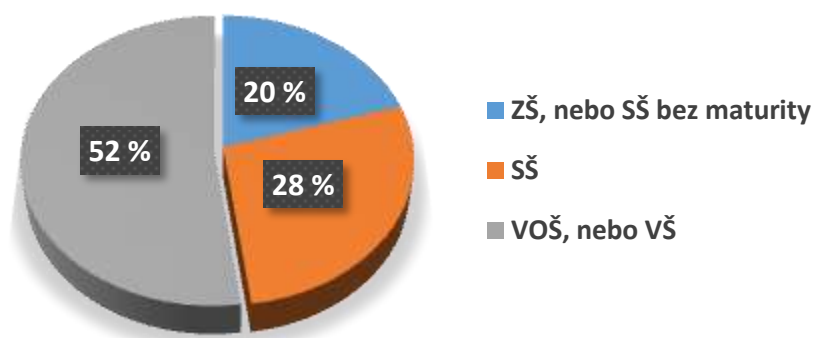
Bližší charakteristiku (antropometrické aj. údaje) o dárkyních MM a kojených dětech znázorňuje tabulka 5.

Tab. 5: Charakteristika dárkyň MM a kojených dětí

	Dárkyně MM (n = 69)			
	Průměr	Min.	Max.	SD
Věk (roky)	29,6	22	38	3,7
BMI před otěhotněním (kg/m ²)	22,6	16,4	38,4	4,2
BMI po porodu (kg/m ²)	25,1	18	41	4,4
Současné BMI dárkyně MM (kg/m ²)	23,6	16	37,6	4,2
Věk dítěte (měsíce)	3,8	1,5	10	3,8
Doba, po níž byl proveden odběr MM (min.)	10,3	2	30	4,6

Graf 3 popisuje rozložení souboru dárek MM dle nejvyššího dosaženého vzdělání. Soubor byl více jak z poloviny tvořen dárkyněmi s vyšším stupněm vzdělání (vyšší odborná škola, či vysoká škola), necelou třetinu tvořily ženy se středoškolským vzděláním a pětina žen měla základní, nebo středoškolské vzdělání bez maturity.

Graf 3: Rozložení dárek MM dle nejvyššího dosaženého vzdělání



5.1.1. Zdroje nejistot

Dárkyně MM nebyly vybírány prostým náhodným výběrem v rámci ČR, ale kvótním výběrem. Ten byl zajištěn pověřenými pracovníky KHS na základě definovaných podmínek pro účast ve studii ve spolupráci s pediatry, laktačními poradnami, azylovými domy či přímo ze svého okolí.

4 respondentky nesplnily limitaci pro požadované období laktace (6. týden - 6. měsíc). Jejich výsledky byly přesto do analýz zahrnuty. Významně se nelišily od zbytku souboru a našeho prvotního předpokladu, zkoumat vzorky zralého MM plně kojených dětí, stejně jako tomu bylo v jiných zahraničních studiích.

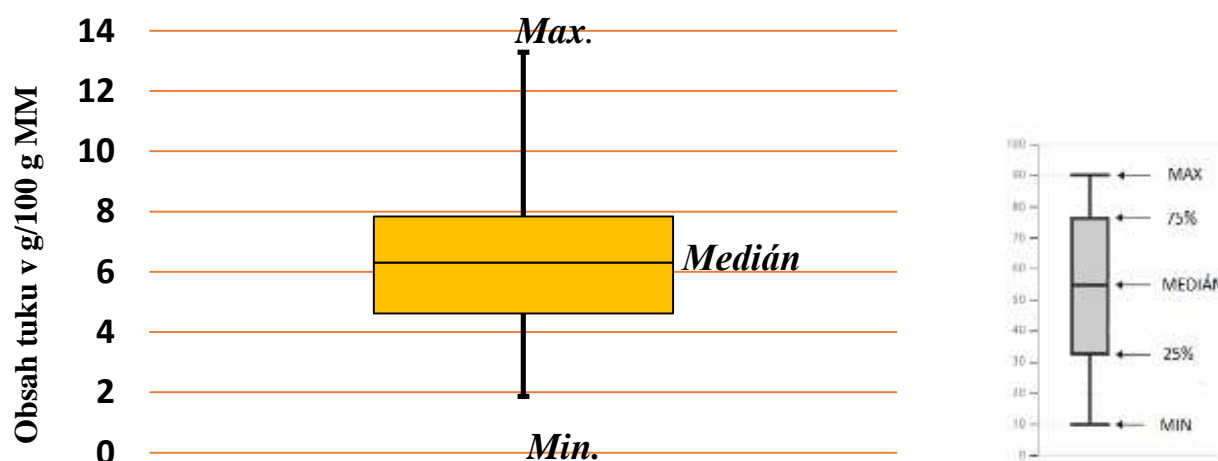
5.2. Obsah tuku ve vzorcích MM

Tuk je nejvariabilnější makronutrient v MM. Jeho průměrný obsah (mléko za celodenní kojení) se ve zralém MM pohybuje v rozmezí 3,5 – 4,8 g/100 g a tvoří více jak polovinu energetické hodnoty MM. Množství tuku se mění i v průběhu jednoho kojení. Zadní mléko obsahuje 4-5x více tuku, než mléko přední produkované na začátku kojení³¹.

Graf 4 a tabulka 6 znázorňují obsah tuku, přesněji sumu 50 esterů MK, ve vzorcích MM.

Analyzované vzorky, z jednorázového odběru převážně tzv. zadního mléka, obsahovaly průměrně 6,52 g tuku/100 g MM. Tento obsah nelze srovnávat s jinými studiemi (např. O. Ballard et al, 2013)³¹, kde se hovoří sice o průměrném obsahu tuku v MM, ale ten byl stanoven na rozdíl od našich vzorků na základě odběru MM za celých 24 hodin. Údaj má pouze technický charakter, nelze z něj nic dalšího odvozovat. Zadní mléko byl odebíráno proto, abychom dosáhli malého objemu vzorku, ale dostatečného množství tuku pro analýzu.

Graf 4: Obsah tuku ve vzorcích převážně tzv. zadního MM (suma esterů MK)



Tab. 6: Přehled obsahu tuku (suma esterů MK) v MM

	Průměr	Medián	Min.	Max.	SD
Obsah tuku (g/100 g MM)	6,52	6,43	1,99	13,40	2,42

³¹ Ballard O. et al. Human milk composition: Nutrients and bioactive factors. Pediatric Clinics of Northh America, 2013. sv. 60, č. 1, s. 49-74.

5.2.1. Zdroje nejistot

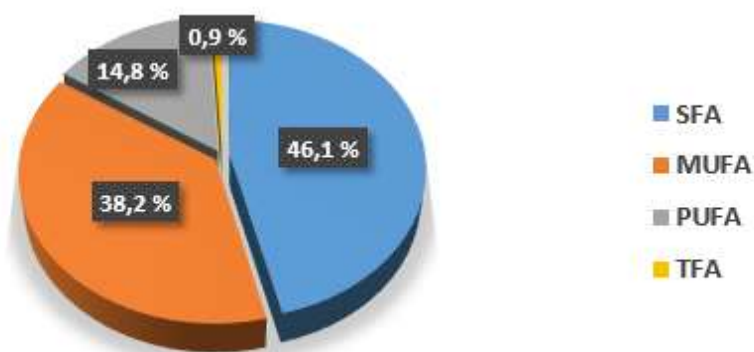
Sběr vzorků MM probíhal u každé participantky jednorázově, a to mezi 10 - 12 h. dopoledne. Nešlo o odběr MM za celý den. Obsah tuku byl stanoven součtem analyzovaných esterů MK (n=50). Nejednalo se o explicitní stanovení tuku jako takového. Tato hodnota je pro studii dostačující, protože cílem studie bylo stanovení relativního podílu TFA na celkovém obsahu MK/tuku.

5.3. Zastoupení skupin MK v tuku vzorků MM

V MM bylo celkem analyzováno 50 chemických individuů MK. Z 50 chemických individuů MK patřilo 17 analytů do skupiny SFA, 8 analytů do skupiny MUFA, 10 MK do skupiny PUFA a 15 MK do skupiny TFA.

Průměrné procentuální zastoupení jednotlivých skupin MK v tuku vzorků zralého MM znázorňuje graf 5. Největší podíl, téměř polovinu, tvoří skupina SFA. Poměrné zastoupení sum jednotlivých skupin esterů MK (SFA, MUFA, PUFA, TFA) může být ovlivněno dietou kojící matky, nebo i fází laktace.

Graf 5: Poměrné zastoupení sum jednotlivých skupin MK v tuku vzorků MM



5.3.1. Zdroje nejistot

Ve vzorku MM bylo analyzováno 50 chemických individuů esterů MK, ačkoliv jich je možné identifikovat až 160³².

Odběr vzorků MM byl proveden od jednotlivé dárkyně MM vždy jednorázově, nikoliv za celých 24 h. Průměrné zastoupení jednotlivých skupin MK není tedy vztaženo k celkovému obsahu v MM, ale pouze v tuku vzorků MM.

5.4. Obsah TFA v tuku MM

Jak ukazuje tabulka 7, ve vzorcích se obsah TFA pohyboval v rozmezí 0,5 – 1,9 g /100 g tuku MM. Obsah TFA v MM je obecně variabilní, a to v závislosti na konzumované stravě.

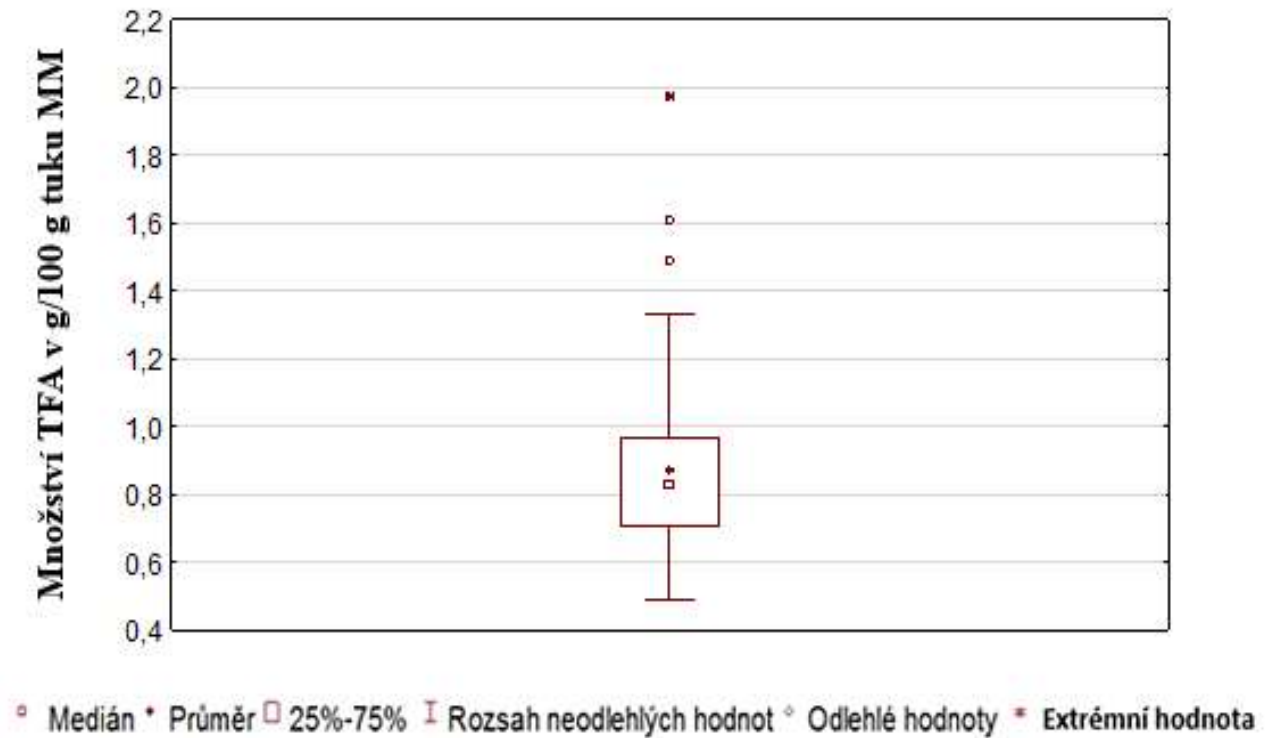
Tab. 7: Přehled obsahu TFA v tuku vzorků MM

	Průměr	Medián	Min.	Max.	SD
TFA (g/100 g tuku MM)	0,9	0,8	0,5	1,9	0,3

Graf 6 znázorňuje rozložení obsahu TFA v tuku vzorků MM. Průměrně vzorky obsahovaly 0,9 g TFA/100 g tuku MM, což je cca 3-4x méně v porovnání s výsledky studií z let 2002 a 2007 (Dlouhý a kol.)^{10,11}, kdy bylo v tuku MM naměřeno 4,2 a 3,1 - 3,8 % TFA.

³² DUGGAN C. et al. Nutrition in Pediatrics. BC Decker Inc, 2008. s. 345.

Graf 6: Obsah TFA v tuku vzorků MM



5.4.1. Zdroje nejistot

Obsah TFA v MM je plně závislý na konzumované stravě, v těle se přirozeně netvoří. Do MM přecházejí z konzumované stravy, nebo z tukových zásob kojící ženy¹⁵.

5.5. Zastoupení jednotlivých druhů TFA v tuku MM

Ve vzorcích zralého MM bylo analyzováno celkem 15 chemických individuí TFA. Z celkové sumy TFA byly nejvíce zastoupeny, jak znázorňuje tab. 8., kyseliny *trans*-vakcenová (24,3 %), která se nachází přirozeně v tuku přežvýkavců, a kyselina elaidová (22,4 %), která pochází z průmyslově vyráběných částečně ztužených tuků.

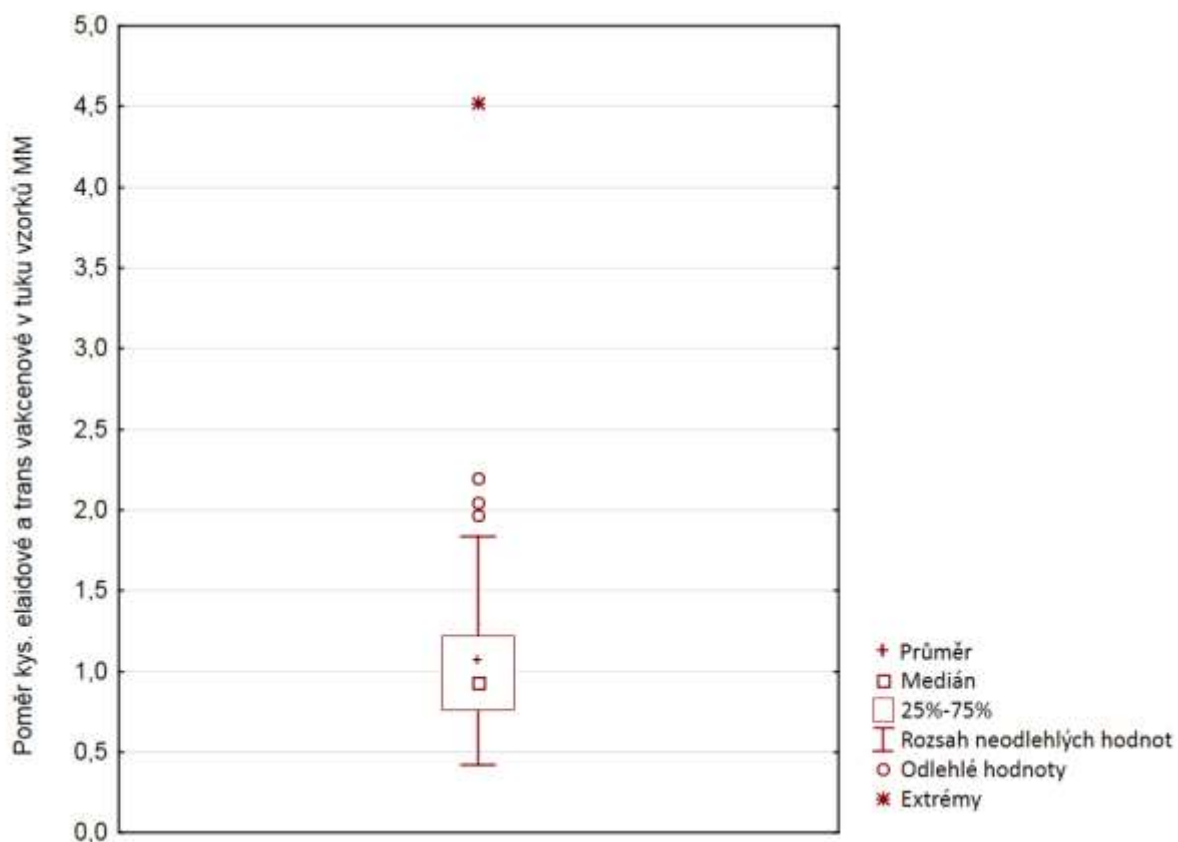
Tab. 8: % zastoupení jednotlivých analytů TFA z celkové sumy TFA v tuku MM

Název TFA	Zkratka TFA	% ze sumy TFA
kys. <i>trans</i> -vakcenová	MKC18:1(11t)	24,26
kys. elaidová	MKC18:1(9t)	22,35
kys. <i>trans</i> -9, <i>cis</i> -12, <i>cis</i> -15-octadecatrienová	MKC18:3(9t,12c,15c)	19,05
kys. <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -12, <i>trans</i> -15-octadecatrienová	MKC18:3(9c,12t,15t)	12,22
kys. <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -12-octadecadienová	MKC18:2(9c,12t)	6,95
kys. <i>cis</i> -9, <i>cis</i> -12, <i>trans</i> -15-octadecatrienová	MKC18:3(9c,12c,15t)	4,75
kys. <i>trans</i> -9, <i>cis</i> -12-octadecadienová	MKC18:2(9t,12c)	4,40
kys. palmitelaidová	MKC16:1(9t)	2,36
kys. <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -12, <i>cis</i> -15-octadecatrienová	MKC18:3(9c,12t,15c)	1,77
kys. linolaidová	MKC18:2(9t,12t)	1,52
kys. petroselaidová	MKC18:1(6t)	0,66
kys. <i>trans</i> -9, <i>cis</i> -12, <i>trans</i> -15-octadecatrienová	MKC18:3(9t,12c,15t)	0,36
kys. myristelaidová	MKC14:1(9t)	0,05
kys. <i>trans</i> -9, <i>trans</i> -12, <i>cis</i> -15-octadecatrienová	MKC18:3(9t,12t,15c)	0,05
kys. <i>trans</i> -9, <i>trans</i> -12, <i>trans</i> -15-octadecatrienová	MKC18:3(9t,12t,15t)	0,01

Ve vzorcích tuku (suma 50 esterů MK) MM se v průměru nacházelo $0,22 \pm 0,12$ g kys. *trans*-vakcenové (min. 0,04, max. 0,55) a $0,20 \pm 0,11$ g kys. elaidové (min. 0,05, max. 0,87).

Graf 7 znázorňuje poměrné zastoupení kyseliny elaidové a kyseliny *trans*-vakcenové v tuku MM. Poměr těchto kyselin činil v celém souboru $1,1 \pm 0,6$.

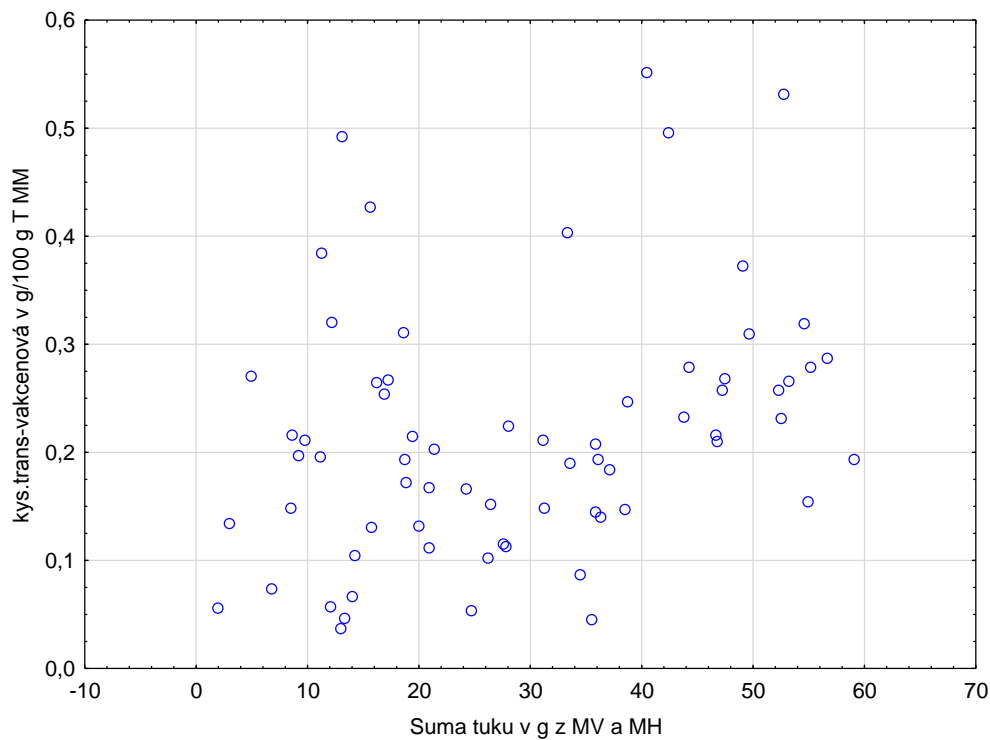
Graf 7: Poměrné zastoupení kyseliny elaidové a *trans*-vakcenové v tuku vzorků MM



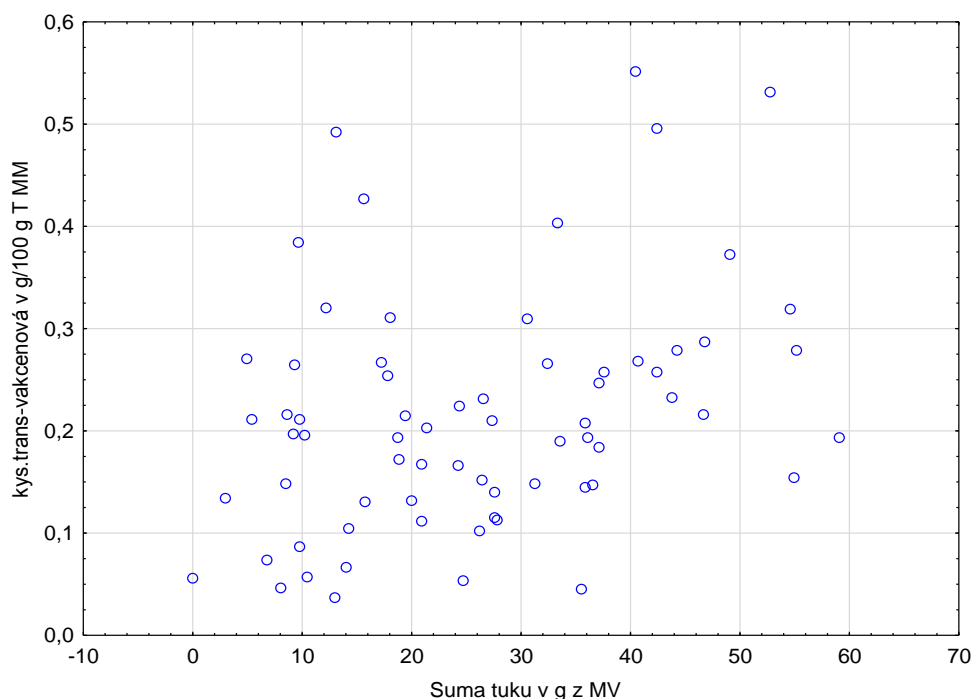
Dárkyně MM byly v rámci získání pomocných dat pro následné hodnocení obsahu TFA v tuku MM dotazovány i na konzumované potraviny za uplynulých 24 hodin. Pro analýzu vztahu mezi množstvím kyseliny *trans*-vakcenové s množstvím tuku z konzumovaného mléka, mléčných výrobků, hovězího masa za uplynulých 24 hodin byl použit Spearmanův korelační koeficient (r_s). Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu mezi množstvím kyseliny *trans*-vakcenové a sumou tuku z MV (mléko a mléčné výrobky) a masa hovězího (MH) činila $r_s = 0,33$. Korelaci znázorňuje graf 8. Stejně byla zjišťována korelace mezi množstvím kys. *trans*-vakcenové

a tuku jen z mléka a mléčných výrobků. V tomto případě činila hodnota korelačního koeficientu $r_s = 0,32$. Grafické znázornění korelace viz graf 9. Lze tedy říci, že množství kyseliny *trans*-vakcenové nepatrně roste s množstvím tuku sumy MV + MH a množstvím tuku pouze z MV z MV v dietě. Vztah mezi množstvím kyseliny *trans*-vakcenové a množstvím tuku pouze z MH nebyl statisticky dokázán. Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu byla $r_s = 0,03$.

Graf 8: Korelace obsahu kys. *trans*-vakcenové v tuku MM s obsahem sumy tuku z MV a MH



Graf 9: Korelace obsahu kys. *trans*-vakcenové v tuku MM s obsahem tuku z MV



Byl testován také vztah mezi poměrem kys. elaidové/*trans*-vakcenové a přívodem tuku z MV u žen, které jsme rozdělily do 4 kategorií dle přívodu T, tedy především kys. *trans*-vakcenové, z MV: 0 – 10 g T z MV/den (n=17), 11 – 20 g T z MV/den (n=15), 21 – 40 g T z MV/den (n=25) a 41 – 59 g T z MV/den (n=12). Pomocí Kruskal-Wallis testu a jeho vícenásobným porovnáváním nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v poměru kys. elaidové/*trans*-vakcenové mezi výše uvedenými kategoriemi hodnot T z MV.

Pro analýzu vztahu mezi množstvím kys. elaidové s množstvím tuku z vytipovaných potravin, které mohou být zdrojem TFA z částečně ztužených průmyslově vyrobených tuků, byl použit Spearmanův korelační koeficient. Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu činila $r_s = 0,06$. Lze tedy říci, že mezi parametry neexistuje statistická závislost.

4.5.1. Zdroje nejistot

Obsah TFA v MM je plně závislý na konzumované stravě, v těle se přirozeně netvoří. Do MM přecházejí TFA z konzumované stravy, nebo z tukových zásob kojící ženy, dochází-li k redukci hmotnosti.

V rámci studie bylo analyzováno pouze 15 chem. individuů TFA, ve skutečnosti jich existuje více. Omezení bylo dáno analytickou metodou (dostupnost standardů TFA), která ale zahrnuje rozhodující TFA.

5.6. Přívod energie z TFA

5.6.1. Vztažený k celkové energii na den

Na základě záznamu o konzumované stravě za uplynulých 24 hodin, byl vypočítán celkový denní přívod energie dárkyň MM, který byl využit k propočtu přívodu energie z TFA.

EFSA (2013)³³ doporučuje kojícím ženám přívod energie ve výši 11 MJ/den (energie pro věk. kat. žen 18-39 let + navýšení o energii pro kojící ženy, a to 2,1 MJ/den, PAL 1,6).

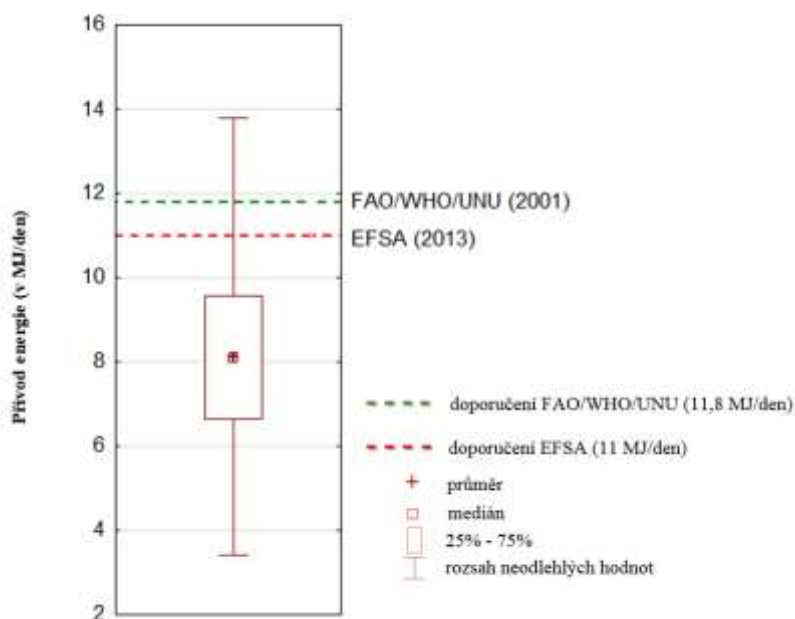
FAO/WHO/UNU (2001)³⁴ doporučuje kojícím ženám 11,8 MJ/den (energie pro věk. kat. žen 18-60 let + navýšení o energii pro kojící ženy, a to 2,1 MJ/den, PAL 1,6), což se téměř kryje s doporučením EFSA.

Přívod energie/den u kojících žen, který byl získán propočítáním jednodenního záznamu stravy dárkyně MM, znázorňuje graf 10. Průměrný přívod energie se pohyboval mírně nad 8 MJ/den, přesněji $8,1 \pm 2,2$ MJ, rozptyl se pohyboval od cca 3,4 MJ do 13,8 MJ/den.

³³ EFSA Scientific Opinion on Dietary Reference Values for energy, EFSA Journal 2013;11(1):3005.

³⁴ FAO: FOOD AND NUTRITION TECHNICAL REPORT SERIES. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation: Human energy requirements. Rome, 2001. Dostupné z: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/007/y5686e/y5686e00.pdf>

Graf 10: Denní příjem energie, porovnání s dop. pro kojící ženy (EFSA, FAO/WHO/UNU)

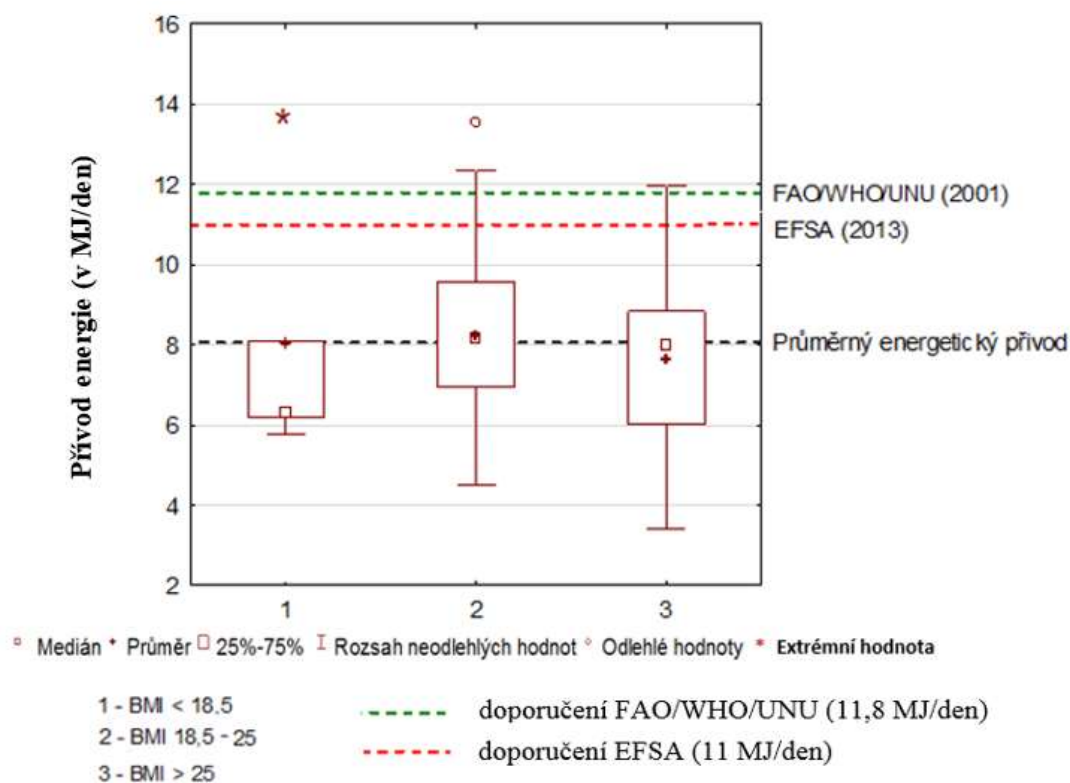


Na základě propočteného 1 denního záznamu stravy dárkyň MM bylo zjištěno, že více jak 90 % kojících žen nemá dostatečný příjem energie ve srovnání s doporučeními. Je ale nutné brát v úvahu nejistotu metody, která využila pouze záznam stravy za 1 den.

Jen necelých 9 % kojících žen mělo na základě jednodenního záznamu stravy dostatečný příjem energie dle doporučení EFSA. Dle doporučení FAO/WHO/UNU byl energetický příjem z jednodenního záznamu stravy dostatečný pouze u 7 % kojících žen.

Pro bližší hodnocení byly ženy rozděleny do 3 skupin dle indexu tělesné hmotnosti (BMI), a to na ženy s BMI < 18,5 kg/m²; BMI 18,5-25 kg/m² a BMI > 25 kg/m², a jejich denní energetický příjem byl porovnán s doporučeními. Bližší charakteristiku uvádí graf 11.

Graf 11: Přívod energie/den ve skupinách dárkyň MM rozdělených dle BMI



Bylo zjištěno, že pouze 1 kojící žena (v grafu znázorněna jako „*“ – extrémní hodnota) ve skupině s BMI < 18,5 kg/m² splňuje doporučený přívod energie/den. U ostatních kojících žen v této kategorii se průměrný přívod energie pohyboval kolem 7 MJ, což je výrazně pod doporučením jak EFSA, tak FAO/WHO/UNU. Je nutno brát v úvahu nejistotu, že se jednalo o záznam stravy pouze za 1 den.

V kategorii BMI 18,5-25 kg/m² splnilo na základě 1 denního záznamu stravy doporučený energetický přívod/den 7 % kojících žen.

V kategorii BMI > 25 kg/m² byl denní přívod energie na základě doporučení dostatečný u 12 % kojících žen v této kategorii.

Dle těchto dat se zdá, že převážná většina kojících žen dodržovala dietu se sníženým energetickým přívodem, nezávisle na BMI.

Primárním cílem studie byl ale popis vztahů vzhledem k obsahu TFA v MM, resp. v potravinách, z nichž TFA do MM přechází. Proto byl analyzován vztah mezi přívodem

energie/den v dietě a obsahem TFA v tuku MM. Pro korelaci byl použit Spearmanův korelační koeficient (r_s). Hodnota $r_s = 0,1$, lze tedy říci, že mezi parametry neexistuje statistická závislost.

5.6.2. Individuální a průměrné hodnocení

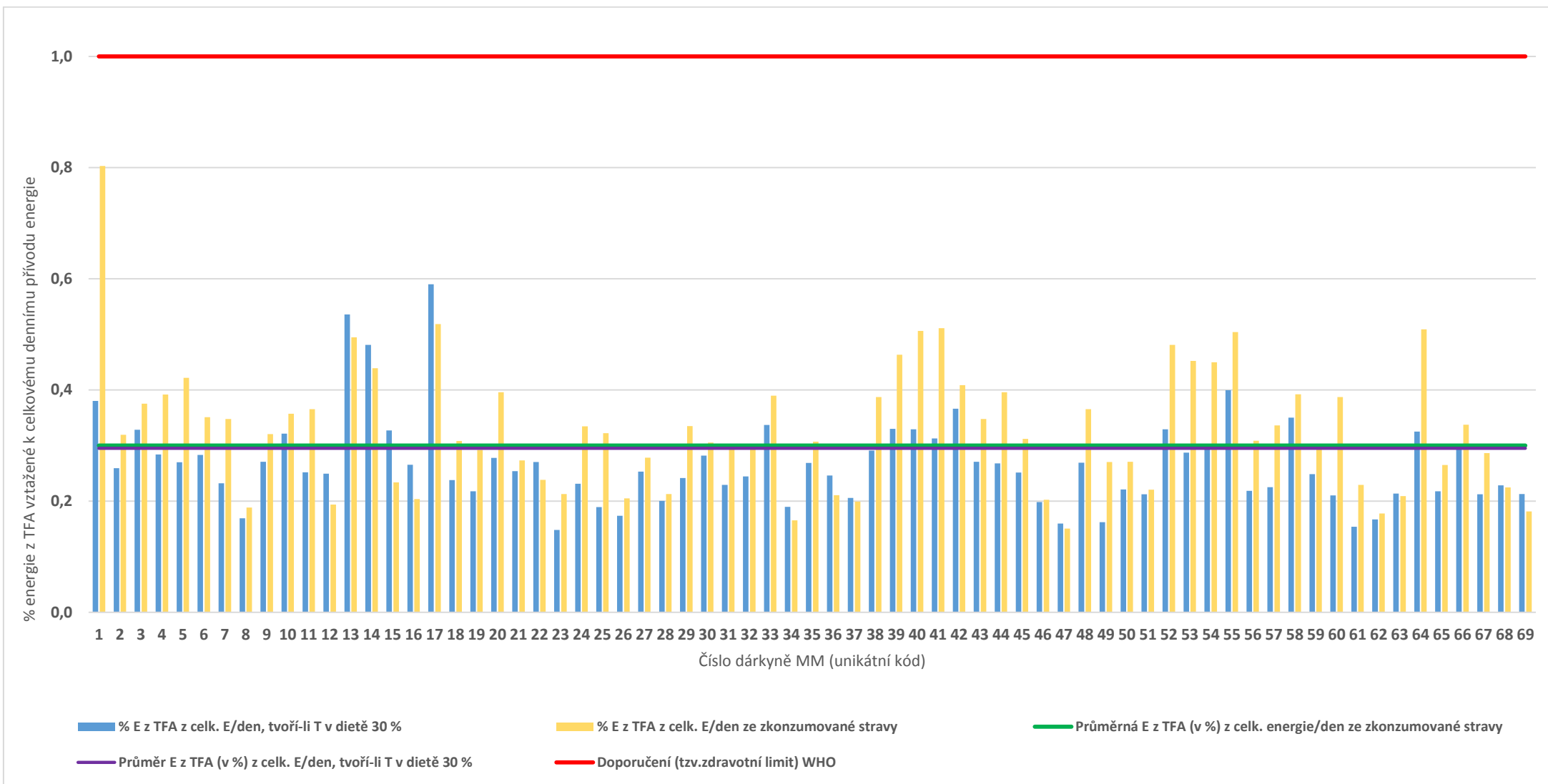
EFSA (2010)² doporučuje snížit konzumaci TFA na co nejnižší možnou míru. WHO (2010)³ doporučuje příjem energie z *trans*-mastných kyselin do 1 % z celkového denního příjmu energie.

Ze stanoveného obsahu TFA v tuku vzorků MM bylo následně teoreticky vypočítáno, kolik % energie by v dietě připadalo z celkové denní energie právě na TFA. Počítalo se jednak s obecným doporučením, že tuk v dietě má představovat 30 % z celkové denní energie (tzv. defaultní přístup), a dále s propočtem příjmu energie z TFA vzhledem k individuálnímu příjmu energie ze stravy (tzv. individuální přístup), který byl získán propočtením záznamu konzumované stravy za uplynulých 24 hodin. Oba přístupy byly porovnány s doporučením WHO (příjem E z TFA < 1 % z celk. energie/den). Podrobnosti znázorňuje graf 12. Jednotlivé dávkyně MM jsou znázorněny v grafu pod anonymním číslem. Modré sloupce vyjadřují, kolik % energie z diety, kde tuk tvoří 30 % celkové denní energie, připadá právě na TFA. Žluté sloupce vyjadřují, kolik % energie připadá na obsah TFA v dietě, kde byla celková energie propočítána na základě propočítaného jídelníčku za 24 hodin. Červená čára vyjadřuje doporučení („zdravotní limit“) stanovený WHO. Fialová čára vyjadřuje průměrný příjem energie z TFA z diety v rámci celého souboru ($n=69$ účastnic), která obsahuje 30 % tuku, zelená čára pak průměrný příjem energie z TFA z individuálně propočítané diety.

Vidíme, že v případě defaultního přístupu je příjem energie z TFA vzhledem k celkové denní energii v průměru $0,27 \pm 0,08$ % (rozmezí 0,15 – 0,27 %). V případě individuálního přístupu pak % příjem z TFA vzhledem k celkové energii tvoří $0,33 \pm 0,11$ % (min. 0,15 – 0,8 %).

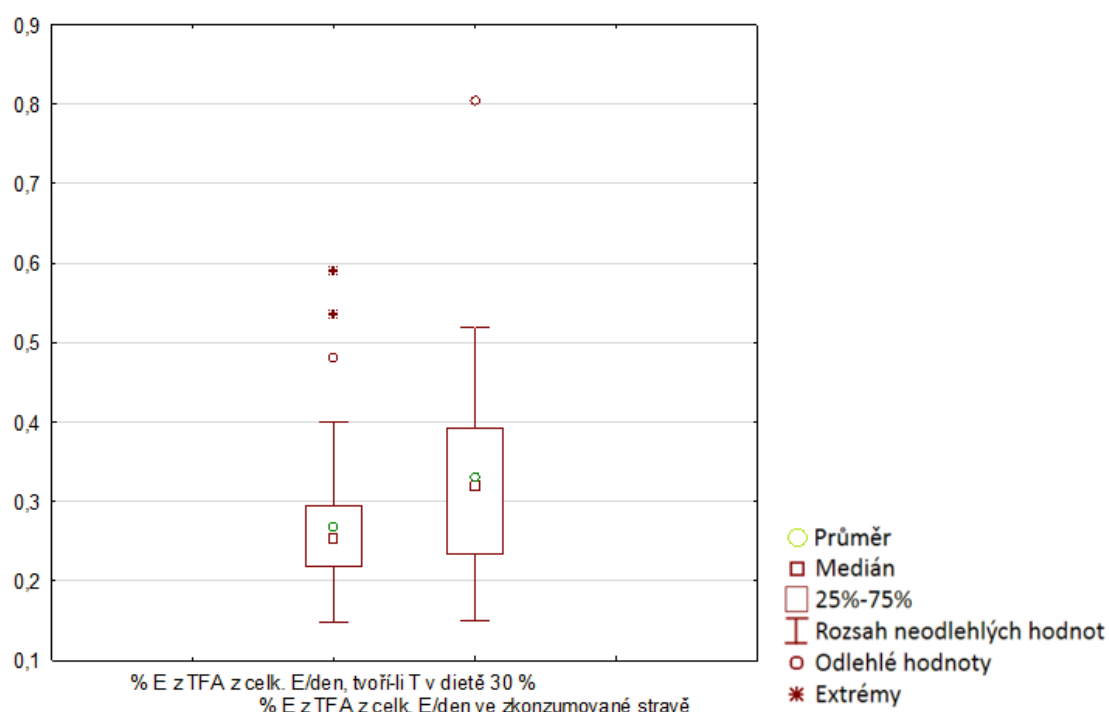
Při srovnání výsledků s limitem WHO lze říci, že % příjem energie z TFA v obou případech vyhovuje u všech účastnic „zdravotnímu“ limitu (energie z TFA < 1 % z celkového denního příjmu energie).

Graf 12: Energie z TFA (v %) vztažená k celkové energii/den: defaultní vs. individuální přístup, porovnání s dop. WHO (< 1%)



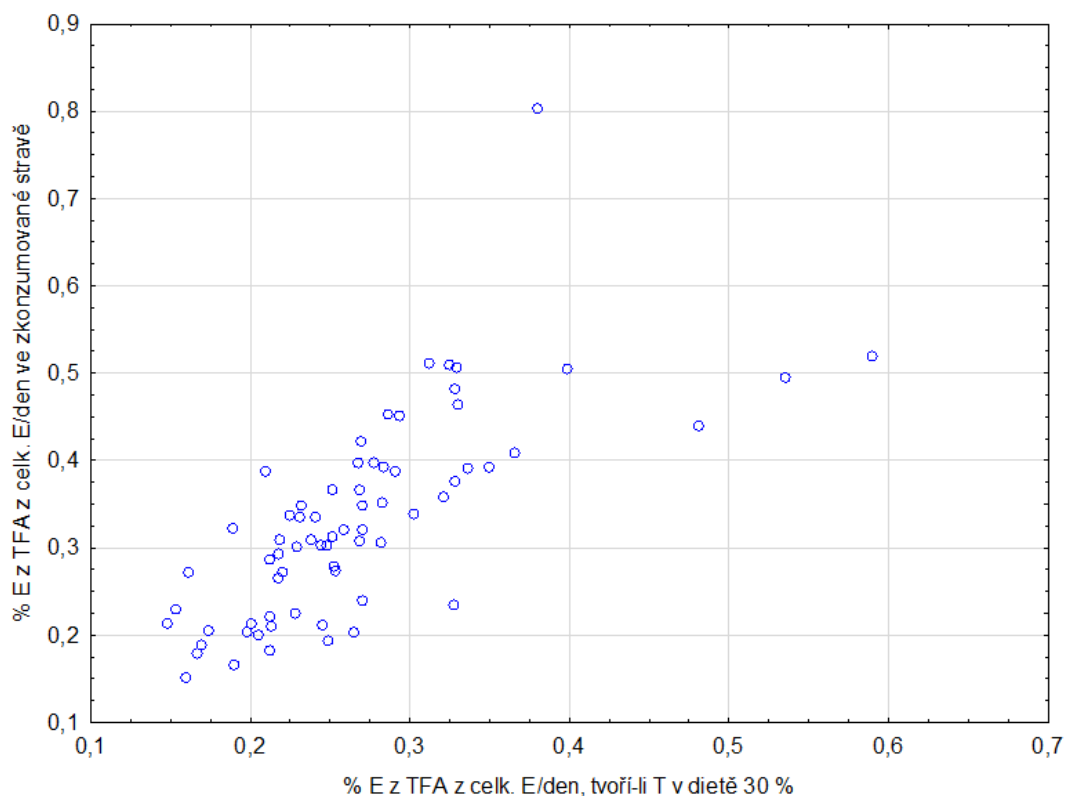
Hodnocení v rámci celého souboru, kdy rozložení hodnot vyjadřující % přívodu energie z TFA v dietě, kde tuky by měly tvořit 30 % přívodu energie/den, se pohybovalo v rozmezí 0,15 – 0,59, průměrná hodnota pak byla 0,27 (SD 0,08). % přívod energie z TFA vzhledem k celkové energii v individuálně propočtené dietě, se pohyboval v rozmezí 0,15 – 0,8 %, průměrná hodnota činila pak 0,33 % (SD 0,11). Detailnější informace znázorňuje graf 13.

Graf 13: Energie z TFA (v %) vztažená k celkové energii/den: defaultní vs. individuální přístup



Mezi přívodem energie z TFA (v %) z energie obecné diety, kde tuk představuje 30 % celkové denní energie, a % přívodem energie z TFA (v %) z individuálního přívodu energie/den, kterou jsme získali propočítáním jídelníčku za uplynulých 24 hodin, je dle Willcoxonova párového testu statisticky významný rozdíl ($r_s = 0,78$). Tuto korelaci znázorňuje graf 14.

Graf 14: Korelace přívodu energie z TFA (defaultní vs. individuální přístup)



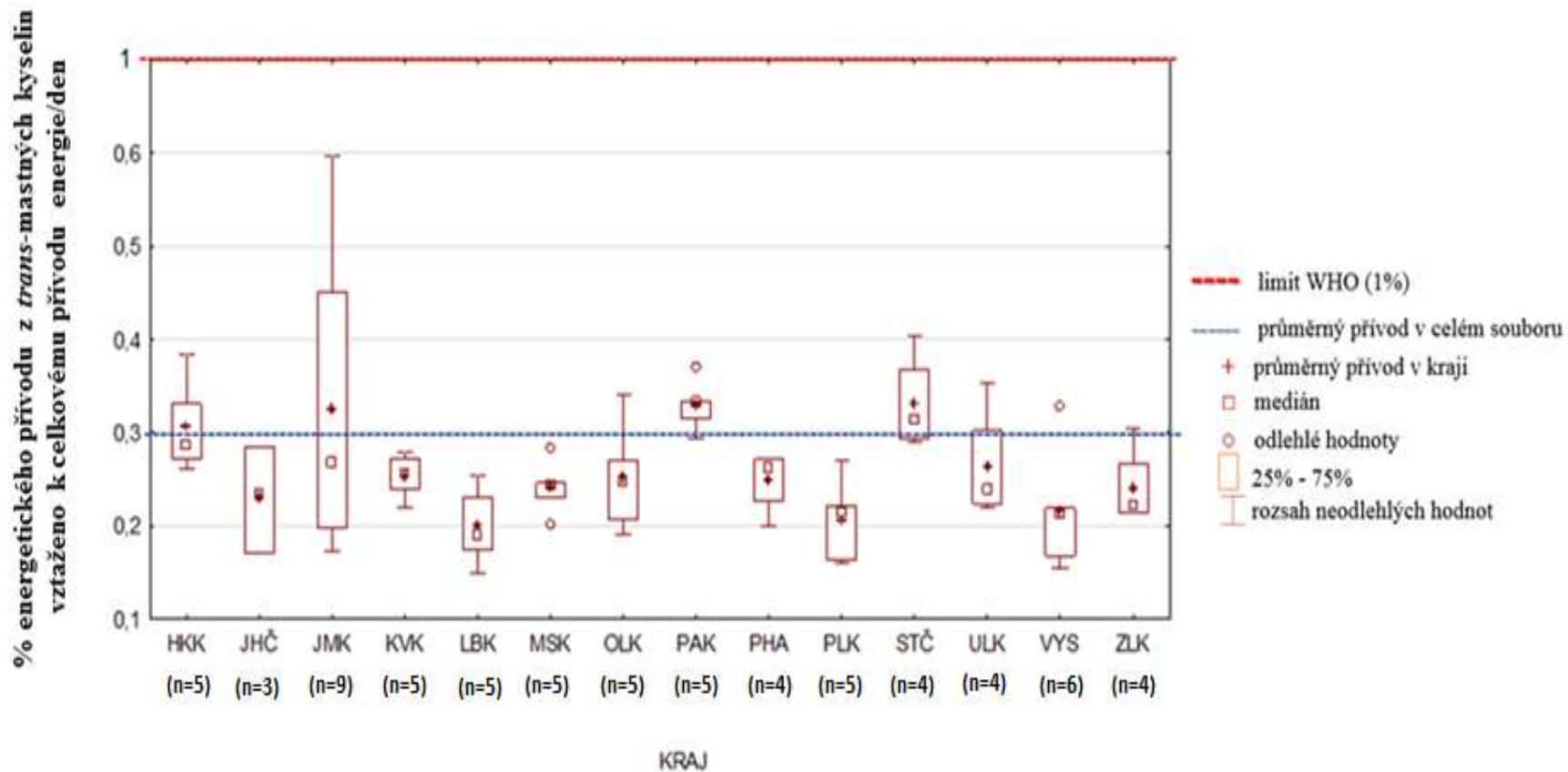
5.6.3. Průměrné hodnocení v rámci jednotlivých krajů ČR

I když výsledky šetření jsou reprezentativní pro ČR, nikoliv pro porovnání krajů mezi sebou vzhledem k malému počtu vzorků v každém kraji, přesto byl vyhotoven orientační graf 15 znázorňující % přívod energie z TFA v dietě, kde tuk představuje 30 %, v porovnání se „zdravotním“ limitem WHO u skupin dárkyň v jednotlivých krajích.

Všechny vzorky MM v jednotlivých krajích ČR vyhověly doporučení („zdravotnímu limitu“) přívodu TFA (< 1 %) dle WHO.

Graf 15: % energie z TFA vztažené k celk. přívodu energie/den v krajích ČR (pouze orientační)

(Statisticky kraje mezi sebou porovnávány nebyly vzhledem k malému počtu vzorků. Studie reprezentuje ČR)



5.6.4. Vztažený k přívodu tuku v dietě

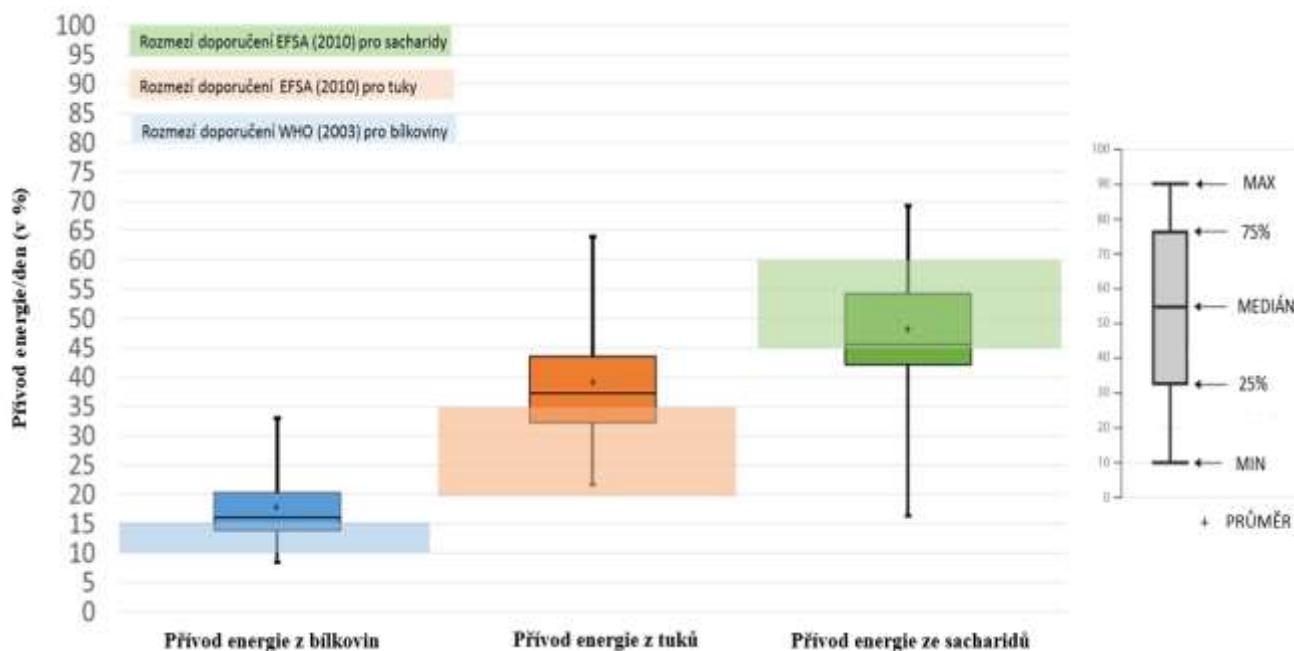
Při propočtu, kolik % energie pochází z tuku v dietě dárkyň MM, aby bylo možné posoudit vztah k obsahu TFA v tuku vzorků MM, byl propočítán i příspěvek energie z ostatních makronutrientů.

Na základě záznamu o konzumované stravě za uplynulých 24 hodin, byl vypočítán relativní poměr energie z jednotlivých makronutrientů (sacharidy: tuky: bílkoviny).

Dle doporučení EFSA (2010)³⁵ by přívod ze sacharidů měl tvořit 45 – 60 % a z tuků 20 – 35 % z celkového denního přívodu energie. Dle WHO (2003)³⁶ by přívod energie z bílkovin měl tvořit 10 – 15 % z celkového denního přívodu energie.

Graf 16 znázorňuje relativní poměr energie z bílkovin, tuků a sacharidů (tzv. troj poměr). Průměrný přívod energie pocházel cca 17 % z bílkovin, 37 % z tuků a 46 % ze sacharidů, což lze považovat za nepříliš odlišný od doporučení (mírný nadbytek bílkovin a tuků).

Graf 16: Poměr energie z bílkovin, tuků a sacharidů/den (v %), porovnání s doporučeními



³⁵ EFSA Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre, EFSA Journal 2010; 8(3):1462.

³⁶ WHO: Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases, WHO: Geneva, 2003.

Množství tuku v dietě dárkyň MM bylo průměrně 81 ± 27 g (min 21 g, max. 158 g), což představuje v průměru 37 ± 8 % celkové denní energie (min. 22 %, max. 64 %).

Pro analýzu vztahu mezi množstvím tuku v dietě a obsahem TFA v tuku MM byl použit Spearmanův korelační koeficient. Hodnota $r_s = 0,12$, lze tedy říci, že mezi parametry neexistuje statistická závislost.

5.6.5. Zdroje nejistot

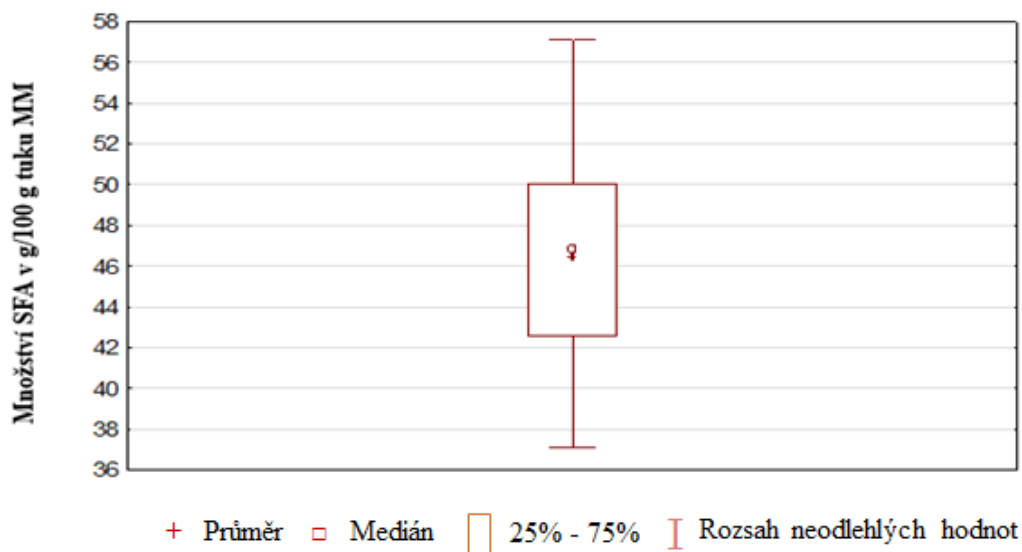
Obsah TFA v tuku MM, který byl následně přepočítán na % množství energie, kterou by TFA v průběhu dne poskytovaly vzhledem celkovému dennímu energetickému přívodu, plně závisí na konzumované stravě.

Minimální počet vzorků pro studii byl stanoven na 43. V rámci každého kraje bylo nutné sesbírat alespoň 3-5 vzorků zralého MM. Jeden z krajů (JHČ) splnil minimální požadavek, a to 3 vzorky MM, 2 kraje zajistily více než minimální požadovaný počet, a to Kraj Vysočina ($n=6$) a Jihomoravský kraj ($n=9$). Ostatních 9 krajů zajistilo každý 4-5 vzorků zralého MM. Celkem bylo sesbíráno 69 vzorků zralého MM.

5.7. Obsah SFA, MUFA, PUFA v tuku MM

Graf 17 znázorňuje rozložení obsahu nasycených mastných kyselin (SFA) ve 100 g tuku vzorků MM. Průměrný obsah SFA (suma 17 esterů MK) byl $46,4 \pm 4,8$ g/100 g T vzorků MM. Rozsah hodnot se pohyboval od 37,1 do 57,1 g SFA ve 100 g tuku vzorků MM.

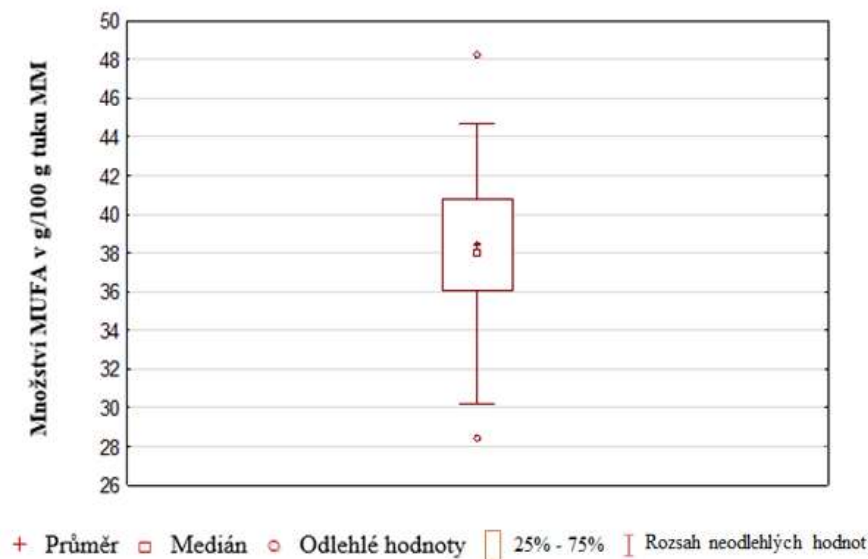
Graf 17: Obsah SFA v tuku MM



Ve vzorcích MM bylo analyzováno celkem 17 chemických individuí SFA. Nejvíce byla zastoupena kyselina palmitová, jejíž průměrný obsah byl $23,5 \pm 2,3$ g ve 100 g T vzorků MM (min. 17,2, max. 28), což představuje více jak 50 % z celkové sumy SFA. Druhou nejhojněji zastoupenou SFA byla kys. stearová, která představovala 15,3 % (obsah $7,1 \pm 1,3$ g/100 g tuku MM, min 3,5, max. 11,7) z celkové sumy SFA a třetí kys. myristová tvořící 14,7 % (obsah $6,7 \pm 1,8$ g/100 g tuku MM, min. 3,4, max. 11,2) z celkové sumy SFA.

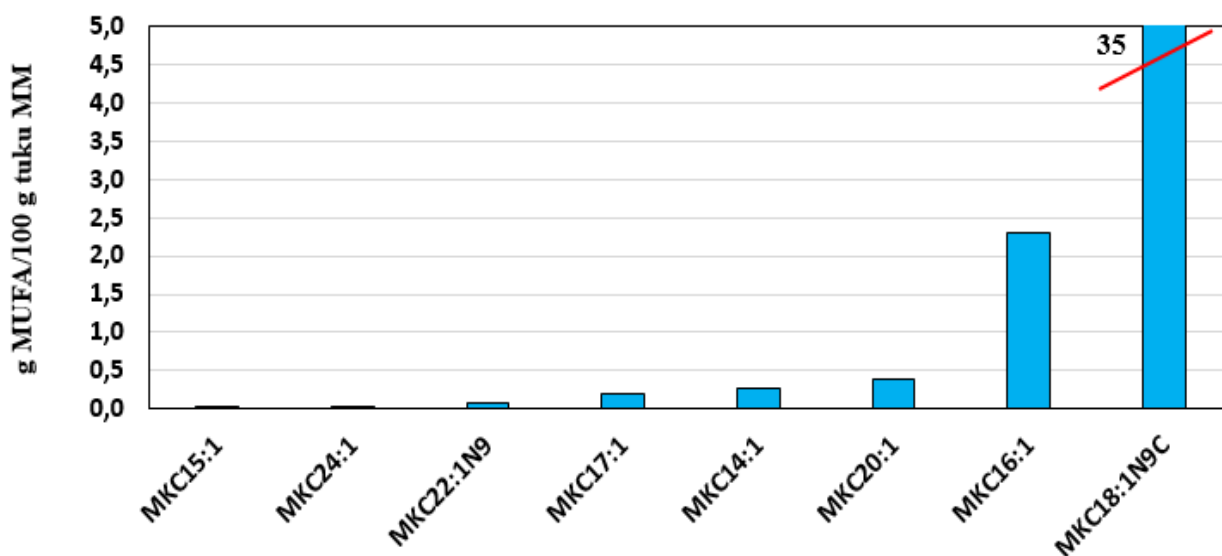
Graf 18 níže znázorňuje rozložení obsahu mastných kyselin s jednou dvojnou vazbou v uhlíkovém řetězci (MUFA) ve 100 g tuku vzorků zralého MM. Průměrný obsah MUFA (suma 8 esterů MK) byl $38,4 \pm 3,7$ g/100g tuku MM. Rozsah hodnot ve vzorcích se pak pohyboval od 28,4 do 48,2 g MUFA ve 100 g tuku MM.

Graf 18: Obsah MUFA v tuku MM



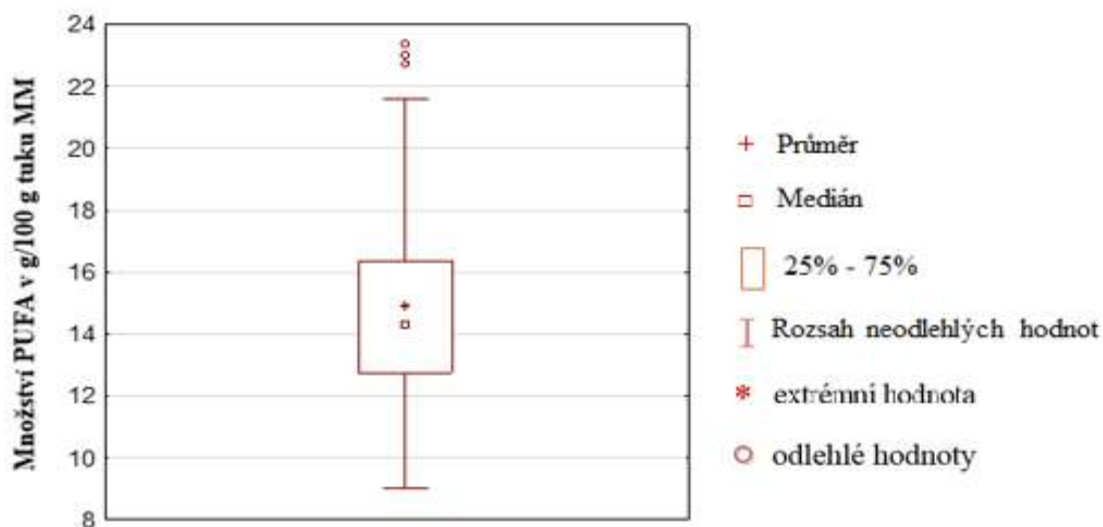
Jak znázorňuje graf 19, nejvíce byla zastoupena kyselina olejová (zkr. analytu MKC18:1N9C), která představovala více jak 91 % (průměrně $35 \pm 3,5$ g/100 g tuku MM, min. 26, max. 42,5) z celkové sumy MUFA. 6 % (tj. $2,2 \pm 0,6$ g/100 g tuku MM, min. 1, max. 4) z celkové sumy MUFA tvořila kys. palmitolejová (zkr. analytu MKC16:1). Ostatní analyty ze skupiny MUFA tvořily ze sumy 1 % a méně.

Graf 19: Zastoupení jednotlivých druhů MUFA (n=8) v tuku MM a jejich průměrný obsah



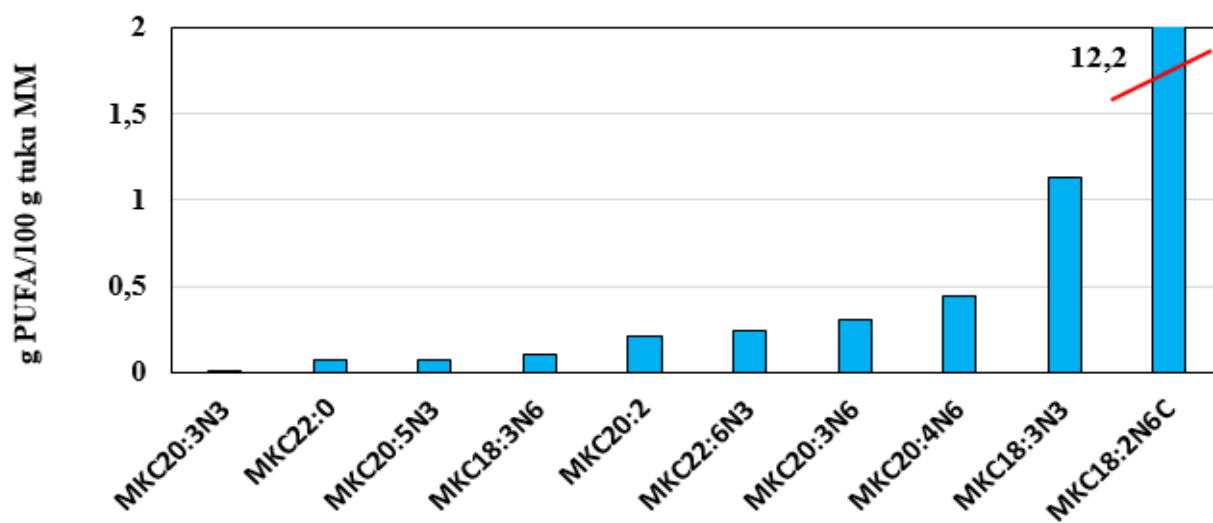
Graf 20 znázorňuje rozložení obsahu mastných kyselin s více dvojným vazbami v uhlíkovém řetězci (PUFA) v tuku vzorků MM. Průměrný obsah PUFA (suma 10 esterů MK) ve 100 g tuku vzorků zralého MM byl $14,9 \pm 3,4$ g. Rozsah hodnot se pohyboval od 9 do 23,4 g PUFA ve 100 g tuku vzorků MM.

Graf 20: Obsah PUFA v tuku MM



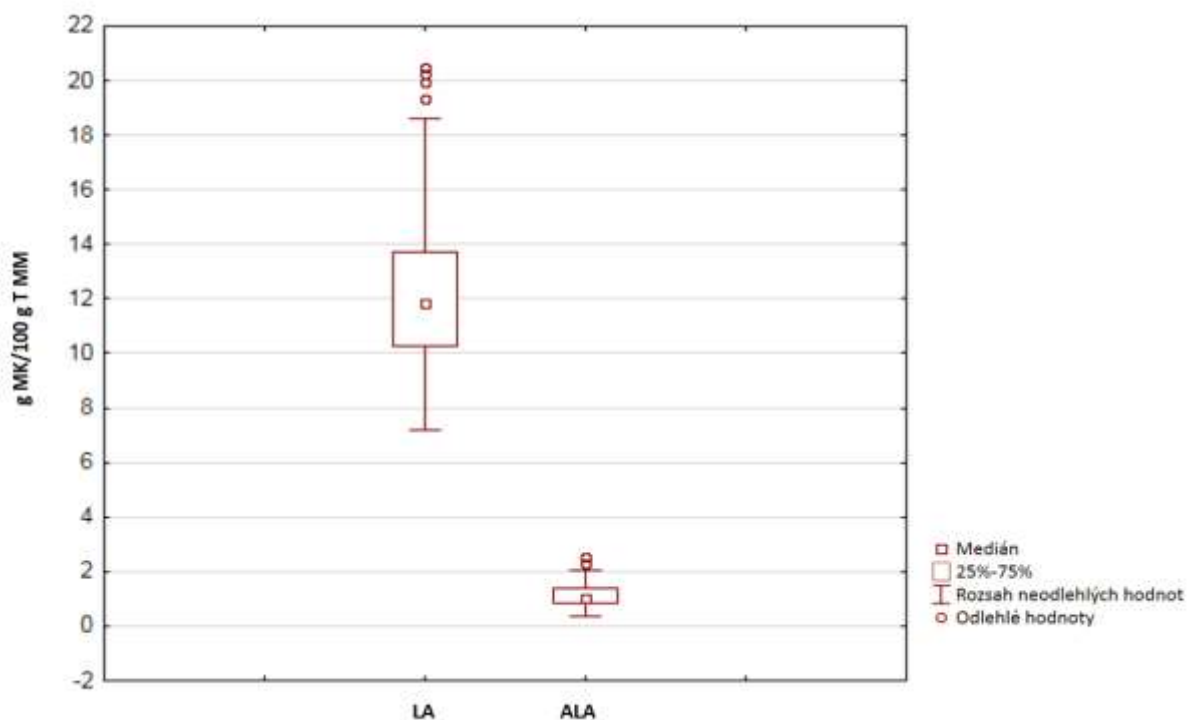
Jak znázorňuje graf 21, nejvíce ze skupiny PUFA byla zastoupena esenciální kyselina linolová (LA, zkr. analytu MKC18:2N6C), která svým průměrným obsahem $12,4 \pm 3,2$ g ve 100 g tuku MM (min 7,2, max. 20,5) představovala více jak 82 % z celkové sumy PUFA. Druhou nejhojněji zastoupenou PUFA byla druhá esenciální kyselina, a to kys. α -linolenová (ALA, zkr. analytu MKC18:3N3) v množství $1,1 \pm 0,5$ g/100 g tuku MM (min. 0,4, max. 2,5), která představuje 7,7 % z celkové sumy PUFA a třetí kys. arachidonová (ARA, zkr. analytu MKC20:4N6) tvořící necelé 3 % (obsah $0,4 \pm 0,1$ g/100 g tuku MM, min. 0,2, max. 0,6), která je významným metabolitem esenciální kys. linolové.

Graf 21: Zastoupení jednotlivých druhů PUFA (n=10) v tuku MM a jejich průměrný obsah



Rozložení esenciálních MK (LA, ALA) v tuku MM znázorňuje graf 22.

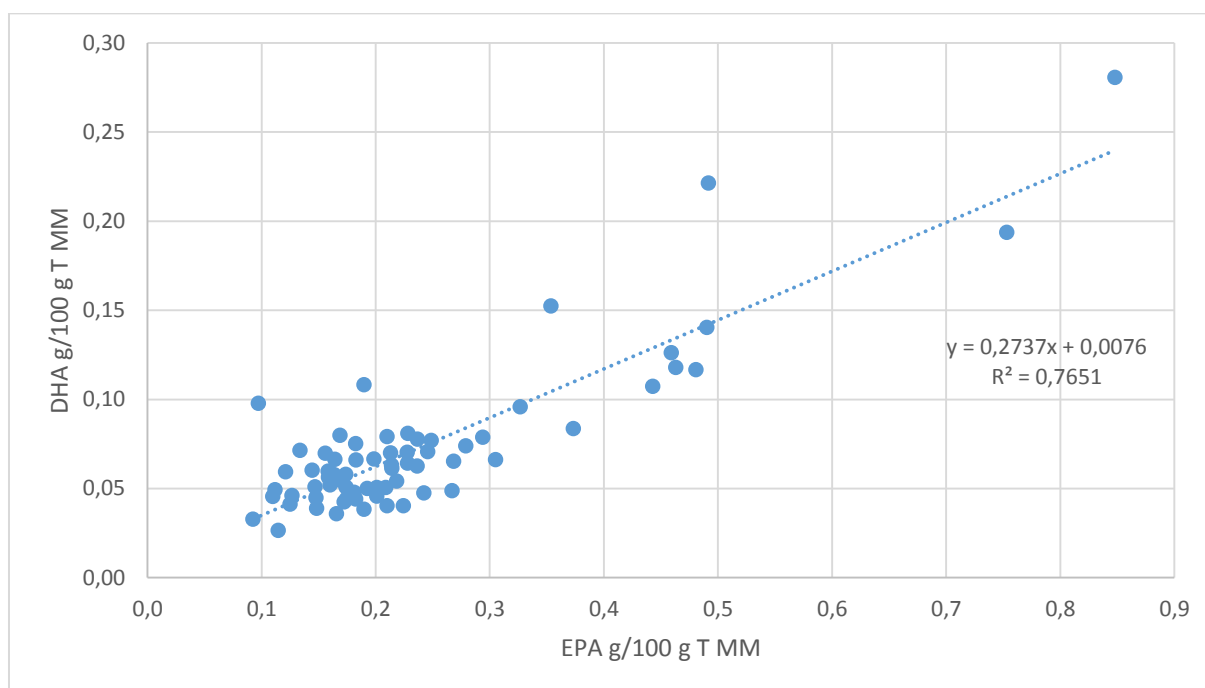
Graf 22: Rozložení esenciální LA a ALA v tuku vzorků MM



Z řady PUFA jsou pro zdraví významné i neesenciální mastné kyseliny řady omega-3, které se v organismu tvoří z kys. α -linolenové (ALA, zkr. analytu MKC18:3N3), a to jsou kyselina eikosapentaenová (EPA, zkr. analytu MKC20:5N3) a dokosahexaenová (DHA, zkr. analytu MKC22:6N3). Tato tvorba je v organismu do jisté míry limitována, uvádí se, že konverze EPA z ALA je 8-12 %, DHA pak méně než 1 %³⁷. Jejich přívod je proto důležitý i z potravy (především z tučných ryb). Jejich význam je klíčový např. při vývoji nervové tkáně a mozku, ale i možné prevenci kardiovaskulárních chorob aj.

Z řady omega-3 MK byly v MM analyzovány 4 individua MK, a to ALA, kyselina eikosatrienová (MKC20:3N3), která byla ale u všech vzorků MM vždy pod limitem detekce, dále EPA a DHA. Korelaci obsahu EPA a DHA v tuku MM znázorňuje graf 23.

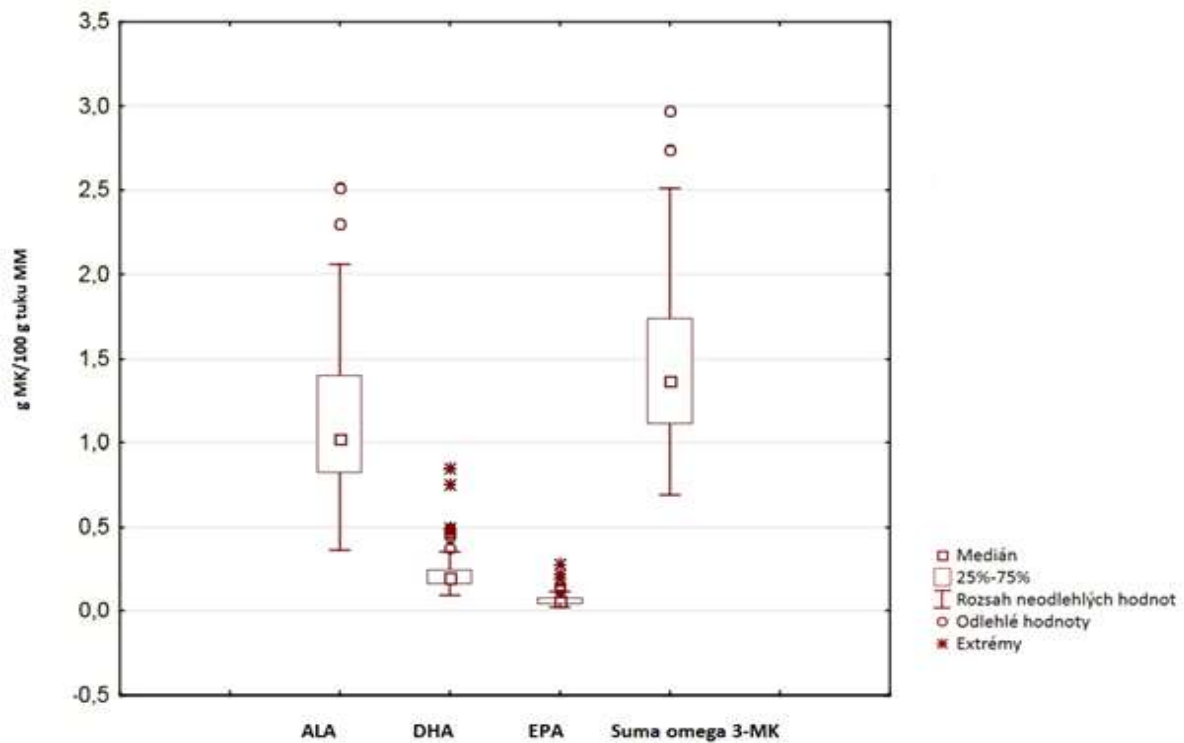
Graf 23: Korelace množství EPA/DHA v T MM



Graf 24 znázorňuje rozložení jednotlivých omega 3-MK ve 100 g tuku MM a jejich sumu.

³⁷ Goyens PL, Spilker ME, Zock PL, Katan MB and Mensink RP, 2006. Conversion of alpha-linolenic acid in humans is influenced by the absolute amounts of alpha-linolenic acid and linoleic acid in the diet and not by their ratio. American Journal of Clinical Nutrition, 84, 44-53

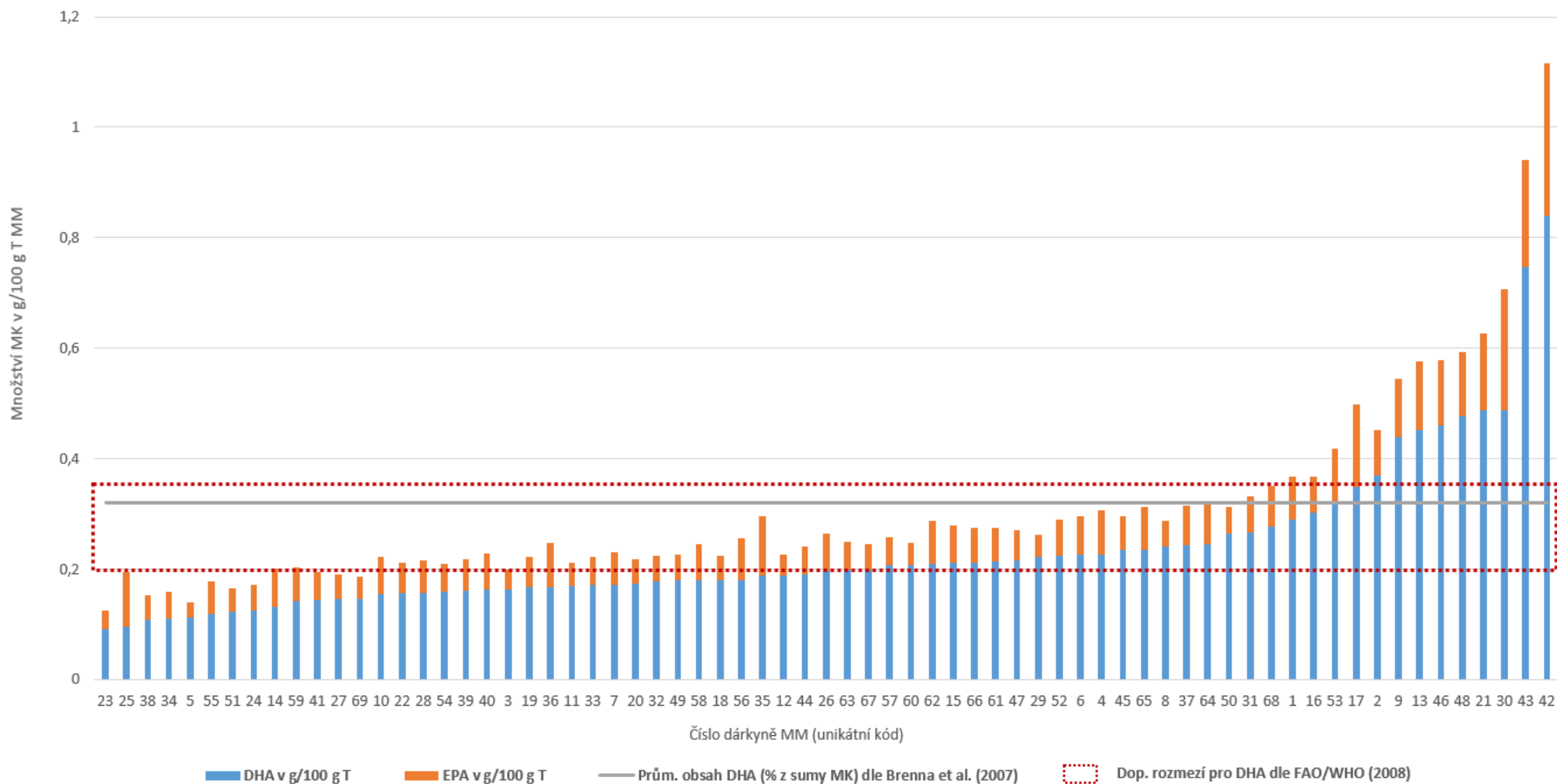
Graf 24: Obsah ω -3 MK: ALA, EPA, DHA a jejich suma (v g/100 g tuku MM)



V našich vzorcích se obsah DHA v tuku MM pohyboval v rozmezí 0,09 - 0,84 g/100 g T MM (průměr $0,24 \pm 0,14$). Obsah EPA pak v rozmezí 0,03 – 0,28 g/100 g T MM (průměr $0,07 \pm 0,04$).

Sumu EPA a DHA v tuku vzorků MM znázorňuje graf 25. Suma těchto dvou kyselin se pohybovala v rozmezí 0,1 - 1,1 g/100 g T, MM průměr pak činil $0,3 \pm 0,2$ g/100 g T MM.

Graf 25: Suma EPA a DHA (v g) v tuku MM, srovnání s jinými studiemi a dop. FAO/WHO (2008)



5.7.1 Zdroje nejistot

Obsah a spektrum SFA, MUFA a PUFA v MM závisí nejen na konzumované stravě kojící ženy, ale také na metabolismu v těle. Na rozdíl od TFA mohou být MK z těchto skupin syntetizovány v těle.

EPA a DHA jsou metabolity ALA, která je pro tělo esenciální. EPA a DHA se mohou v játrech tvořit, ale omezeně.

Při interpretaci výsledků, kde byla využita pomocná data ze záznamů stravy, je nutná brát v úvahu, že se nejednalo o validovaný dotazník a jednalo se pouze o jednodenní, orientační záznam stravy.

6. Diskuze

Analýza 69 vzorků zralého MM ukázala, že obsah TFA v tuku (v našem případě se jedná o sumu 50 esterů MK, ale ve skutečnosti jich lze analyzovat mnohem více³²) MM se v průměru pohyboval kolem $0,9 \pm 0,3$ %, což je 3 - 4x méně, než bylo naměřeno v českých studiích z let 2002 a 2007 (Dlouhý et al.)^{10, 11}, kdy obsah TFA v tuku MM českých žen tvořilo v průměru $4,2 \pm 1,9$ a $3,13 \pm 1,26$ vs. $3,78 \pm 1,88$ hmotnostních procent.

Podobný trend lze pozorovat i v zahraničí, například v Nizozemí¹⁸, kde v roce 1992 naměřili 4,4 % TFA v tuku MM, v roce 1999 3,8 % a v roce 2010 přibližně 3,3 % TFA v tuku MM. Také v Kanadě došlo k poklesu množství TFA v tuku MM. V roce 1998 bylo množství TFA v tuku MM přibližně 7,1 % a v letech 2004 - 2006 docházelo k postupnému poklesu z 6,2 na 4,6 % TFA v tuku MM⁷.

Průměrné hodnoty obsahu tuku v MM v jiných zemích činily např. v Turecku 2,13 % (2009)¹², Německu 1,55 % vs. 1,43 % (2010)¹⁹, Chorvatsku 2,3 % (2013)¹⁷, nebo Řecku 0,78 % vs. 0,19 % (2013)¹⁶. I když nelze naměřené výsledky z jednotlivých zemí mezi sebou striktně porovnávat, jelikož byl ve studiích analyzován různý počet chem. individuů TFA, můžeme z výsledných hodnot vyčíst určitý pozitivní trend ve snižování obsahu TFA v tuku MM.

Vzhledem k tomu, že TFA v MM zrcadlí jejich obsah v potravinách, v těle se přirozeně netvoří, lze tento snižující se trend vysvětlit snahou o reformulaci tuků (pokud zanedbáme změny v dietě), s cílem snížit nežádoucí částečně hydrogenované rostlinné tuky v potravinách. Řada evropských zemí zavedla již v minulosti limit pro tyto průmyslově vyráběné TFA (Dánsko: 2003, Švýcarsko: 2008, Rakousko: 2010, Island: 2011, Norsko a Maďarsko: 2014, Lotyšsko: 2015)^{21, 22, 23, 24}. Nově byl limit v roce 2018 zaveden ve Slovinsku²¹, od r. 2019 bude platit limit i v Litvě, Rumunsko a Švédsko čeká na jeho schválení^{22, 24}. ČR obdobný limit, který činí 2 g TFA/100 g T, do nichž se nezahrnují ruminantní TFA, zatím nemá. V Belgii, Německu, Nizozemsku, Polsku, Velké Británii a Řecku byla zavedena dobrovolná samoregulační opatření ve spolupráci s potravinářským průmyslem²⁴.

Z TFA v tuku MM byly nejvíce zastoupeny kyseliny *trans*-vakcenová (24,3 % z celkové sumy TFA), která se přirozeně nachází v tuku přežvýkavců (mléko, mléčné výrobky, maso

přežvýkavců), a kyselina elaidová (22,4 % z celkové sumy TFA), která pochází z průmyslově částečně ztužených tuků. Poměr těchto dvou kyselin činil v našem souboru $1,1 \pm 0,6$.

Díky pomocným datům (záznamy zkonzumované stravy za uplynulých 24 h.) bylo možné zanalyzovat také vztah mezi množstvím kyseliny *trans*-vakcenové s množstvím tuku z konzumované skupiny MV (mléko, mléčné výrobky) a MH (maso hovězí) dohromady, a poté MV a MH zvlášť. Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu mezi množstvím kyseliny *trans*-vakcenové a sumou tuku z MV a MH činila $r_s = 0,33$, což je relativně nízká hodnota. Korelace mezi množstvím kys. *trans*-vakcenové a tuku v dietě pocházející jen z mléka a mléčných výrobků byla také relativně nízká, hodnota korelačního koeficientu r_s činila 0,32. V našem případě v souvislosti s provedenými korelacemi přívodu tuku z MV+MH, či pouze z MV, lze říci, že množství kyseliny *trans*-vakcenové nepatrně roste s množstvím tuku sumy MV + MH a množstvím tuku pouze z MV v dietě. Naopak vztah mezi množstvím kyseliny *trans*-vakcenové a množstvím tuku pouze z MH nebyl statisticky dokázán ($r_s=0,03$).

Také byla provedena analýza vztahu mezi množstvím kys. elaidové s množstvím tuku z vytipovaných potravin s možným obsahem TFA (částečně ztužené průmyslově vyráběné tuky v sušenkách, výrobcích s polevou, jemném pečivu apod.). Mezi parametry se nepotvrdila statistická závislost.

Výsledky z nizozemské studie z roku 2010, kde se sledoval poměr kyseliny elaidové a kyseliny *trans*-vakcenové v tuku MM byl signifikantně nižší u žen, jejichž přívod tuku z mléka a mléčných výrobků byl vyšší ($n=32$, 40 - 76 g T/den, poměr $0,91 \pm 0,48$, $p < 0,48$). Naopak se poměr kys. elaidová vs. *trans*-vakcenová byl vyšší u žen s nižším přívodem tuku z mléka a mléčných výrobků ($n=55$, 0-10 g T/den, poměr $1,59 \pm 0,48$, $p < 0,001$)¹⁸. V případě naší studie bylo zjištěno za pomoci Kruskal-Wallis testu a jeho vícenásobným porovnáním, že není statisticky významný rozdíl v poměru kys. elaidová/kys. *trans*-vakcenová mezi ženami, co konzumují 0-10 g T z MV, 11-20 g T z MV, 21-40 g T z MV a 41-59 g T z MV. Samozřejmě to může souviset v rozdílech v dietě.

Negativní účinky TFA na lidské zdraví jsou spojovány zejména s izomery MK: 6/7/8 (trans) 18:1, 9 (trans) 18:1, 10 (trans) 18:1 z částečně hydrogenovaných rostlinných olejů a pouze ojedinele s TFA pocházejících z tuku přežvýkavců jako například 11 (trans) 18:1¹⁸. Průměrné

množství kyseliny *trans*-vakcenové v naší studii bylo $0,22 \pm 0,12$ g/100 g tuku MM a množství kyseliny elaidové pak $0,20 \pm 0,11$ g/100 g MM. Mueller et al.¹⁸ uvádí ve své studii zahrnující 310 vzorků MM množství kyseliny *trans*-vakcenové jako 0,51 g/100 g tuku MM (vypočítáno jako průměr ze 4 skupin žen rozdělených dle přívodu TFA z MV) a kyseliny elaidové jako 0,57 g/100 g tuku MM (průměr ze 4 skupin žen rozdělených dle přívodu TFA z MV)¹⁸. Vidíme, že ve srovnání s našimi výsledky je patrný pozitivní rozdíl v množství kyseliny elaidové, jejíž množství pokleslo v obou případech, a to patrně v důsledku reformulace potravin.

Procentuální přívod energie z TFA/den vzhledem k celkové energii byl stanoven jednak defaultně, kdy předpokládáme, že množství tuku v dietě tvoří 30 %, a jednak individuálně, kdy se vycházelo z propočteného záznamu stravy. Doporučený přívod dle WHO by neměl překročit 1 % z celkového energetického přívodu. Všechny participantky (n = 69) svým % přívodem energie z TFA (průměr 0,3 %, jak v případě defaultního, tak individuálního přístupu) vzhledem k celkové denní energii vyhověly „zdravotnímu“ limitu WHO. Průměrný energetický přívod energie, která byla v našem případě získána propočtením pouze záznamu stravy z jednoho dne, činil 8110 ± 2192 kJ (rozptyl cca 3400 kJ - 13800 kJ/den). Samur et al. (2010) stanovil např. % přívod energie z TFA/den u 50 žen pomocí analýzy třídenního záznamu stravy na 1,12 % ($\pm 1,09$) z celkového přívodu energie (průměrná hodnota energetického přívodu byla 8104 kJ)¹², což překračuje současné doporučení „zdravotního limitu“ WHO. V roce 2010 byl ale zároveň naměřen i vyšší obsah TFA v tuku MM ($2,13 \pm 1,03$ %) ve srovnání s našimi výsledky z roku 2017 ($0,9 \pm 0,3$ %), což vysvětluje i následně vyšší číslo při přepočtu na % E z TFA vzhledem k celkové denní energii.

Celkový přívod tuků z diety našich respondentek tvořil v našem zkoumaném souboru v průměru 37 ± 8 % celkové denní energie. Vzhledem k primárnímu zaměření studie byla provedena analýza vztahu mezi obsahem TFA v tuku MM a množstvím tuku v dietě. Mezi parametry ale neexistuje statistická závislost.

Ve studii CZVP-SZÚ byly také analyzovány MK ze skupiny PUFA. Nejvíce zastoupeny byly LA s průměrným obsahem $12,4 \pm 3,2$ % v tuku MM (min. 7,2, max. 20,5), ALA s průměrným množstvím $1,1 \pm 0,5$ % v tuku MM (min. 0,4, max. 2,5) a ARA, jejíž průměrný obsah v tuku MM dosahoval $0,4 \pm 0,1$ % (min. 0,2, max. 0,6). Hodnoty obsahu pro LA v tuku MM, které jsou uvedené v přehledu jiných starších evropských studiích, se pohybují v rozmezí

8,7 - 14,1 % v tuku MM, průměrné hodnoty pro obsah ALA v tuku MM pak v rozmezí 0,1 - 1,4 %¹². Procentuální zastoupení ARA v tuku MM dle metaanalýzy 65 studií z celého světa bylo v průměru $0,47 \pm 0,13$ %³⁸. Průměrné hodnoty LA, ALA, ARA z výše zmíněných zdrojů jsou podobné s našimi naměřenými hodnotami. Mírné odchylky např. v množství esenciálních MK lze vysvětlit odlišnými stravovacími návyky kojících matek. Množství esenciálních MK je závislé na přívodu ve stravě. Doporučené hodnoty % obsahu ALA a ARA v tuku MM se dle FAO/WHO pohybují v rozmezí 0,4 - 0,6 % z tuku MM³⁹.

Z řady omega-3 MK byly v tuku MM také analyzovány EPA s průměrným obsahem $0,07 \pm 0,04$ % (rozmezí 0,03 – 0,28 %) a DHA s průměrným obsahem $0,24 \pm 0,14$ % (rozmezí 0,09 - 0,84 %) ve 100 g tuku MM. Dle přehledové práce (Brenna et al, 2007) analyzující 65 mezinárodních studií bylo zjištěno, že průměrný obsah DHA v tuku MM je $0,32 \pm 0,22$ % (rozmezí 0,06 – 1,4 %), přičemž vyšší hladiny byly zaznamenány u osob žijících na pobřeží a u osob konzumující mořské produkty³⁹. Stanovisko Francouzského úřadu pro bezpečnost potravin doporučuje obsah DHA v tuku MM u dětí do 6 měsíců 0,32 % ze sumy FA⁴⁰. Dle Koletzko et al. (2001) by u dětí narozených v termínu náhradní kojenecká výživa měla obsahovat nejméně 0,2 % DHA z celk. sumy FA, u dětí narozených předčasně pak nejméně 0,35 % DHA z celk. sumy FA⁴¹. Doporučený obsah DHA v tuku MM je dle FAO/WHO 0,2 – 0,36 %³⁹. V našem případě ve srovnání s přehledem 65 studií, by stejného průměrného obsahu 0,32 % DHA v T MM dosáhlo pouze 16 % žen. Doporučení 0,2 % DHA v tuku MM by bylo splněno u 51 % žen. Obsah této kyseliny, přestože je neesenciální, závisí na množství v konzumované stravě, především rybách a mořských produktech. Je možné ji v těle syntetizovat z esenciální ALA, ale tato tvorba je limitována. Z našich respondentek (16 % žen), které měly obsah DHA stejný jako činil průměr z 65 studií, mělo v jídelníčku 9 z nich buď tučnou rybu, nebo konzumaci doplňku stravy s obsahem rybího oleje, EPA, či DHA, což potvrzuje významný faktor, a to její konzumace v potravinách (ryby, doplňky stravy). Syntéza

³⁸ BRENNAN, J. Thomas, et al. Docosahexaenoic and arachidonic acid concentrations in human breast milk worldwide. The American journal of clinical nutrition, 2007, 85.6: 1457-1464.

³⁹ Fats and fatty acids in human nutrition: report of an expert consultation : 10-14 November 2008, Geneva. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010. FAO food and nutrition paper, 91. ISBN 978-92-5-106733-8.

⁴⁰ French Food Safety Agency. Request no. 2006-SA-0359, [cit. 2018-1-19]. Dostupné z: <https://www.anses.fr/en/system/files/NUT2006sa0359EN.pdf>

⁴¹ Koletzko B, Agostoni C, Carlson SE, et al. Long chain polyunsaturated fatty acids (LC-PUFA) and perinatal development. Acta Paediatr. 2001;90(4):460-464.

v játrech je sice možná, nejedná se o esenciální MK, ale je do jisté míry limitovaná. Navíc je potřeba si uvědomit, že syntéza EPA a DHA z ALA v játrech kojenců je díky nezralosti tkáně jater nesrovnatelně nižší než u dospělých osob a proto jsou velmi závislé na dodávce MM.

7. Závěr

V národní studii obsahu a zastoupení *trans*-mastných kyselin v mateřském mléce bylo analyzováno celkem 69 vzorků zralého MM zdravých žen z celé ČR, a to na 50 chemických individuí, esterů MK. Největší pozornost byla věnována 15 z nich, a to TFA. Jejich množství v MM odráží jejich množství v konzumované dietě a jejich přívod dle doporučení WHO by měl být menší, než 1 % z celkové denní energie.

Odhad, jak jsou v současnosti kojící ženy a jejich děti, resp. celá česká populace, exponovány TFA ze své obvyklé diety, ukázal, že je to 3-4x méně, než před více jak 10 lety. Zatímco se v roce 2002 a 2007 (Dlouhý et al.)^{10, 11} naměřilo v MM 4,2 a 3,1 - 3,8 % TFA z celkového obsahu tuku MM, nyní to bylo v průměru pouze 0,9 %.

Nejvíce z TFA v tuku MM byly zastoupeny kyseliny *trans*-vakcenová (24,3 % z celkové sumy TFA), která se přirozeně nachází v tuku přežvýkavců (mléko, máslo, hovězí maso) a její konzumace dietou je tolerována, a kyselina elaidová (22,4 % z celkové sumy TFA), která pochází z průmyslově vyráběných částečně ztužených tuků a je snahou ji v dietě eliminovat. Poměr kys. elaidové ku *trans*-vakcenové v tuku MM, který je ukazatelem jejich přívodu v dietě, byl v rozsahu od 0,4 – 4,5 (průměr 1,1 ± 0,6). Na základě pomocných údajů z propočteného jídelníčku dárkyň MM byla zjištěna částečná korelace mezi množstvím kys. *trans*-vakcenové v tuku MM s množstvím tuku v dietě z konzumovaného mléka, mléčných výrobků, hovězího masa. Stejně byla zjištěna částečná korelace mezi množstvím kys. *trans*-vakcenové v tuku MM a množstvím tuku v dietě pouze z mléka a mléčných výrobků.

Naopak se nepotvrdil vztah mezi množstvím kys. *trans*-vakcenové v tuku MM a konzumací tuku v dietě z hovězího masa. Nepotvrdila se ani statistická závislost mezi množstvím kys. elaidové v tuku MM s množstvím konzumovaného tuku v dietě z vytipovaných potravin (sušenky, výrobky s plevou, jemné pečivo...), které by mohly obsahovat částečně ztužené tuky.

Na základě propočteného 1 denního záznamu stravy dárkyň MM bylo zjištěno, že více jak 90 % kojících žen nemá dostatečný přívod energie ve srovnání s doporučeními.

Bylo zjištěno, že u všech žen byl splněn „zdravotní“ limit WHO, tj. že TFA by měly tvořit z celkové denní energie max. 1 %. Průměrný přívod energie z TFA vůči celkové denní energii činil v celém souboru 0,3 %.

Analýza vztahu mezi celkovým přívodem energie/den v dietě a obsahem TFA v tuku MM ukázala, že mezi parametry neexistuje statistická závislost. Vztah mezi celkovým množstvím tuku v dietě a obsahem TFA v tuku MM se také neprokázal.

Esenciální kyselina linolová (LA), která svým průměrným obsahem $12,4 \pm 3,2$ g ve 100 g tuku MM představovala více jak 82 % z celkové sumy PUFA. Druhou nejhojněji zastoupenou MK ze skupiny PUFA byla esenciální MK, kys. α -linolenová (ALA), s průměrným obsahem $1,1 \pm 0,5$ g/100 g tuku MM, což představuje 7,7 % z celkové sumy PUFA.

Z řady omega-3 MK byly v MM analyzovány 4 individua MK, a to ALA, dále kyselina eikosatrienová, která byla ale u všech vzorků MM vždy pod limitem detekce, a 2 MK, které se syntetizují z ALA, a to EPA a DHA. Množství EPA ve 100 g T MM bylo v průměru $0,07 \pm 0,04$. Množství DHA pak $0,24 \pm 0,14$ g/100 g T MM). Suma těchto dvou kyselin se v našich vzorcích průměrně činila $0,3 \pm 0,2$ g/100 g T MM. Význam ω -3 MK je klíčový např. při vývoji nervové tkáně a mozku, ale i možné prevenci kardiovaskulárních chorob aj. Doporučený obsah DHA (v %) v tuku MM je dle FAO/WHO (2008) 0,2-0,36 %. Minimální hodnotu (0,2 %) splnilo v našem souboru 51 % žen.

Přílohy

Příloha 1 Přehled stanovovaných individuí MK (n=50)

Analyt	Název MK	Triviální název MK	Kat. MK	Analyt	Název MK	Triviální název MK	Kat. MK
MKC04:0	KYSELINA BUTANOVÁ	KYSELINA MÁSELNÁ	SAFA	MKC20:4N6	KYSELINA EIKOSATETRAENOVÁ	KYSELINA ARACHIDONOVÁ	PUFA
MKC06:0	KYSELINA HEXANOVÁ	KYSELINA KAPRONOVÁ	SAFA	MKC20:5N3	KYSELINA EIKOSAPENTAENOVÁ	EPA	PUFA
MKC08:0	KYSELINA OKTANOVÁ	KYSELINA KAPRYLOVÁ	SAFA	MKC21:0	KYSELINA HENEIKOSANOVÁ	--	SAFA
MKC10:0	KYSELINA DEKANOVÁ	KYSELINA KAPRINOVÁ	SAFA	MKC22:0	KYSELINA DOKOSANOVÁ	KYSELINA BEHENOVÁ	SAFA
MKC11:0	KYSELINA UNDEKANOVÁ	--	SAFA	MKC22:1N9	KYSELINA DOKOSENOVÁ	KYSELINA ERUKOVÁ	MUFA
MKC12:0	KYSELINA DODEKANOVÁ	KYSELINA LAUROVÁ	SAFA	MKC22:2	KYSELINA DOKOSADIENOVÁ	--	PUFA
MKC13:0	KYSELINA TRIDEKANOVÁ	--	SAFA	MKC22:6N3	KYSELINA DOKOSAHEXAENOVÁ	DHA	PUFA
MKC14:0	KYSELINA TETRADEKANOVÁ	KYSELINA MYRISTOVÁ	SAFA	MKC23:0	KYSELINA TRIKOSANOVÁ	--	SAFA
MKC14:1	KYSELINA TETRADECENOVÁ	KYSELINA MYRISTOLEJOVÁ	MUFA	MKC24:0	KYSELINA TETRAKOSANOVÁ	KYSELINA LIGNOCEROVÁ	SAFA
MKC15:0	KYSELINA PENTADEKANOVÁ	--	SAFA	MKC24:1	KYSELINA TETRAKOSENOVÁ	KYSELINA SELACHOLEJOVÁ (NERVONOVÁ)	MUFA
MKC15:1	KYSELINA PENTADECENOVÁ	--	MUFA	MKC14:1T	KYSELINA TETRADECENOVÁ	KYSELINA MYRISTELAIDOVÁ	TRANS
MKC16:0	KYSELINA HEXADEKANOVÁ	KYSELINA PALMITOVÁ	SAFA	MKC16:1T	KYSELINA HEXADECENOVÁ	KYSELINA PALMITELAIDOVÁ	TRANS
MKC16:1	KYSELINA HEXADECENOVÁ	KYSELINA PALMITOLEJOVÁ	MUFA	MKC18:1T	KYSELINA OKTADECENOVÁ	KYSELINA PETROSELAIDOVÁ	TRANS
MKC17:0	KYSELINA HEPTADEKANOVÁ	KYSELINA MARGAROVÁ	SAFA	MKC18:1N9T	KYSELINA OKTADECENOVÁ	KYSELINA ELAIDOVÁ	TRANS
MKC17:1	KYSELINA HEPTADECENOVÁ	--	MUFA	MKC18:1N7T	KYSELINA OKTADECENOVÁ	KYSELINA TRANS VAKCENOVÁ	TRANS
MKC18:0	KYSELINA OKTADEKANOVÁ	KYSELINA STEAROVÁ	SAFA	MKC18:2N6T	KYSELINA OKTADEKADIENOVÁ	KYSELINA LINOLAIDOVÁ	TRANS
MKC18:1N9C	KYSELINA OKTADECENOVÁ	KYSELINA OLEJOVÁ	MUFA	MKC18:2CT	KYSELINA CIS-9, TRANS-12-OCTADECADIENOVÁ	--	TRANS
MKC18:2N6C	KYSELINA OKTADEKADIENOVÁ	KYSELINA LINOLOVÁ	PUFA	MKC18:2TC	KYSELINA TRANS-9, CIS-12-OCTADECADIENOVÁ	--	TRANS
MKC18:3N3	KYSELINA OKTADEKATRIENOVÁ	KYSELINA α -LINOLENOVÁ	PUFA	MKC18:3TTC	KYSELINA TRANS-9, TRANS-12, CIS-15-OCTADECATRIENOVÁ	--	TRANS
MKC18:3N6	KYSELINA OKTADEKATRIENOVÁ	KYSELINA γ -LINOLENOVÁ	PUFA	MKC18:3TCT	KYSELINA TRANS-9, CIS-12, TRANS-15-OCTADECATRIENOVÁ	--	TRANS
MKC20:0	KYSELINA EIKOSANOVÁ	KYSELINA ARACHOVÁ	SAFA	MKC18:3CTT	KYSELINA CIS-9, TRANS-12, TRANS-15-OCTADECATRIENOVÁ	--	TRANS
MKC20:1	KYSELINA EIKOSENOVÁ	KYSELINA GONDOVÁ	MUFA	MKC18:3CCT	KYSELINA CIS-9, CIS-12, TRANS-15-OCTADECATRIENOVÁ	--	TRANS
MKC20:2	KYSELINA EIKOSADIENOVÁ	--	PUFA	MKC18:3CTC	KYSELINA CIS-9, TRANS-12, CIS-15-OCTADECATRIENOVÁ	--	TRANS
MKC20:3N3	KYSELINA EIKOSATRIENOVÁ	--	PUFA	MKC18:3TCC	KYSELINA TRANS-9, CIS-12, CIS-15-OCTADECATRIENOVÁ	--	TRANS
MKC20:3N6	KYSELINA EIKOSATRIENOVÁ	KYSELINA DIHOMO- γ -LINOLENOVÁ	PUFA	MKC18:3TTT	KYSELINA TRANS-9, TRANS-12, TRANS-15-OCTADECATRIENOVÁ	--	TRANS

Použitá literatura

ANTONAKOU A. et al. Breast milk fat concentration and fatty acid pattern during the first six months in exclusively breastfeeding Greek women. *European Journal of Nutrition*, 2013. sv. 52, s. 963-973.

BALLARD O. et al. Human milk composition: Nutrients and bioactive factors. *Pediatric Clinics of North America*, 2013. sv. 60, č. 1, s. 49-74.

BRÁT, J. Vývoj výživových doporučení pro tuky. *Výživa a potraviny* 2015; č. 6, s. 146-149.

BRENNAN, J. Thomas, et al. Docosahexaenoic and arachidonic acid concentrations in human breast milk worldwide. *The American journal of clinical nutrition*, 2007, 85.6: 1457-1464.

BROWN K. H. et al. Clinical and field studies of human lactation: methodological considerations. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 1982. sv. 35, s. 745-756.

DLOUHÝ P. et al. Trans Fatty Acids in Subcutaneous Fat of Pregnant Women and in Human Milk in the Czech Republic. *New York Academy of Sciences*, 2002. s. 544-547.

DLOUHÝ P. Obsah *trans*-izomerů mastných kyselin v podkožním tuku a v tuku mateřského mléka jako ukazatele jejich příjmu. [online]. 2008. [cit. 2017-12-14] Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/13487/>

DOSTÁLOVÁ, J. Tuky v potravinách a jejich nutriční hodnocení. *Interní medicína pro praxi* 2011; 13(9): 347-349.

DOSTÁLOVÁ, J., et al. Konečné znění výživových doporučení. *Výživa a potraviny* 2005; č. 1, s. 25-26.

DUGGAN C. et al. *Nutrition in Pediatrics*. BC Decker Inc, 2008. s. 345.

EFSA Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre, *EFSA Journal* 2010; 8(3):1462.

EFSA Scientific Opinion on Dietary Reference Values for energy, *EFSA Journal* 2013;11(1):3005.

EFSA Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, *trans* fatty acids, and cholesterol, *EFSA Journal* 2010; 8(3):1461

EUROPEAN COMMISSION GROWTH DIRECTORATE-GENERAL. Decree on the maximum permissible content of *trans* fats in foods [online]. EU, 2017 [cit. 2017-12-14]. Dostupné z: http://www.fecic.es/img/galeria/crm/file/Dimarts%20T%C3%A8nic/2017/novembre/Eslovenia_sobre_limite_maximo_para_AGT.pdf

EUROPEAN COMMISSION GROWTH DIRECTORATE-GENERAL. Law on the trans-fat content of foods intended for human consumption [online]. EU 2017 [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/en/index.cfm/search/?trisation=search.detail&year=2017&num=535&Lang=CS>

EUROPEAN COMMISSION GROWTH DIRECTORATE-GENERAL. Order of the Minister for Health of the Republic of Lithuania establishing the maximum limits for trans fatty acids in foods (hereinafter 'draft order') [online]. EU, 2017. [cit. 2017-12-14]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/en/index.cfm/search/?trisation=search.detail&year=2017&num=279&Lang=en&CFID=122638&CFTOKEN=70d94915f1ebe0b9-9AF356B0-CF86-E4F3-C33A7892E69C8363>

EUROPEAN COMMISSION. Inception impact assessment. [online]. EU, 2016 [cit. 2017-12-13] Dostupné z: http://ec.europa.eu/smart-regulation/roadmaps/docs/2016_sante_143_trans_fats_en.pdf

FAO: FOOD AND NUTRITION TECHNICAL REPORT SERIES. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation: Human energy requirements. [online] Rome, 2001. [cit. 2017-12-13] Dostupné z: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/007/y5686e/y5686e00.pdf>

FAO-WHO. Fats and fatty acids in human nutrition Report of an expert consultation: FAO: FOOD AND NUTRITION PAPER. [online] Rome: FAO, 2010. ISBN 978-92-5-106733-8. [cit. 2017-12-13] Dostupné z: <http://www.fao.org/3/a-i1953e.pdf>

FRENCH FOOD SAFETY AGENCY. Request no. 2006-SA-0359, [cit. 2018-1-19]. Dostupné z: <https://www.anses.fr/en/system/files/NUT2006sa0359EN.pdf>

FRIESEN, R. et al. Trans fatty acids in human milk in Canada declined with the introduction of trans fat food labeling. *The Journal of nutrition* 2006; 136(10): 2558-61

GOYENS PL, SPILKER ME, ZOCK PL, KATAN MB AND MENSINK RP, 2006. Conversion of alpha-linolenic acid in humans is influenced by the absolute amounts of alpha-linolenic acid and linoleic acid in the diet and not by their ratio. *American Journal of Clinical Nutrition*, 84, 44-53

HASSIOTOU F. et al. Breastmilk Cell and Fat Contents Respond Similarly to Removal of Breastmilk by the Infant. *Plo ONE*, 2013. sv. 11, č. 8.

HULLEY S. et al. (2001). *Designing Clinical Research*, Second Edition; Lippincott Williams and Wilkins. Chapter 6. Estimating the sample size.

KENT J. C. et al. Volume and Frequency of Breastfeedings and Fat Content of Breast Milk Throughout the Day. *Pediatrics*, 2006. sv. 117, č. 3, s. 387-395.

KOLETZKO B. et al. Long chain polyunsaturated fatty acids (LC-PUFA) and perinatal development. *Acta Paediatr.* 2001;90(4):460-464

KREŠIĆ G. et al. Dietary and breast milk trans fatty acids seen in Croatian breastfeeding woman from Adriatic region. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2013. sv. 52, č. 3, s. 156-163.

LEV H. M. et al. Major losses of fat, carbohydrates and energy content of preterm human milk frozen at 801C. *Journal of Perinatology*, 2014. sv. 34, s. 396-398.

MARHOL P. et al. Higher content of C18:1 trans fatty acids in early human milk fat of Roma breast-feeding women. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 2007. sv. 51, č. 5, s. 461-467.

MOJSKA H. et al. Trans fatty acids in human milk in Poland and their association with breastfeeding mothers' diets. *Acta Paediatr*, 2003. sv. 92, s. 1381-1387.

MOSLEY E. E. et al. Trans Fatty acids in milk produced by women in the United States. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2005. sv. 82, s. 1292-1297.

MUELLER A. et al. Trans Fatty acids in Human Milk are an Indicator of Different Maternal Dietary Sources Containing *Trans* Fatty Acids. *Lipids*, 2010. sv. 45, s. 245-251.

RATNAYAKE W. M. N. et al. Mandatory trans fat labeling regulations and nationwide product reformulations to reduce trans fatty acid content in foods contributed to lowered concentrations of trans fat in Canadian women's breast milk samples collected in 2009–2011. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2014. sv. 100, s. 1036-1040.

RUPRICH, J. a kol., Data MZSO (TDS, CZVP, 2017).

SAMUR G. et al. Trans Fatty Acids and Fatty Acid Composition of Mature Breast Milk in Turkish Women and Their Association with Maternal Diet's. *Lipids*, 2009. sv. 44, s. 405-413.

SZABÓ E. et al. Fatty Acid Profile Comparisons in Human Milk Sampled From the Same Mothers at the Sixth Week and the Sixth Month of Lactation. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 2010. sv. 50, č. 3, s. 316-320.

WHO Regional office for Europe. Eliminating trans fats in Europe. A policy brief. [online] 2015. [cit. 2017-11-13] Dostupné z: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0010/288442/Eliminating-trans-fats-in-Europe-A-policy-brief.pdf?ua=1

WHO: Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases, WHO: Geneva, 2003.

Vyhláška č. 282/2016 Sb., částka 109. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/dokumenty-3/vyhlaskey-ke-skolskemu-zakonu>

ZDRAVÍ 2020. Národní strategie ochrany a podpory zdraví a prevence nemocí. [online] Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR, 2014. ISBN: 978-80-85047-47-9. [cit. 2016-12-20]. Dostupné z: http://www.mzcr.cz/verejne/dokumenty/zdravi-2020-narodni-strategie-ochrany-a-podpory-zdravi-a-prevence-nemoci_8690_3016_5.html