



Tučná

FAKTA

o tucích



aneb máme se bát tuků?

Publikace Platformy pro reformulace



Tučná fakta o tucích

aneb máme se bát tuků?

Autor: doc. Ing. Jiří Brát, CSc.

Recenze: MVDr. Halina Matějová

Praha 2018

1. vydání

Publikace byla zkompletována v rámci Priority D. Bezpečnost potravin České technologické platformy pro potraviny ve spolupráci s Potravinářskou komorou České republiky a za finanční podpory Ministerstva zemědělství ČR (dotační titul 10.E.a/2018).

ISBN 978-80-88019-30-5



PŘEDMLUVA

Použité zkratky

TERMINOLOGIE

Lipofilní látky	6
Tuky a mastné kyseliny	6
Nasyčené a nenasycené mastné kyseliny	7
Poloha dvojných vazeb v uhlovodíkovém řetězci	7
Omega 3 a omega 6 kyseliny	7
Cis a trans dvojně vazby	8
Délka uhlovodíkového řetězce	8
Bod tání mastných kyselin	10
Bod zakouření	11
Triacylglyceroly jednoduché a smíšené	11
Vymezení legislativních pojmů	11

ZÁKLADNÍ DĚLENÍ TUKŮ A LIPIDŮ

Původ olejů	15
Tuky zjevné (viditelné) a skryté	15
Příkladné složení olejů a tuků	16
Charakteristiky jednotlivých rostlinných olejů a tuků	17
Živočišné tuky	19
Mono- a diacylglyceroly	20
Fosfolipidy	20
Steroly	20
Lipoproteiny	21

ZÍSKÁVÁNÍ A ZPRACOVÁNÍ OLEJŮ A TUKŮ

Lisování, extrakce	23
Rafinace	23
Ztužování	24
Vyšší tepelná stabilita částečně ztužených tuků	25
Frakcionace	26
Princip frakcionace	26
Přeesterifikace	27
Strukturální tuky	30

TUKY A ZDRAVÍ

Vliv cholesterolu na zdraví	32
Příjem cholesterolu v rámci stravy	33
Cílové hodnoty hladin krevních lipidů	34
Další faktory ovlivňující krevní lipidy	35
Pozitiva a negativa konzumace tuků	35
Doporučení pro celkový příjem tuků	36
Kvalita tuků (složení) je důležitější než kvantita (množství)	38

Co nejnižší příjem transmastných kyselin	39
Omezování příjmu nasycených mastných kyselin	39
Délka řetězce mastných kyselin	40
Doporučený příjem pro nenasycené mastné kyseliny	41
Souhrn doporučení pro tuky a mastné kyseliny	43
Reálný versus doporučený příjem jednotlivých skupin mastných kyselin	44
Má být omezován příjem nasycených mastných kyselin?	47
Výsledky studií ovlivňují i další faktory	50
Nadměrná konzumace omega 6 mastných kyselin	51
Výběr správného tuku záleží i na způsobu použití	52
Informace o obsahu tuku a mastných kyselin v potravinách	54
Tuky a lipidy ve zdravotních tvrzeních	55

NEŽÁDOUCÍ LÁTKY V OLEJÍCH A TUCÍCH

Těžké kovy	57
Polyaromatické uhlovodíky	57
Minerální oleje	57
Estery chlorpropanolu a glycidolu	58
Kontaminace živočišných tuků	59
Oxidovaný cholesterol	59

INICIATIVY NA PODPORU LEPŠÍ VÝŽIVOVÉ HODNOTY POTRAVIN

Snížení obsahu transmastných kyselin jedna z hlavních priorit reformulací složení výrobků	61
Příloha k nasyceným mastným kyselinám	62
Závěry Rady o výživě a fyzické aktivitě	63
Usnesení Evropského parlamentu	63
Závěry Rady o zlepšování potravinářských výrobků	64
Monitoring výskytu transmastných kyselin v potravinách	64
Obsah transmastných kyselin ve výrobcích	65
Nahrazení částečně ztužených tuků při smažení je relativně jednoduché	66
Tropické tuky správná volba místo částečně ztužených tuků	67
Regulace transmastných kyselin v potravinách	67
Ekonomický a zdravotní přínos nahrazení transmastných kyselin v potravinách	68

VNÍMÁNÍ TUKŮ SPOTŘEBITELI

Kritéria uplatňovaná při výběru potravin	69
Tuky působí zmatečně	70

ZÁVĚRY

72

Předmluva

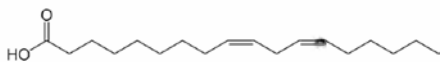
Tuky patří vedle bílkovin a sacharidů mezi základní živiny. Jejich běžná, nedostatečná, ale i nadměrná konzumace ovlivňuje zdraví člověka pozitivním i negativním způsobem. Tuky patří mezi velmi často diskutovaná témata v souvislosti s kvalitou stravování. O výživě byla napsána spousta knih. Je až s podivem, kolik rozporuplných informací týkajících se tuků v nich můžeme najít. Příčin je několik. Problém je, že tuky vždy konzumujeme jako součást celkové stravy a z pohledu vlivu konzumace tuků na lidské zdraví existuje spousta činitelů, jako je rovnováha příjmu a výdeje energie, poměr tuků a ostatních živin v rámci stravy, celková skladba mastných kyselin, které přijímáme ze všech potravin, stejně jako synergické či antagonistické působení některých živin na rizikové faktory neinfekčních onemocnění hromadného výskytu. Mezi tato onemocnění se řadí srdečně cévní onemocnění, obezita, vysoký krevní tlak, diabetes 2. typu a některá nádorová onemocnění. Záleží i na tom, jak se s tuky nakládá a jaké tuky se používají k různým účelům. Všechny tyto souvislosti je potřeba sledovat v celkovém kontextu.

Autorům článků a knih často chybí znalosti o složení výrobků i výrobních technologiích. Procesy a používané suroviny se neustále modernizují, přesto si toho někteří autoři nevšimli nebo nechtějí všimnout. Řada informací se opisuje z internetu, bez ohledu na to, zda jsou postaveny na vědeckém základě. Novinkám a někdy i senzácím se v médiích věnuje mnohem více pozornosti. Pokud se časem prokáže, že se jednalo jen o bublinu, která splaskla, už o tom nepadne ani zmínka. Informace podléhají i moderním trendům a na stále platné skutečnosti se zapomíná. Důsledkem je, že běžný spotřebitel je zcela zmaten. Neví, co má ve své stravě upřednostňovat, co omezovat a čemu se vyhýbat. Proto je zapotřebí sledovat doporučení renomovaných odborných společností. Ty vznikají na základě důsledné rešerše vědeckých studií publikovaných do zahájení tvorby doporučení. Jednotlivé studie se posuzují z hlediska kvality, informace se vzájemně porovnávají a závěry se formulují podle úrovně důkazů, které z odborných poznatků vyplývají.

Použité zkratky:

AHA	Americká kardiologická asociace (American Heart Association)
ALA	kyselina alfa-linolenová
APO A, APO B	apolipoprotein A a apolipoprotein B
BMI	index tělesné hmotnosti (Body Mass Index)
Cn:x $\Delta^{9c,12c}$	označení mastných kyselin, kde n značí počet uhlíků v uhlovodíkovém řetězci a x počet dvojných vazeb, údaje v horním indexu polohu a geometrickou orientaci dvojných vazeb
ČTPP	Česká technologická platforma pro potraviny
ČR	Česká republika
ČZT	částečně ztužené tuky
DHA	kyselina dokosahexaenová
DG SANTE	Generální ředitelství pro zdraví a bezpečnost potravin (Directorate General for Health and Food Safety)
EAS	Evropská společnost pro aterosklerózu (European Atherosclerosis Society)
ECS	Evropská kardiologická společnost (European Society of Cardiology)
EFSA	Evropský úřad pro bezpečnost potravin (European Food Safety Authority)
EPA	kyselina eikosapentaenová
EU	Evropská unie
FAO	Organizace pro výživu a zemědělství OSN
FDA	Americký úřad pro kontrolu potravin a léčiv
GE	glycidyl estery mastných kyselin
GRAS	akronym všeobecně považovaný za bezpečný (generally recognized as safe)
HDL	lipoproteiny o vysoké hustotě (High Density Lipoproteins)
IDL	lipoproteiny o střední hustotě (Intermediate Density Lipoproteins)
LDL	lipoproteiny o nízké hustotě (Low Density Lipoproteins)
MCPD	monochlorpropandiol
MK	mastné kyseliny
MoE	rozpětí expozice (Margin of Exposure)
MUFA	mononenasyčené mastné kyseliny (Monounsaturated Fatty Acids)
OSN	Organizace spojených národů
PZT	plně ztužené tuky
PUFA	polynenasyčené mastné kyseliny (Polyunsaturated Fatty Acids)
SAFA	nasyčené mastné kyseliny (Saturated Fatty Acids)
sn-1, sn-2, sn-3	označení polohy hydroxylové skupiny v molekule glycerolu, na které jsou vázány mastné kyseliny (stereospecific numbering)
st.	stopy
T25	referenční bod pro chronickou denní dávku (25% výskyt rakoviny v testech na zvířatech)
TAG	triacylglycerol
TDI	tolerovaný denní příjem (Tolerable Daily Intake)
TFA	transmastné kyseliny (Trans Fatty Acids)
USA	Spojené státy americké
VLDL	lipoproteiny o velmi nízké hustotě (Very Low Density Lipoproteins)
VŠCHT	Vysoká škola chemicko-technologická v Praze
WHO	Světová zdravotnická organizace (World Health Organisation)
ZT	ztužené tuky

označení se používá méně často v porovnání s omega 3 a omega 6 skupinou mastných kyselin.

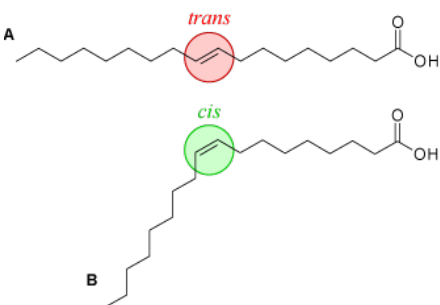


Příklad nenasyčené mastné kyseliny C18:2 – kyselina linolová (omega 6 kyselina)

Cis a trans dvojně vazby

Dvojná vazba mezi uhlíky znemožňuje rotaci v ose. V důsledku toho mohou být atomy uhlíku sousedící s dvojnou vazbou orientovány dvojným způsobem. Jsou-li na stejné straně, jedná se o tzv. vazbu cis, jsou-li na opačné straně, jde o vazbu trans. Pro zapamatování vazba cis má tvar vaničky, vazba trans převráceného „z“ nebo židličky.

Příklad dvojně vazby v konfiguraci trans a cis



Hovoříme-li o poly- nebo mononenasyčených mastných kyselinách z pohledu výživy nebo fyziologie, máme vždy na mysli cis formy dvojných vazeb. U polynenasycených mastných kyselin je mezi dvojnými vazbami v uhlovodíkovém řetězci přítomna methylenová skupina. Definice jsou mimo jiné uvedeny v nařízení (EU) č. 1169/2011¹, i když definice u polynenasycených mastných kyselin není v české verzi tohoto právního předpisu správně přeložena z anglického originálu. Je to rozdíl od pohledu chemika, kde se cis i trans formy dvojných vazeb považují za nenasyčené. Transmastné kyseliny mají rovněž specifickou definici. Zahrnují mastné kyseliny obsahující alespoň jednu dvojnou vazbu nekonjugovanou (tj. oddělenou od ostatních methylenovou skupinou) v poloze trans. Konjugovaná kyselina linolová se mezi transmastné, ale ani polynenasycené mastné kyseliny nezapočítává. Tvoří samostatnou skupinu, i když některé země jako například Austrálie nebo Nový Zéland ji řadí mezi transmastné kyseliny².

Délka uhlovodíkového řetězce

Mastné kyseliny se liší rovněž délkou řetězce (počtem uhlíků v molekule). Mastné kyseliny s krátkým uhlovodíkovým řetězcem mají 4 až 6 atomů uhlíku, se středním uhlovodíkovým řetězcem 8 až 10 atomů uhlíku, s dlouhým uhlovodíkovým řetězcem 12 až 18 atomů uhlíku, s prodlouženým uhlo-

vítkovým řetězcem 20 a více atomů uhlíku v molekule. Členění podle délky řetězce se v různých literárních zdrojích může lišit. Například mastná kyselina s 12 atomy uhlíku bývá někdy zařazována do skupiny se střední délkou řetězce. Nicméně, výše zmíněné členění používá například Evropský

úřad pro bezpečnost potravin (EFSA), který zařazuje kyselinu laurovou (C12:0) mezi mastné kyseliny s dlouhým řetězcem³. Toto členění rovněž nejvíce odpovídá fyzikálním a fyziologickým vlastnostem mastných kyselin.

Přehled nejznámějších mastných kyselin a jejich zařazení do skupin je uveden v tabulce:

Mastná kyselina	Počet atomů uhlíku	Poloha dvojně vazby počítáno od karboxylu	Isomer	Zařazení do skupiny
máselná	4			nasyčené
kapronová	6			nasyčené
kaprylová	8			nasyčené
kaprinová	10			nasyčené
laurová	12			nasyčené
myristová	14			nasyčené
palmitová	16			nasyčené
stearová	18			nasyčené
olejová	18	9	cis	mononenasyčené ω 9
elaidová	18	9	trans	transmastné
linolová	18	9, 12	cis	polynenasycené ω 6
alfa-linolenová (ALA)	18	9, 12, 15	cis	polynenasycené ω 3
gama-linolenová	18	6, 9, 12	cis	polynenasycené ω 6
arachidonová	20	5, 8, 11, 14	cis	polynenasycené ω 6
eikosapentaenová (EPA)	20	5, 8, 11, 14, 17	cis	polynenasycené ω 3
eruková	22	13	cis	mononenasyčené ω 9
dokosahexaenová (DHA)	22	4, 7, 10, 13, 16, 19	cis	polynenasycené ω 3

¹ Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 ze dne 25. října 2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům.

² Reuss R et al (2009). Trans fatty acids in Australia and New Zealand. *Australasian Epidemiologist*; 16 (1): 20-22.

³ EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies, 2010 EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (2010). 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*; 8 (33): 1461 [107 pp.]. doi: 10.2903/j.efsa.2010.1461.

Chceme-li rozlišit polohu dvojných vazeb v rámci zjednodušeného označení, použijeme doplňující informaci $\Delta^{a,b,c}$. Například kyselina linolová má dvě dvojně vazby na 9. a 12. uhlíku od karboxylu, bude označena takto C18:2 $\Delta^{9,12}$. Pro kompletní přehled můžeme uvést i geometrickou orientaci dvojně vazby C18:2 $\Delta^{9c,12c}$.

Bod tání mastných kyselin

Bod tání mastných kyselin ovlivňují délka uhlovodíkového řetězce stejně jako stupeň nasycenosti. S prodlužujícím se uhlovodí-

kovým řetězcem vzrůstá bod tání. V následující tabulce je to vidět v řadě nasycených mastných kyselin od máselné až po stearovou. Při stejném počtu uhlíků klesá bod tání s větším počtem dvojných vazeb (body tání kyseliny stearové, olejové, linolové a linolenové). Polynenasycené mastné kyseliny mají bod tání pod bodem mrazu 0 °C. Cis izomery při stejném počtu uhlíků a dvojných vazeb mají nižší bod tání (kyselina olejová a elaidová). Rozdíly jsou přitom významné.

Mastná kyselina	Počet atomů uhlíku	Isomer	Zařazení do skupiny	Bod tání °C
máselná	4		nasycené	-7,9
kapronová	6		nasycené	-3,4
kaprylová	8		nasycené	16,7
kaprinová	10		nasycené	31,6
laurová	12		nasycené	44,2
myristová	14		nasycené	54,1
palmitová	16		nasycené	62,7
stearová	18		nasycené	69,6
olejová	18	cis	mononenasycené ω 9	16
elaidová	18	trans	transmastné	43,7
linolová	18	cis	polynenasycené ω 6	-5
alfa-linolenová (ALA)	18	cis	polynenasycené ω 3	-10,6
arachidonová	20	cis	polynenasycené ω 6	-49,5
eikosapentaenová (EPA)	20	cis	polynenasycené ω 3	-54
eruková	22	cis	mononenasycené ω 9	34
dokosaheptaenová (DHA)	22	cis	polynenasycené ω 3	-44

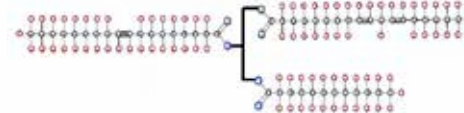
Bod zakouření

Bod zakouření je jednou z charakteristik olejů a tuků souvisejících s jejich tepelnou stabilitou. Vyjadřuje teplotu u postupně zahřívání oleje, při které se začne objevovat okem postřehnutelný dým. Je to hodnota pouze orientační, protože při kuchyňských úpravách dochází ke změnám v olejích průběžně, nikoliv jen při zahřevu před zahájením smažení. Bod zakouření je vlastností druhu oleje, ale i způsobu jeho zpracování a rafinace, proto se údaje o bodech zakouření jednotlivých olejů v různých pramenech mohou i výrazně lišit. Podobně je tomu u živočišných tuků, u nichž závisí bod zakouření na obsahu netukových složek. U sádla má tento parametr kolísavou hodnotu v závislosti na kvalitě a způsobu získávání. Oleje lisované za studena mají nižší bod zakouření než oleje rafinované. Proto je vhodné za studena lisované oleje používat spíše v rámci studené kuchyně, na smažení se příliš nehodí.

Triacylglyceroly jednoduché a smíšené

Tuky jsou sloučeniny mastných kyselin a glycerolu. Glycerol je trojsytný alkohol, který umožňuje navázat 3 molekuly mastných kyselin. Tuky nazýváme triacylglyceroly nebo starším výrazem triglyceridy.

Příklad molekuly triacylglycerolu



Každý tuk obsahuje široké spektrum mastných kyselin, které jsou vázány v různých polohách glycerolu. To představuje rozmanitou skladbu individuálních molekul, které předurčují vlastnosti daného tuku. Pokud je ve všech polohách glycerolu navázána stejná mastná kyselina, jedná se o jednoduché triacylglyceroly. Mnohem častěji se v tucích vyskytují triacylglyceroly smíšené, kde mastné kyseliny vázané na jeden glycerol nejsou stejné. Obsahuje-li tuk více nasycených mastných kyselin, s vyšším počtem uhlíku v molekule, je pevného skupenství. Převažují-li naopak nenasycené mastné kyseliny, je tuk kapalný. Výraz „tuk“ má dvojný význam. Kromě obecného označení sloučenin mastných kyselin a glycerolu, se výraz tuk používá pro označení produktu pevného skupenství za normální teploty 20 °C. Pokud jsou tuky při normální teplotě kapalné, nazývají se oleje.

Vymezení legislativních pojmů

Základní členění tuků a související definice vychází z nařízení (EU) č. 1308/2013⁴

⁴ Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013 ze dne 17. prosince 2013, kterým se stanoví společná organizace trhů se zemědělskými produkty a zrušují nařízení Rady (EHS) č. 922/72, (EHS) č. 234/79, (ES) č. 1037/2001 a (ES) č. 1234/2007.

a vyhlášky č. 397/2016 Sb., Nařízení (EU) č. 1308/2013⁵ vymezuje tři základní skupiny výrobků roztíratelných tuků (výrobků na bázi tuhé, tvárné emulze, převážně typu voda v oleji) na:

- tuky mléčné, kde tuk mléčný je jediným druhem tuku ve výrobku;
- tuky, kde obsah mléčného tuku je do 3 %;
- tuky směsné, kde obsah mléčného tuku je v rozmezí 10 až 80 % z celkového obsahu tuku.

Tyto skupiny se ještě člení do podskupin podle obsahu tuku. Z následujících tabulek je zřejmé, že procentuální rozmezí jednotlivých podskupin je shodné a názvy podskupin podobné. To má historické souvislosti, aby si spotřebitel mohl vybírat výrobky z nabídky s podobným obsahem tuku okolo 80, 60 a 40 %. V dnešní době se obsah tuku ve výrobcích různí a na trhu je řada produktů s obsahem tuku mimo kategorie nad 80 % tuku, třičtvrtětučných a polotučných výrobků a vzájemné porovnávání je proto obtížné.

Obchodní název	Kategorie mléčných tuků Doplňující popis kategorie s uvedením obsahu tuku v % hmotnostních
1. Máslo	Výrodek s obsahem mléčného tuku nejméně 80 %, avšak méně než 90 %, s obsahem vody nejvýše 16 % a s nejvyšším obsahem tukuprosté mléčné sušiny do 2 %.
2. Třičtvrtětučné máslo	Výrodek s obsahem mléčného tuku nejméně 60 %, avšak nejvýše 62 %.
3. Polotučné máslo	Výrodek s obsahem mléčného tuku nejméně 39 %, avšak nejvýše 41 %.
4. Mléčná pomazánka X %	Výrodek s tímto obsahem mléčného tuku: – méně než 39 %, – více než 41 %, avšak méně než 60 %, – více než 62 %, avšak méně než 80 %.

Jako „čerstvé máslo“ lze označit máslo do 24 měsíců od data výroby při teplotách minus 20 dnů od data výroby. Jako „stolní máslo“ se označí máslo skladované nejdéle 18 °C a nižších.

⁵ Vyhláška č. 397/2016 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje.

Kromě výše uvedených kategorií se můžeme na trhu setkat s dalšími výrobky:

- máselný koncentrát je mléčný výrobek s celkovým obsahem mléčného tuku vyšším než 90 % hmotnostních získaný z mléka, smetany nebo másla;
- máselný tuk je bezvodý mléčný tuk získaný z mléka, smetany nebo másla obsahující více než 99,3 % hmotnostních mléčného tuku;

- tradiční pomazánkové je mléčný výrobek ze zakysané smetany, s přídavkem sušeného mléka s možností obohacení sušenou syrovátkou nebo sušeným podmáslím, obsahující nejméně 31 % hmotnostních a nejvíce 36 % hmotnostních mléčného tuku, a nejméně 42 % hmotnostních sušiny, který se vyrábí tradičními technologiemi pomocí vysokotlaké homogenizace smetanové směsi, následným prokysáním směsi a termizací s finální homogenizací před plněním do obalu.

Obchodní název	Kategorie tuků s obsahem mléčného tuku nejvýše 3 % Doplňující popis kategorie s uvedením obsahu tuku v % hmotnostních
1. Margarín	Výrodek získaný z rostlinných a/nebo živočišných tuků s obsahem tuku nejméně 80 %, avšak méně než 90 %.
2. Třičtvrtětučný margarín	Výrodek získaný z rostlinných a/nebo živočišných tuků s obsahem tuku nejméně 60 %, avšak nejvýše 62 %.
3. Polotučný margarín	Výrodek získaný z rostlinných a/nebo živočišných tuků s obsahem tuku nejméně 39 %, avšak nejvýše 41 %.
4. Roztíratelný tuk X %	Výrodek získaný z rostlinných a/nebo živočišných tuků s tímto obsahem tuku: – méně než 39 %, – více než 41 %, avšak méně než 60 %, – více než 62 %, avšak méně než 80 %.



Obchodní název	Kategorie tuků s obsahem mléčného tuku mezi 10 % a 80 % z celkového obsahu tuku Doplňující popis kategorie s uvedením obsahu tuku v % hmotnostních
1. Směsné tuky	Výrobek získaný ze směsi rostlinných nebo živočišných tuků s obsahem tuku nejméně 80 %, avšak méně než 90 %.
2. Třičtvrtětučné směsné tuky	Výrobek získaný ze směsi rostlinných nebo živočišných tuků s obsahem tuku nejméně 60 %, avšak nejvýše 62 %.
3. Polotučné směsné tuky	Výrobek získaný ze směsi rostlinných nebo živočišných tuků s obsahem tuku nejméně 39 %, avšak nejvýše 41 %.
4. Roztíratelné směsné tuky X	Výrobek získaný ze směsi rostlinných nebo živočišných tuků s tímto obsahem tuku: – méně než 39 %, – více než 41 %, avšak méně než 60 %, – více než 62 %, avšak méně než 80 %.



Kromě výše uvedených kategorií se můžeme na trhu setkat s dalšími výrobky:

- pokrmový tuk je jedlý tuk, který prošel procesem ztužování nebo přeesterifikace, nebo kombinací těchto procesů, nebo směs ztužených tuků a jedlých tuků a olejů, nebo směs jedlých rostlinných a živočišných olejů a tuků;
- tekutý emulgovaný tuk je jedlý tuk nebo směs ztužených nebo přeesterifikovaných tuků nebo směs ztužených a přeesterifikovaných tuků s jedlými oleji a tuky ve formě emulze vody a tuku s obsahem 10 % až 90 % hmotnost-

ních tuku, který je při teplotě 20 °C tekutý;

- koncentrovaný tuk je tuk, jehož celkový obsah tuku je vyšší než 90 % hmotnostních a nižší než 99,5 % hmotnostních;
- olej lisovaný za studena je olej získaný pouze mechanickými postupy vyluhování nebo lisování bez tepelného ohřevu, které nevedou ke změnám charakteru oleje a pro jeho vyčištění se používá pouze promývání vodou, usazování, filtrování a odstředování.



Základní dělení tuků a lipidů

Tuky dělíme podle původu na rostlinné (oleje, roztíratelné tuky, margaríny) a živočišné (máslo, sádlo, lůj, rybí tuk). U tuků rostlinného původu se často můžeme setkat s výrobky, které jsou směsí olejů a tuků pocházejících z více rostlinných druhů. Jednoduché suroviny pocházejících z různých rostlin. Dříve se do margarínů používaly i tuky živočišné, jako sádlo a lůj, nebo ztužené rybí tuky. Roztíratelné tuky vyrobené z rostlinných olejů a mléčného tuku nazýváme tuky směsné.

Původ olejů

Původ tuků a olejů předurčuje do značné míry výživovou hodnotu. Rostlinné tuky původem z tropů (kokosový, palmový) obsahují mnohem více nasycených mastných kyselin než oleje pocházející z mírného klimatického pásma.

Tuky zjevné (viditelné) a skryté

Tuky se dále dělí na zjevné (například tuk určený na mazání na pečivo, olej apod.) a skryté (tj. tuk obsažený v potravinách, zejména v masných výrobcích, sýrech, sladkostech nebo pečivu či některých pokrmech jako např. pizza). Viditelné tuky při nákupu (např. tuk v mase), přípravě pokrmů (používání olejů, mazání na chleba) nebo konzumaci vidíme, skryté tuky nevidíme. Na skryté tuky je potřeba dávat větší pozor. Balené potraviny na trhu mají informaci o obsahu tuku a nasycených mastných kyselin uvedenu v rámci výživových údajů na obale. Je potřeba číst etikety. U některých potravin upozorňují na obsah tuku přívlastky vyplývající z legislativy jako např. „nízkotučný“, „polotučný“, „třičtvrtětučný“, „plnotučný“, případně uvedení obsahu tuku nad rámec výživových údajů, což usnadňuje informovaný, kvalifikovaný výběr. Dávat si pozor na skryté tuky se týká hlavně nebalených potravin, kde tato informace chybí. Informace o výživové hodnotě by měly být k dispozici na vyžádání u obsluhy, ale málokdo této možnosti využije. U hotových pokrmů v restauracích přehled zcela chybí.

Příkladné složení olejů a tuků

Tabulka uvádí příkladné složení nejčastěji používaných olejů a tuků včetně bodu tání. Tuky mají bod tání nad 20 °C, oleje bývají kapalné i pod bodem mrazu 0 °C. Olivový olej má z uvedených olejů v tabulce o něco vyšší bod tání. Pokud se uskladní v chladničce, začne tvořit zákaly způsobené krystalizací pevných podílů při teplotě

v chladničce. Bod tání rybího tuku má velmi široké rozpětí, složení mastných kyselin má vysokou variabilitu. Uvedené hodnoty jsou pouze orientační. Mohou se lišit u jednotlivých odrůd, vliv má i počasí v daném roce. U živočišných tuků hraje roli skladba krmení, případně, ze kterých částí těla je tuk získán. Obsah nenasycených mastných kyselin v sádle klesá v řadě podkožní tuk, mezisvalový tuk a viscerální tuk⁶.

Tuk / olej	SAFA	TFA	MUFA	ω 3 PUFA	ω 6 PUFA	Bod tání °C
Řepkový olej	8	1	61	9	20	-10
Slunečnicový olej	12	1	25,5	0,5	61	-17
Slunečnicový olej s vysokým obsahem kyseliny olejové	9	1	81	0	9	-18
Lněný olej	11	1	18	53	17	-24
Sójový olej	16	1	23	7	53	-16
Olivový olej	15	0	75	1	9	-6
Palmový olej	50	0,5	40	0	9,5	35
Palmojádrový tuk	82	0	14	0	4	24
Kokosový tuk	90	0	7	0	3	25
Vepřové sádlo	41	1	49	1	8	41
Mléčný tuk	67,5	2,5	27	0,5	1,5	32-35
Hovězí lůj	50	4,5	40	0,5	5	35-40
Kuřecí tuk	41	1	37	1	20	35
Rybí tuk	28	0	52	15	5	-70 až 15
Kakaové máslo	60	0	38	0	2	34



⁶ Monziols M et al (2007). Comparison of the lipid content and fatty acid composition of intermuscular and subcutaneous adipose tissues in pig carcasses. Meat Science; 76: 54-60.

Charakteristiky jednotlivých rostlinných olejů a tuků

U olejů převládá vyšší podíl nenasycených mastných kyselin. Druhy olejů se liší různým zastoupením jednotlivých typů nenasycených mastných kyselin, což souvisí s jejich výživovou hodnotou a tepelnou stabilitou. Mezi nejznámější oleje patří *slunečnicový, olivový, řepkový a sójový*, na oblibě začíná získávat olej *lněný*.

Řepka olejka je typickou olejinou mírného pásma. V České republice zaujímá z olejin největší rozlohu, přibližně 400 000 ha. Z hlediska složení převažuje v řepkovém oleji mononenasycená mastná kyselina olejová (přibližně 60 %). *Řepkový olej* obsahuje nutričně významné množství cca 10 % kyseliny linolenové z řady omega 3 a obsah nenasycených mastných kyselin v řepkovém oleji je nejnižší z běžných olejů na trhu. Proto je z hlediska celkového složení mastných kyselin považován odborníky na výživu za jeden z nejlepších komerčně dostupných olejů.

Olej slunečnicový má vysoký podíl kyseliny linolové (okolo 60 %) z řady omega 6 mastných kyselin. Je vhodný zejména do studené kuchyně, při vyšších teplotách má nižší stabilitu než jiné druhy olejů. Díky jednostrannému složení s převažujícím obsahem omega 6 mastných kyselin se doporučuje jej střídát s jinými druhy olejů.

Lněný olej patří mezi nejbohatší zdroje omega 3 mastných kyselin. Tento olej je však

velmi náchylný k oxidaci, má nižší údržnost, na trhu je dostupný jako lisovaný za studena. V poslední době dochází k jeho renesanci. Len se v minulosti v našich krajinách hojně pěstoval pro technické účely. Dnes se objevují projekty obnovit tyto tradice větším využitím v potravinářství.

Sójový olej patří mezi nejvýznamnější oleje na americkém kontinentu, obsahuje více než 50 % omega 6, okolo 7 % omega 3 polynenasycených mastných kyselin a 25 % mononenasycených mastných kyselin. *Sójový olej* se na maloobchodním trhu v České republice vyskytuje relativně málo, najdeme jej však jako surovinu v řadě výrobků z dovozu.

Olivový olej patří celosvětově mezi nejpobulárnější oleje. V oblibě jsou hlavně oleje panenské, lisované za studena při teplotě do 50 °C. Nej kvalitnější je extra panenský olej (Extra virgin). Má nižší obsah volných mastných kyselin než olej panenský (virgin). Ze zbytků po lisování (pokrutin) se získává olej s označením POMACE nebo SANSA – to je anglicky, resp. italsky pokrutina. Tento typ oleje musí být rafinován. Rafinují se ale i oleje získané lisováním za studena. Pro zlepšení sensorických vlastností (barva, vůně) rafinovaných olejů se do nich přidává určitý podíl panenského oleje. Mezi směsmi panenských a rafinovaných olejů rozlišujeme dva tržní druhy. Olivový olej je směs rafinovaného a panenského olivového oleje. Olivový olej z pokrutin se získává smícháním rafinovaného olivového oleje z pokrutin a panenského olivového oleje.

Olivový olej obsahuje okolo 75 % mononenasycených mastných kyselin. To jej řadí mezi oleje s vyšší tepelnou stabilitou. Proto se hodí i do tepelné kuchyně. Při vyšších teplotách se však rozkládají některé hodnotné látky přítomné v panenském oleji, například fosfolipidy. Proto je lépe panenský olej používat do studené kuchyně a rafinovaný olivový olej do teplé kuchyně. Panenský olivový olej má i další významný prospěch. Obsahuje velké množství fenolových antioxidantů, mnohem více než jiné druhy olejů, dále rostlinné steroly a v tuku rozpustné vitaminy.

Z jader plodů palmy olejné získáváme *palmojádrový tuk*, který obsahuje okolo 80 % nasycených mastných kyselin a z dužiny plodu *palmový olej*, který má poloviční obsah nasycených a nenasycených mastných kyselin. Pevné skupenství tropických tuků je předurčuje k použití v potravinářských technologiích, kde plní roli strukturního tuku (trvanlivé pečivo, polevy, zmrzliny, margaríny apod.). Díky vysokému podílu nasycených mastných kyselin jsou stabilnější při vyšších teplotách a této vlastnosti se někdy využívá i při smažení.

Kokosový tuk obsahuje velmi vysoký podíl nasycených mastných kyselin, okolo 90 %, s vysokým podílem kyseliny laurové a myristové, které mají negativní vliv na hladinu LDL-cholesterolu. Obsah polynenasycených mastných kyselin je velmi nízký, nutričně nevýznamný (okolo 2 %).

Další známou surovinou z tropických oblastí je *kakaové máslo* používané při výrobě čokolád. Typickou charakteristikou kakaového másla je ostrý přechod z pevného do kapalného skupenství při tělesné teplotě lidského organismu, což souvisí s jeho dobrou rozpustností v ústech a příjemnými pocity při konzumaci čokolády.

Na trhu (častěji ve speciálních prodejnách) najdeme různé další oleje vyráběné z klíčků kukuřičných či pšeničných semen, rýže, dýně, mandlí, vlašských nebo lískových ořechů, podzemnice olejné, avokáda, semen sezamu, hroznového vína, chia nebo konopí. Většina těchto netradičních olejů se vyrábí lisováním za studena. U řady spotřebitelů je to důvodem preferencí. Oleje lisované za studena mají některé přednosti, ale i některé nevýhody. Rostlinné oleje obsahují řadu dalších tzv. minoritních látek, které jsou pro organismus prospěšné. Patří mezi ně antioxidanty (např. tokoferoly), rostlinné steroly, karotenoidy, fosfolipidy. Tokoferoly a rostlinné steroly se rafinací částečně odstraní (asi z 20 až 30 %), fosfolipidy úplně. Oleje lisované zastudena obsahují těchto minoritních látek více, ale není pravda, že by je rafinované oleje neobsahovaly vůbec. Rafinací se na druhou stranu odstraní pesticidy, které mohou být v olejích lisovaných zastudena přítomny. Pokud pochází olej lisovaný zastudena z ekologického zemědělství, je toto riziko mnohem nižší. Oleje lisované zastudena mají nižší údržnost, více podléhají hydrolýze (odštěpování mastných kyselin) a mají vyšší peroxidové číslo, které vyjadřuje obsah primárních produktů oxida-

ce. Oleje lisované za studena nejsou chuťově neutrální. Chuť může být pro někoho příjemná, jiný může u olejů lisovaných za studena více vnímat pachutě. Někdy je chuť cíleně ovlivněna přípravou. Například dýňová semínka se před lisováním praží a olej tak získává charakteristickou oříškovou příchutí. Sečteno a podtrženo, velké rozdíly mezi oleji lisovanými za studena a rafinovanými z hlediska výživy nejsou, plusy a mínusy se vzájemně kompenzují.

Na trh se v poslední době dostávají speciálně vyšlechtěné odrůdy slunečnicového a řepkového oleje s vysokým obsahem mononenasycených mastných kyselin. Složení mastných kyselin se velmi podobá oleji olivovému. Tyto dva druhy oleje mají vyšší tepelnou stabilitu, lépe snášejí tepelnou zátěž, proto se hodí na smažení a fritování.

Rostlinné tuky mají ještě jednu výhodu – neobsahují (až na zcela nevýznamné množství) cholesterol. Místo cholesterolu v nich najdeme rostlinné steroly, které působí preven-

tivně proti zvyšování hladiny cholesterolu v krvi.

Živočišné tuky

V dnešní době se téměř výhradně používají dva zástupci živočišných tuků: máslo a vepřové sádlo. Z másla lze získat zahřevem a odstraněním netukových složek 100 % mléčný tuk. Tzv. přepuštěné máslo (ghee, gí) má delší trvanlivost než máslo klasické a lze jej použít na smažení. Použití dalších (např. hovězího loje) se z českých domácností vytratilo. Živočišné tuky s výjimkou rybího tuku mají vyšší obsah nasycených mastných kyselin. Rybí tuk patří mezi nejvýznamnější zdroje omega 3 mastných kyselin s prodlouženým řetězcem, které jsou v naší stravě nedostatkové. Sádlo je u řady spotřebitelů spojeno s tradičním způsobem smažení. Řada rostlinných olejů má vyšší tepelnou stabilitu a je proto na smažení vhodnější. Živočišné tuky obsahují i podstatně méně antioxidantů. Na druhou stranu máslo je přirozeným zdrojem zejména vitaminů A,



D, které v rostlinných olejích chybí. Vitaminy E a K se vyskytují jak v masle, tak i v rostlinných olejích.

Mono- a diacylglyceroly

Molekula glycerolu může obsahovat pouze jednu či dvě vázané molekuly mastných kyselin. Tyto látky se nazývají mono-, případně diacylglyceroly nebo souhrnně parciální estery glycerolu. V potravinářském průmyslu se používají jako emulgátory.

Parciální estery glycerolu vznikají v tucích i přirozenou cestou – lipolýzou. Plody a semena obsahují lipolytické enzymy, které štěpí esterové vazby v triacylglycerolech. Tento proces není žádoucí. Uvolněné mastné kyseliny se podílejí ve zhoršení sensorických vlastností tuků a parciální estery glycerolu přítomné ve větším množství mohou být prekursory některých procesních kontaminantů v procesu zpracování olejů.

Fosfolipidy

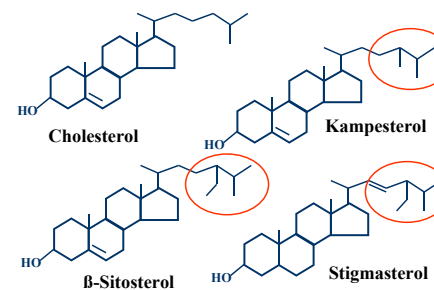
Fosfolipidy patří mezi nejvýznamnější heterolipidy. Kromě mastných kyselin obsahují esterově vázanou kyselinu fosforečnou. Většina fosfolipidů má v poloze *sn-1* glycerolu navázanou nasycenou a v poloze *sn-2* nenasycenou mastnou kyselinu. Kyselina fosforečná je vázána v pozici *sn-3*. Fosfolipidy nejsou nezbytnou součástí potravy, protože si je tělo dokáže vyrobit ze základních stavebních jednotek. Některé z těchto stavebních jednotek jako např. cholin nebo *myo*-inositol však musí být součástí stravy.

Fosfolipidy vznikají z jednotlivých komponent působením fosfolipáz, které katalyzují připojení jednotlivých složek na glycerolový základ, tytéž enzymy jsou schopné fosfolipidy i štěpit. Fosfolipidy jsou pro život zcela nepostradatelné. Jsou přítomny v buněčných membránách rostlin a živočichů. Velký význam mají v nervových tkáních, hlavně v mozku. Vyskytují se i v komplexních lipidech – lipoproteinech. Nejznámější látkou je fosfatidylcholin, který má na esterově vázané kyselině fosforečné ještě navázán aminoalkohol cholin. Významným zdrojem fosfolipidů je např. vaječný žloutek. Fosfolipidový koncentrát (lecithin) získávaný převážně při rafinaci olejů se používá v potravinářském průmyslu jako emulgátor.

Steroly

Steroly řadíme mezi doprovodné látky lipidů. Patří do skupiny steroidů. V organismech jsou nezbytnou složkou lipoproteinů a tukových membrán. U živočichů jsou rovněž významné v nervových tkáních. Cholesterol je výchozí molekulou pro tvorbu dalších pro život nezbytných látek – provitaminu D₃ (7-dehydrocholesterol), steroidních hormonů a žlučových kyselin. Rostlinné steroly se vyskytují jako minoritní doprovodné složky v olejích, zelenině, apod. V rostlinách mají podobnou funkci jako cholesterol u lidí – udržují strukturu a funkci buněčných membrán. Mezi nejběžnější rostlinné steroly patří sitosterol, kampesterol a stigmasterol, které jsou svou strukturou velice podobné cholesterolu.

Struktura rostlinných sterolů a cholesterolu



Průměrný příjem rostlinných sterolů činí v „evropské“ stravě 200 až 300 miligramů za den, v ČR se tento příjem odhaduje spíše při dolní hranici tohoto intervalu. Vegetariáni mají příjem rostlinných sterolů vyšší – 500 miligramů až 1 gram denně.

Rostlinné steroly snižují hladinu cholesterolu v krvi tím, že omezují vstřebávání cholesterolu ze zažívacího traktu. Vytvářejí směsné micelární útvary a krystaly s cholesterolem, které jsou následně vylučovány stolicí z organismu. Organismus na to reaguje zvýšenou syntézou cholesterolu v játrech, ale konečným důsledkem je snížená hladina LDL-cholesterolu v krvi. Rostlinné steroly neovlivňují hladinu HDL-cholesterolu, ale ukazuje se, že dochází i ke snižování hladiny triacylglycerolů v případech, kdy je tato hladina vysoká⁷.

Rostlinné steroly mohou být přidávány do různých potravin jako např. rostlinné tuky, mléčné výrobky či dresinky. Na českém trhu (mimo kategorie doplňků stravy) je jen jediný výrobek – rostlinný roztíratelný tuk s rostlinnými steroly. Rostlinné steroly se doporučuje konzumovat spolu s jídlem, kdy se lépe projeví mechanismus snížené absorpce cholesterolu. V rámci studií se nezjistily významnější rozdíly, zda je doporučené množství rostlinných sterolů konzumováno v rámci jednoho jídla nebo rozloženo do více jídel.

Lipoproteiny

Lipoproteiny jsou nejznámější podskupinou komplexních lipidů. Jsou složeny z bílkovinné složky a lipidů. Lipidy obvykle tvoří jádro komplexu a bílkovina jeho obal. Díky této konfiguraci mohou např. putovat krevním řečištěm a přenášet lipidy v rámci organismu. Lipoproteiny krevního séra jsou nejlépe prozkoumány. Hrají významnou roli v rozvoji kardiovaskulárních chorob. Lipoproteiny rozdělujeme podle specifické hmotnosti (hustoty). Obsahují-li lipoproteiny více lipidové a méně bílkovinné složky, je jejich specifická hmotnost nižší. Dvojitá vrstva lipidů s bílkovinnou mezivrstvou umožňuje přenos látek mezi buňkami, případně vnitrobuněčnými útvary.

⁷ Ras RT et al (2014). Low Doses of Eicosapentaenoic Acid and Docosahexaenoic Acid From Fish Oil Dose-Dependently Decrease Serum Triglyceride Concentrations in the Presence of Plant Sterols in Hypercholesterolemic Men and Women. J Nutr; 144 (10): 1564-70. doi: 10.3945/jn.114.192229.

Rozlišujeme několik tříd lipoproteinů, které dělíme podle hustoty:

- VLDL (Very Low Density Lipoproteins) lipoproteiny o velmi nízké hustotě;
- LDL (Low Density Lipoproteins) lipoproteiny o nízké hustotě;
- IDL (Intermediate Density Lipoproteins) lipoproteiny o střední hustotě;
- HDL (High Density Lipoproteins) lipoproteiny o vysoké hustotě.

Jednotlivé frakce se kromě hustoty liší i ve velikosti částic. Ta klesá v řadě VLDL, IDL, LDL a HDL. Dále se rovněž liší poměrným zastoupením jednotlivých složek lipidů, kterými jsou cholesterol volný i vázaný s mastnými kyselinami, fosfolipidy, triacylglyceroly

a bílkoviny. U VLDL převažují triacylglyceroly, u LDL cholesterol a u HDL bílkovina.

U bílkovin vázaných v komplexech (nazývají se apolipoproteiny) rozlišujeme několik typů. Nejznámějšími jsou apolipoprotein A a apolipoprotein B. Někdy se můžeme setkat se zkratkou Apo A a Apo B. Apo B se váže na VLDL, LDL a IDL cholesterol, Apo A na HDL cholesterol. Všechny třídy cholesterolu obsahující Apo B jsou aterosenní, některé však více a jiné méně. Aby to nebylo úplně jednoduché, v rámci LDL-cholesterolu ještě existuje několik frakcí: „velmi lehké“ a „malé husté“ (někdy nazývané denzní) a řada tzv. intermediálních frakcí mezi nimi. „Velmi lehké“ částice obsahují 2700 molekul cholesterolu na jednu molekulu bílkoviny Apo B, zatímco „malé husté“ jen 650 molekul cholesterolu na jednu molekulu bílkoviny Apo B.



Získávání a zpracování olejů a tuků

Proces získávání a zpracování tuků a olejů může mít vliv na jejich výživovou hodnotu. Jedná se hlavně o změny v obsahu minoritních látek vyskytujících se v olejích a tucích.

Lisování, extrakce

Rostlinné tuky se získávají ze semen a plodů rostliny lisováním. Lisování může probíhat za studena. Zvýšením teploty lisování se dosáhne lepší výtěžnosti oleje. Ve vyliscích po lisování zůstává ještě významný podíl oleje. Ten lze získat extrakcí organickými rozpouštědly, která se následně odstraní z oleje odpařením. Proces extrakce bývá občas kritizován některými skupinami spotřebitelů, že olej přichází do styku s organickými rozpouštědly, což je spojeno se zdravotními riziky. Hexan/iso-hexan, které se používají k extrakci olejů, jsou velmi těkavé látky, zbytky v olejích se odstraní v procesu desodorace. Pro oleje je legislativně stanovena maximální limitní hodnota obsahu hexanu 1 miligram na kilogram oleje⁸. Extrakce má jednu další nevýhodu. Zbytky extrakčních rozpouštědel

částečně unikají do ovzduší, což lze považovat za určitou ekologickou zátěž. Na trhu se proto objevují výrobky s marketingovým tvrzením, že při výrobě nebyla použita extrakce, případně, že olej byl získán jen lisováním.

Rafinace

Rafinací se oleje zbavují zbytků mechanických nečistot, buněčných tkání, bílkovin a sacharidů, vody a doprovodných látek, kterými mohou být stopy pesticidů, případně těžkých kovů nebo dalších kontaminantů pocházejících ze životního prostředí. Dále se odstraní některé barevné látky jako např. chlorofyl, které negativně ovlivňují chuť oleje. Zbytkový obsah vody do 1 % vázaný na rostlinné slizy a fosfolipidy může být spolu s přítomnými bílkovinami živnou půdou pro mikroorganismy. Zbytkové části buněk semen obsahují lipolytické enzymy, které z tuku uvolňují volné mastné kyseliny a zhoršují jeho jakost. Všechny tyto doprovodné látky a kontaminanty se rafinací od-

⁸ Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/32/ES ze dne 23. dubna 2009 o sblížení právních předpisů členských států týkajících se extrakčních rozpouštědel používaných při výrobě potravin a složek potravin.

straní. U vlastní rafinace existují principiálně dvě varianty procesu – chemická nebo fyzikální. V případě chemické rafinace se volně mastné kyseliny odstraňují přeměnou na mýdla s následnou separací, u fyzikální rafinace dochází k jejich odstranění v rámci desodorace. Chemická rafinace vykazuje vyšší ztráty neutrálního tuku, na druhou stranu při desodoraci lze použít nižší teplotu, což má za důsledek nižší obsah některých nežádoucích látek vznikajících za vyšších teplot.

Některé oleje získané lisováním za studena lze přímo konzumovat. Oleje lisované za tepla a získané extrakcí je nutno rafinovat. Rafinovaný olej je chuťově neutrální, zbaven některých pachutí. Při rafinaci se však rovněž snižuje i obsah prospěšných biologicky aktivních látek jako jsou fosfolipidy, tokoferoly (vitamin E), rostlinné steroly a provitaminy (β -karoten).

Za studena lisované oleje, pokud jsou chuťově či vzhledově akceptovatelné, jsou vhodnější do studené kuchyně. Rafinované oleje mají univerzální použití. Pro použití v teplé kuchyni rozhoduje pro daný typ úpravy pokrmů většinou jejich tepelná stabilita.

Ztužování

Řada potravinářských výrob vyžaduje použití tuků pevného skupenství a někdy i speciálních vlastností. Je poměrně málo zdrojů tuků, které by splňovaly veškeré požadavky vývojových pracovníků a technologů. Proto se vyvíjely technologie úpravy tuků s cílem připravit tuk požadovaných vlastností. Asi

nejznámější a zároveň kontroverzní úpravou je ztužování tuků. Nenasycené mastné kyseliny reagují s vodíkem za vzniku nasycených mastných kyselin. Proces může být veden dvěma způsoby. Reakce se nechá proběhnout u všech dvojných vazeb v uhlovodíkovém řetězci mastných kyselin. Tímto způsobem vznikne *plně ztužený tuk*, který neobsahuje v podstatě žádné nenasycené mastné kyseliny. Druhým způsobem je ztužování do určitého okamžiku, kdy se nechá reagovat jen část dvojných vazeb nenasycených mastných kyselin. Vznikají takzvané *částečně ztužené tuky*. Během ztužování se část nenasycených mastných kyselin překlápí z uspořádání *cis* do stabilnější polohy *trans*. Výsledkem je, že částečně ztužené tuky mají přibližně dvě třetiny zbylých dvojných vazeb v poloze *trans*. Transmastné kyseliny mají vyšší bod tání než *cis* formy stejného vzorce, proto i tuky s vyšším podílem transmastných kyselin mají tuhou konzistenci.

Schematické znázornění procesu ztužování



Částečně ztužené tuky na rozdíl od plně ztužených tuků obsahují nutričně významné množství transmastných kyselin. Technologie ztužování byla dříve oblíbená mimo jiné

i proto, že se jednalo o jednoduchý proces. Vstupní surovinou byl většinou jednodruhový olej, často lokálního původu, a výstupním produktem ztužený tuk požadovaných vlastností. Ty se navíc daly měnit uspořádáním procesu. Do jisté míry bylo možno ovlivnit, zda bude vznikat více nasycených nebo transmastných kyselin. Ztužování bylo možno ukončit v různých okamžicích od zahájení procesu, což vedlo k různým vlastnostem produktu. Částečně ztužený olej může obsahovat až 60 % transmastných kyselin. Pokud by byl tento tuk použit ve výrobku i v relativně malém množství (několik gramů ve 100 gramech výrobku), tak to přispívá významným způsobem k celodennímu příjmu transmastných kyselin. Velmi často se stává, že konzumací jedné porce výrobku obsahujícího částečně ztužené tuky jsme schopni překročit denní tolerovaný limit pro transmastné kyseliny (2 až 2,5 gramy denně).

Vyšší tepelná stabilita částečně ztužených tuků

Tuky se rovněž ztužovaly za účelem zvýšení oxidační stability. Dvojnité vazby mastných kyselin jsou náchylné k oxidacím. Reaktivita vzrůstá s počtem dvojných vazeb v uhlovodíkovém řetězci. Relativní rychlosti oxidace v řadě mastných kyselin se stejným počtem uhlíků v řetězci (stearová, olejová, linolová a linolenová) jsou přibližně 1:10:100:200. Polynenasycené mastné kyseliny jsou více náchylné k oxidaci než mononenasycené. Transmastné kyseliny jsou stabilnější než *cis* formy. Pro tepelnou úpravu se tedy více hodí tuky s převahou nasycených a mo-

nonenasycených mastných kyselin než ty, které mají větší obsah polynenasycených mastných kyselin. Částečně ztužené tuky z tohoto pohledu vykazovaly dobrou stabilitu, čehož se využívalo při procesech s vysokou tepelnou zátěží (průmyslové smažení, fritování v restauracích).

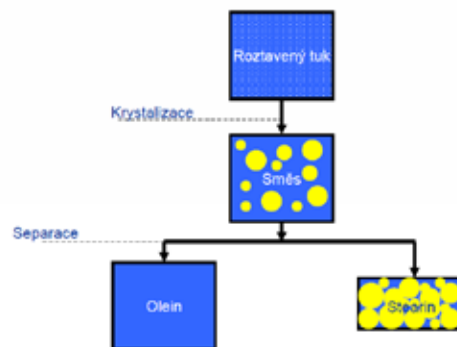
Ztužování tuků je velmi často spojováno s výrobou margarínů. Řada spotřebitelů klade rovnítko mezi margaríny a ztuženými tuky, případně se domnívá, že margaríny se vyrábějí ztužováním. I řada lékařů nerozlišuje mezi pojmem margarín a ztužený tuk. Ztužování je však zcela oddělená technologická operace od výroby margarínů. Částečně ztužené tuky byly po dobu 100 let jednou ze surovin pro výrobu margarínů stejně jako celé řady jiných produktů. Není vůbec žádný rozdíl, jestli se přidávaly do margarínů nebo jiných potravin. Dnešní značkové margaríny transmastné kyseliny prakticky neobsahují. Spojitost transmastných kyselin s margaríny však zůstává hluboce zakořeněna v mysli celé řady lidí. Podobně jsou na tom i pokrmové (100%) tuky. Ty se dokonce stále v rámci Českého statistického úřadu sledují jako kategorie potravin pod názvem ztužené tuky, i když v nich dnes žádné ztužené tuky nejsou. Problém transmastných kyselin v potravinách nelze považovat za překonatelný. Řada potravin jako náhražky čokolád, trvanlivé pečivo, cukrovinky či některé pokrmové tuky stále ještě mají vysoký podíl transmastných kyselin.

Používání částečně ztužených tuků do značné míry souviselo i s vývojem poznatků o vlivu transmastných kyselin na zdraví. Ještě v 80. letech minulého století se předpokládalo, že transmastné kyseliny mají podobné účinky jako mononenasycené, v polovině 90. let byly účinky srovnávány s nasycenými mastnými kyselinami. Z tohoto pohledu ztužování olejů nic nebránilo. Podle dnešní úrovně poznatků jsou transmastné kyseliny považovány za horší než nasycené. Tato fakta se často v médiích překrucují tím, že potravinářský průmysl používal tuky, o nichž tvrdil, že z hlediska zdraví nevadí. To, že chyběly důkazy o negativním působení transmastných kyselin na zdraví, nebyla chyba potravinářského průmyslu. Na vině byla neexistence vědeckých studií z renomovaných klinických pracovišť.

Frakcionace

Alternativním procesem, kdy lze získat tuk pevné konzistence požadovaných vlastností je frakcionace. Frakcionace se s výhodou používá například u palmového oleje. Palmový olej obsahuje 50 % nasycených a 50 % nenasycených mastných kyselin. Pokud se olej zahřeje nad bod tání a následně ochladí, dochází ke krystalizaci pevných podílů. Pokud proces probíhá za definovaných podmínek z hlediska teploty a času, lze oddělením krystalizujícího podílu získat dva rozdílné tuky.

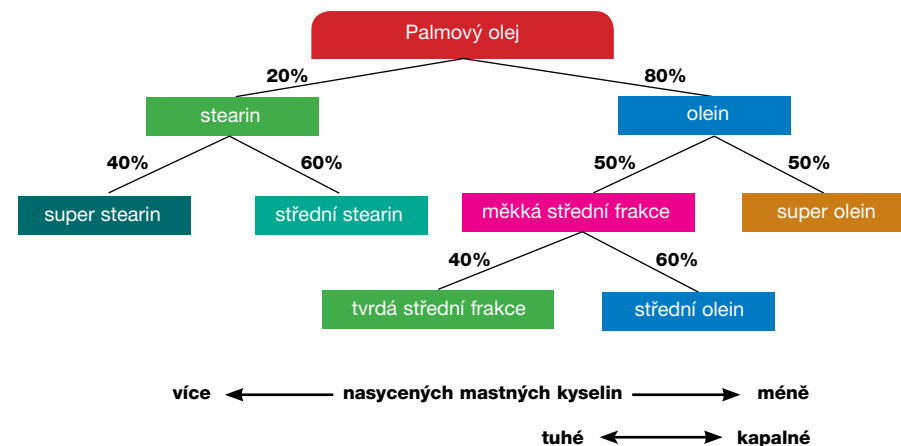
Princip frakcionace



Frakce s krystalizujícím tukem má vyšší obsah nasycených mastných kyselin, v kapalném podílu naopak převažují nenasycené mastné kyseliny. Z jedné suroviny tímto způsobem získáme dva rozdílné tuky nebo i více surovin (pokud se proces opakuje) s odlišným složením mastných kyselin a specifických vlastností.



Schematické znázornění opakované frakcionace palmového oleje



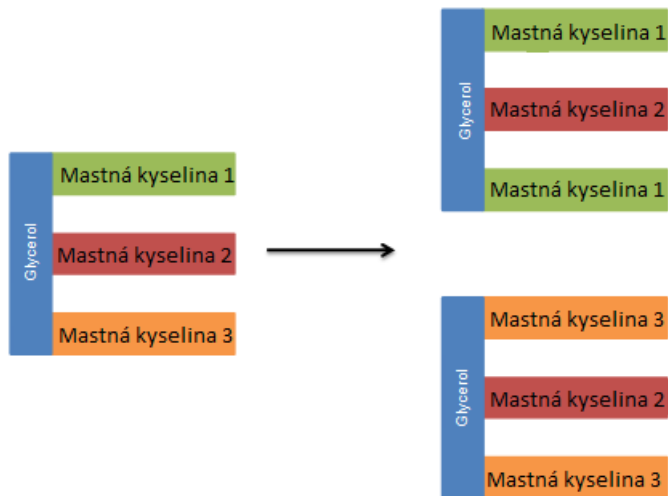
Výhoda tohoto procesu je v jeho jednoduchosti. Nevýhodou je, že při poptávce po jedné z frakcí je potřeba najít odbytiště i pro druhou frakci. To komplikuje logistiku výrobního procesu a má vliv na ceny jednotlivých produktů. Alokace nákladů na frakcionaci nemusí být úměrně rozdělena na jednotlivé frakce. Ceny jednotlivých produktů bude ovlivňovat nabídka a poptávka na trhu. Palmový olej umožňuje získat v rámci opakujícího se procesu řadu frakcí s různým složením mastných kyselin a odlišnými vlastnostmi.

Přeesterifikace

Další možností jak získat tuk požadovaných vlastností je přeesterifikace. V rámci tohoto procesu se smíchá pevný tuk s olejem v různém poměru. Možno je kombinovat i více různých tukových surovin. Tato technologie dává vznik nepřehledného množství nových tuků s definovanými vlastnostmi pro jakoukoliv potravinářskou technologii. Je to dáno obrovským v podstatě neomezeným portfoliem tukových surovin, které lze použít jako výchozí suroviny, stejně jako libovolnými poměry jednotlivých komponent ve směsi. V rámci přeesterifikace nevznikají nežádoucí transmastné kyseliny.

V principu existují dva způsoby přeesterifikace: *chemicky* (alkalicky) nebo *enzymově* katalyzovaná. U obou metod se přeruší esterová vazba mastných kyselin na glycerol, následně se mastné kyseliny opět naváží na glycerol, ale na jiných místech. Skladba mastných kyselin zůstává přitom stejná. Alkalicky katalyzovaná chemická přeesterifikace probíhá za středně vysoké teploty okolo 100 °C. Výsledkem je náhodná distribuce mastných kyselin ve všech pozicích *sn-1*, *sn-2* a *sn-3*. Enzymově katalyzované přeesterifikace patří mezi biologické procesy. Probíhá za mírných podmínek (30 až 60 °C). Je to proces méně energeticky náročný a více šetrný i k životnímu prostředí. Většinou se používají stereospecifické lipázy, které přeruší esterové vazby jen na pozicích *sn-1* a *sn-3*. Skladba mastných kyselin vázaných na pozici *sn-2* zůstává stejná.

Příklad enzymově katalyzovaná přeesterifikace

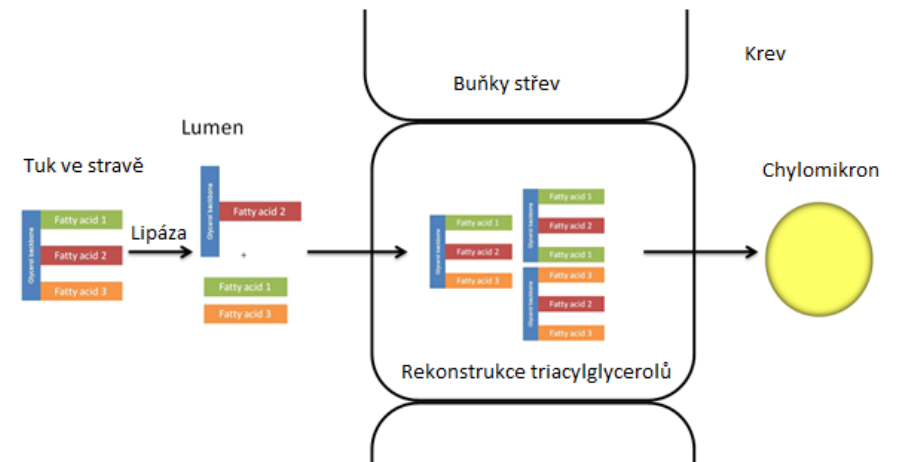


Enzymově katalyzovaná přeesterifikace je běžný přírodní proces. Lze jej srovnat s trávením tuků v lidském organismu. Pankreatická lipáza rozštěpí všechny esterové vazby v poloze *sn-1* a *sn-3* na volné mastné kyseliny a 2-monoacylglycerol. Tyto stavební jednotky jsou absorbovány buňkami střevní stěny, kde opět nově vznikají triacylglyceroly, a ty jsou prostřednictvím lipoproteinových komplexů distribuovány krví do celého organismu.

Enzymově katalyzovaná přeesterifikace je běžný přírodní proces. Lze jej srovnat s trávením tuků v lidském organismu. Pankreatická lipáza rozštěpí všechny esterové vazby v poloze *sn-1* a *sn-3* na volné mastné kyseliny a 2-monoacylglycerol. Tyto stavební jednotky jsou absorbovány buňkami střevní

stěny, kde opět nově vznikají triacylglyceroly, a ty jsou prostřednictvím lipoproteinových komplexů distribuovány krví do celého organismu.

Princip trávení tuků



Lipázy jsou běžné přírodní enzymy vyskytující se v každém živém organismu. Využívají se i v jiných potravinářských technologiích jako např. ke zvýraznění chuti při výrobě sýrů, přípravě aromat, pekárenských technologiích. V dnešní době se enzymově katalyzované přeesterifikace používají stále častěji. Odpadají tak diskuse, zda má procentuální navýšení nasycených mastných kyselin v poloze *sn-2*, ke kterému dochází

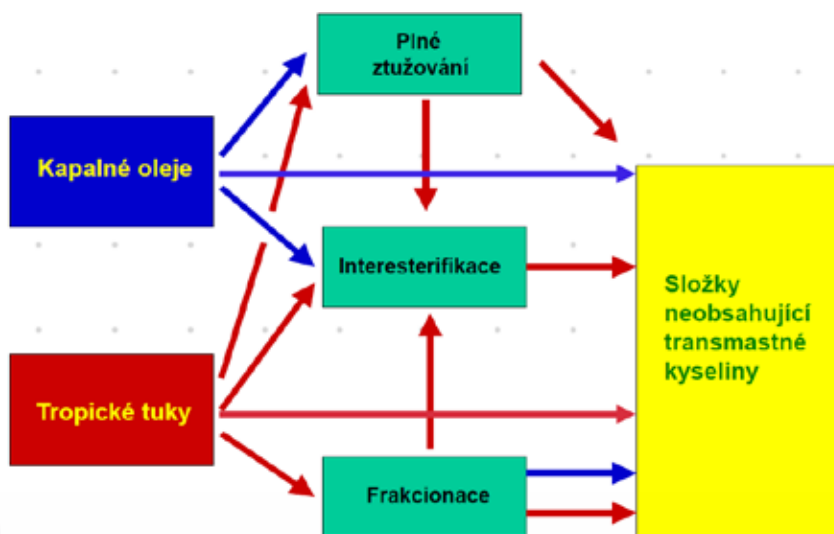
při alkalicky katalyzované přeesterifikaci, nějaké nežádoucí účinky na krevní lipidy či nikoliv.

Strukturální tuky

Řada potravinářských technologií vyžaduje pro některé druhy výrobků použití tuků pevné konzistence. Tuk pevné konzistence je ten, který má zároveň vyšší obsah nasyčených nebo transmastných kyselin, což z hlediska výživových doporučení je méně žádoucí. Nicméně ne každý tuk pevného skupenství splňuje požadavky pro danou aplikaci.

Tuky lze rovněž plně ztužit. Plně ztužený tuk obsahuje převážně jen nasycené mastné kyseliny, případný zbytkový podíl transmastných kyselin je nutričně nevýznamný. Tropické tuky lze podrobit frakcionaci a využít lze i přeesterifikaci, při níž je možno kombinovat tropické oleje, jejich frakce, plně ztužené tuky i běžné oleje v různých poměrech. Výsledkem je tuk, který odpovídá zadání pracovníkům výroje.

Tuky bez transmastných kyselin



Všechny tyto tuky takto připravené představují po výživové stránce vhodnější alternativu oproti částečně ztuženým tukům. Podle posledních trendů, které se při výrobě potravin stále více uplatňují, je snaha vyhýbat se chemickým procesům. Proto se ve výše uvedeném schématu stále více uplatňují frakcionace a enzymově katalyzovaná přeesterifikace, které patří do kategorie fyzikálních a biologických procesů. Jak ukazují zkušenosti z Dánska, kde obsah transmastných kyselin v potravinách je legislativně omezen, lze částečně ztužené tuky z výroby potravin zcela odstranit a ve všech typech potravin je operativně nahradit tuky bez transmastných kyselin.

Vzájemné zastoupení mastných kyselin v jednotlivých tucích se výrazně liší. Strukturální tuk není v řadě případů jediným tukem použitým ve výrobku. Proto je nutno z hlediska vlivu na zdraví posuzovat vhodnost výrobku s ohledem na skladbu mastných kyselin jako celek. Tabulka výživových údajů je z legislativy povinná u všech výrobků až na pár výjimek. Obsahuje informaci o celkovém obsahu tuku a v něm obsažených nasyčených mastných kyselin (povinný údaj na obalech), případně i nenasycených mastných kyselin, pokud jsou uvedeny (dobrovolný údaj).





Tuky a zdraví

Vliv cholesterolu na zdraví

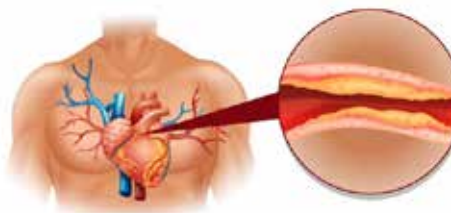
Na internetu se můžeme často setkat s názorem, že vysoká hladina cholesterolu nevede k něčemu jinému. Tento názor není správný. Vysoká hladina cholesterolu je skutečně rizikovým faktorem ischemické choroby srdeční, na druhou stranu nikoliv však faktorem jediným. V rámci krevních lipidů existuje více rizikových faktorů a ty se rovněž uplatňují různou měrou. Jak bylo zmíněno výše, všechny lipoproteiny navázané na Apo B jsou aterogenní. Někdy jejich součet nazýváme jako non-HDL-cholesterol a hodnotu získáme z rozdílu hladiny celkového a HDL-cholesterolu. Non-HDL-cholesterol se používá pro korekce rizikosti pacienta s ohledem na hladinu HDL-cholesterolu. HDL-cholesterol odvádí přebytečný cholesterol zpět do jater, proto také bývá nazýván jako „hodný“ cholesterol. Někdy se pro lepší posouzení rizik používá i podíl celkového/HDL-cholesterolu. Čím vyšší je hodnota podílu, tím vyšší jsou rizika. Za normální se považuje hodnota poměru menší než 5.

LDL částice rozvádí cholesterol po celém organismu. Jednotlivé buňky si cholesterol zachytí pomocí tzv. receptorů LDL částic, které jsou rozpoznány podle přítomné Apo B bílkoviny. Je-li LDL-cholesterol nadbytek, začne se ukládat do stěn cév a vytvářet tzv. aterosklerotické pláty. Proto je LDL-cholesterol nazýván jako „zlý“ cholesterol. LDL-cholesterol je nejvýznamnějším rizikovým faktorem ze skupiny non-HDL cholesterolu. Hodnota hladiny LDL-cholesterolu bývá proto používána jako ukazatel úspěšnosti léčby poruch metabolismu tuků. Pokud je pacient zařazen do více rizikovější skupiny, např. po prodělaném infarktu myokardu, je snaha o dosažení nižších hodnot LDL-cholesterolu.

Všechny LDL částice nepředstavují stejná rizika. Vyšší aterogenní účinek bývá připisován malým „hustým částicím“ než „velmi lehkým“, protože jsou hůře vychytávány pomocí receptorů LDL částic, setrvávají v krvi déle, lépe pronikají do cévní stěny a díky delší přítomnosti v krvi se snáze oxidují. Pokud má někdo vyšší podíl „malých hustých“ LDL částic v krvi, má i vyšší hladinu obsahu bílkovin Apo B, což lze prokázat speciálním

vyšetřením. Podobně lze stanovit speciálním vyšetřením i hladinu Apo A vázaného na HDL-cholesterol a z poměru Apo A/Apo B posuzovat rizika pacienta. Vyšší podíl „malých hustých“ LDL částic v krvi velmi často doprovází i vysoká hladina triacylglycerolů a nízká hladina HDL-cholesterolu, proto lze již na základě vybočení těchto parametrů z normálních hodnot odhadnout zvýšená rizika daného pacienta, aniž by bylo nutné speciálně vyšetřovat podíl jednotlivých frakcí LDL částic.

Pokud strava obsahuje větší množství nasycených mastných kyselin, vytváří se v jaterních buňkách méně receptorů LDL částic, jejichž úkolem je vychytávat LDL-cholesterol. Čím méně receptorů na povrchu jaterní buňky je, tím více LDL-cholesterolu zůstává v krevním séru. Přebytečný cholesterol má tendenci ukládat se do cévní stěny. Pokud místo nasycených mastných kyselin konzumujeme nenasycené mastné kyseliny, tvorba receptorů se naopak zvýší a tím dochází k zachycení většího množství LDL-cholesterolu. Hladina LDL-cholesterolu v krvi klesá a snižuje se tak i riziko kardiovaskulárních onemocnění.



Příjem cholesterolu v rámci stravy

Hladinu cholesterolu v krvi ovlivňuje i jeho samotný příjem stravou. Na internetu se můžeme dočíst, že cholesterol v potravinách nevede k něčemu jinému. Tyto informace se začaly častěji objevovat poté, co expertní skupina, která připravovala podklady k výživovým doporučením pro obyvatele USA 2015, vyřadila tento parametr ze sledovaných⁹. Lidské tělo pokrývá potřebu cholesterolu syntézou v organismu zhruba ze dvou třetin. Jen přibližně jedna třetina pochází z potravin. Vnitřní tvorba cholesterolu má i určité výkyvy závislé od příjmu cholesterolu v potravinách. To však neznamená, že bychom si cholesterolu v potravinách neměli vůbec všimnout a zcela jej opomíjet. Vysoký příjem cholesterolu prokazatelně zvyšuje hladinu celkového a LDL-cholesterolu v krvi. Na druhou stranu je zde individuální odezva organismu. U některých jedinců se hladina cholesterolu zvyšuje více, u jiných méně¹⁰. Podobně je tomu, pokud příjem cholesterolu ve stravě snížíme. U někoho poklesne hladina cholesterolu více, u někoho méně.

Existují doporučení odborných společností, podle nichž by denní příjem cholesterolu neměl překročit 300 miligramů, a u rizikových pacientů se doporučuje příjem nižší – 200 miligramů. Doporučení omezit příjem cholesterolu do 300 miligramů za den je součástí doporučení Evropské kardiologické

⁹ USDA (2015). Scientific Report of the 2015 Dietary Guidelines Advisory Committee. <http://www.health.gov/dietaryguidelines/2015-scientific-report/>.

¹⁰ Wolfram G et al (2015). Evidenzbasierte Leitlinie. Fettzufuhr und Prävention ausgewählter ernährungsmitbedingter Krankheiten, Deutsche Gesellschaft für Ernährung.

ké společnosti (ECS) a Evropské společnosti pro aterosklerózu (EAS)¹¹. Na druhou stranu limit pro příjem cholesterolu z potravin nenajdeme v posledních doporučeních FAO/WHO¹². Není to však proto, že by cholesterol zcela nevedil. Vyšší konzumace cholesterolu je obvykle spojena s vyšším příjmem nasycených mastných kyselin. Ty rovněž negativně ovlivňují hladinu cholesterolu a to větší měrou než samotný příjem cholesterolu z potravin. Snížení příjmu nasycených mastných kyselin má mnohem větší účinek na hladinu krevních lipidů než snížení příjmu cholesterolu, což je podloženo i vyšší úrovní důkazů¹². Pokud je dodržován limit pro příjem nasycených mastných kyselin, neměl by ani příjem cholesterolu z potravin představovat velký problém. Z tohoto důvodu nestanovuje limit pro příjem cholesterolu z potravin ani EFSA². Potřebu vydávat doporučení na národní úrovni může ovlivnit i skutečnost, zda je cholesterol v populaci konzumován v nadbytku. Například nová výživová doporučení pro obyvatele USA z roku 2015 již limit pro cholesterol přijímaný v potravinách neuvádějí mimo jiné právě proto, že příjem v populaci není nadbytečný, přesto zde najdeme obecnou poznámku, že by měl být příjem cholesterolu z potravin co nejnižší¹³. Do jisté míry i záleží, z jakých po-

travin cholesterol pochází. Například vejce, respektive vaječný žloutek mají sice vysoký obsah cholesterolu, vedle cholesterolu obsahuje vaječný žloutek i lecithin, u kterého byly popsány opačné účinky na hladinu cholesterolu v krvi. Dříve byla konzumace vajec v doporučeních omezována na dvě týdne, dnes se již toleruje jedno denně. Výživová doporučení z poslední doby více sledují potraviny jako celek než jednotlivé živiny v nich obsažené. Živiny mohou mít synergické nebo antagonistické působení na některé rizikové faktory. Konzumaci potravin se mohou některé účinky vzájemně rušit nebo naopak potencovat.

Cílové hodnoty hladin krevních lipidů

Následující tabulka ukazuje optimální hodnoty lipidů zdravého jedince a cílové hodnoty, jichž by mělo být dosaženo pomocí režimových opatření v rámci pestré vyvážené stravy při zdravém životním stylu v kombinaci s případnou medikací. Pro nemocné v sekundární prevenci kardiovaskulárních onemocnění a ve vysokém riziku těchto chorob jsou stanoveny cíle pro celkový cholesterol a LDL-cholesterol ještě nižší a u nejrizikovějších osob, je snaha dosáhnout hladiny LDL-cholesterolu pod 1,8 milimolů na litr¹⁴.

Lipidy	Optimální hodnoty	Pacient s vysokým rizikem	Pacient s velmi vysokým rizikem
Celkový cholesterol	< 5,0 mmol/l	< 4,5 mmol/l	
LDL-cholesterol	< 3,0 mmol/l	< 2,5 mmol/l	<1,8 mmol/l
Triacylglyceroly	< 1,7 mmol/l		
HDL-cholesterol	> 1,0 mmol/l u mužů > 1,2 mmol/l u žen		

Další faktory ovlivňující krevní lipidy

Dalším pozitivně působícím faktorem na krevní lipidy je aktivní pohyb. Hladina celkového a LDL-cholesterolu je ovlivňována méně. Ke snížení dochází hlavně v případech, kdy v důsledku fyzických aktivit dochází i k poklesu hmotnosti. Zvyšuje se však hladina HDL-cholesterolu. Z hlediska příznivého účinku na hladinu lipidů je vhodné, aby cvičení trvalo 30 až 45 minut 4 až 5 krát týdně při střední intenzitě zátěže. Míru tělesné zátěže lze u lidí bez srdečních chorob dobře odhadnout podle tepové frekvence. Maximální zátěž je dána číselnou hodnotou: 220 mínus věk. Podle doporučených postupů optimální zátěž odpovídá 60 až 75 % této hodnoty. U osob s kardiovaskulárními onemocněními lze doporučenou intenzitu pohybových aktivit nejlépe určit na základě zátěžového vyšetření. Hladinu HDL-cholesterolu zvyšuje i umírněná konzumace alkoholu, za kterou se považuje 30 gramů čistého etanolu denně pro muže a 20 gramů pro ženy. Orientačně je to půllitr piva, sklenka vína, sklenička destilátu, muži mohou konzumovat o něco více, ženy naopak méně.

Pozitiva a negativa konzumace tuků

Tuky jsou významným zdrojem energie, pomáhají udržovat tělesnou teplotu a fungují jako mechanická ochrana vnitřních orgánů. Jsou důležité pro vstřebávání v tuku rozpustných vitaminů a nositelem různých ochranných látek, například rostlinných sterolů nebo antioxidantů. Polynenasycené mastné kyseliny patří k základním stavebním kamenům buněčných membrán. Bez jejich přítomnosti by buňka nemohla existovat – přijímat živiny a vylučovat metabolické produkty. Esenciální mastné kyseliny jsou potřebné pro vznik řady hormonů. Tuhy mohou být zdrojem nadměrného příjmu energie a přispívat ke zvyšování tělesné hmotnosti. Z praktického hlediska se tuhy pozitivně podílejí na sensorickém vjemu potravin. Jsou důležitým teplosným médiem při smažení a pečení a v neposlední řadě se podílejí na texturních vlastnostech celé řady potravin. Při tepelných procesech mohou vznikat nežádoucí látky s negativním vlivem na zdraví člověka. Na druhou stranu jiné látky vzniklé v průběhu přípravy pokrmů zlepšují jejich sensorické vlastnosti. Ne každý tuk se hodí

¹¹ Catapano AL et al (2016). ESC/EAS Guidelines for the Management of Dyslipidemias. Eur Heart J; 37: 2999-3058.

¹² Report of an Expert Consultation (2010). Fats and Fatty Acids in Human Nutrition. FAO Food and Nutrition Paper 91. Dostupné na <http://foris.fao.org/preview/25553-0ece4cb94ac52f9a25af-77ca5cfba7a8c.pdf>.

¹³ USHHS/USDA (2015). 2015-2020 Dietary Guidelines for Americans. 8th Edition. Dostupné na <http://health.gov/dietaryguidelines/2015/guidelines/>.

¹⁴ Reiner Ž et al. (2011). ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias. Eur Heart J; 32: 1769-1818.

ke všem účelům. Při konkrétním výběru vhodného tuku je nutno zvažovat řadu faktorů, volba nebývá vždy jednoduchá a často je potřeba se uchýlit ke kompromisům. Nasyčené a transmastné kyseliny patří mezi rizikové živiny, pokud jsou konzumovány v nadbytku, podílejí se na vzniku a rozvoji nepřenositelných chronických onemocnění.

Doporučení pro celkový příjem tuků

V poslední době se v tisku a po internetu šíří informace, že máme spoustu nových objevů týkajících se role tuků ve výživě. Výživová doporučení, která byla dlouhodobě předkládána obyvatelstvu, jako by přestala platit. Odkud se tyto nové informace berou?

Jednou z oblastí, kde k takovému posunu postupně docházelo, je celkový příjem tuků ve stravě. V osmdesátých letech minulého století, hlavně v USA, byl tuk označen jako hlavní viník nárůstu obezity v rámci populace. Jednak díky tomu, že tuk obsahuje dvojnásobek energie v jednom gramu oproti sacharidům a bílkovinám a Američané byli pověstní vysokou konzumací tuku. Módním hitem se staly diety s nízkým příjmem tuku, vzrostla poptávka po potravinách, které mají minimum tuku. Tuk v potravinách i stravě musel však být obvykle něčím nahrazen. V důsledku těchto změn došlo ke zvýšení konzumace cukrů, hlavně přidaných a různých zahušťovadel na bázi škrobu, které se do potravin přidávaly za účelem zlepšení textury místo tuku, jehož obsah byl ve výrobcích zredukován. Tyto změny ve stravě z pohledu kardiovaskulárních rizik nepřinesly nic pozitivního, v některých případech dokonce docházelo ke zvýšení rizik. Je potřeba si však uvědomit, že americký trh s potravinami je do značné míry extrémem. V řadě potravin byl tuk nahrazen úplně. Nikde jinde nenajdete tolik výrobků s výživovým tvrzením „zero fat“, případně „fat free“, tj. s nulovým obsahem tuku napříč různými kategoriemi výrobků. Výrobky v USA lze takto označit, obsahují-li méně než 0,5 gramů tuku v jedné porci. Paradoxně lze najít takové zástupce i v kategorii rozdílných tuků, kde bychom to nečekali. Zatímco na

trhu v České republice nejsou rozdílné tuky, které by obsahovaly méně než 20 % tuku, v USA se najdou i výrobky, kde obsah tuku je jen několik procent.

Pokud sledujeme vývoj doporučení pro konzumaci tuku, tak se hodnoty spíše zvyšují. Podle WHO a FAO z roku 2003 by se měl příjem tuku pohybovat v rozmezí 15 až 30 % z celkového příjmu energie¹⁵. FAO a WHO posunuly v roce 2010 celý interval o 5 procentních bodů směrem k vyšším hodnotám – 20 až 35 % z celkového příjmu energie¹². Doporučení týkající se příjmu tuků z roku 2012 vydané pro obyvatele Skandinávie se zvýšilo o dalších 5 procentních bodů – 25 až 40 % z celkového příjmu energie¹². Doporučení pro příjem tuku může být formulováno specificky vzhledem k tělesné hmotnosti jedinců. Např. holandská doporučení z roku 2001 pro osoby s normální hmotností tolerovala příjem z tuků až do 40 % z celkového příjmu energie¹⁶ a pro osoby s nadváhou příjem energie z tuků do 35 %¹⁷. Holandská doporučení z roku 2001 opět svědčí o tom, že strava s nízkým příjmem tuku není již delší dobu podporována.

Minimální příjem na úrovni 15 % je důležitý z důvodu zajištění dostatečného příjmu esenciálních mastných kyselin a vitaminů rozpustných v tucích, 20 % potřebují ženy v reprodukčním věku, osoby s nízkou tě-

¹⁵ Joint WHO/FAO expert consultation (2003). Diet, nutrition and prevention of chronic diseases. WHO Tech. Report Series 916. Dostupné na http://archive.oxha.org/knowledge/publications/who_fao_dietnutrition_cdprevention_2003.pdf.

¹⁶ Nordic Nutrition Recommendation (2012). Dostupné na <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:704251/FULLTEXT01.pdf>.

¹⁷ Spaaij CJK, Pijls LTJ (2003). New dietary reference intakes in the Netherlands for energy, proteins, fats and digestible carbohydrates. European Journal of Clinical Nutrition; 58: 191-194. doi:10.1038/sj.ejcn.1601788.

lesnou hmotností (Body Mass Index BMI < 18,5) a nejnovějších 25 % v doporučeních pro obyvatele Skandinávie bylo zavedeno z důvodu, aby se současně o stejnou energetickou hodnotu ponížil příjem sacharidů, který je často dodáván do organismu prostřednictvím nadměrného množství jednoduchých cukrů.

Osoby se střední fyzickou aktivitou při optimálním příjmu energie 2000 kcal (8400 kJ) měly konzumovat 50 až 80 gramů tuků denně. Referenční hodnota příjmu, od které se odvíjí propočty procent z doporučeného příjmu v rámci uvádění výživových hodnot na obalech potravin, je stanovena pro 2000 kilokalorií příjmu energie na 70 gramů denně¹. Hodnoty jsou to orientační. Každý jedinec má nastavený svůj individuální denní příjem, který by měl odpovídat jeho potřebám a energetickému výdeji. Má-li někdo větší energetický výdej, může si dovolit sníst úměrně více tuků. K přepočtu lze použít klasickou trojčlenku.

Kvalita tuků (složení) je důležitější než kvantita (množství)

Dnes se místo kvantitativního omezování příjmu tuku se klade větší důraz na jeho složení, tedy kvalitu. Z tohoto pohledu je třeba příslušná doporučení správně interpretovat.

Doporučení pro celkový příjem tuku pracují vždy s určitým, relativně širokým intervalem hodnot. Tyto hodnoty nejsou striktní a mají spíše orientační charakter. Doporučení pro příjem nasycených a transmastných kyselin jsou omezující, minimální příjem není stanoven, proto hovoříme správně o tolerovaném než doporučeném příjmu. Polynenasycené mastné kyseliny patří mezi esenciální, pro správný chod základních funkcí v organismu potřebujeme zajistit jejich dostatečný příjem. Z pohledu preventivního působení vůči kardiovaskulárním onemocněním by měl být příjem vyšší. V rámci těchto doporučení však bývá stanovena i horní mez. Velmi vysoký příjem není potřebný, ani žádoucí z důvodu potenciálních oxidačních reakcí v organismu. Na druhou stranu EFSA horní hranici pro příjem polynenasycených mastných kyselin nestanovuje³.

Většina výživových doporučení pro živiny s energetickou hodnotou (tuky, bílkoviny, sacharidy) je uváděna primárně v procentech z energetického příjmu. Odtud se případně odvozují hodnoty doporučeného příjmu v gramech na den pro jednotlivé věkové skupiny, pohlaví s ohledem na energetický výdej podle vykonávaných tělesných aktivit.

Co nejnižší příjem transmastných kyselin

U transmastných kyselin se setkáváme s cílovou hodnotou do 1 % z celkového příjmu energie nebo i co nejnižšího příjmu. Občas se objevují v médiích a na internetu informace, že transmastné kyseliny přirozeně se vyskytující např. v mléčném tuku z hlediska vlivu na zdraví nevadí. WHO publikovala metaanalýzu sledující vliv transmastných kyselin na hladinu krevních lipidů¹⁸. Z této studie vyplývá, že obě skupiny transmastných kyselin, jak vzniklé v rámci průmyslových technologií, tak i přirozeně se vyskytující v tuku přežvýkavců, působí na krevní lipidy negativně. Výsledky jasně ukazují, že snížení příjmu transmastných kyselin bez rozlišení původu zlepšuje profil krevních lipidů ve smyslu snížení rizika kardiovaskulárních onemocnění. Pravda je, že transmastné kyseliny přirozeně se vyskytující v mléčném tuku vadí méně, nikoliv však z důvodu původu. V rámci observačních studií vykazují negativní vliv na rozvoj ischemické choroby srdeční transmastné kyseliny vzniklé v rámci průmyslových technologií vzhledem k tomu, že konzumace přírodních transmastných kyselin je relativně nízká, přibližně 0,7 % z celkového energetického příjmu¹⁹. Podle Společnosti pro výživu by měl být příjem transmastných kyselin co nejnižší a neměl by překročit 1 % (přibližně 2,5 gramů

za den) z celkového energetického příjmu²⁰. Někdy se pro zjednodušení udává 10 % jako hranice příjmu součtu nasycených a transmastných kyselin.

Omezování příjmu nasycených mastných kyselin

Podle WHO, FAO a řady další odborných společností by příjem nasycených mastných kyselin neměl překračovat 10 % z celkového příjmu energie. Výjimku tvoří doporučení Francie, podle nichž je tolerovaný příjem pro nasycené mastné kyseliny vyšší – 12 % z celkového příjmu energie. Tento parametr je však doprovázen dalším limitem – 8 % z celkového příjmu energie pro součet nasycených mastných kyselin laurové (C12:0), myristové (C14:0) a palmitové (C16:0), přičemž obě omezení platí současně²¹. Z praktického hlediska se limit pro součet kyselin laurové, myristové a palmitové uplatňuje dříve a lze jej považovat za přísnější než omezení pro veškeré nasycené mastné kyseliny. Limit 8 % z celkového příjmu energie pro součet nasycených mastných kyselin laurové, myristové a palmitové je srovnatelný s 10 % z celkového příjmu energie pro všechny nasycené mastné kyseliny²². Francouzská doporučení se tedy systémově neliší od ostatních.

¹⁸ Brouwer IA (2016). Effects of trans-fatty acids intake on blood lipids and lipoproteins: a systematic review and meta-regression analysis. Dostupné na <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/246109/1/9789241510608-eng.pdf>.

¹⁹ Sacks FM et al (2017). Dietary Fats and Cardiovascular Disease: A Presidential Advisory From the American Heart Association. *Circulation*; 136 (3): e1–e23. doi: 10.1161/CIR.0000000000000510.

²⁰ Společnost pro výživu (2012). Výživová doporučení pro obyvatelstvo České republiky. Dostupné na <http://www.vyzivaspol.cz/vyzivova-doporuceni-pro-obyvatelstvo-ceske-republiky/>

²¹ Legrand P (2013). New French Nutritional Recommendation for Fatty Acids. FAO and WHO. Dostupné na <http://www.fao.org/3/a-as572e.pdf>.

²² Brát J, Doležal M (2016). Složení tuků v maloobchodní síti v roce 2016. *Potravinářská revue*; (3): 14–18.



U osob se zvýšeným rizikem kardiovaskulárních onemocnění se doporučuje příjem nasycených mastných kyselin i nižší. American Heart Association (AHA) uvádí cílové hodnoty 5 až 6 % z celkového příjmu energie²³. Tato hodnota je však velmi obtížně dosažitelná. Podle EFSA by hodnota příjmu nasycených mastných kyselin měla být co nejnižší⁹. Česká republika nevybočuje z rámce existujících mezinárodních doporučení. Příjem nasycených mastných kyselin by měl být nižší než 10 % z celkového příjmu energie – 20 gramů²⁰. Lidský organismus je schopen pokrýt potřebu nasycených mastných kyselin vlastní syntézou, příjem z potravin není tudíž bezpodmínečně nutný. Nadměrná konzumace nasycených mastných kyselin zvyšuje hladinu celkového i LDL-cholesterolu, což mimo jiné potvrdila i přehledová studie WHO²⁴. Na druhou stranu nasycené mastné kyseliny zvyšují zároveň hladinu HDL-cholesterolu, což bývá někdy využíváno na jejich obhajobu.

Délka řetězce mastných kyselin

Jedním z častých témat, která se v poslední době diskutují, je rozdílné působení nasycených mastných kyselin na rizikové faktory podle délky jejich uhlovodíkového řetězce. Toto dělení je odvozeno z některých klíčových vlastností jako například rozpustnost

ve vodě, které následně souvisí s odlišným způsobem transportu a metabolismu v organismu. Mastné kyseliny s krátkou (4 až 6 uhlíků) a střední délkou řetězce (6 až 10 uhlíků), které se odštěpily v procesu trávení z molekuly triacylglycerolu, jsou rozpustné ve vodě, vstřebávají se přímo do krve a postupují portální žilou do jater, kde se využívají především jako zdroj energie. S rostoucí délkou řetězce mastných kyselin klesá jejich rozpustnost ve vodě. Proto jsou mastné kyseliny s dlouhým řetězcem transportovány v organismu přes lymfatický systém do centrálních žil ve formě lipoproteinových komplexů. V různých pramenech se můžeme setkat se zařazením kyseliny laurové s 12 uhlíky (hlavně v souvislosti s kokosovým tukem) mezi mastné kyseliny se střední délkou řetězce. Podíl mastných kyselin absorbovaných prostřednictvím lymfatického systému se zvyšuje s délkou uhlovodíkového řetězce. Kyselina kaprylová (C8:0) byla bilančně z celkového příjmu zjištěna v lymfatickém systému jen ze 7,3 %, kyselina kaprinová (C10:0) z 26,3 %, zatímco kyselina laurová (C12:0) se chová spíše jako mastná kyselina s dlouhým řetězcem, kam ji mimo jiné řadí i EFSA². Používají-li se tuky se střední délkou řetězce (označované jako MCT – Medium Chain Triglyceride) pro účely klinické výživy, potom tyto preparáty jsou

na bázi kyseliny kaprylové (C8:0) a kaprinové (C10:0)²⁶. Tyto přípravky lze získat např. frakcionací kokosového tuku, zastoupení mastných kyselin je však zcela odlišné od přírodního kokosového tuku. Délka řetězce mastných kyselin ovlivňuje různou měrou i hladinu cholesterolu. Nasycené mastné kyseliny s krátkým a středním řetězcem (C4-C10) nemají vliv na krevní lipidy a nepatří mezi aterogenní. Vyskytují se hlavně v mléčném tuku, ale jen v relativně menším množství přibližně do 10 %. Nasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem (C12-C18) mají významný aterogenní a trombogenní potenciál. Nejčastěji bývají z tohoto pohledu hodnoceny kyselina myristová (C14:0) a palmitová (C16:0). Obě zvyšují výrazně hladinu LDL-cholesterolu. Kyselina stearová (C18:0) nezvyšuje hladinu LDL-cholesterolu, nicméně experimentální data neukazují na skutečnost, že by se z hlediska vlivu na kardiovaskulární onemocnění výrazně odlišovala

od ostatních nasycených mastných kyselin s dlouhým řetězcem^{27,28}.

Doporučený příjem pro nenasycené mastné kyseliny

U nenasycených mastných kyselin se můžeme setkat se zdánlivě odlišnými doporučeními. Podle WHO a FAO z roku 2003 bychom měli konzumovat 5 až 8 % omega 6 a 1 až 2 % omega 3 polynenasycených mastných kyselin z celkového příjmu energie¹⁵. Podle FAO/WHO z roku 2010 jsou obdobná doporučení následující: pro omega 6 2,5 až 9 % a omega 3 0,5 až 2% z celkového příjmu energie¹². Důvodem těchto rozdílů je skutečnost, že cílové hodnoty z roku 2003 byly orientovány na preventivní účinek esenciálních mastných kyselin z pohledu vlivu na rizikové faktory neinfekčních onemocnění hromadného výskytu. V novějších doporučeních je dolní část intervalu důležitá



²³ Eckel RH et al (2014). 2013 AHA/ACC Guideline on Lifestyle Management to Reduce Cardiovascular Risk A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Circulation; 129: S76-S99. <https://doi.org/10.1161/01.cir.0000437740.48606.d1>.

²⁴ Mensink RP et al (2016). Effects of saturated fatty acids on serum lipids and lipoproteins: a systematic review and regression analysis. Dostupné na <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/246104/1/9789241565349-eng.pdf>.

²⁵ Mu H, Hoy CE (2000). Effects of Different Medium-Chain Fatty Acids on Intestinal Absorption of Structured Triacylglycerols. Lipids; 35V 83-89.

²⁶ Tsuji H et al (2001) Dietary Medium-Chain Triacylglycerols Suppress Accumulation of Body Fat in Double-Blind, Controlled Trial in Healthy Men and Women. J Nutr; 131: 2853-2859.

²⁷ Hu FB et al (1999). Dietary saturated fats and their food sources in relation to the risk of coronary heart disease in women. American Journal of Clinical Nutrition; 70 1001-1008.

²⁸ Zong G et al (2016). Intake of individual saturated fatty acids and risk of coronary heart disease in US men and women: two prospective longitudinal cohort studies. British Medical Journal; 355: i5796. doi: 10.1136/bmj.i5796.

pro zajištění základních funkcí v organismu. Osoby se zvýšenými riziky vzniku srdečné cévních onemocnění by se měly z hlediska příjmu pohybovat v horní části intervalu. EFSA považuje 0,5 % z celkového příjmu energie za dostatečný pro kyselinu linolenovou a 4 % z celkového příjmu energie pro kyselinu linolovou³. Doporučení se tedy příliš neliší, rozdílný je jen přístup při stanovování cílových hodnot a doprovodný výklad. Nižší hodnoty v rámci širšího intervalu jsou určeny pro běžnou populaci, pro skupinu s vyššími riziky výskytu kardiovaskulárních onemocnění platí vyšší hodnoty.

Zvláštní skupinu polynenasycených omega 3 mastných kyselin tvoří mastné kyseliny s prodlouženým uhlovodíkovým řetězcem s 20 a více uhlíky. Typickými zástupci jsou kyseliny eikosapentaenová (EPA) a dokosaheptaenová (DHA). Ty se vyskytují hlavně v rybách. V organismu mají specifické účinky. DHA hraje důležitou roli pro správnou činnost mozku a vývoj plodu. Kromě příjmu z potravin (ryb) vznikají přeměnou z kyseliny α -linolenové (ALA). Stupeň konverze ALA na DHA je velmi nízký, uvádí se méně než 1 %²⁹. Proto se doporučuje souběžný příjem omega 3 mastných kyselin s prodlouženým uhlovodíkovým řetězcem prostřednictvím stravy. Z tohoto důvodu bývají tyto mastné kyseliny označovány jako pseudoesen-

ciální. Doporučený příjem pro tuto skupinu se pohybuje v rozmezí 250 miligramů až 2 gramy denně¹². Díky obecně nízké konverzi omega 3 mastných kyselin až na DHA doporučuje EFSA nad rámec celkového příjmu EPA a DHA konzumovat u dětí ve věku 6 až 24 měsíců ještě 100 miligramů DHA a 100 až 200 miligramů DHA pro těhotné a kojící ženy. Pozitivní účinek omega 3 mastných kyselin bývá často silně zdůrazňován ve sdělovacích prostředcích. To může vést ke snahám konzumovat omega 3 mastné kyseliny formou doplňků stravy ve vysokém množství. To však není žádoucí. EFSA potvrdila bezpečnost konzumace EPA a DHA z doplňků stravy do 5 gramů³⁰. Rovněž podle schválených zdravotních tvrzení publikovaných v Úředním věstníku EU by neměl denní příjem omega 3 mastných kyselin z doplňků stravy překročit hodnotu 5 gramů³¹.

Ve výživových doporučeních pro tuky se můžeme setkat s různými cílovými hodnotami pro poměr omega 6/omega 3 mastných kyselin. Například podle Společnosti pro výživu by měl být poměr mastných kyselin řady omega 6/omega 3 maximálně 5:120. FAO/WHO v dokumentu z roku 2010 již cílové hodnoty pro poměr omega 6/omega 3 mastných kyselin nestanovují. Obě skupiny mastných kyselin by měly být konzumovány ve výše uvedeném intervalu doporučova-

ných hodnot pro jednotlivé skupiny mastných kyselin¹². Poměr omega 6/omega 3 mastných kyselin nestanovuje ani EFSA³.

Pro mononenasycené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou v uhlovodíkovém řetězci se někdy doporučení pro jejich kon-

krétní příjem neuvádí. Pro ně platí, že by měly být konzumovány v množství, které je rozdílem mezi celkovou doporučenou spotřebou tuků a výše zmíněnými hodnotami pro polynenasycené, nasycené a transmastné kyseliny.

Souhrn doporučení pro tuky a mastné kyseliny

Výše zmíněná doporučení pro tuky a mastné kyseliny jsou uvedena v následujícím přehledu.

Doporučení WHO/FAO 2003¹⁵

Doporučený/tolerovaný příjem	% z energetického příjmu
tuky celkem	15-30 %
nasycené mastné kyseliny	<10 %
polynenasycené mastné kyseliny	6-10 %
omega 6 polynenasycené mastné kyseliny	5-8 %
omega 3 polynenasycené mastné kyseliny	1-2 %
mononenasycené mastné kyseliny	dopočet mezi tuky a mastnými kyselinami
transmastné kyseliny	<1 %

Doporučení WHO/FAO 2003¹²

Doporučený/tolerovaný příjem	% z energetického příjmu
tuky celkem	20-35 %
nasycené mastné kyseliny	<10 %
polynenasycené mastné kyseliny	6-11 %
omega 6 polynenasycené mastné kyseliny	2,5-9 %
omega 3 polynenasycené mastné kyseliny	0,5-2 %
mononenasycené mastné kyseliny	dopočet mezi tuky a mastnými kyselinami
transmastné kyseliny	<1 %

²⁹ Domenichiello, AF et al (2015). Is docosahexaenoic acid synthesis from α -linolenic acid sufficient to supply the adult brain? Progress in Lipid Research; 59: 54-66.

³⁰ EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (2014). Scientific Opinion on the extension of use for DHA and EPA-rich algal oil from Schizochytrium sp. as a Novel Food ingredient. EFSA Journal; 12 (10): 3843 [17 pp.]. doi: 10.2903/j.efsa.2014.3843.

³¹ Nařízení Komise (EU) č. 536/2013 ze dne 11. června 2013, kterým se mění nařízení (EU) č. 432/2012, kterým se zřizuje seznam schválených zdravotních tvrzení při označování potravin jiných než tvrzení o snížení rizika onemocnění a o vývoji a zdraví dětí.

Doporučení pro obyvatele Skandinávie¹⁶

Doporučený/tolerovaný příjem

% z energetického příjmu

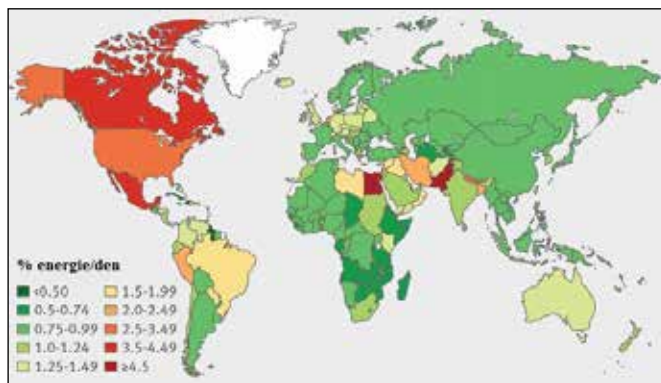
tuky celkem	25-40 %
nasyčené mastné kyseliny	<10 %
polynenasycené mastné kyseliny	5-10 %
omega 3 polynenasycené mastné kyseliny	> 1 %
mononenasycené mastné kyseliny	10-20 %
transmastné kyseliny	co nejnižší

Reálný versus doporučený příjem jednotlivých skupin mastných kyselin

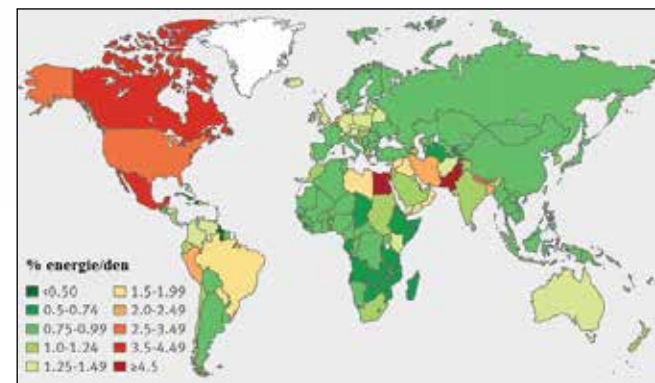
Většina západních zemí má vyšší příjem nasyčených mastných kyselin než se toleruje. Obecně nízký bývá i příjem omega 3 polynenasycených mastných kyselin, na druhou stranu příjem omega 6 mastných kyselin není vysoký, jak se někdy uvádí v tisku. Příjem jednotlivých skupin mastných kyselin byl srovnáván ve 113 zemích světa. Česká republika nevybočovala z výše zmíněného trendu. Příjem nasyčených (16,9 % z celkového příjmu energie) a transmastných kyselin (1,4 %) byl vyšší než tolerovaný (10 %,

respektive 1 %). Příjem omega 3 mastných kyselin s prodlouženým řetězcem (145 miligramů) byl nižší než doporučovaný (250 miligramů). Omega 6 mastné kyseliny byly konzumovány v horní části intervalu doporučených hodnot 8,4 %, omega 3 mastné kyseliny v jeho dolní části (1364 miligramů), což odpovídá přibližně 0,7 % z celkového příjmu energie³². Následující obrázky ukazují celosvětové porovnání příjmu jednotlivých skupin mastných kyselin vztahených k roku 2010.

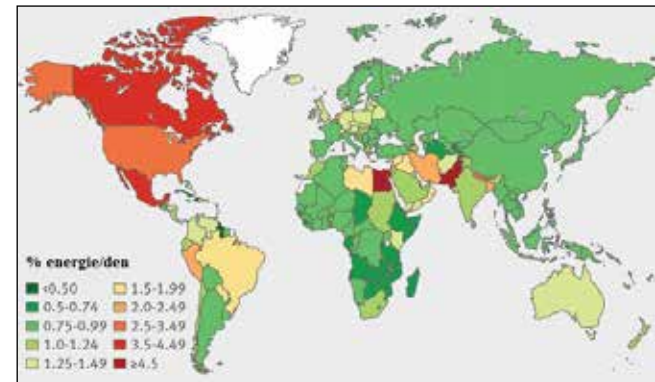
Příjem transmastných kyselin u dospělých starších 20 let³²



Příjem nasyčených mastných kyselin u dospělých starších 20 let³²

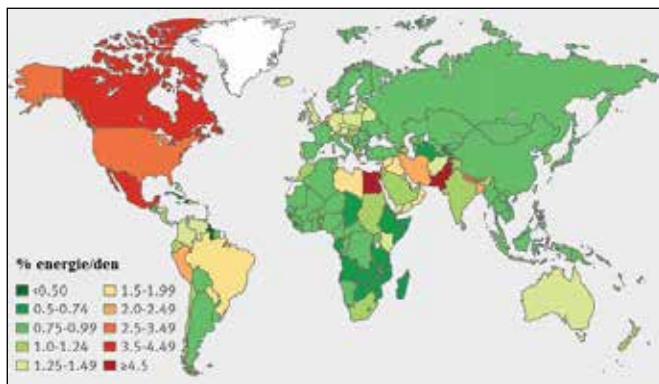


Příjem omega 3 polynenasycených mastných kyselin původem z ryb u dospělých starších 20 let³²

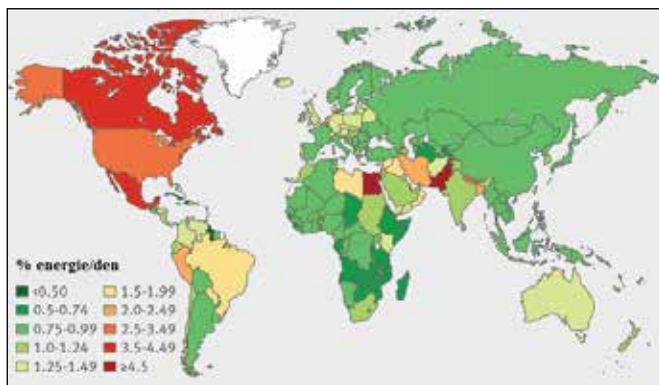


³² Micha R et al (2014). Global, regional, and national consumption levels of dietary fats and oils in 1990 and 2010: a systematic analysis including 266 country-specific nutrition surveys. *British Medical Journal*; 348: 1-20.

Příjem omega 3 polynenasycených mastných kyselin rostlinného původu u dospělých starších 20 let³²



Příjem omega 6 polynenasycených mastných kyselin u dospělých starších 20 let³²



Rozdíly v příjmu mastných kyselin jsou v jednotlivých zemích významné, liší se i v rámci kontinentů. Kanada a Čína, které patří mezi významné producenty řepkového oleje, mají vyšší příjem omega 3 mastných kyselin rostlinného původu. Norsko díky rybolovu má vyšší příjem omega 3 mastných kyselin

původem z ryb. Bulharsko známé konzumací slunečnicového oleje má vysoký příjem omega 6 mastných kyselin. Severoamerický kontinent, který až do nedávna hojně používal částečně ztužené tuky, vykazuje vysokou spotřebu transmastných kyselin. Příjem jednotlivých skupin mastných kysel

lin se vyvíjí v čase. Například USA a Kanada zaznamenaly v posledních letech díky osvětě a povinnému značení obsahu transmastných kyselin na výrobcích významný pokles jejich příjmu a to bývá dáváno do souvislosti se snížením hladiny celkového, LDL-cholesterolu a triacylglycerolů v rámci celé populace³³.

Má být omezován příjem nasycených mastných kyselin?

Na internetu se v poslední době šíří názor, že nasycené mastné kyseliny z pohledu rizik srdečně cévních onemocnění nevedí. Citovány bývají hlavně dvě meta-analýzy^{34,35}. Tyto meta-analýzy však sledovaly konzumaci nasycených mastných kyselin bez ohledu na příjem ostatních živin. Výsledky studií do značné míry ovlivňuje celkový poměr rizikových živin (nasycené mastné kyseliny, přidané cukry) k živinám zdraví prospěšným (nenasycené mastné kyseliny, komplexní sacharidy s vyšším podílem vlákniny) i to, zda jsou dodržována doporučení tolerovaného příjmu pro jednotlivé rizikové živiny (přidané cukry, nasycené a transmastné kyseliny, případně sůl). Pokud nasycené mastné kyseliny ve stravě nahradíme sacharidy, bývá záměna z hlediska vlivu na zdraví neúčinná a pokud konzumujeme více přidaných cukrů,

může dokonce dojít ke zhoršení zdravotního stavu. Stejný autorský kolektiv jedné z výše uvedených meta-analýz publikoval o několik měsíců později práci, která dokumentuje pozitivní vliv náhrady nasycených mastných kyselin konzumovaných v nadbytku polynenasycenými³⁶. Tato práce však bývá mnohem méně citována. Podobně se nemluví o reakcích odborné veřejnosti na výsledky druhé meta-analýzy, které byly publikovány ve stejném odborném časopise³⁷. Chowdhury se k úskalím meta-analýz vyjádřil na mezinárodním kongresu v Malajsií³⁸. Pokud byla v rámci meta-analýz sledována záměna nasycených mastných kyselin za nenasycené, docházelo ke snížení rizika vzniku ischemické choroby srdeční. V případech, kdy se příjem nasycených mastných kyselin snižoval na úkor zvýšené konzumace sacharidů, zvláště pak přidaných cukrů, se riziko vzniku ischemické choroby srdeční dokonce i zvýšilo. Do této skupiny zařadil i svoji meta-analýzu. Tyto příklady ukazují na složitost používání meta-analýz pro sledování dopadu výživy na lidské zdraví. Zatímco v oblasti farmacie se lépe daří oddělit vliv sledované látky od vlivů ostatních, u komplexní matrice, jakou různé potraviny v rámci celkové stravy představují, je to mnohem obtížnější.

³³ Rosinger A et al (2016). Trends in Total Cholesterol, Triglycerides, and Low-Density Lipoprotein in US Adults, 1999-2014. JAMA Cardiology; published online. doi:10.1001/jamacardio.2016.4396.

³⁴ Siri-Tarino PW et al (2010). Meta-analysis of prospective cohort studies evaluating the association of saturated fat with cardiovascular disease. American Journal of Clinical Nutrition; 91: 535-546.

³⁵ Chowdhury R et al (2014). Association of dietary, circulating, and supplement fatty acids with coronary risk. Annals of Internal Medicine; 160: 398-406.

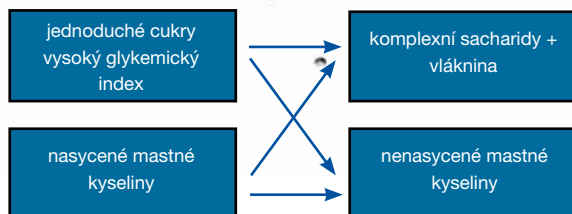
³⁶ Siri-Tarino PW et al (2010). Saturated Fatty Acids and Risk of Coronary Heart Disease: Modulation by Replacement Nutrients. Current Atherosclerosis Reports; 12 (6): 384-390. doi: 10.1007/s11883-010-0131-6.

³⁷ Letters to the Editors (2014). Comments and response: Association of dietary, circulating, and supplement fatty acids with coronary risk. Annals of Internal Medicine; 161: 453-459.

³⁸ Chowdhury R (2016). Saturated fatty acids and cardiometabolic risk – a fresh look at the available evidence. Oils and Fats International Congress, Kuala Lumpur, 21. 10. 2016.

Následující obrázek ukazuje na žádoucí změny klíčových živin ve stravě.

Cílené záměny živin v rámci sacharidů a tuků



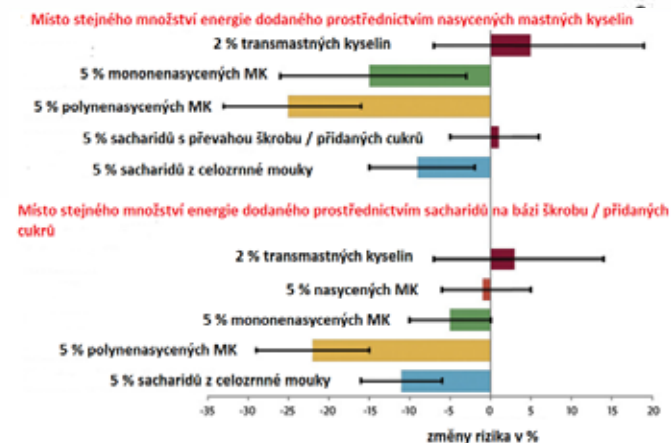
Která z cest je účinnější, vyplývá ze stravovacích návyků jednotlivců podle toho, které z rizikových živin jsou konzumovány více v nadbytku, případně, u kterých zdraví prospěšných živin je příjem více nedostatečný. Strava bohatá na vlákninu rovněž pozitivně ovlivňuje metabolismus cholesterolu a hladinu krevních lipidů. Vláknina dokáže vázat žlučové kyseliny, které by se jinak z velké části zpětně resorbovaly do krve, byly vychytány játry a znovu použity pro trávení potravy. Pokud je nedostatek žlučových kyselin, musí je játra znovu vyrobit. Důsledkem je snížení hladiny cholesterolu v krvi. Ten se použije na pokrytí tvorby nových žlučových kyselin.

Principy vlivu záměny jednotlivých mastných kyselin a sacharidů na hladinu krevních lipidů potvrdily i dvě přehledové studie, které publikovala WHO v červnu 2016^{18,24}. Výsledky obou studií ukazují na pozitivní náhradu transmastných kyselin a nasycených mastných kyselin nenasycenými. Účinnější jsou polynenasycené mastné kyseliny (především kyselina linolová a linolenová) oproti mononenasyceným (kyselina olejová).

Při záměně nasycených mastných kyselin nenasycenými dochází ke snížení hladiny HDL-cholesterolu, to je však nižší než v případě LDL-cholesterolu, proto dochází ke snížení poměru celkový/HDL-cholesterol, což je účinek pozitivní. Náhrada nasycených mastných kyselin za sacharidy ovlivňovala hladinu krevních lipidů méně. Zpracovávané studie neposkytly dostatečně velký soubor informací, který by dokázal rozlišit vliv jednotlivých skupin sacharidů (složené sacharidy versus cukry) na hladinu krevních lipidů, přestože to bylo původně plánováno.

Nasycené mastné kyseliny a přidané cukry jsou v současné době v běžné populaci konzumovány v nadbytku. Proto je žádoucí nahrazovat je ve stravě mastnými kyselinami nenasycenými a komplexními sacharidy s vyšším podílem vlákniny. K dosažení příznivého účinku nemusí být záměna vedena jen mezi tuky nebo sacharidy. Pozitivní efekt přináší i nahrazení přidaných cukrů a škrobů polynenasycenými mastnými kyselinami a nasycených mastných kyselin komplexními sacharidy³⁹.

Změny rizika vzniku ischemické choroby srdeční při substituci jednotlivých živin³⁹



Nahrazení nasycených mastných kyselin polynenasycenými patří k účinným režimovým opatřením z pohledu snížení rizika vzniku ischemické choroby srdeční^{40,41}. K podobným závěrům dospěla i studie Harvardské univerzity²⁶. Dlouhodobé, téměř 30 let trvající sledování dvou souborů s více než 100 000 zdravotních sester a pracovníků ve zdravotnictví ukazuje na souvislost mezi ischemickou chorobou srdeční a příjmem nasycených mastných kyselin. O 5 % vyšší příjem nasycených mastných kyselin s dlouhým řetězcem C12-C18 vede ke zvýšení rizika ischemické choroby srdeční o 25 %. V rámci statistického modelu bylo potvrzeno, že záměna 1 % z příjmu energie

dodaného prostřednictvím těchto nasycených mastných kyselin za polynenasycené mastné kyseliny, mononenasycené mastné kyseliny, komplexní sacharidy nebo rostlinné bílkoviny snížila rizika ischemické choroby srdeční o 4 až 8 %. Wang na stejném souboru dokumentuje, jak funguje záměna jednotlivých mastných kyselin za sacharidy o stejném obsahu energie z pohledu celkové úmrtnosti⁴². Obrázek ukazuje, jak se projeví nahrazení sacharidů jednotlivými mastnými kyselinami v nárůstu či poklesu úmrtnosti v závislosti na rostoucím příjmu mastných kyselin. Při nahrazení nasycených mastných kyselin polynenasycenými se snížila nejen celková úmrtnost, ale i úmrtnost ze speci-

³⁹ Li Y et al (2015). Saturated Fats Compared With Unsaturated Fats and Sources of Carbohydrates in Relation to Risk of Coronary Heart Disease: A Prospective Cohort Study. *J Am Coll Cardiol*; 66(14): 1538-1548.

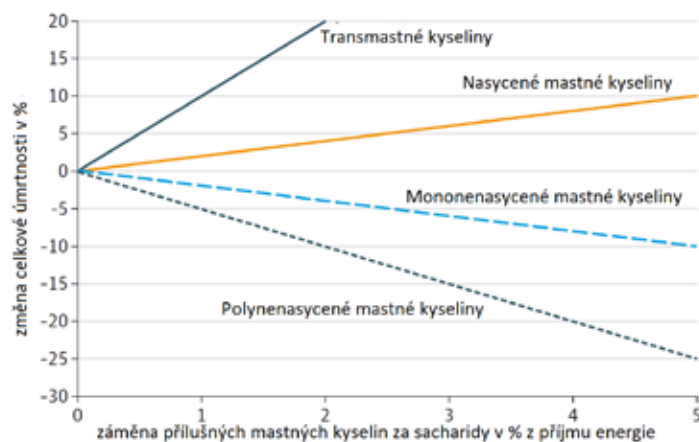
⁴⁰ Jakobsen MU et al (2009). Major types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a pooled analysis of 11 cohort studies. *American Journal of Clinical Nutrition*, 89, 1425-1432. doi: 10.3945/ajcn.2008.27124.

⁴¹ Mozaffarian D et al (2010). Effects on coronary heart disease of increasing polyunsaturated fat in place of saturated fat: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *PLOS Medicine*; 7 (3): e1000252. doi: 0.1371/journal.pmed.1000252.

⁴² Wang DD et al (2016). Association of Specific Dietary Fats With Total and Cause-Specific Mortality. *JAMA Intern Med*; publikováno online. doi:10.1001/jamainternmed.2016.2417.

fických příčin jako kardiovaskulární, nádorová a neurodegenerativní onemocnění. Jako neúčinnější se ukazuje kyselina linolová ze skupiny omega 6 mastných kyselin, která bývá někdy v mediích zatracována.

Změny v celkové úmrtnosti při substituci sacharidů v běžné stravě mastnými kyselinami⁴²



To ukazuje na skutečnost, že je důležité věnovat pozornost celkové skladbě stravy. Soustředit se jen na jeden cíl (omezit příjem nasycených mastných kyselin) může znamenat přehlédnout nežádoucí vysoký příjem sacharidů bez dalších prospěšných živin⁴³. Nahrazení nasycených mastných kyselin polynenasycenými může vést ke snížení rizika kardiovaskulárních onemocnění o 30 %, což je srovnatelné s medikací statiny¹⁹.

Výsledky studií ovlivňují i další faktory

Řadu studií v minulosti ovlivňovala konzumace transmastných kyselin. Analytika v 80. a 90. letech minulého století a dobách dřívějších ještě neuměla rozlišit všechny transmastné kyseliny, které mají prokazatelně negativní dopad na zdraví. Tak se stávalo, že některé transmastné kyseliny byly započítány mezi polynenasycené, což mohlo mít zásadní roli na interpretaci některých výsledků, zvláště v případech, kdy nebyla podávána strava, kde by přítomnost potravin obsahujících transmastné kyseliny byla vyloučena z podstaty jejího složení. Mezi

takto ovlivněné studie patří podle Sackse et al¹⁹ práce Ramsdena et al^{44,45}, které zpracovávaly stará již dříve publikovaná data z minulosti a kde v rámci intervenované skupiny osob byly podávány produkty s částečně ztuženými tuky, aniž by to bylo zohledněno v materiálové specifikaci podávané stravy. V prospektivní studii z Nizozemí, která probíhala v letech 1993 až 1997, dokonce autoři přímo uvádějí, že se polynenasycenými mastnými kyselinami myslí mastné kyseliny mající více dvojných vazem v poloze *cis* nebo i *trans*. Transmastné kyseliny v rámci této studie zahrnují jen mastné kyseliny, kde jsou všechny dvojně vazby v poloze *trans*⁴⁶.

Toto dělení je zcela v rozporu s definicí polynenasycených mastných kyselin¹. Mastné kyseliny s dvojnými vazbami v poloze *cis* a *trans* mají rozdílné fyziologické účinky. V důsledku toho moderní statistické metody v rámci výše zmíněných studií zpracovávají data, která jsou od počátku zatížena systémovou chybou (vědomě nebo nevědomě), a závěry těchto studií je nutno brát s rezervou. Pokud je takováto studie zařazena do příslušné meta-analýzy zkrusluje to celý soubor. Např. meta-analýza Ramsdena et al⁴⁴ bez jeho vlastní, retrospektivně zpra-

cované studie by vyšla více ve prospěch záměny nasycených mastných kyselin za polynenasycené.

Nadměrná konzumace omega 6 mastných kyselin

Velmi často se setkáváme s názorem, že konzumujeme nadměrné množství omega 6 mastných kyselin a že poměr omega 6/omega 3 v rámci stravy je příliš vysoký. Důležitější než poměr omega 6/omega 3 je dostatečný příjem obou skupin esenciálních mastných kyselin. Příjem omega 6 mastných kyselin se ve většině zemí pohybuje v intervalu doporučených hodnot³². Vysoké hodnoty poměru omega 6/omega 3 nezpůsobuje vysoký příjem omega 6 mastných kyselin, ale nízká konzumace omega 3 mastných kyselin, jak již bylo vysvětleno v předcházejících kapitolách. To je klasická vlastnost zlomku, kdy jeho vysoká hodnota je dána nízkým jmenovatelem, spíše než vysokým čitatelem. Jíme málo ryb a a rostlinných olejů a tuků, které jsou jejich bohatým zdrojem. Z toho vyplývá potřeba zvýšit příjem omega 3 mastných kyselin a u omega 6 mastných kyselin příjem nesnižovat, ale udržet⁴⁷. Vedle ryb je z tohoto po-

⁴³ de Souza RJ, Anand SS (2016). Saturated fat and heart disease. British Medical Journal; 355: i6257. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.i6257>.

⁴⁴ Ramsden CE et al. (2013). Use of dietary linoleic acid for secondary prevention of coronary heart disease and death: evaluation of recovered data from the Sydney Diet Heart Study and updated meta-analysis. BMJ; 346: e8707.

⁴⁵ Ramsden CE et al (2016). Re-evaluation of the traditional diet-heart hypothesis: analysis of recovered data from Minnesota Coronary Experiment (1968-73). BMJ; 353: i1246.

⁴⁶ Praagman J et al (2016). The association between dietary saturated fatty acids and ischemic heart disease depends on the type and source of fatty acid in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Netherlands cohort. American Journal of Clinical Nutrition; published ahead of print. doi: 10.3945/ajcn.115.122671.

⁴⁷ Harris WS et al (2009). Omega-6 fatty acids and risk for cardiovascular disease: A science advisory from the American heart Association Subcommittee of the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; Council on Cardiovascular Nursing; and Council on Epidemiology and Prevention. Circulation; 119 (6): 902-907.

hledu vhodný ke konzumaci řepkový nebo lněný olej, některé rozdílné tuky s vyšším podílem omega 3 mastných kyselin a vlašské ořechy.

Negativní účinek vysoké konzumace omega 6 mastných kyselin bývá často spojován s prozánětlivými účinky eikosanoidů vznikajících z řady omega 6, zatímco eikosanoidy řady omega 3 působí protizánětlivě. Tyto závěry pochází z *in vitro* studií nebo z testů na zvířatech. Klinické intervenční studie tyto závěry nepodporují⁴⁸. Pokud je příjem omega 6 mastných kyselin nižší než 12 % z celkového příjmu energie, nejsou prokázány jejich negativní zdravotní účinky. Toto množství je v rámci celkové stravy z praktického hlediska velmi obtížné překročit, zvláště pokud je konzumace tuků do 35 % z celkového příjmu energie. Podle odhadů nikoliv vysoký, ale nízký příjem omega

6 mastných kyselin celosvětově způsobil v roce 2010 711800 úmrtí na ischemickou chorobu srdeční, zatímco na vrub vysokého příjmu nasycených a transmastných kyselin lze přiřadit 250900, respektive 537200 úmrtí⁴⁹. To opět dokresluje pravidlo vyhýbat se transmastným kyselinám a nahrazovat nasycené mastné kyseliny polynenasycenými a nebát se omega 6 mastných kyselin.

Výběr správného tuku záleží i na způsobu použití

Zatímco z hlediska výživy platí obecná preference nenasycených mastných kyselin oproti nasyceným, v případě přípravy pokrmů nebo v rámci potravinářských výrob to neplatí vždy. Dvojně vazby mastných kyselin jsou více náchylné k oxidacím. Částečně ztužené tuky s vysokým podílem transmastných kyselin vykazují dobrou stabilitu, i když

jsou z hlediska výživy nevhodné. Proto byly v minulosti hojně používány na fritování pokrmů. Důležitou roli z hlediska vhodnosti pro tepelné aplikace mohou hrát i přítomné antioxidanty a jejich množství v olejích. Např. γ -tokoferol je účinnější antioxidant *in vitro* než α -tokoferol, *in vivo* je tomu naopak. Rozhodující jsou doby a teploty procesů. Při jednorázovém smažení nebo pečení dochází k relativně malým změnám v tuku⁵⁰. K tomuto účelu se hodí i běžné oleje používané v domácnostech, např. olej řepkový, který vykazuje o něco vyšší stabilitu při jednorázovém smažení než olej slunečnicový. Je to dáno tím, že obsahuje více mononenasycené kyseliny olejové oproti slunečnicovému oleji, kde je dominantní kyselina linolová. Řepkový olej však obsahuje na druhou stranu i kyselinu linolenovou, která je nejméně odolná vůči oxidacím, ale celková skladba mastných kyselin i vyšší obsah γ -tokoferolu hovoří ve prospěch řepkového oleje. V případě opakovaného smažení či fritování jsou změny v olejích a tucích mnohem větší. Fritování je jeden z oblíbených způsobů přípravy pokrmů díky pozitivním sensorickým vlastnostem pokrmů (chuť, vůně, barva a křupavá textura). Na druhou stranu hydrolyza, oxidace a polymerace patří mezi nežádoucí procesy. Hydrolyze podléhá snadněji oleje a tuky obsahující mastné kyseliny s kratší délkou řetězce a nenasycené. Souvisí to s jejich vyšší rozpustností ve vodě, která je vnesena do oleje spolu s fritovanou potravinou. V případě úplné

hydrolyzy může z volného glycerolu vznikat akrolein a reakcí s potravinou akrylamid. Volné mastné kyseliny a jejich oxidační produkty se podílejí na negativních pachových vjemech. Při opakovaném fritování vzniká mnohem více oxidačních produktů než při jednorázovém smažení. Jedná se o rozsáhlý soubor reakcí na řetězcích mastných kyselin, při nichž vznikají různé alkyl, alkoxy a peroxy radikály, které následně vzájemně reagují za tvorby širokého spektra těkavých látek, netěkavých polárních sloučenin, dimerů a polymerů. Většina těkavých látek je spolu s párou z tuku odstraněna, některé reagují s přítomnou potravinou. Karbonylové sloučeniny vzniklé v průběhu oxidace reagují s aminokyselinami (zvláště s asparaginem) za tvorby akrylamidu, což může mít dopady na parametry související s bezpečností potravin. Netěkavé polární látky, dimery a polymery se ve fritovacích olejích kumulují, spolu s olejem ve smažených pokrmech je následně konzumujeme. Proto je nutné kvalitu oleje sledovat a olej obměňovat. Z hlediska kvality oleje je oproti nepřetržitému smažení mnohem horší opakované zahřívání a chlazení fritovacího oleje, jak se tomu děje v domácnostech nebo některých stravovacích provozech s nízkou obrátkou smažených produktů. Na dlouhodobé fritování jsou vhodnější některé speciální odrůdy slunečnicového nebo řepkového oleje s vysokým obsahem kyseliny olejové či oleinové frakce palmového oleje. Tento typ kuchyňské úpravy pokrmů by však neměl



⁴⁸ Johnson GH, Fritsche K (2012). Effect of dietary linoleic acid on markers of inflammation in healthy persons: a systematic review of randomised controlled trials. *J Acad Nutr Diet*; 112: 1029-1041.

⁴⁹ Wang Q et al (2016). Impact of Nonoptimal Intakes of Saturated, Polyunsaturated, and Trans Fat on Global Burdens of Coronary Heart Disease. *J Am Heart Assoc*; 5: e002891.

⁵⁰ R. Wilson, E. Komitopoulou, M. Incles, Evaluation of technological approaches to salt reduction. *Leatherhead Food Research* (Web. July 3 2014). Dostupné zde: https://www.fdf.org.uk/resources/salt_reduction_2012.pdf.

být používán příliš často. Výživová hodnota smažených pokrmů je nízká díky vysokému obsahu energie, případně i některým nežádoucím změnám v oleji. Rovněž oleje lisované za studena se příliš nehodí do teplé kuchyně. Oleje obsahují některé biologicky aktivní látky (např. fosfolipidy), které při tepelných úpravách degradují. Oleje lisované za studena mají nižší bod zakouření než oleje rafinované stejného druhu. Většina netradičních olejů se pohybuje ve vyšší cenové relaci. Pokud si nevhodnou tepelnou úpravou zničíte třeba jen část prospěšných látek, tak jsme vyhodili peníze oknem. Pokud si výrobce dal práci s tím, že nevystavil olej vyšší teplotě v průběhu zpracování, mělo by to tak zůstat i v domácnosti. Podobně je tomu i u másla, které se hodí na vaření a dušení. Při smažení u něj dochází k přepalování složek netukové povahy. Netukové složky lze z másla odstranit přepouštěním, kdy záhřevem získáme 100 % mléčný tuk. Přepuštěné máslo (ghee, gí) se při smažení nepřepaluje.

Informace o obsahu tuku a mastných kyselin v potravinách

Nařízení (EU) č. 1169/2011 definuje soubor informací, které se spotřebitel může dozvědět na obalech potravin. V rámci výživových údajů jsou dvě povinné informace: obsah tuku a z toho nasycených mastných kyselin na 100 gramů nebo 100 mililitrů potraviny. Obsah tuku je uváděn bezprostředně za energetickou hodnotou výrobku. Jako doplňující informace může být uveden obsah i v jedné porci, přičemž velikost porce a po-

čet porcí v balení musí být definovány. Kromě toho může výrobce uvádět pod obsahem nasycených mastných kyselin i obsah mononenasycených a polynenasycených mastných kyselin. Tyto informace jsou dobrovolné. Většinou je najdeme na výrobcích s vyšším obsahem nenasycených mastných kyselin.

Příklad uvádění výživových údajů

Výživové údaje / Výživové údaje na 100ml	
Energie / Energia	3389kJ / 824kcal
Tuky / Tuky	91,6g
z toho	
– nasycené mastné kyseliny / nasycené mastné kyseliny	12,8g
– mononenasycené mastné kyseliny / mononenasycené mastné kyseliny	70,5g
– polynenasycené mastné kyseliny / polynenasycené mastné kyseliny	8,3g
Sacharidy / Sacharidy	0g
z toho	
– cukry / cukry	0g
Bílkoviny / Bielkoviny	0g
Sůl / Sol	0g

Ze složení výrobku můžeme zjistit, jaký je druhový původ oleje použitého při výrobě, případně zda se jedná o tuk částečně nebo plně ztužený tuk. Informace o použití částečně ztuženého tuku je jediným vodítkem pro spotřebitele, že ve výrobku může očekávat vyšší obsah transmastných kyselin.

Tuky a lipidy ve zdravotních tvrzeních

Nařízení (ES) č. 1924/2006 stanovuje harmonizovaná pravidla pro používání výživových a zdravotních tvrzení⁵¹. Jeho cílem bylo přispět k vysoké úrovni ochrany spotřebitele. Zajišťuje, aby každé tvrzení uvedené v označení potravin v rámci EU bylo jasné, správné a odůvodněné a aby spotřebitelům umožňovalo činit poučené a smysluplné volby při nákupu potravin. Jednotlivá zdravotní tvrzení před schválením podstupují dlouhý proces ověřování vědeckých poznatků. Pokud je některé zdravotní tvrzení schváleno, je podloženo dostatečnou mírou důkazů a můžeme se spolehnout, že souvislost mezi konzumací určité potraviny nebo její složky a vlivem na zdraví je prověřená. Řada schválených zdravotních tvrzení se týká i tuků. Příslušný fyziologický účinek je v přehledu tvrzení zvýrazněn tučně.

Nejvíce zdravotních tvrzení ohledně tuků se týká omega 3 mastných kyselin původem z ryb. Ty jsou důležité *pro činnost mozku, zraku, normální činnosti srdce, k udržení normálního krevního tlaku a k udržení normální hladiny triacylglycerolů v krvi* (legislativa používá starší název triglyceridů)⁵². Pozitivní vliv na rozvoj mozku a zraku platí i pro nenarozené dítě a kojence, proto je konzumace

omega 3 mastných kyselin s prodlouženým řetězcem důležitá pro těhotné a kojící matky i pro kojence s pokračovací kojeneckou výživou⁵³. U doplňků stravy nebo obohacených potravin nesmí překročit doplňkový přívod 5 gramů denně kombinace EPA a DHA⁵¹.

Ořechy patří do pestré a vyvážené stravy. Vlašské oproti jiným ořechům mají vyšší obsah kyseliny linolenové z řady omega 3 mastných kyselin. Tvrzení schválené na celou potravinu není obvyklé, většina tvrzení se týká určité složky. Vlašské ořechy přispívají k lepší pružnosti krevních cév. Příznivého účinku se dosáhne při přívodu 30 gramů vlašských ořechů denně⁵².

Kyselina linolová a alfa-linolenová jsou esenciální mastné kyseliny potřebné pro normální růst a vývoj dětí⁵⁴. Rovněž *prispívají k udržení normální hladiny cholesterolu v krvi*⁵².

Snížená konzumace nasycených tuků *prispívá k udržení normální hladiny cholesterolu v krvi*. Tvrzení smí být použito pouze u potravin s nízkým obsahem nasycených a transmastných kyselin⁵². Dále bylo prokázáno, že nahrazení nasycených tuků ve stravě nenasycenými tuky *snižuje hladinu*

⁵¹ Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 ze dne 20. prosince 2006 o výživových a zdravotních tvrzeních při označování potravin.

⁵² Nařízení Komise (EU) č. 432/2012 ze dne 16. května 2012, kterým se zřizuje seznam schválených zdravotních tvrzení při označování potravin jiných než tvrzení o snížení rizika onemocnění a o vývoji a zdraví dětí.

⁵³ Nařízení Komise (EU) č. 440/2011 ze dne 6. května 2011 o schválení a zamítnutí schválení určitých zdravotních tvrzení při označování potravin týkajících se vývoje a zdraví dětí.

⁵⁴ Nařízení Komise (EU) č. 376/2010 ze dne 3. května 2010, kterým se mění nařízení (ES) č. 983/2009 o schválení a zamítnutí schválení určitých zdravotních tvrzení při označování potravin, která se týkají snížení rizika onemocnění a vývoje a zdraví dětí.

cholesterolu v krvi. Tvzení smí být použito pouze u tuků s vysokým obsahem nenasycených mastných kyselin více než 70 %⁵⁵.

Kromě jednotlivých mastných kyselin hladinu cholesterolu významně ovlivňují i rostlinné steroly, které patří mezi doprovodné látky lipidů. U rostlinných sterolů existují dvě tvrzení. Nižší příjem přispívá k udržení hladiny cholesterolu a jejich vyšší konzumace hla-

dinu cholesterolu snižuje. Rostlinné steroly přispívají k udržení normální hladiny cholesterolu v krvi. Příznivého účinku se dosáhne při přívodu nejméně 0,8 gramů rostlinných sterolů denně⁵². Rostlinné steroly a estery rostlinných sterolů snižují hladinu cholesterolu v krvi. Příznivého účinku se dosáhne při přívodu 1,5 až 3 gramů rostlinných sterolů denně^{56,57}.



Nežádoucí látky v olejích a tucích

V olejích a tucích může být přítomna řada nežádoucích látek, které se do olejů dostávají z vnějšího prostředí nebo mohou vznikat v procesu jejich získávání a zpracování. Některé látky vznikají i při používání olejů v domácnostech nebo ve stravovacích službách.

Těžké kovy

Ze životního prostředí mohou přecházet do olejů těžké kovy jako např. arsen, olovo, kadmiem nebo rtuť. Ty se odstraní v průběhu rafinace (zejména při bělení). V olejích lisovaných za studena, které se nerafinují můžeme analyticky zjistit hodnoty pod 0,1 miligramů na kilogram⁵⁸. Těžké kovy v olejích nepředstavují zdravotní riziko.

Polyaromatické uhlovodíky

Polyaromatické uhlovodíky vznikají nedokonalým spalováním nebo pyrolýzou materiálů jako dřevo, ropné produkty, uhlí, ale i potravin (např. při grilování). V rostlinných olejích se mohou vyskytovat přechodem z vnějšího prostředí (olivový olej) nebo v důsledku zpracování surovin. Obvykle se jedná o sušení, kdy surovina přichází do styku s kouřem, nebo pokud je teplota sušení příliš vysoká. Sušení kouřem se někdy využívá při zpra-

cování kokosových ořechů. Lehké polyaromatické uhlovodíky (obsahující méně než 5 aromatických jader) se odstraní v procesu desodorace, těžké (5 a více aromatických jader) přídavkem aktivního uhlí k bělicí hlince. Tento eliminační krok však vyžaduje předvídat přítomnost polyaromatických uhlovodíků v surovině. Aktivní uhlí se při rafinaci olejů běžně nepoužívá.

Minerální oleje

Kontaminace minerálními oleji přichází v úvahu přechodem z vnějšího prostředí, výrobního procesu (např. úniky mazadel), transportu nebo případně skladování. K zabránění kontaminaci vedou důsledná preventivní opatření v rámci celého výrobně distribučního řetězce. Ve většině případů kontaminace se jedná o mimořádné situace, kdy oleje pochází z neznámých zdrojů. Mezi známé případy patří např. kontaminace slunečnicového oleje původem z Ukrajiny.

⁵⁸ Lacoste F (2014). Undesirable substances in vegetable oils: anything to declare? Oilseeds & fats Crops and Lipids; 21 (1): A103. doi: 10.1051/ocl/2013060.



Estery chloropropanolu a glycidolu

Mezi nejčastěji v dnešní době diskutované procesní kontaminanty patří 3-monochloropropanediol (3-MCPD) a 2-mnohchloropropanediol (2-MCPD) a jejich estery s mastnými kyselinami, stejně jako glycidyl estery mastných kyselin (GE). Jejich tvorba probíhá různými mechanismy, které ovlivňují nejen podmínky vedení procesu, ale i přítomnost prekursorů jako organické nebo anorganické formy chloru nebo přítomnost parciálních esterů glycerolu (mono- a diacylglyceroly) nebo fosfolipidy. Výše zmíněné kontaminanty vznikají při zpracování potravin, a to zejména při rafinaci rostlinných olejů při vyšších teplotách.

EFSA vydal v roce 2016 hodnocení rizik a stanovil hodnotu tolerovaného denního příjmu TDI pro 3-MCPD včetně jeho esterů s mastnými kyselinami na 0,8 mikrogramů na kilogram tělesné hmotnosti za den⁵⁹. Hodnocením bezpečnosti se rovněž zabývala expertní komise při FAO/WHO. Ta došla k jinému závěru. Hodnota tolerovaného denního příjmu pro 3-MCPD byla stanovena na 4 mikrogramy na kilogram tělesné hmotnosti za den⁶⁰. Tím byla zároveň zrušena předchozí hodnota TDI této komise z roku 2007 2 mikrogramy na kilogram tělesné hmotnosti za

den⁶¹. Vedle sebe existují v současné době dvě hodnoty tolerovaného denního příjmu od renomovaných expertních skupin, které se vzájemně liší.

Glycidol je považován za genotoxickou a karcinogenní látku. U těchto typů látek se hodnota tolerovaného denního příjmu nestanovuje. Z experimentálních dat byl stanoven referenční bod T25 pro chronickou denní dávku na 10,2 miligramů na kilogram tělesné hmotnosti za den. Rizika konzumace se posuzují pomocí rozpětí expozice (MoE). To je vypočítáno vydělením referenčního bodu úrovní expozice. MoE s hodnotou 25 000 a více je považováno za nízké zdravotní riziko⁵⁷.

V rámci zpracovatelského průmyslu jsou snahy, aby se obsah kontaminantů v potravinách co nejvíce snížil. Vychází to z principu ALARA (as low as reasonably achievable) dostat se na přiměřeně nejnižší dosažitelné hodnoty. Vznikl dokument, který shrnuje různé cesty vedoucí ke snížení hladiny těchto kontaminantů v olejích⁶². Zahrnuje 4 oblasti, které mohou mít vliv na tvorbu kontaminantů: pěstování olejin, jejich zpracování, technologie výroby tuků a používání tuků. Kombinací těchto různých postupů lze dosáhnout významného snížení hladiny kon-

taminantů i v palmovém oleji. Lze se dostat na výrazně nižší hodnoty než je dnes běžné. V horizontu jednoho až dvou let se očekává, že obsah těchto procesních kontaminantů v olejích bude legislativně upraven. Z tohoto pohledu lze pozitivně hodnotit snahy průběžně snižovat hladiny kontaminantů a nečekat na vydání právních předpisů.

Kontaminace živočišných tuků

Případná kontaminace přichází v úvahu i u živočišných tuků. Hodně se hovoří o výskytu veterinárních léčiv ve výrobcích živočišného původu. Krmením se do živočišných organismů mohou dostávat i prostředky na ochranu rostlin. Tyto látky jsou často lipofilního charakteru, mohou přecházet do tuků a kumulovat se v nich. EFSA se pravidelně zabývá monitoringem kontaminantů v živočišných produktech. Z poslední zprávy z roku 2016 (výsledky monitoringu z roku 2014) vyplývá, že záchyt kontaminantů byl jen u 0,37 % vzorků⁶³. Riziko je tedy relativně nízké.

Oxidovaný cholesterol

Mezi nežádoucí změny v živočišných tucích patří oxidace cholesterolu. Zatímco příjem cholesterolu z potravin se nepovažuje za kritický, pokud není konzumován v nadbytku (nad 300 mg denně), u oxidovaného cholesterolu je tomu jinak. Oxidovaný choleste-

rol zahrnuje řadu chemických látek. Jejich přítomnost je možno mimo jiné detekovat v aterosklerotických plátech. V odborné literatuře je oxidovaným formám cholesterolu přičítán mnohem větší vliv na rozvoj aterosklerózy než v případě samotného cholesterolu. V těle je oxidovaný cholesterol transportován ve formě lipoproteinových komplexů, podobně jako nativní cholesterol. Jeho nežádoucí účinky jsou i v řadě dalších metabolických procesů v organismu, kde cholesterol působí prospěšně. Oxidovaný cholesterol může vznikat při výrobě potravin nebo i při jejich zpracování za vyšších teplot. Vše záleží na podmínkách vedení procesu (teplota, čas, přístup kyslíku, případně, zda se jedná o opakované vystavení vysokým teplotám). Odtud vzniklo i pořekadlo, že z hlediska vlivu na zdraví je lepší cholesterol vařený než smažený. Potravinové obsahující cholesterol jsou při vaření vystaveny nižší teplotě než při smažení. Odhaduje se, že asi 1 % cholesterolu přijímaného stravou v rámci typických západních stravovacích návyků tvoří jeho oxidované formy⁶⁴. Při smažení na sádle bychom se měli vyvarovat jeho opakovaného používání. Internetové diskuse plní informace o oxidovaném cholesterolu v přeplněném másle ghee. Velmi často je citována práce Jacobsona, který zjistil, že ghee obsahovalo 12,3 % cholesterolu v oxidované formě a to bylo dááno do souvislosti s vyšším výskytem aterosklerózy v anglické subpopulaci imigrantů z Indie⁶⁵. Některé prá-

⁵⁹ EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (2016). Risks for human health related to the presence of 3- and 2-monochloropropanediol (MCPD), and their fatty acid esters, and glycidyl fatty acid esters in food. EFSA Journal; 14 (5): 4426.

⁶⁰ Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (2017). Evaluation of certain contaminants in food. WHO Technical Report Series No. 1002, p. 90-106.

⁶¹ Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (2007). Evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Technical Report Series, No. 947.

⁶² Bund für Lebensmittelrecht und Lebensmittelkunde e.V. (2016). Toolbox for the Mitigation of 3-MCPD Esters and Glycidyl Esters in Food. <https://www.blk.de/download/toolbox-for-the-migration-of-3-mcpd-esters-and-glycidyl-ester>.

⁶³ EFSA (2016). Report for 2014 on the results from the monitoring of veterinary medicinal product residues and other substances in live animals and animal products.

⁶⁴ van de Bovenkamp P et al (1988). Quantification of oxysterols in Dutch foods: eggs products and mixed diets. Lipids; 23: 1079-1085.

⁶⁵ Jacobson MS (1987). Cholesterol oxides in Indian ghee: possible cause of unexplained high risk of atherosclerosis in Indian immigrant populations. Lancet; 2 (8560): 656-658.

ce z pozdější doby takto vysokou koncentraci oxidovaného cholesterolu v přepuštěném másle nepotvrdily. Pokud se ghee vyrábí při teplotě pod 120 °C, obsahuje jen 1,32 % oxidovaných forem cholesterolů⁶⁶. Nicméně při jeho používání na smažení obsah oxidovaného cholesterolu vzrůstá. V přepuštěném másle po smažení bylo nalezeno 7,1 % a při opakovaném, přerušovaném záhřevu 8,1 až

9,2 % oxidovaného cholesterolu⁶⁷. K oxidacím cholesterolu může docházet i v organismu. Rovněž z tohoto pohledu je důležitý příjem antioxidantů v rámci stravy.



Iniciativy na podporu lepší výživové hodnoty potravin

Vedení řady států a nevládní organizace si již delší dobu uvědomují potřebu věnovat více pozornosti složení potravin a celkové skladbě stravy. Nadváha a obezita v populaci roste a zvyšuje se i výskyt nepřenosných chronických onemocnění. Příčiny spočívají v nevhodných stravovacích návycích a nezdravém životním stylu.

V květnu 2007 vydala Evropská komise Bílou knihu „Strategie pro Evropu týkající se zdravotních problémů souvisejících s výživou, nadváhou a obezitou“. Přístup k řešení problémů je komplexní záležitost vyžadující systémový přístup zahrnující jednotlivce, který je zodpovědný za svůj životní styl a za životní styl svých dětí, a integraci politik zaměřených na výchovu, vzdělávání, fyzické aktivity a potraviny z různých úhlů pohledu, což vytváří prostředí, které jeho chování ovlivňuje. Klíčovou roli hraje obsah tuku, nasycených a transmastných kyselin, soli a cukrů v potravinách a případné změny v jejich složení. Důležitou úlohu má potravinářský průmysl a maloobchod, který může zajistit zlepšení ve složení potravin a uvážit způsoby, jak podporovat spotřebitele, aby výrobky s novým složením přijali.

Na bázi této Bílé knihy byl vytvořen v roce 2013 Rámec EU pro vnitrostátní aktivity týkající se vybraných výživových látek, jejichž nadměrná konzumace ovlivňuje zdraví⁶⁸.

Jednotlivé státy by měly sledovat příjem energie a vybraných živin, které mají dopad na zdraví populace. To by mělo představovat základ pro návazné reformulace s cílem snížit obsah vybraných živin ve výrobcích nebo zmenšit velikost porcí. Klíčovou úlohu přitom hraje společenská úroveň znalostí týkající se těchto živin a jejich vlivu na zdraví, stejně jako představa o tom, jak by měla vypadat správná skladba stravy z hlediska jejího obsahu, velikosti porcí a frekvence konzumace.

Snížení obsahu transmastných kyselin jedna z hlavních priorit reformulací složení výrobků

Pokud sledujeme aktivity vládních i nevládních organizací, tak jednou z hlavních priorit pro reformulace výrobků je snižování obsahu transmastných kyselin v produktech a související osvěta spotřebitele. WHO přišla s výzvou k odstranění transmastných kyselin z dodavatelsko-výrobního řetězce⁶⁹. Řada aktivit a podpůrných programů probíhá při-

⁶⁶ Kumar MV et al (1999). Effect of dietary ghee – the anhydrous milk fat, on blood and liver lipids in rats. J Nutr Biochem; 10 (2): 96-104.

⁶⁷ Kumar N, Singhal OP (1992). Effect of processing conditions on the oxidation of cholesterol in ghee. J Sci Food Agric; 58: 267-273.

tom paralelně. Některé státy jako například Dánsko vydaly legislativní limity pro obsah transmastných kyselin v potravinách. Základním krokem na poli boje s transmastnými kyselinami je rozhodnutí Amerického úřadu pro kontrolu potravin a léčiv (FDA) o odebrání statusu GRAS (generally recognized as safe) částečně ztuženým tukům⁷⁰. Částečně ztužené tuky nejsou nadále v USA považovány za bezpečné a od vydání rozhodnutí běží tříleté přechodné období do roku 2018, kdy je výrobci musí nahradit jinými alternativami.

Evropská komise vydala v prosinci 2015 dlouho očekávanou zprávu týkající se transmastných kyselin⁷¹. Ve zprávě se konstatuje, že většina potravinářských výrobků v rámci Evropské unie obsahuje transmastné kyseliny v množství nižším než 2 gramy na 100 gramů tuku. Zpráva však také ukazuje, že stále existuje řada potravin s vysokým podílem transmastných kyselin (nad 2 gramy na 100 gramů tuku) zvláště v některých evropských zemích a některých druzích potravin. Existují skupiny obyvatelstva, které mohou být ohroženy vysokým příjmem transmastných kyselin.

Příloha k nasyceným mastným kyselinám

K obecnému rámci týkajícího se vybraných výživových látek vycházejí separátní dokumenty, které nastavují směry a priority, kudy se ubírat a na co se více soustředit, a stanovují cíle pro reformulace konkrétních živin. Rámcem k soli⁷² byl vydán v roce 2009 ještě před uveřejněním rámce k vybraným výživovým látkám. Následně byly vydány přílohy týkající se nasycených mastných kyselin (Příloha I) a přidaných cukrů (Příloha II)^{73,74}. Speciální příloha, která by se týkala transmastných kyselin, vydána nebyla, přestože negativní účinek transmastných kyselin na zdraví je horší než v případě mastných kyselin nasycených.

Příloha k nasyceným mastným kyselinám vychází ze stanovisek EFSA³, že příjem nasycených mastných kyselin by měl být co nejnižší v rámci nutričně vyvážené stravy a EFSA⁷⁵, že vysoká konzumace nasycených mastných kyselin souvisí se zvýšenými riziky kardiovaskulárních onemocnění. Téměř ve všech státech EU je příjem nasycených mastných kyselin vyšší než 10 % z celkového příjmu energie. V duchu rámce týkajícího se vybraných výživových látek by se měla pozornost soustředit na následující katego-

rie: školní stravování, hotová jídla, mléčné a mastné výrobky, tuky, oleje a margaríny. V dokumentu se dále konstatuje, že by bylo obtížné stanovit absolutní cílovou hodnotu pro příjem nasycených mastných kyselin (např. v gramech) v rámci jednotlivých kategorií potravin na úrovni EU. Stravovací zvyklosti se na lokální úrovni liší. Je proto na jednotlivých státech nastavit si vlastní cíle. Opět je zmíněna edukace ve společnosti jako důležitý prvek úspěšnosti reformulací. Rovněž je třeba dbát, aby se rozšiřování nabídky sortimentu s nižším obsahem nasycených mastných kyselin týkalo výrobků všech cenových hladin, aby se tak zajistila dostupnost pro všechny sociální skupiny.

Závěry Rady o výživě a fyzické aktivitě

K problematice výživy a fyzické aktivity se vyjádřila i Rada Evropy v roce 2014⁷⁶. Rada vyzývá členské státy EU, případně Komisi, aby:

- propagovaly zdravé životní prostředí, zejména ve školách, v předškolních a sportovních zařízeních. Součástí by měla být podpora výrobků s nižším podílem soli, nasycených mastných kyselin, transmastných kyselin a cukru, jakož i podpora pravidelných fyzických aktivit;
- pokračovaly v činnosti ve spolupráci se všemi zúčastněnými stranami, včetně

průmyslu, provozovatelů stravovacích zařízení, zdravotních a spotřebitelských nevládních organizací a akademické sféry s cílem podpořit efektivní, dalekosáhlá a věrohodná opatření a dohody, pokud jde o minimalizaci obsahu transmastných kyselin, snížení obsahu nasycených mastných kyselin, přidaných cukrů a soli ve všech potravinách, jakož i úpravu velikosti porcí podle požadavků v oblasti stravování;

- podporovaly opatření pro snížení expozice dětí reklamě, marketingu a propagaci potravin s vysokým obsahem nasycených tuků a transmastných kyselin, přidaných cukrů a soli.

Usnesení Evropského parlamentu

Evropský parlament přijal dne 26. října 2016 usnesení o transmastných kyselinách⁷⁷. Usnesení Evropského parlamentu s politováním konstatuje, že EU postrádá jednotný přístup k dané problematice a zdůrazňuje, že samostatné kroky členských států povedou ke vzniku směsice předpisů, které mohou vyústit v odlišný účinek na zdraví v jednotlivých členských státech a navíc mohou bránit bezproblémovému fungování jednotného trhu a inovacím v potravinářství.

⁷⁰ FDA (2015). Final Determination Regarding partially Hydrogenated Oils. Federal Register; 80 (116): 34650-34670.

⁷¹ Report from the Commission to the European Parliament and the Council regarding trans fats in foods and in the overall diet of the Union population, COM (2015) 619 final. Dostupné na http://ec.europa.eu/food/safety/docs/fs_labelling-nutrition_trans-fats-report_en.pdf

⁷² EU Framework for National Salt Initiatives (2009). Dostupné na http://ec.europa.eu/health/archive/ph_determinants/life_style/nutrition/documents/national_salt_en.pdf

⁷³ Annex I. Saturated Fat (2012). Dostupné na https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/nutrition_physical_activity/docs/saturated_fat_eufnisen_en.pdf

⁷⁴ Annex II. Added Sugars (2015). Dostupné na https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/nutrition_physical_activity/docs/added_sugars_en.pdf

⁷⁵ EFSA (2010). Opinion on establishing Food-Based Dietary Guidelines. EFSA Journal; 8(3):1460 [42 pp.].

⁷⁶ Závěry Rady o výživě a fyzické aktivitě(2014). Úřední věstník C 213 ze dne 8.7.2014, s. 1-6.

⁷⁷ European Parliament resolution of 26 October 2016 on trans fats (TFAs). Dostupné na <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=TA&language=EN&reference=P8-TA-2016-0417>.

Závěry Rady o zlepšování potravinářských výrobků

Výživové kvalitě potravin se věnovala Rada Evropy v roce 2016⁷⁸. V závěrečném dokumentu se mimo jiné konstatuje, že strava mnohých Evropanů obsahuje příliš mnoho soli, nasycených mastných kyselin, cukrů a má vysokou energetickou hodnotu. V některých členských státech se lidem stále ještě nabízejí potraviny s vysokým obsahem transmastných kyselin. Důležitým nástrojem pro usnadnění volby zdravých potravin je zlepšování potravinářských výrobků, mimo jiné omezením množství soli, nasycených mastných kyselin a přidaných cukrů a snížením energetické hodnoty, jakož i lepší dostupností malých nebo menších porcí.

Monitoring výskytu transmastných kyselin v potravinách

V České republice chybí veřejně dostupná databáze složení potravin na trhu. Z tohoto pohledu není ani ucelený přehled o výskytu kritických živin v potravinářských výrobcích. To platí zejména pro transmastné kyseliny, jejichž obsah nelze vyčíst z výživových údajů na obalech. Evropská legislativa dokonce zakázala tento údaj uvádět na obalech potravin¹. Přitom řada výrobců obsah transmastných kyselin na obalech výrobků v minulosti deklarovala právě z důvodů, aby se zamezilo spekulacím, zda výrobky mají vyšší obsah

transmastných kyselin nebo nikoliv. Výskyt transmastných kyselin v různých druzích potravin je individuální záležitostí jednotlivých zemí, proto je potřeba vždy mapovat lokální trh. Novináři opisují články o výskytu transmastných kyselin v potravinách z jiných trhů, např. severní Ameriky, kde je složení potravin a surovinová základna výrazně odlišná. To bývá často zdrojem mýtů šířených v tisku a po internetu.

Podle zahraničních zkušeností patří mezi hlavní přispěvatele k příjmu transmastných kyselin výrobky trvanlivého, jemného pečiva a cereálií, rostlinné tuky, smažené výrobky, mléčné výrobky, maso, cukrovinky a některé nápoje⁷⁹. Jak ukázaly výsledky studie probíhající v devíti zemích EU, průměrná denní spotřeba transmastných kyselin je nižší než 1 % denního energetického příjmu, avšak v některých z těchto členských států je jejich příjem u konkrétních podskupin obyvatel vyšší⁸⁰. Osoby s vyšším sociálně-ekonomickým postavením se stravují zdravěji než lidé s nižším sociálně-ekonomickým statusem a spolu s tím, jak roste sociální nerovnost, dochází ke zvětšování těchto rozdílů. Transmastné kyseliny se používají spíše v levnějších potravinách a v důsledku toho může docházet k prohlubování nerovností mezi jednotlivými skupinami obyvatel, protože osoby s nižšími příjmy mají sklon konzumovat levnější potraviny s vyšším obsahem transmastných kyselin. Některé dřívější

studie sledovaly složení tuků v jednotlivých skupinách potravin i v České republice. Příjem transmastných kyselin z masa a mléčných výrobků lze ovlivnit hlavně konzumací výrobků s nižším obsahem tuku. Analýza složení margarínů na trhu v České republice ukázala, že částečně ztužené tuky se v margarínech na českém trhu až na ojedinělou výjimku nevyskytují²². Na druhou stranu můžeme zaznamenat na českém trhu zvýšený obsah transmastných kyselin u některých výrobků jemného a trvanlivého pečiva, polev, cukrovinek a v sójových nápojích^{81,82, 83, 84}.

Česká technologická platforma pro potraviny (ČTPP) se začala intenzivněji zabývat problematikou transmastných kyselin v potravinách v roce 2015. Na základě výsledků studie, kdy ze 104 výrobků z kategorie trvanlivého pečiva a nečokoládových cukrovinek byla přítomnost částečně ztužených tuků zjištěna u 22 produktů. Podle údajů na obalech pocházela většina a pravděpodobně všechny z České republiky a zemí střední a východní Evropy. To potvrzuje soulad s některými již dříve publikovanými údaji, že v regionu střední a východní Evropy je více výrobků s částečně ztuženými tuky⁸⁵. Zároveň to může být i vysvětlením, proč země střední a východní Evropy mají vyšší příjem transmastných kyselin³⁰. U dvanácti výrobků

nebyl specifikován druh použitého tuku a/ nebo způsob ztužení. Počet výrobků s částečně ztuženými tuky to mohlo ještě zvýšit. Opět většina výrobků byla z České republiky nebo zemí střední a východní Evropy, více těchto výrobků nemělo specifikováno, zda se jednalo o částečně nebo plně ztužené tuky.

Obsah transmastných kyselin ve výrobcích

Analýza ČTPP v roce 2015 proběhla jen na základě údajů uvedených ve složení výrobků na obalech. Na tuto činnost navázala analýza výrobků v roce 2016, která si kladla za cíl zjistit, jaký je skutečný obsah transmastných kyselin v různých výrobcích používající ztužené tuky a zda dělení na částečné a plně ztužené tuky dává spotřebiteli jasnou informaci o nutričně významném nebo nevýznamném obsahu transmastných kyselin ve výrobcích. Analýzy byly provedeny ve spolupráci s Vysokou školou chemicko-technologickou v Praze. Bylo analyzováno celkem 53 vzorků výrobků zakoupených v běžné tržní síti. Výsledky potvrzují, že se na českém trhu stále vyskytují výrobky s vyšším obsahem transmastných kyselin a opatření, které by omezovaly výskyt transmastných kyselin v potravinách, jsou tedy na místě.

⁷⁸ Závěry Rady o zlepšování potravinářských výrobků (2016). Dostupné na <http://www.consilium.europa.eu/cs/press/press-releases/2016/06/17-epsco-conclusions-food-product-improvement/>.

⁷⁹ Skeaff CM (2009). Feasibility of recommending certain replacement or alternative fats. *European Journal of Clinical Nutrition*; 63: S34–S49. doi:10.1038/sj.ejcn.1602974.

⁸⁰ Mouratidou et al (2014). Trans Fatty acids in Europe: where do we stand? JRC Science and Policy Reports. doi:10.2788/1070.

⁸¹ Doležal M, Dostálová J (2009). Obsah a složení tuku, mražených krémů, trvanlivého pečiva a cukrovinek na českém trhu. *Výživa a potraviny*; 64 (3): 59–61.

⁸² Dostálová J et al (2008). Obsah a složení tuku trvanlivého a jemného pečiva a listových těst z tržní sítě České republiky. *Výživa a potraviny*; 63 (1): 13–14.

⁸³ Dostálová J et al (2011). Jakost tuku ve smažených bramborových hranolcích a lupíncích. *Výživa a potraviny*; 66 (1): 18–20.

⁸⁴ Dostálová J, Šípková A (2011). Sójové nápoje. *Výživa a potraviny*; 66 (5): 121–122.

⁸⁵ Stender S et al (2014). Tracing artificial trans fat in popular foods in Europe: a market basket investigation. *BMJ Open*; 4: e005218. doi:10.1136/bmjopen-2014-005218.

Překvapivým zjištěním však bylo, jak jsou výrobky značeny. Ve skupině s relativně nízkým obsahem transmastných kyselin v tuku do 2 % bylo 10 výrobků, u nichž byl použit částečně ztužený tuk. Naproti tomu u výrobků s obsahem transmastných kyselin nad 4 % v tuku bylo 8 výrobků s plně ztuženými tuky. Plně ztužené tuky nejsou zdrojem transmastných kyselin. Ve výrobcích by se tudíž nemělo vyskytovat jejich nutričně významné množství. Výsledky ukázaly pravý opak. Na základě těchto zjištění se ukazuje, že běžný spotřebitel zcela ztrácí možnost rozhodování, jak se vyhnout transmastným kyselinám. Jedním z důvodů nekonzistentního značení výrobků je skutečnost, že v nařízení (EU) č. 1169/2011 chybí definice, co je myšleno pod pojmy částečně a plně ztužené tuky. Toto není vysvětleno ani v žádných výkladových dokumentech k tomuto nařízení. Výrobci potravin nemají opěrný bod, kdy deklarovat přítomnost částečně či plně ztuženého tuku. Jsou závislí na dodavatelích surovin a kvalitě jejich specifikací. Ti se však rovněž nemají čeho držet.

Důsledkem vysokého obsahu transmastných kyselin ve výrobcích je relativně nižší obsah nasycených mastných kyselin uvedený v rámci výživových údajů na obalech. Transmastné a nasycené mastné kyseliny plní ve výrobcích podobné technologické funkce. Výrobky s vysokým obsahem transmastných kyselin z hlediska současného označování výživové hodnoty uměle vytvářejí dojem, že mají příznivější složení mastných kyselin, protože obsah nasycených mastných kyselin je nižší a transmastné ky-

seliny nejsou a nesmí být uvedeny v tabulce výživových údajů. Česká republika a státy střední Evropy mají ještě, co dohánět, aby se dostaly na úroveň západní Evropy.

Nahrazení částečně ztužených tuků při smažení je relativně jednoduché

Reformulace vyžadují odlišné přístupy podle toho, zda se jedná o tuky na smažení nebo strukturní tuky používané při výrobě některých druhů potravin. V případě tuků na smažení je náhrada transmastných kyselin snazší. Stačí vhodně zvolit tuky s dobrou tepelnou stabilitou. Ideálním řešením jsou tuky s vyšším obsahem kyseliny olejové ze skupiny mononenasycených mastných kyselin. Vhodný je rafinovaný olivový olej nebo některé speciálně vyšlechtěné odrůdy slunečnicového či řepkového oleje se zvýšeným obsahem kyseliny olejové. Na smažení lze použít i tropické tuky (palmový, kokosový), pokrmové tuky nebo sádlo. Použití tropických, pokrmových tuků nebo sádlu však vede k dalšímu zvyšování příjmu nasycených mastných kyselin, které konzumujeme v nadbytku. Na krátkodobé a jednorázové smažení se hodí i klasické odrůdy řepkového oleje. V případě použití živočišných tuků na smažení je třeba pamatovat na možnost tvorby oxidačních produktů cholesterolu.

Tropické tuky správná volba místo částečně ztužených tuků

U výrobků, kde částečně ztužené tuky plní funkci strukturního tuku, bývá jejich náhrada o něco obtížnější. Je potřeba hledat mezi tuky s vyšším obsahem nasycených mastných kyselin, mezi tropickými oleji a tuky z těchto surovin připravených. Vhodnou surovinou je palmový olej, který je rovněž opředen spoustou mýtů. Objevovaly se články nazývající palmový olej skrytým zabitákem. Přitom palmový olej obsahuje méně nasycených mastných kyselin než kokosový tuk, kakaové máslo nebo mléčný tuk a při srovnání účinku konzumace těchto tuků na hladinu cholesterolu a krevních lipidů vychází palmový olej v některých případech lépe. Možnosti náhrady byly vysvětleny v kapitole týkající se strukturních tuků.

Veškeré reformulace výrobků by měly být vedeny se snahou, aby se s odstraněním částečně ztužených tuků zlepšovala výživová hodnota výrobků. Zlatým pravidlem reformulací je, aby se součet nasycených a transmastných kyselin po úpravě složení nezvýšil. To znamená, že by nárůst obsahu nasycených mastných kyselin po změně receptury potraviny neměl být vyšší než, o co se snížil obsah transmastných kyselin. U řady výrobků neplní tuk roli strukturního tuku (např. snídaňové cereálie), v těchto případech lze najít alternativy, při nichž lze obsah nasycených mastných kyselin snížit. O tom svědčí příklady z praxe, kdy palmo-

vý olej byl nahrazen olejem řepkovým. Totéž platí i o výrobcích používajících více druhů tuků a olejů. Jejich skladbu lze rovněž optimalizovat s cílem snížení celkového obsahu nasycených mastných kyselin.

Regulace transmastných kyselin v potravinách

Zatímco snižování obsahu rizikových živin včetně nasycených mastných kyselin probíhá na základě dobrovolných iniciativ průmyslových podniků nebo národních plánů, u transmastných kyselin začíná převládat názor, že je třeba přistoupit k legislativním opatřením. Obecné předpisy EU neregulují obsah transmastných kyselin v potravinářských výrobcích. Výjimkou je počáteční a pokračující kojenecká výživa⁸⁶. Obsah transmastných kyselin v těchto výrobcích nesmí být vyšší než 3 % z celkového obsahu tuku.

Některé státy jako Rakousko, Dánsko, Lotyšsko a Maďarsko přijaly lokální právní předpisy, které omezují obsah transmastných kyselin v potravinách. Dánsku zavedlo v roce 2003 limit, podle něhož nesmí obsah transmastných kyselin v potravinách překročit 2 % z tuku. Existují důkazy o tom, že zavedení zákonných limitních hodnot pro transmastné kyseliny vznikající v rámci průmyslových technologií vede k významnému snížení počtu úmrtí způsobených kardiovaskulárními onemocněními⁸⁷.

⁸⁶ Směrnice Komise 2006/141/ES ze dne 22. prosince 2006 o počáteční a pokračovací kojenecké výživě a o změně směrnice 1999/21/ES.

⁸⁷ Restrepo BJ, Rieger M (2016). Denmark's Policy on Artificial Trans Fat and Cardiovascular Disease. Am J Prev Med; 50 (1): 69-76

Generální ředitelství pro zdraví a bezpečnost potravin DG SANTE publikovalo 11. října 2016 materiál, který hodnotí situaci v rámci EU a naznačuje plány do budoucna. Situaci ohledně výskytu transmastných kyselin v potravinách je obtížné řešit na úrovni jednotlivých členských států. Je zapotřebí mít koordinovaný přístup v rámci EU. Jako alternativy se nabízejí zavedení limitu pro transmastné kyseliny v potravinách, nepoužívat částečně ztužené tuky nebo zavedení povinnosti značit obsah transmastných kyselin na obalech potravin. Poslední alternativa je považována za nejméně účinnou, podobně jako dobrovolné dohody výrobců používat částečně ztužené tuky do určitého limitu. Zdá se, že panuje i shoda postavit hraniční hodnoty na 2 % transmastných kyselin pocházejících z průmyslových technologií z celkového obsahu tuku. Diskuse se vedou, zda by tato hranice platila pro všechny výrobky po vzoru Dánska bez rozdílu v obsahu tuku nebo, zda by pro výrobky s nízkým obsahem tuku platila odlišná pravidla, jako je tomu například v Rakousku. Transmastné kyseliny nepocházejí jen z tuků, ale i jiných funkčních látek (emulgátory, aroma). Jejich obsah v potravinách je nízký, ale u výrobků s nízkým obsahem tuku to může vést k překročení hranice 2 % transmastných kyselin, která se vztahuje k obsahu tuku v dané potravine. Další alternativou legislativní úpravy je stanovení jednoho limitu jako v Dánsku

bez regulace výrobků s nízkým obsahem tuku, což je podobné rakouskému modelu. V roce 2017 se očekávaly výsledky hlubší analýzy dopadů souvisejících s navrhovanými legislativními opatřeními. Materiál je po obsahové stránce v souladu s tím, jak situaci hodnotí Evropský parlament⁷⁷.

Ekonomický a zdravotní přínos nahrazení transmastných kyselin v potravinách

Allen et al publikoval socio-ekonomickou studii, která modelovala dopady snížení příjmu transmastných kyselin⁸⁹. Velká Británie nepatří mezi země s vysokým příjmem transmastných kyselin podobně jako i jiné země západní Evropy. Nicméně např. u nízkopříjmových skupin se konzumace transmastných kyselin odhaduje na úrovni 1,3 % z celkového příjmu energie. Podle výsledků studie by bylo možno omezením příjmu transmastných kyselin předejít či oddálit 7200 úmrtí a zlepšením označování potravin 1800 až 3500 úmrtí. Ekonomické dopady byly vyčísleny úsporou 265 milionů liber. Česká republika je z hlediska počtu obyvatel 6 krát menší než Velká Británie. Náklady na zdravotnictví budou u nás i nižší. Pokud však výpočty fungují podobně, i zde by byl potenciál úspor výrazný, řádově ve stovkách milionů korun.

⁸⁹ Allen K et al (2015). Potential of trans fats policies to reduce socioeconomic inequalities in mortality from coronary heart disease in England: cost effectiveness modelling study. *BMJ*; 351: h4583.



Vnímání tuků spotřebiteli

U řady spotřebitelů je patrný silný trend vyhýbat se tukům a řada konzumentů si stále myslí, že nízkotučná strava je zdravá. Omezování tuků často začíná u viditelných tuků. Ty, pokud jsou rostlinného původu s převahou nenasycených mastných kyselin, by naopak měly být ve stravě preferovány. Obecná tendence vyhýbat se tukům často paradoxně zvyšuje disproporci mezi potřebou konzumace nenasycených a esenciálních mastných kyselin a jejich skutečným příjmem. Skryté tuky totiž mají většinou nižší obsah esenciálních mastných kyselin a vyšší obsah nasycených, případně transmastných kyselin. Dalším problémem jsou zkrácené představy běžného spotřebitele o složení potravin z hlediska zastoupení jednotlivých skupin mastných kyselin v různých potravinách. Proto je důležitá osvěta či rozšiřování znalostí o složení potravin.

Kritéria uplatňovaná při výběru potravin

Jak spotřebitel sleduje problematiku výše zmíněných rizikových živin, vnímá její důležitost a rozumí jí, bylo předmětem výzkumu, který zorganizovala agentura Sanep. Průzkum proběhl dotazníkovou formou přes internet v roce 2014. Následující tabulka dokumentuje procentuální rozložení odpovědí spotřebitelů, jakou roli hrají jednotlivé živiny při výběru potravin. Údaj před lomítkem jsou procentuální odpovědi respondentů z celé ČR, údaj za lomítkem jsou odpovědi Pražanů.



	Snažím se jim zcela vyhnout	Snažím se je omezovat	Snažím se zvyšovat jejich obsah	Snažím se zařazovat co nejvíce	Je mi to jedno
Sůl / sodík	5,1 / 3,9	59,8 / 55,9	6,9 / 10,8	1,9 / 1,2	26,3 / 28,2
Tuky / oleje	4,6 / 2,4	59,6 / 56,4	6,7 / 8,8	1,9 / 0,5	27,2 / 31,9
Cukry obecně	12,1 / 8,7	52,5 / 47,1	5,8 / 11,8	2,7 / 0,7	26,9 / 31,7
Cholesterol	13,1 / 5,8	44,5 / 41,2	7,6 / 9,7	3,9 / 2,1	30,9 / 41,2
Nasycené tuky / mastné kyseliny	7,3 / 5,9	40,5 / 43,2	10,9 / 8,6	3,5 / 1,8	37,8 / 40,5
Nízkokalorická sladidla	31,7 / 29,4	15,1 / 11,8	15,4 / 18,5	5,7 / 2,1	32,1 / 38,2
Komplexní sacharidy	3,1 / 2,9	28,2 / 18,6	21,6 / 20,2	5,4 / 3,4	41,7 / 50,9
Trans tuky / mastné kyseliny	9,7 / 11,8	21,6 / 15,3	21,2 / 19,9	6,2 / 8,9	41,3 / 44,1
Nenasycené tuky / mastné kyseliny	3,5 / 1,9	26,3 / 14,7	18,9 / 20,6	4,2 / 5,9	47,1 / 58,8
Bílkoviny	0,4 / 0,8	8,5 / 5,9	32,5 / 35,3	20,8 / 17,6	37,8 / 40,4
Celozrnnost výrobku	3,9 / 2,9	3,9 / 5,9	39,4 / 35,3	27,7 / 32,4	25,1 / 23,5
Vláknina	1,9 / 0,6	2,3 / 0,4	35,5 / 41,2	33,3 / 32,4	27,0 / 25,4
Vápník	0,7 / 0,4	0,8 / 0,5	46,7 / 47,1	20,5 / 17,5	31,3 / 34,5
Vitaminy / minerální látky	0,2 / 0,1	0,4 / 0,2	39,5 / 38,2	37,1 / 35,3	22,8 / 26,2

Přibližně dvě třetiny dotázaných se snažily omezovat sůl a cukry obecně nebo se jim vyhýbat. To je žádoucí trend. Podobně lze pozitivně hodnotit snahu o zvyšování konzumace celozrnných výrobků, vlákniny, vápníku, vitamínů a minerálních látek.

Tuky působí zmatečně

Kontroverzním způsobem vnímá běžný spotřebitel kategorii tuků. Podobně jako u soli a cukrů, převládá snaha příjem tuků omezovat, což by bylo v pořádku, pokud by tuky přispívaly k nadbytečnému příjmu energie. Podíváme-li se však na odpovědi týkající se jednotlivých skupin mastných

kyselin, musíme konstatovat, že se spotřebitel v problematice tuků orientuje nejméně ze všech živin. Snaha omezovat příjem rizikových skupin tuků – nasycených mastných kyselin, ale hlavně transmastných kyselin, je mnohem nižší než snižování příjmu tuků jako celku. Přibližně jen jedna čtvrtina respondentů se snaží více zařazovat do jídelníčku nenasycené mastné kyseliny, které hrají pozitivní úlohu v řadě metabolických pochodů v organismu. Poslední sloupek v tabulce „Je mi to jedno“ může ukazovat na dvě skutečnosti. Spotřebitel danou živinu nepovažuje za významnou nebo problematice nerozumí, tudíž nevidí důvod, proč by se jí zabýval. Z procentuálního rozložení odpovědí vyplývá, že přibližně jedna čtvrtina

respondentů se o problematiku jednotlivých živin nezajímá vůbec bez ohledu, zda se jedná o živiny s pozitivním vlivem na lidské zdraví či živiny rizikové. Zajímavým zjištěním je, že až na vlákninu a celozrnnost výrobku je ve všech ostatních případech procentuální podíl v posledním sloupci v tabulce u obyvatel Prahy vždy vyšší než v rámci celé republiky. To ukazuje na vyšší potřebu edukace u obyvatel Prahy. Mezi tématy, kterým spotřebitelé rozumějí nejméně nebo se o ně nezajímají, patří beze sporu tuky a dále komplexní sacharidy, tedy složky stravy, které významně ovlivňují zdravotní stav populace.





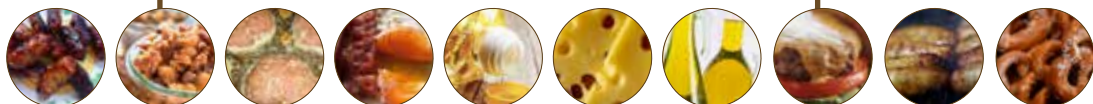
Závěry

Přestože se v médiích a na internetu můžeme dočíst řadu protichůdných informací ohledně tuků, jsou všechna výživová doporučení vytvořená odbornými společnostmi na vědeckém základě relativně konzistentní.

1. Tuk není nepřítel a diety s nízkým příjmem tuků nejsou již delší dobu podporovány.
2. Příjem tuků by ale neměl vést k nerovnováze mezi příjmem a výdejem energie.
3. Neustále platí doporučení vyhýbat se transmastným kyselinám a omezovat příjem nasycených mastných kyselin.
4. Nasycené mastné kyseliny by měly být ve stravě nahrazovány polynenasycenými. Přednost by měla být dáвана potravinám s nutričně významným obsahem omega 3 mastných kyselin.
5. Záměna nasycených mastných kyselin za sacharidy s převahou přidaných cukrů není prospěšná. Může vést ke zvýšení rizik kardiovaskulárních onemocnění.
6. Při reformulacích zaměřených na transmastné kyseliny by se neměl zvyšovat obsah nasycených mastných kyselin nad rámec celkového součtu nasycených mastných a transmastných kyselin v potravině před úpravou složení.
7. Reformulace nemohou probíhat, aniž by je provázela osvěta spotřebitele.
8. Spotřebitel by měl rozumět vlivu vybraných živin na zdraví, mít alespoň základní znalosti o složení potravin, případně si více všimnout výživových údajů uváděných na obalech.
9. Důležité je rovněž mít rámcovou představu o reálné vlastní spotřebě těchto živin v celkové stravě, stejně jako doporučeních, kde by se tato spotřeba měla pohybovat.

10. Ze spotřebitelských průzkumů jasně vyplývá, že běžný spotřebitel v těchto oblastech tápe. Osvětových kampaní je ve společnosti málo.
11. V České republice chybí strategie zabývající se konzumací tuků a jednotlivých mastných kyselin z pohledu vlivu na zdraví a stanovení cílů pro jejich spotřebu.
12. Spotřeba tuků a jednotlivých mastných kyselin by měla být pravidelně monitorována a vyhodnocována oproti nastaveným cílům.
13. Platforma pro reformulace založená v roce 2016 v rámci České technologické platformy pro potraviny si klade za cíl koordinovat aktivity v rámci potravinářského průmyslu s cílem zlepšovat výživovou hodnotu potravin na tuzemském trhu.
14. Při realizaci reformulací je nutno počítat s delším časovým úsekem, než se podaří snížit spotřebu některých kritických živin v rámci celé populace.





Tučná **FAKTA** o **tucích** aneb máme se bát tuků?

Publikace Platformy pro reformulace
Česká technologická platforma pro potraviny

Praha 2018
1. vydání

Potravinářská komora České republiky
Počernická 96/272, 108 03 Praha 10-Malešice
tel./fax: +420 296 411 187

www.reformulace.cz

www.ctpp.cz

www.foodnet.cz

ISBN 978-80-88019-30-5

