

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra Chemie



Význam tuků ve výživě člověka

Bakalářská práce

Autor práce: Jana Honová

Vedoucí práce: doc. Ing. Alena Hejtmánková, CSc.

© 2015 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Význam tuků ve výživě člověka" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10.4.2015

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Aleně Hejtmánkové, CSc. za odborné vedení bakalářské práce, cenné rady, vstřícný přístup a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnovala.

Význam tuků ve výživě člověka

Souhrn

Bakalářská práce na téma význam tuků ve výživě člověka se zaměřuje na tuky jako významnou složku výživy. Tuky jsou nepostradatelnou složkou potravy, slouží jako bohatý zdroj energie ale i jako zdroj esenciálních mastných kyselin a tuků rozpustných vitamínů A, D, E a K, kterým usnadňují vstřebávání. Nadměrný i svou skladbou nevhodný příjem tuků ve stravě však může způsobit energetickou nerovnováhu vedoucí k nadváze a obezitě a zároveň i závažná onemocnění srdce a cév.

Tuky by měly představovat 30 % energetického příjmu zdravého člověka. Je však nutno dbát na jejich složení. Konzumace rostlinných tuků je pro vyšší obsah esenciálních mastných kyselin vhodnější než konzumace živočišných tuků, pro něž je zároveň typické i vyšší zastoupení nasycených mastných kyselin. Nasycené mastné kyseliny by měly představovat pouze 1/3 z celkového příjmu v potravě přijímaných tuků. Není však zároveň vhodné nasycené mastné kyseliny z konzumace zcela vynechat, protože jsou součástí buněčných membrán.

Důležitý ve výživě je i poměr ω -3 a ω -6 mastných kyselin. Příjem ω -3 mastných kyselin by měl cca 4x převažovat příjem ω -6 mastných kyselin, jelikož ω -3 mastné kyseliny zlepšují elasticitu cév, čímž pomáhají předcházet řadě onemocnění. Významným zdrojem ω -3 mastných kyselin jsou především mořské ryby, proto se doporučuje zařazovat mořské ryby do jídelníčku minimálně 2x týdně.

Dále je nutné ve správné a vyvážené stravě dbát na příjem cholesterolu. Vysoký příjem živočišných tuků negativně ovlivňuje hladinu nežádoucího HDL cholesterolu v krvi. Hladina nežádoucího HDL cholesterolu je do jisté míry geneticky podmíněna, avšak lze ji snížit správnou životosprávou a pohybem. Dalším faktorem, kterým lze ovlivnit kvalitu a správné množství přijímaných tuků, je příprava pokrmů. Je žádoucí vyhnout se přípravě jídla pomocí smažení a fritování.

Klíčová slova: Cholesterol, lipidy, mastné kyseliny, výživa.

The importance of fats in human nutrition

Summary

Bachelor work on theme the importance of fats in human nutrition focuses on fats as An important component of nutrition. Fats are an essential part of the diet serve as a rich Power source but also as a source EFAs and the fat-soluble vitamins A, D, E and K, which facilitate absorption. Excessive and inappropriate income his composition of fats in the diet may cause energy imbalance leading to overweight and obesity and to serious diseases of the heart and blood vessels.

Fats should represent 30% of energy intake of a healthy person. However, Care should be taken on their composition. Consumption of vegetable fats is higher content of essential. Fatty acids had better than the consumption of animal fat, for which is also typical a higher proportion of saturated fatty acids saturated fatty acids should represent only 1/3 of the total dietary intake of fats accepted. However, at the same time suitable saturated fatty acids consumed completely omitted, because they are part cell membranes.

In nutrition is important if the ratio of ω -3 and ω -6 fatty acids. Receive ω -3 fatty acid should be about 4 times dominate income ω -6 fatty acids as ω -3 fatty acids improve the elasticity of blood vessels, helping to prevent many diseases. An important source of ω -3 Fatty acids are mainly in sea fishes, it is recommended to assign sea fishes diet at least 2x a week. It is also necessary in a proper and balanced diet to ensure intake of cholesterol. High intake of animal fat negatively affects the level of undesirable HDL cholesterol in the blood.

The level of HDL cholesterol is undesirable to some extent genetically determined, but can be reduce by correct diet and exercise. Another factor, which can affect the quality and quantity of received correct fat, is food preparation. It is desirable to avoid preparing food using frying and deep-frying.

Keywords: Cholesterol, lipids, fatty acids, nutrition

Obsah

1 Úvod	7
2 Cíl práce	8
3 Definice lipidů	9
3.1 Mastné kyseliny	10
3.1.1 Definice.....	10
3.1.2 Nasycené mastné kyseliny (SAFA – Saturated Fatty Acids)	12
3.1.3 Nenasycené mastné kyseliny	13
3.1.3.1 Mononenasycené mastné kyseliny	13
3.1.3.2 Polyenové mastné kyseliny	13
3.1.3.3 Trans nenasycené mastné kyseliny.....	14
3.2 Cholesterol	14
3.2.1 HDL	16
3.2.2 LDL	16
3.2.3 VLDL.....	17
3.2.4 Cholesterol v krevním séru.....	18
4 Význam lipidů ve výživě člověka	21
4.1 Význam esenciálních mastných kyselin ve výživě	22
4.2 Význam vitamínů rozpustných v tucích	23
4.3 Význam cholesterolu ve výživě člověka.....	27
4.4 Význam fosfolipidů	29
4.5 Metabolismus lipidů.....	29
5 Potraviny s vhodným složením složením tuku	Chyba! Záložka není definována.
5.1 Potraviny vhodné pro stravování s modifikovanými tuky.....	31
5.2 Potraviny, při kterých musí dohlížet na celkový obsah tuku a cholesterolu...	32
5.3 Potraviny, které bychom se měli raději vyvarovat.....	32
5.4 Doporučení pro přípravu jídel.....	33

6 Závěr	35
7 Seznam použité literatury	36

1 Úvod

V dnešní době se lidé snaží, zvláště při redukčních dietách, omezit tuk ve výživě. Tuk má ve výživě člověka nezastupitelnou roli. Ve výživě představuje důležitý zdroj energie a měl by v ní pokrývat 30 % procent. Jeden gram tuků má energii 38 kJ, což představuje téměř dvojnásobek s porovnáním se sacharidy a bílkovinami. Tuk je zdrojem esenciálních mastných kyselin. Důležitou roli hraje jako rozpouštědlo vitamínů A, D, E, K. Lipidy mají také v těle člověka důležitou stavební funkci, jsou součástí buněčných membrán (ve formě fosfolipidů).

Pro správnou funkci organismu a udržení zdraví musí člověk konzumovat určité množství tuku, který obsahuje nezbytné esenciální mastné kyseliny. Podkožní tuk slouží jako ochrana před chladem, zabraňuje tepelným ztrátám a je nenahraditelným zásobním zdrojem energie.

Potraviny rostlinného a živočišného původu jsou hlavními zdroji tuků. Tuk se nachází v ořeších, semenech, avšak největším zdrojem tuků jsou živočišné produkty. Ve srovnání s živočišnými zdroji, poskytují rostlinné zdroje poměrně málo tuku. Dnešní doba přináší ústup hodnocení tuků jako bohatého zdroje energie a více se zaměřuje na jejich složení. Důraz se klade na potřebu příjmu kvalitních tuků, bohatých na esenciální mastné kyseliny, což platí pro tuky a oleje používané bez tepelné úpravy.

V současnosti se rostlinné oleje, které obsahují esenciální mastné kyseliny, označují jako plnohodnotné, protože obsahují malé množství nasycených mastných kyselin, neobsahují cholesterol a obsahují velké množství nenasycených mastných kyselin, zejména esenciálních, tzn. pro organismus nepostradatelných. V těle nežádaný cholesterol při jejich příjmu nejen klesá, ale zlepšují se i některé další zdravotní problémy. Oproti tomu živočišné tuky obsahují nasycené mastné kyseliny, jejichž zvýšený příjem vede k syntéze cholesterolu. Z nutričního hlediska je důležité udržet rovnováhu nasycených a nenasycených mastných kyselin.

2 Cíl práce

Cílem předkládané bakalářské práce je na základě prostudování dostupných literárních zdrojů shromáždit informace a na jejich základě:

- Poskytnout stručný přehled o zdrojích tuků ve výživě
- Poukázat na význam tuků a mastných kyselin (neesenciálních a esenciálních)
- Podat základní přehled údajů o nejvýznamnějších jedlých rostlinných olejích a živočišných tucích a jejich složení
- Formulovat doporučení ve vztahu ke konzumaci různých druhů tuků ve stravě člověka.

3 Definice lipidů

Lipidy jsou nepostradatelnou složkou potravy, slouží jako bohatý zdroj energie ale i jako zdroj esenciálních mastných kyselin a v tuku rozpustných vitaminů, kterým usnadňují vstřebávání. Tuky se řadí mezi organické živiny, které jsou nezbytné pro zdravý vývin organismu. Jsou to přírodní sloučeniny, ve kterých se nacházejí vázané mastné kyseliny, které obsahují více než 3 atomy uhlíku (Kubicová, 2004).

Lipidy jsou z hlediska chemického estery vyšších mastných kyselin. Jsou to přírodní látky nerozpustné ve vodě, ale dobře rozpustné v organických rozpouštědlech. Charakteristickou vlastností lipidů je jejich hydrofobnost (schopnost odpuzovat vodu) (Streblová, 2013). Lipidy tvoří různorodou skupinu látek biologického původu, které se dobře rozpouštějí v organických rozpouštědlech, jako jsou metanol, aceton, chloroform nebo benzen. Ve vodě jsou naopak nerozpustné nebo špatně rozpustné (Koolman, 2012).

Lipidy jsou organické sloučeniny, velmi málo rozpustné ve vodě, které mají v biologických systémech především funkci zásobních energetických jednotek a jsou stavební součástí buněčných membrán (Svačina, 2008). V lidském těle plní lipidy mnoho funkcí. Mají zásobní funkci (zdroj energie), energetickou funkci (mohou katabolismem a následnou metabolizací uvolňovat velké množství Gibsovy energie - G). Lipidy, resp. jejich derivované formy mají také stavební funkci (jako součást membrán), rovněž soubory tukových tkání (depa) mají obrannou funkci, zejména abdominální (břišní) dutiny. Lipidy tvoří hlavní strukturní základ podkožního tuku v podkožním vazivu a tím ovlivňují termoregulační funkci (funkci tepelné izolace). Vzhledem ke své hydrofobitě umožňují rozpustit a udržovat ve vodním prostředí lipofilní látky (např. vitamíny rozpustné v tucích - A, D, E, K), a tím plní funkci rozpouštědla nepolárních látek.

Lipidy jsou důležitou složkou potravy nejen pro svůj vysoký obsah energie, ale i proto, že k nim patří vitamíny rozpustné v tucích a esenciální vyšší karboxylové kyseliny, které se nacházejí v tucích a olejích přirozených potravin. V těle slouží tuk jako účinný zdroj energie buď přímo, ale i jako potenciální zdroj, který je uložen v tukové tkáni (Koolman, 2012).

Tuky lze dělit podle původu:

- živočišné- mléčný tuk, sádlo, lůj, rybí tuk,

- rostlinné- oleje, stolní tuky vyrobené z oleje (Středa, 2009).

Dále lze tuky dělit podle jejich fyzikálních vlastností na:

- Tuhé (oleje),
- Mazlavé (máslo, sádlo),
- Kapalné (oleje).

3.1 Mastné kyseliny

Tuky jsou přirozenou složkou potravin. Skládají se z mastných kyselin a glycerolu. Množství a poměr mastných kyselin určuje biologickou hodnotu, fyzikální vlastnosti a kvalitu tuků (Kubicová, 2004).

3.1.1 Definice

Mastné kyseliny (dále také jen „MK“) jsou karboxylové kyseliny s alifatickým uhlovodíkovým řetězcem. MK jsou především vázány jako estery v tucích, ale mohou se vyskytovat i v neesterifikované podobě jako volné MK. Mastné kyseliny v přírodních tucích obsahují sudý počet uhlíkových atomů, protože jsou syntetizovány z dvou uhlíkatých jednotek. MK se liší délkou řetězce, množstvím dvojných vazeb a jejich polohou a polohou vodíkových atomů kolem vazby. Mastné kyseliny s počtem uhlíků 2–4 se nazývají krátké mastné kyseliny, s 6–12 mastné kyseliny se středním řetězcem a se 14–26 uhlíky o mastné kyseliny s dlouhým řetězcem (Zadák, 2008).

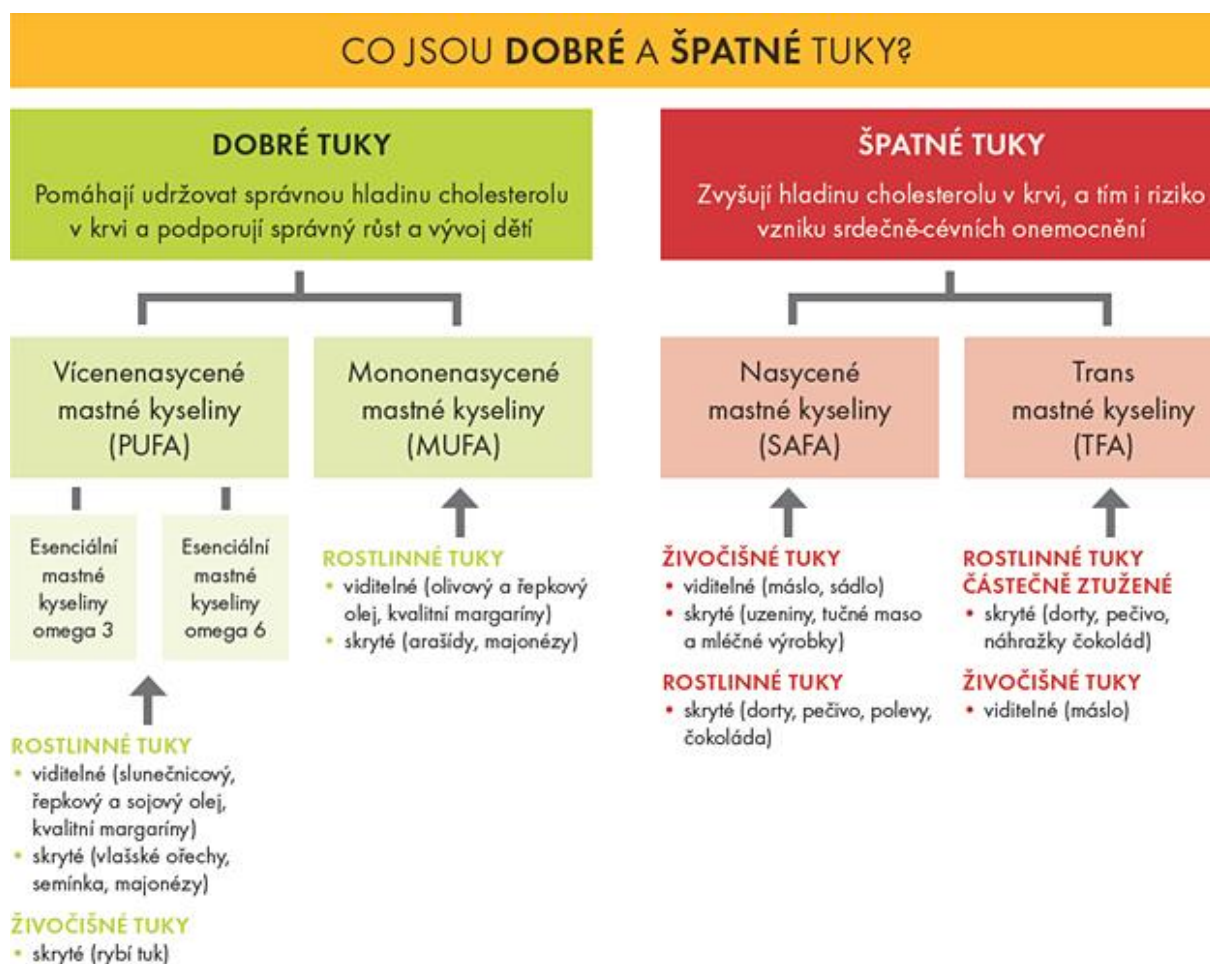
Velíšek a Hajšlová (2009) rozdělují mastné kyseliny do následujících skupin:

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

V zásadě lze mastné kyseliny dělit především na nasycené a nenasycené. Z chemického hlediska se nasycené a nenasycené mastné kyseliny odlišují v molekulární vazbě. Zatímco nasycené mastné kyseliny v molekule neobsahují žádnou dvojnou vazbu, nenasycené mastné kyseliny obsahují buď jednu dvojitou vazbu (mononenasycené) nebo několik dvojitých vazeb (polynenasycené) v molekule. Některé z polynenasycených mastných kyselin jsou esenciální, to znamená, že tělo si je nedokáže samo vytvořit, proto je člověk musí přijímat ve stravě (Strebllová, 2013).

Mezi odborníky na výživu se někdy hovoří i o tzv. „dobrých“ a „špatných“ tucích. Toto dělení vychází z výše nastíněného členění lipidů, a je znázorněno na obrázku č. 1.

Obrázek č. 1: “Dobré” a “špatné” tuky

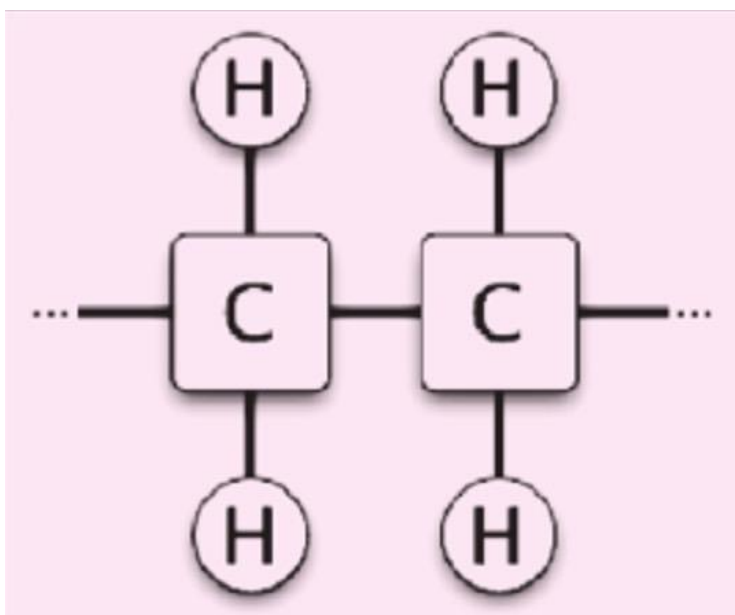


Zdroj: <http://www.nasyceneskodi.cz/co-jsou-nasycene/>

3.1.2 Nasycené mastné kyseliny (SAFA – Saturated Fatty Acids)

Většina nasycených mastných kyselin v potravě je živočišného původu a délka uhlíkového řetězce je 8–18 atomů. Schematicky strukturu nasycených MK ukazuje obrázek č. 2. (Svačina, 2008). Nadměrný příjem nasycených mastných kyselin zvyšuje například riziko srdečních a cévních onemocnění, což je důvodem, proč je třeba dbát na to, aby příjem nasycených mastných kyselin v potravě nebyl příliš vysoký. Na druhou stranu organismus i tento typ lipidů do určité míry potřebuje, neboť se jedná o důležitou součást buněčných membrán (Svačina, 2008), což znamená, že jejich nedostatek může rovněž škodit. Platí však pravidlo, že nasycené mastné kyseliny by měly tvořit jen 1/3 všech v potravě přijímaných tuků (Nováková, 2011). Od esenciálních mastných kyselin se nasycené MK liší také tím, že lidské tělo je schopné tento typ lipidů syntetizovat (Svačina, 2008).

Obrázek č. 2: Struktura nasycené MK



Zdroj: (Svačina, 2008)

Mezi nejvýznamnější nasycené mastné kyseliny patří:

- Kyselina palmitová $C_{16}H_{32}O_2$ - patří mezi nejrozšířenější nasycené mastné kyseliny, vyskytuje se téměř ve všech živočišných a rostlinných tucích v množství 5–6 %. Tuky, které obsahují palmitovou kyselinu, jsou vhodné pro výrobu mýdel a přípravu jedlých tuků.

- Kyselina stearová $C_{18}H_{36}O_2$ - je po kyselině palmitové nejvíce rozšířená mastná kyselina. 1–5 % obsahují tekuté oleje a 32–35 % tuhé tuky. Mezi její produkty patří stearin (Svačina, 2008).
- Kyselina stearová $C_{18}H_{36}O_2$ - je po kyselině palmitové nejvíce rozšířená mastná kyselina. 1–5 % obsahují tekuté oleje a 32–35 % tuhé tuky. Mezi její produkty patří stearin (Svačina, 2008).

3.1.3 Nenasycené mastné kyseliny

Nenasycené mastné kyseliny se nacházejí v rostlinných olejích, ale také v mořských produktech. Rozdělují se podle počtu dvojných vazeb na monoenové a polyenové mastné kyseliny. V těle mají více funkcí, a to jako složky buněčných membrán, prekurzory (prekurzor = výchozí látka) buněčných mediátorů (mediátor = zprostředkovatel), atd.

3.1.3.1 Mononenasyčené mastné kyseliny

Mononenasyčené mastné kyseliny - obsahují jednu dvojnou vazbu, snižují riziko srdečních onemocnění. Mononenasyčené mastné kyseliny se dále rozlišují podle konfigurace dvojně vazby. Hlavními představiteli MK v *cis*- konfiguraci jsou olejová (18:1 n-9), vakcenová (18:1 n-7) a palmitolejová kyselina (16:1 n-7) (Žák, 2011).

V působení na hladinu cholesterolu jsou spíše neutrální, pro lidské zdraví jsou ale důležité. Novější studie dokumentují jejich příznivý vliv na pacienty s cukrovkou (Rybka, 2006). Jejich největším zdrojem je řepkový a olivový olej, ale i některé pomazánkové tuky - Rama, Perla, Easy, Sága top s vlákninou. Nacházejí se i v mandlích, lískových ořeších a pistáciích.

3.1.3.2 Polyenové mastné kyseliny

Polynenasycené mastné kyseliny se rozdělují do dvou skupin. Na ω -6 mastné kyseliny a na ω -3 mastné kyseliny. Jsou to esenciální MK, organismus je přijímá potravou, protože si je nedokáže syntetizovat sám. Jejich zdrojem jsou rostlinné oleje (slunečnicový, řepkový, sójový), ryby a mořští živočichové. Právě ω -3 MK mají ve výživě velký význam. Snižují hladinu cholesterolu, triglyceridů, snižují krevní tlak, nemocnost i úmrtnost na infarkt myokardu a cévní mozkovou příhodu tím, že zlepšují elasticitu cév, stabilizují poruchy

srdečního rytmu a zabraňují vzniku krevních sraženin (Piřha, et al., 2009). Jejich doporučený denní příjem by měl být minimálně 2,2 g. Se zvýšeným rizikem vzniku kardiovaskulárních onemocnění je spojen právě nízký příjem esenciálních MK. Proto se doporučuje konzumovat minimálně 2–3 jídla z ryb týdně (Brát, et al., 2011).

Polynenasycené mastné kyseliny se nacházejí ve slunečnicovém, sójovém a řepkovém oleji, též v margarínech a pomazánkových tucích z nich vyrobených. Obsahují je i ryby, i přesto, že jsou potravinou živočišného původu. Ryby jsou zdrojem dvou velmi významných polynenasycených kyselin, eikosapentaenové kyseliny (EPA) a dekosahexaenové kyseliny (DHE) s výrazným protisklerotickým účinkem. Margaríny, které tyto kyseliny obsahují - Flora, Alfa, Sága.

3.1.3.3 *Trans* nenasycené mastné kyseliny

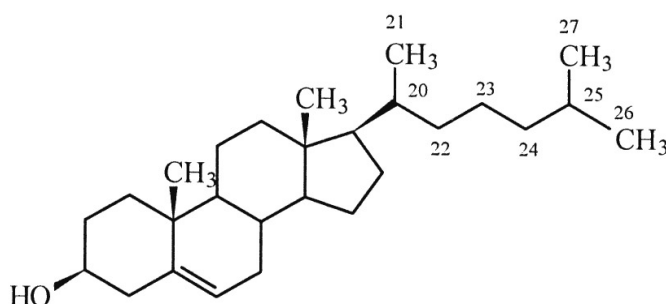
Zvláštní skupiny mastných kyselin tvoří *trans* nenasycené MK, které na organismus působí negativně. Vznikají při úpravě tuků - při procesu ztužování nebo mohou vznikat přirozeně, enzymaticky katalyzovanou hydrogenací v trávicím traktu (Brát, et al., 2011). Působí výrazně oxidačně s tvorbu volných radikálů a jejich negativní vliv je až dvojnásobně vyšší než u saturevaných tuků. Vysoký příjem *trans* mastných kyselin, má nepříznivý vliv na kardiovaskulární systém (vysoký cholesterol → rozvoj aterosklerózy → ischemická choroba srdeční → mozkové mrtvice → smrt), proto je nutné se těmito MK vyhýbat. Jejich obsah v potravinách by neměl přesahovat 0,5 g, protože jejich vliv na tukové látky v krvi je ze všech druhů tuku nejhorší. Jedním z neúčinnějších způsobů z hlediska snižování rizik kardiovaskulárních onemocnění v rámci konzumace tuků, je výměna nasycených MK za nenasycené MK s požadovaným podílem ω -3 MK (Kamenský, 2010).

3.2 Cholesterol

Cholesterol (ob. 3) je živočišný steroid, který je významnou složkou plazmatických membrán, ale i membrán nitrobuněčných organel. Jeho význam je dán zejména tím, že je prekurzorem steroidních hormonů, látek, které regulují množství druhotných funkcí včetně pohlavního vývoje jedince a metabolismu cukrů. Cholesterol má význam i při srdečních chorobách. Je potřebný při tvorbě žluči. Vyskytuje se téměř ve všech tkáních těla a v potravinách živočišného původu. Zdravý organismus si reguluje potřebu cholesterolu sám (Berg, 2014).

Živočišný organismus je schopen syntetizovat cholesterol z acetylkoenzymu A. Nejdůležitějším místem syntézy cholesterolu jsou játra, i když může docházet k syntéze i v jiných orgánech (nadledvinky, slezina, myokard). Syntéza cholesterolu v játrech je ovlivňována řadou faktorů. Experimentální studie na zvířatech ukázaly, že cholesterol obsažený v potravě je významným aterogenním (aterogenní = podporující vznik aterosklerózy – kornatění cév) faktorem. Vylučování cholesterolu do žluče probíhá jednak ve formě cholesterolu a jeho metabolitů, dále ve formě steroidů a žlučových kyselin. Vyloučené steroidy jsou ve střevě dále modifikované působením bakterií. Odbourávání a vylučování je urychlováno hormony štítné žlázy (Trávníček et al., 1987).

Obrázek č. 3: Vzorec cholesterolu



Zdroj: (Velíšek, 2002)

Existují tři druhy cholesterolu:

- Cholesterol celkový = zahrnuje HDL a LDL cholesterol
- HDL-cholesterol = "dobrý cholesterol"
- LDL-cholesterol = "špatný cholesterol" (Pospíšilová, et al., 1994)

Podle novějších poznatků je plazmatický cholesterol tvořen jednak cholesterolem neseným do periferních buněk jako lipoprotein s nízkou hustotou (low density lipoprotein cholesterol, zkratka LDL), jednak cholesterolem transportovaným z periferie včetně cévních stěn do jater jako lipoprotein s vysokou hustotou (high density lipoprotein cholesterol, HDL), kde je vylučován žlučí. Zatímco LDL je ukazatelem rizika aterogeneze (vznik aterosklerózy), HDL má význam opačný, svou účastí na transportu cholesterolu z cévní stěny působí proti vzniku aterosklerózy. To potvrzují práce z poslední doby, podle nichž je hladina HDL cholesterolu v negativní korelaci s výskytem aterosklerózy (Pacovský et al., 1986).

3.2.1 HDL

Z povrchových vrstev chylomikronů (chylomikron = tuková částice v krvi) (ale také z jater) se vyplavuje tzv. nascent HDL, které mají diskovitý tvar, vytvoří se definitivně kulaté částice HDL (též HDL₂). Změna tvaru je podmíněna konformační změnou apoproteinu. HDL se částečně vychytává v játrech. V porovnání s jinými lipoproteiny je HDL relativně dlouhověký (Suržin, Ledvina, 2002).

HDL si na jedné straně s chylomikrony a VLDL (velmi nízkodenzitní lipoprotein) vyměňuje určité apo-lipoproteiny a na druhé straně přebírá nadbytečný cholesterol z extrahepatálních (extrahepatární = mimojaterní) buněk a z krve. Prostřednictvím svého apoproteinu aktivuje plazmatický enzym lecitin-cholesterol-acyl-transferázu (způsobí částečně esterifikaci cholesterolu) a předává cholesterol a jeho estery do jater a žlázám produkujícím steroidy (vaječníky, varlata, nadledviny) (Silbernagl, Lang, 2001).

Játra vytváří částice HDL (nejdříve ve formě nasycených HDL), které se uvolňují do krevního oběhu exocytózou (exocytóza = proces, při kterém buňka uvolňuje větší částice směrem k membráně na povrch) . HDL představuje jakýsi rezervoár pro apoprotein, který je nezbytný pro metabolismus chylomikronů a VLDL. HDL je výborným akceptorem volného neesterifikovaného cholesterolu, je to tzv. vysavač cholesterolu a místem tzv. skládky jsou játra. Patogenetický význam HDL je tedy opačný, jiný než má LDL. Zatímco LDL je nejdůležitějším rizikovým faktorem aterosklerózy, HDL je antiaterogenní (působící proti ateroskleróze).

Stanovení poměru LDL/HDL slouží lékařům k vyhodnocení pravděpodobnosti rozvoje aterosklerózy, nemoci, která má největší podíl na úmrtnosti současné generace.

LDL-receptor do buňky cholesterol dodává. Buňka obsahuje i HDL-receptor, na kterém se připojená částice HDL obohatí cholesterolem. Ten je v ní esterifikován. Po esterifikaci cholesterolu vznikne určitý koncentrační spád, který přitahuje esterifikovaný cholesterol do jater. V jaterní buňce se štěpí esterifikovaný cholesterol z tkání. HDL následně ztrácí hustotu a vzniká cholesterol (Suržin, Ledvina, 2002).

3.2.2 LDL

LDL se jako celé částice dostává přes specifické LDL-receptory se internalizují (přesouvají z vnějšího povrchu buňky do vnitra buňky) do buněk tkání a do jejich lysozomů a

obohacují je o cholesterol. To má zásadní důsledky nejen pro nutnou výstavbu membrán, ale i pro patologické děje - je to cesta, kterou tkáň, např. stěna cév, hromadí nadbytek cholesterolu, který se uplatňuje při vzniku a rozvoji aterosklerózy. Buňka ale může přijmout LDL a s ním i jeho cholesterol jen tehdy, když má na povrchu specifický receptor (Suržin, Ledvina, 2002).

Určitou část LDL vycytávají makrofágy, a to přes receptory se širokou specifíčností mohou zprostředkovat endocytózu i chemicky modifikovaného LDL. Ten se po značném přesycení cholesterolem stává "pěnovými buňkami", které se nacházejí v aterosklerotických ložiskách (Suržin, Ledvina, 2002).

Aterogenní schopnost LDL je nesporná. Podle nových výsledků výzkumu však největší aterogenní působení mají částice LDL, které byly oxidačně modifikovány. Tato oxidace se děje v mnoha buňkách - v makrofázích, fibroblastech i buňkách hladkého svalu. V lipoproteinové částici jde z chemického hlediska o lipoperoxidaci, tedy o oxidaci nenasyčených mastných kyselin. Tento proces může být inhibován antioxidanty. Jako produkt oxidace vzniká malondialdehyd. Ukázalo se, že tvorba malondialdehydu je indikátorem rychlosti aterogenního procesu v cévě. Malondialdehyd modifikuje proteiny v LDL, v bezprostředním okolí cévního ložiska. Oxidované LDL částice se snadněji dostávají do makrofágů uložených uvnitř cév a přeměňují je na cholesterolem přesycené „pěnové buňky“, které mají značný význam pro vznik patologického ložiska. Tyto poznatky umocňují názory na příznivý efekt antioxidantů, např. tokoferolu (vitaminu E), který v pokusu na zvířatech brzdí rozvoj aterosklerózy. Ve stejném smyslu se uplatňuje superoxiddismutáza, která likviduje volné radikály kyslíku. Ukazuje se, že rychlost aterogeneze bude do značné míry záviset na rovnováze mezi oxidačními a antioxidačními faktory (Suržin, Ledvina, 2002).

3.2.3 VLDL

VLDL je podstatně menší (okolo 50 nm) a s vyšším zastoupením apoproteinů. I ve VLDL převládají triacylglyceroly. Hlavním zdrojem VLDL není střevo, ale játra. Vysoký obsah VLDL plasmu zakaluje. Nevylučuje se, že část triacylglycerolů ve VLDL nepochází z resorbovaného tuku, ale vzniká z tuku, který částice odebraly z krevního řečiště. VLDL představují transportní systém triacylglycerolů z jater do extrahepatálních (mimojaterních) tkání.

Oba lipoproteiny - chylomikrony a VLDL - se po požití tučného jídla dostávají lymfatickými cévami do krevního oběhu. Střevní lymfa a krevní plazma za těchto okolností jeví zákal, je chylózní (chylus = krevní sérum při velkém obsahu tuku v krvi), a to tak dlouho, dokud se chylomikrony enzymově neodbourají. Chylomikrony a VLDL jsou nutné pro zásobování periferních tkání vyššími mastnými kyselinami. Předpokladem využití chylomikronů a VLDL v tkáních je jejich předchozí enzymové rozštěpení.

Rychlost odbourávání chylomikronů je vysoká, poločas částic je jen 4–5 minut u malých zvířat a asi jednu hodinu u člověka. Resorbování lipidů ve střevě však trvá dlouho, a proto i celková doba existence zákalu plazmy po požití tuků je několik hodin, samozřejmě v závislosti na přijatém množství. Asi za 5 hodin i po velkém příjmu tuků odpovídá hladina lipidů v krvi hladině v případě „nalačno“ a plazma je čirá.

Komplexy zbytků bohaté na cholesterol a obsahující i zbytky triacylglycerolů se následně dostávají přes specifický receptor do jater, endocytózou proniknou do hepatocytů (hepatocit = jaterní buňka) a jsou totálně degradovány. Cholesterol uvolněný z chylomikronů se dále podílí na regulaci vlastní syntézy „de novo“ (Suržin, Ledvina, 2002).

Zbývající zbytky VLDL nebo IDL (lipoproteiny o střední hustotě), které se asi z 50 % vracejí do jater, kde znovu přijmou „náklad“ a opustí játra jako VLDL. Druhá polovina IDL je stykem s jaterní lipázou přeměněna na LDL. 2/3 LDL odevzdávají svůj cholesterol a jeho estery v játrech, 1/3 v tkáních mimo játra, přičemž v obou případech je nutná vazba apoproteinu na LDL-receptory (Silbernagl, Lang, 2001).

Částice IDL lze z krve zdravého člověka jen těžko izolovat. Definitivním výsledkem štěpení VLDL a IDL v plazmě jsou částice LDL, které jako jediné z lipoproteinů nevznikají v žádném konkrétním orgánu, ale v krevním oběhu (pouze malou část pravděpodobně produkují játra).

3.2.4 Cholesterol v krevním séru

V krevním séru je cholesterol nesený lipoproteiny, které lze rozdělit na lipoproteiny s vysokou hustotou (HDL), s velmi nízkou hustotou (VLDL) a nízkou hustotou (LDL). Tyto lipoproteiny mají kulovitý tvar. Pro vznik a průběh srdečních chorob je rozhodující poměr mezi uvedenými druhy cholesterolu. Nasycené tuky a tuky s konfigurací *trans* mají tendenci zvyšovat množství plazmatického tuku a LDL. Platí to zejména pro mléčné tuky, které zvyšují

koncentraci LDL cholesterolu více než třikrát oproti HDL cholesterolu. Podstatou zdravé výživy je snížit koncentraci LDL a poměru LDL/HDL v krvi. Naopak zvyšování koncentrace LDL cholesterolu a poměru LDL/HDL je hlavní příčinou vzniku srdečně - cévních chorob a rakoviny. LDL je hlavním zdrojem cholesterolu při syntéze steroidních hormonů a výstavbě buněčných membrán. LDL - receptory, které jsou umístěny na vnějších stranách membrán LDL a uvolňují cholesterol, který přechází do nitra buněk. Receptory jsou schopny zpracovat i nadbytek LDL cholesterolu, výsledkem jsou však aterosklerotické změny v buňkách (Bittner, 2011).

Při vysoké koncentraci HDL se naopak snižuje riziko rozvoje aterosklerózy. Částice HDL se syntetizují v játrech a v tenkém střevě. Nově vytvořené částice obsahují neesterifikovaný cholesterol, fosfolipidy a velké množství bílkovin ve formě apoproteinu C a apoproteinu E, jsou substrátem pro enzym lecitincholesterolacyltransferáza (LCAT). Částice HDL jsou schopny vychytávat volný cholesterol z buněk a pomocí LCAT ho esterifikovat (Berg, 2014).

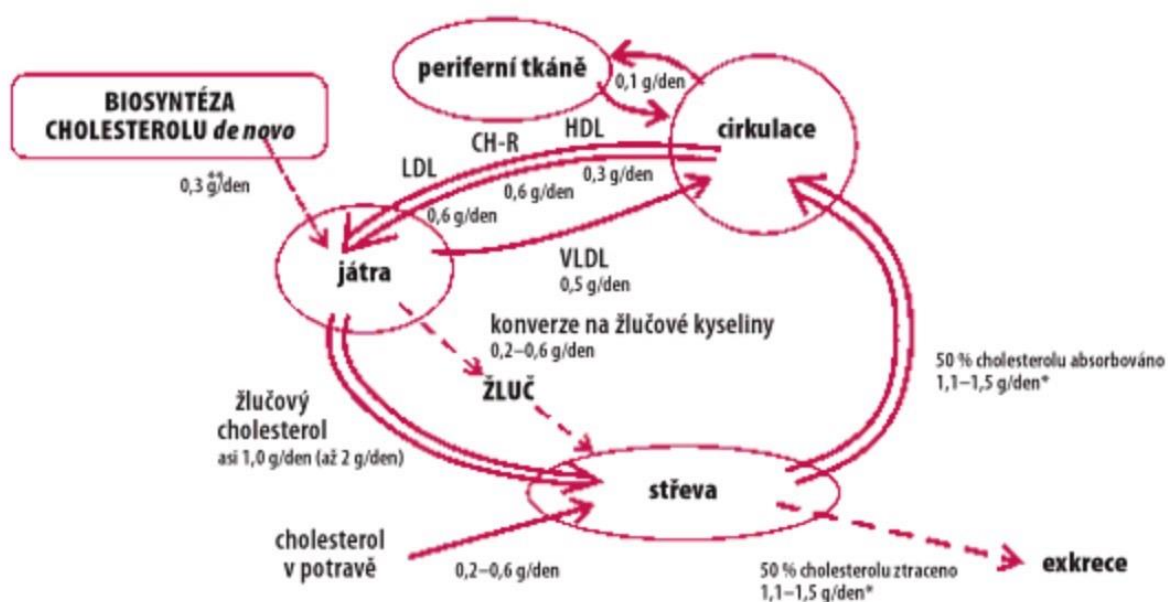
Lze také říci, že se obsah cholesterolu v těle může rozdělit do dvou funkčně odlišných skupin a to cholesterol, který se nachází v játrech, v krevních lipidech a ve střevě (20–25 g), který se rychle mění a ovlivňuje jej i cholesterol přijatý stravou a cholesterol, který se nachází v buněčných membránách a v nervové tkáni (35 g). Tento cholesterol se metabolizuje pomalu a jeho funkce je nenahraditelná. Zvýšená hladina cholesterolu v krvi přímo ovlivňuje riziko aterosklerotických komplikací. Vědci vypočítali, že zvýšení hladiny cholesterolu o 1 % zvyšuje riziko koronární onemocnění asi o 2 % (Finegold, 1993).

V lidském organismu se cholesterol vyskytuje jednak jako volný, ale také ve formě esterů cholesterolu s mastnými kyselinami. Volný cholesterol je, jak již bylo zmíněno, součástí buněčných membrán. V plazmě se vyskytují převážně estery cholesterolu s linolovou a linolenovou kyselinou. Intracelulární zásobní cholesterol tvoří estery cholesterolu s olejovou a palmitolejovou kyselinou.

Z hlediska výživy člověka lze rozlišovat cholesterol exogenní (tj. přijímaný potravou) a cholesterol endogenní (tj. syntetizovaný vlastním organismem člověka). Denní potřeba cholesterolu v lidském organismu je asi 1g. Toto množství by mohlo být teoreticky produkováno endogenně (vnitřně), ale při smíšené stravě pochází asi jen polovina cholesterolu z vlastní biosyntézy, zbytek je dodán exogenně, tj. prostřednictvím stravy. Proces

biosyntézy cholesterolu v lidském organismu je znázorněn na obrázku č. 4 (Žák, 2011).

Obrázek č. 4: Biosyntéza cholesterolu



Zdroj: (Žák, 2011)

Při vyšším příjmu cholesterolu z potravy se kompenzačně sníží biosyntéza vlastního cholesterolu v těle, nicméně ačkoli různí jedinci reagují na vyšší přívod cholesterolu rozdílně, nekompensuje se jeho vyšší příjem sníženou syntézou dostatečně, a proto se zvyšuje i hladina cholesterolu v séru. Obecně lze říci, že čím více je cholesterolu ve stravě, tím více stoupá cholesterol i v krevním séru. Ukázalo se také, že vyšší obsah cholesterolu v krevním séru závisí i na vstupní hodnotě hladiny cholesterolu. Čím nižší byla základní hodnota hladiny cholesterolu, tím relativně více stoupl cholesterol v krvi po jeho přidání do stravy. Předpokládaný vzestup hladiny cholesterolu lze dokonce podle jistých ukazatelů vypočítat.

4 Význam lipidů ve výživě člověka

Výživa je významný faktor životního stylu, který ovlivňuje zdraví. Poskytuje nejen pokrytí základních potřeb energie a jednotlivých živin nezbytných k životu, ale je spojena i s emocemi, často s pocitem uspokojení. Výživa se s fyzickou aktivitou a genetickými dispozicemi podílí na výsledném výživovém stavu jedince.

Zásady zdravé výživy jsou důležité nejen pro nemocné jedince, ale i pro ty, co netrpí žádným onemocněním. Zdravou stravou lze nemocem předcházet. Jako prevence při obezitě, cukrovce, vysoké hladině cholesterolu atd. Zdravá strava je taková, která poskytuje všechny důležité složky v dostatečném množství a správném poměru k udržení optimální tělesné hmotnosti a zdravotního stavu. Je velmi důležitá, neboť poskytuje všechny potřebné látky nejen pro vývoj v dětství, obnovuje a udržuje dobrý stav v dospělosti. Je však třeba respektovat určitá pravidla a přihlížet k individuální potřebě jedince (Králová, 2010).

Vyvážená strava a zdraví životní styl představuje klíčový požadavek pro optimální duševní a fyzický vývoj a výkon i pro snížení rizika chronických infekčních chorob. Jejich dopad se uplatňuje ve všech úrovních lidského života, od prenatálního období po stáří. Přidavek živin do potravin ve fyziologických dávkách nebo vyšších koncentracích vedlo k výrobě funkčních potravin a potravin pro konkrétní výživovou potřebu, kde jsou na správnou interpretaci informací o nutričních benefitech potřebná vědecky podložená tvrzení o prospěšnosti těchto potravin pro zdraví člověka. Je známo, že nezdravé stravování je klíčovým rizikovým faktorem chronických onemocnění. Jelikož došlo ke změnám ve stravování a životního stylu, chronické a nepřenosné onemocnění jako obezita, cukrovka, kardiovaskulární onemocnění, hypertenze, mrtvice a některé druhy rakoviny, jsou významnějšími příčinami nemocnosti a předčasných úmrtí v dlouhodobě rozvinutých, ale i rozvojových a nově rozvinutých zemích. Tato onemocnění způsobují i psychologické a sociální problémy, snižují fyzickou zdatnost a také kvalitu života.

Co se týká tuků ve výživě, lze obecně říci, že tuk a mastnota byly od starých časů spojené s úspěchem a bohatstvím. "Neošizená" polévka musela mít na povrchu hodně mastných ok, dobře vykrmené prase bylo pěkně prorostlé. Tato česká tradice tučných pokrmů a velký vzestup spotřeby produktů rychlého občerstvení (hranolky, hamburgery, uzeniny), však přinášejí při dnešním způsobu života nemalé zdravotní rizika. Tuky patří mezi hlavní živiny člověka a jsou nejvydatnějším zdrojem energie (1 g tuku poskytuje 9 kcal = 37,7 kJ

energie). Tuky zároveň umožňují vstřebávání vitamínů A, D, E a K z potravy. Jsou součástí všech buněk organismu, jsou potřebné k tvorbě hormonů, podílejí se na funkci kůže, nervové tkáně, na srážení krve, na potlačení zánětlivé reakce. Hlavní problém je v tom, že tuků je obecně v české kuchyni nadbytek. Už Paracelsus říkal, že všechny látky jsou jedy, pouze dávka je příčinou, že látka být jedem přestává" - a obdobně to platí o vztahu tuků ke zdravotnímu stavu. Zdravý dospělý člověk by měl hradit tuky svůj energetický příjem z cca 25–30 %, tzn., že jeho celkový (tedy ze všech pokrmů a potravin dohromady) denní přívod tuku by měl být v závislosti na věku, pohlaví a náročnosti vykonávané práce v rozmezí od 60 do 100 g. Ve stravě se nekonzumují jen volné tuky (máslo, sádlo, olej). Celá řada potravin obsahuje poměrně značné množství tuku, aniž by si to konzument uvědomoval (tuky skryté). Např. už sněžení 100 g bůčku celodenní limit přívodu tuku téměř vyčerpá.

Celkový příjem energie závisí na skladbě potravy, resp. na obsahu základních živin (sacharidů, tuků, bílkovin), alkoholu a vlákniny. Energetický příjem by měl odpovídat energetickému výdeji. Ten závisí na pohlaví (je větší u mužů než u žen), věku (klesá s věkem) a stupni fyzické aktivity. Odborníci ve výživě v jednotlivých zemích se podílejí na vypracování doporučených dávek ve vztahu k energetickému příjmu a konzumaci základních živin, minerálů, vitamínů a stopových prvků. Doporučené denní dávky jsou v ČR překračovány o 20–25 %, proto je zvýšený energetický příjem bez pochyb jedním z významných faktorů, které se podílejí na pozitivní energetické bilanci a vysokém výskytu obezity v ČR (Hainer, 1997).

Nasyčené mastné kyseliny by přitom neměly tvořit více než 1/3 z požadovaných 30 % energie, zatímco 2/3 by měl tvořit tuk bohatý na tzv. nenasycené a více nenasycené mastné kyseliny (např. olivový olej, rostlinné oleje - podzemnicový, sójový, slunečnicový, kukuřičný, ryby).

4.1 Význam esenciálních mastných kyselin ve výživě

Esenciální mastné kyseliny patří mezi nepostradatelné složky výživy důležité pro funkci mozku, vývoj paměťových schopností a především pro zdravý kardiovaskulární systém. Esenciální mastné kyseliny jsou polynenasycené ω -6 a ω -3 mastné kyseliny (PUFA), které lidské tělo nevytváří a je nuceno je získávat v potravě. Prekurzorem řady ale nevytváří na stojící plazmě ω -3 je α -linolenová kyselina, v řadě ω -6 je to linolová kyselina. Obě jmenované kyseliny jsou esenciální a jsou substrátem mikrosomálních enzymatických elongáz

a desaturáz, čímž se vytvářejí jejich biosyntetické deriváty s delším řetězcem a vyšší nenasyceností (Hrabák, 1994).

Esenciální mastné kyseliny slouží k produkci chemických přenašečů (látek podobných hormonům), které jsou nezbytné pro normální růst buněk, metabolismus tuků a cholesterolu, ohebnost cév, srážlivost krve a činnost mozku i očí. Zdrojem ω -6 nenasycených kyselin jsou rostlinné tuky, nacházející se hlavně v semenech. Zdrojem ω -3 nenasycených kyselin jsou hlavně rybí tuky a v menší míře i listy rostlin (Hrabák, 1994).

Důležitý je rovněž poměr ω -6 a ω -3 MK v organismu. Za optimální se považuje poměr 1:1 (ω -6: ω -3), ale i poměr 4:1 je stále spojován s poklesem zánětlivé aktivity. Stravovací návyky současné populace (cereálie, pečivo z mouky, rýže, slunečnicový olej, sušenky) zajišťují vysoký přívod ω -6 MK do organismu na úkor ω -3 MK, a tak dochází k nerovnováze tvorby příslušných aktivních metabolitů, což vede ke vzniku různých civilizačních onemocnění, např. hypertenze, infarktu myokardu, duševních poruch apod. Jelikož v naší stravě jsou ω -3 MK zastoupeny poměrně málo a je poměrně dosti náročné zajistit jejich dostatečný příjem konzumací mořských ryb, doporučuje se zvýšit jejich příjem kvalitními výživovými doplňky (Bullová, 2013).

4.2 Význam vitamínů rozpustných v tucích

Vitamíny jsou organické látky důležité pro normální činnost organismu, pro udržení rovnováhy metabolismu v těle, pro růst a reprodukci a pro správnou funkci tkání a orgánů. Heterotrofní organismy je syntetizují pouze v omezené míře (např. člověk si sám syntetizuje niacin z tryptofanu) a získávají je jako exogenní látky především potravou a některé z nich také prostřednictvím střevní (intestinální) mikroflóry. Vitamíny jsou v určitém minimálním množství nezbytné pro látkovou přeměnu a regulaci metabolismu člověka. Jsou to látky přirozeně se nacházející v potravinách rostlinného a živočišného původu. Nejsou zdrojem energie ani stavebním materiálem, ale jsou aktivní součástí enzymových systémů, které urychlují nebo aktivují chemické reakce v lidském těle. Odborná veřejnost je často označuje jako exogenní esenciální biokatalyzátory (Velíšek, 2002).

Nazývají se také mikronutrienty (mikroživiny), protože ve srovnání s jinými výživově důležitými látkami jako jsou sacharidy, lipidy a proteiny, je lidský organismus potřebuje v malém množství. Množství potřebné k zajištění normálních fyziologických funkcí člověka

však závisí na mnoha faktorech, jako jsou např. stravovací návyky, věk, pohlaví, druh pracovní aktivity, celkový zdravotní stav, životní styl a podobně (Uherova, 2002).

Lidské tělo si nedokáže vitamíny vyrobit, nebo je produkuje v nedostatečném množství, proto tyto látky musí přijímat v potravě nebo ve formě vitamínových doplňků. Vitamíny jsou pro život nepostradatelné, o čemž svědčí i jejich pojmenování. Vitamín je jakoby bomba (mina) pro život (vita). Mezi vitamíny rozpustné v tucích patří vitamíny A, D, E a K. Každý vitamín má přitom pro lidské tělo jiný význam. Potřeba jednotlivých vitamínů může být také ovlivněna přítomností některých složek potravin, které plné využití vitamínů neumožňují nebo vitamíny inhibují. Mezi tyto látky patří antivitamíny nebo antagonisté vitaminy. Jsou to látky, které eliminují určitým způsobem biologické účinky vitamínů, což může vést až k projevům jejich deficiencie.

Zajímavé však je, že lidský organismus si dokáže některé, především lipofilní (rozpustný v tucích) vitamíny, uskladnit určitou dobu v játrech. Jejich rezervní kapacita je definovaná jako doba, během níž je potřeba vitamínů krytá rezervami organismu, se udává pro vitamin A jeden až dva roky a pro vitamin E tři až pět let. Prakticky to znamená, že dlouhodobě přijímané velké množství některého z těchto vitamínů může být pro lidský organismus i nebezpečné. Pro vitamin K je rezervní kapacita 2–6 týdnů.

Vitamin A

Pomáhá vytvořit a udržovat zdravou pokožku, oči, zuby, dásně, vlasy, sliznice a žlázy. Je nezbytný pro noční a barevné vidění. Důležitý je pro odolnost vůči infekčním onemocněním. Nedostatek se projevuje šeroslepostí, žaludečními problémy a u mladých lidí také zastavením růstu. Nachází se výlučně v potravinách živočišného původu. Jeho hlavním zdrojem je olej z jater mořských ryb, plnotučné mléko, hovězí a vepřová játra, máslo, margarín (Nováková, 2012). V živočišných potravinách se může vyskytovat volný nebo esterifikovaný vyššími mastnými kyselinami, nejčastěji palmitovou kyselinou. Zvlášť bohatým zdrojem je olej z jater mořských ryb. Vysoký obsah tohoto vitamínu se nachází také v hovězích a vepřových játrech. Maso a mléko má poměrně málo vitamínu A. Jeho obsah kolísá v závislosti na množství tuku. Dobrým zdrojem jsou však i mléčné výrobky s vyšším obsahem tuku a máslo. Potraviny rostlinného původu jsou významným zdrojem nejvýznamnějšího provitamínu A - β -karotenu. Běžným zdrojem β -karotenu je mrkev.

Dostatečné množství se však nachází i ve špenátu, kapustě a petrželové nati. Z ovoce je třeba zmínit hlavně meruňky.

Základní nejvýznamnější aktivní látkou této skupiny vitamínů v živočišných buňkách je vitamín A1 – retinol. Retinol totiž zasahuje v živočišných organismech do látkové přeměny na několika různých místech. Uplatňuje se především v biochemizmu zrakového vjemu a při biosyntéze bílkovin, resp. diferenciaci růstu buněk. Nedostatek retinolu se projevuje nejprve poklesem hladiny karotenoidů v krvi. Po jejich vyčerpání klesá i obsah retinolu. Tento nedostatek (avitaminóza) se projevuje šeroslepostí a u mladých organismů i zastavením růstu. Esenciálním kofaktorem enzymů regulujících metabolismus vitamínu A je zinek. Aktivitu vitamínu A vykazují asi 50 dalších přirozeně se vyskytujících sloučenin ze skupiny karotenoidů, které se nazývají provitamíny A. Nejvýznamnějším z nich je β -karoten (Eitenmiller, 2008).

Vitamin D

Vitamín D je společný název pro skupinu fyziologicky účinných lipofilních steroidních látek, z nichž nejvýznamnější jsou vitamín D₂ neboli ergokalciferol (9,10- seco- Δ 10 (19) 5,7,22-ergostatetraen-3- β -ol) a vitamín D₃ neboli cholekalciferol (9,10-seco- Δ 10 (19) 5,7-dehydrocholestatrien-3- β -ol.). Je potřebný pro růst, vývoj, udržení pevnosti kostí, pomáhá tělu udržovat hladinu fosforu a vápníku v krvi. Za normálních okolností se vitamín D tvoří v těle působením slunečního záření. To by mělo stačit na pokrytí 80 % denní potřeby v závislosti na zeměpisné šířce a ročním období. Při adekvátní expozici slunečnímu záření není nutná suplementace (doplňování) vitamínu D potravou (Cuomo, 2012). Nedostatek způsobuje křivici a měknutí kostí. Jeho hlavním zdrojem je rybí tuk, vaječný žloutek a mléčné výrobky (Nováková, 2012).

Vitamin E

Je nezbytný pro tvorbu svalů, zpomaluje proces stárnutí buněk a je to účinný antioxidant. Hypovitaminóza způsobuje zvýšený rozpad červených krvinek (Nováková, 2012).

Vitamín E spolu s vitamínem C (rozpuštěným ve vodě) se ukázaly jako synergizující (společně působící) účinné antioxidanty i v kardiochirurgii. Vitamín E také inhibuje konverzi dusičnanů na nitrosaminy, které jsou prokazatelně prekuzory nádorových onemocnění

trávicího systému, zejména nádorových onemocnění žaludku (Stone and Papas, 1997). Dnes je znám i ochranný radioprotektivní účinek vitamínu E, omezující vznik volných radikálů v důsledku účinku ionizujícího záření. Významný je hlavně ochranný vliv před negativním účinkem slunečního záření na pokožku, a tedy před vznikem nádorových onemocnění kůže. Je také faktorem zpomalujícím proces stárnutí organismu. Byl zaznamenán jako účinný antioxidant v množství neurologických, endokrinních, reprodukčních a imunitních onemocnění (Pryor, 1997).

Vitamín E se nachází především v potravinách rostlinného, v menším množství v potravinách živočišného původu a také v některých kvasinkách a houbách. V potravinách se vyskytuje všech osm biologicky aktivních forem vitamínu E, tokoferoly a tokotrienoly. Vitamín E se vyskytuje v pozoruhodném množství především v tukové složce potravin rostlinného původu, v rostlinných olejích. Nejvyšší obsah byl zaznamenán v oleji z obilných klíčků. Rostlinné oleje mají nižší obsah tohoto vitamínu než olej z obilných klíčků a jeho hladina úzce souvisí se způsobem zpracování. Obecně platí, že surové oleje (panenské) jsou na vitamín E bohatší než rafinované. V obilovinách je vitamín E lokalizován většinou v klíčcích a v obalu, a proto obsah tohoto vitamínu v mouce závisí na stupni vymílání příslušné obiloviny. Mezi potraviny rostlinného původu, které doplňují denní příjem vitamínu E, patří jablka, mrkev, hrách a salát. Na rozdíl od jiných vitamínů rozpustných v tucích, se vitamín E nachází v rybích tucích pouze v minimálním množství (Preddy, 2007).

Vitamín K

Podporuje správnou srážlivost krve. Jeho nedostatek se projevuje zpomalenou srážlivostí krvácivostí a anémií (Nováková, 2012).

Nedostatek vitamínu K se může projevit poruchami srážlivosti krve a zvýšením rizikem vzniku osteoporózy. Vzhledem k tomu, že je vitamín K dostatečně zastoupen v potravinách rostlinného i živočišného původu, a navíc ho produkuje střevní mikroflóra, v dospělé populaci nedochází k jeho nedostatku způsobeného výživou. Problém z nedostatku tohoto vitamínu může nastat naopak u novorozenců, kteří nemají dostatečně vytvořenou střevní mikroflóru, a jsou tak odkázáni na jeho přísun v potravě. Nedostatek tohoto lipofilního vitamínu může však způsobit poruchy vstřebávání tuku, ke kterým dochází při poruchách slinivky břišní, při nemocech jater nebo neprůchodnosti žlučového. Pro resorpci vitamínu K je totiž přítomnost žluči a pankreatické šťávy nevyhnutelná. Účinnost resorpce vitamínu K z

přijatých potravin se udává v rozmezí 40–75 %. Podle některých údajů je pouze polovina denní potřeby vitamínu K kryta z potravin, zbytek produkuje intestinální mikroflóra (Suttie, 2009).

Přirozeným zdrojem vitamínu K jsou potraviny rostlinného i živočišného původu. V potravinách rostlinného původu se vitamín K nachází především v listové zelenině. Bohatým zdrojem je i většina rostlinných olejů. Nízký obsah tohoto vitamínu je naopak v obilovinách, bramborách a ovoci. Z potravin živočišného původu se za nejbohatší zdroj považují vepřová a hovězí játra, ve kterých byly identifikovány kromě vitamínu K₁ i jeho další biologicky aktivní deriváty (Suttie, 2009).

4.3 Význam cholesterolu ve výživě člověka

Cholesterol představuje výchozí sloučeninu pro biosyntézu významných signálních molekul - steroidních hormonů, které řídí celou řadu procesů v lidském těle. Regulují metabolismus minerálů a vody, glukoneogenezi (glukoneogeneze = sled reakcí, při kterých se syntetizuje glukóza), srdeční glykosidy, zajišťují pohlavní diferenciaci, reprodukční funkce a odpověď organismu na stresové reakce (Belitz, 2009).

Cholesterol je nenahraditelný, život bez něj není možný. Je složkou každé buňky lidského těla, slouží ke tvorbě některých hormonů, vitamínu D a žlučových kyselin. Část cholesterolu si tělo vytváří samo a část se do organismu dostává potravou. Právě příjmu cholesterolu potravou se připisovala hlavní role v rozvoji aterosklerózy. Výzkumy však potvrdily, že tato teorie není zcela správná (Kunová, 2011).

Význam cholesterolu předurčuje, že organismus nemůže záviset na jeho přísunu potravou, ale musí mít vybudovaný mechanismus jeho vlastní tvorbu. V průběhu evoluce se velmi často vyskytla období, kdy byl nedostatek potravy a tělo si proto vyvinulo a zachovalo kontrolní mechanismy, které dokázaly zajistit jeho potřebné množství i při nízkém přísunu cholesterolu z potravy. Za účelem optimální hladiny cholesterolu a přijímání především cholesterolu, který organismu neškodí (HDL), je vhodné preferovat rostlinné tuky oproti živočišným, a to zhruba v poměru 2:1. Cholesterol je součástí převážně tuků živočišného původu, jako je maso, mořští živočichové, vejce a mléčné výrobky. Zvláště bohatým zdroje je vaječný žloutek, vnitřnosti (játra, ledviny, mozek), korýši a měkkýši. Je však vždy nutné rozlišovat mezi LDL a HDL cholesterolem, jak již bylo zmíněno dříve. HDL totiž chrání cévy

před aterosklerózou. Jeho zvýšení můžeme pozitivně ovlivnit sportem, normální hmotností či nekouřením (Kunová, 2011).

V případě, že je cholesterol v těle jedince vyšší, než je vhodné, je třeba provést následující výživová opatření:

1. Snížit celkový podíl tuku maximálně na 30 % denní energetické dávky, z toho nasycené mastné kyseliny nemají tvořit více než 10 %. Nasycené mastné kyseliny zvyšují cholesterolémii tím, že snižují odbourávání LDL-cholesterolu. Uvedený dietní přístup spočívá v omezení přívodu živočišných tuků, nejdůležitějšího zdroje nasycených mastných kyselin, nahrazováním tuků rostlinného původu s vysokým obsahem nenasycených mastných kyselin.

Hlavní dietetické zásady při omezení příjmu nasycených MK:

- vynechat máslo, smetanu, slaninu, kokosový a palmový olej,
- dávat přednost libovému masu: uzeniny, sýry a maso nahradit výrobky se sníženým nebo polovičním obsahem tuku,
- tučný tvaroh a jogurt z plnotučného mléka nahradit méně tučnými druhy,
- při kuchyňské úpravě volit raději dušení než grilování a vyhýbat se smažení a fritování.

2. Zvýšit dodávku mono a polyenových mastných kyselin, v obou případech na maximálně 10 % celkové energetické hodnoty. K tomuto účelu lze použít pokrmové tuky a oleje rostlinného původu (např. sójový, z kukuřičných klíčků nebo olivový).

3. Denní příjem cholesterolu snížit na maximálně 300 mg denně, v těžších případech na 200 mg denně.

U většiny lidí cholesterolémie po omezení přívodu cholesterolu klesá, přestože se ho z potravy resorbuje pouze asi 40 % a 2/3–3/4 sérového cholesterolu pochází z jeho endogenní produkce. Vliv cholesterolu z potravy je však individuální a rozdílný od endogenního cholesterolu.

4. Zvýšit příjem vlákniny nejméně na 30 g denně.

Také potraviny s vyšším obsahem vlákniny mají příznivý vliv na krevní lipidy. Zvláště vhodné jsou luštěniny - fazole, čočka, hrách. Hodí se také syrové saláty, ovoce a celozrnné výrobky (Keller, et al., 1993).

4.4 Význam fosfolipidů

Fosfolipidy jsou složené lipidy (heterolipidy), jedná se o estery vícesytných alkoholů s mastnými kyselinami a fosforečnou kyselinou.

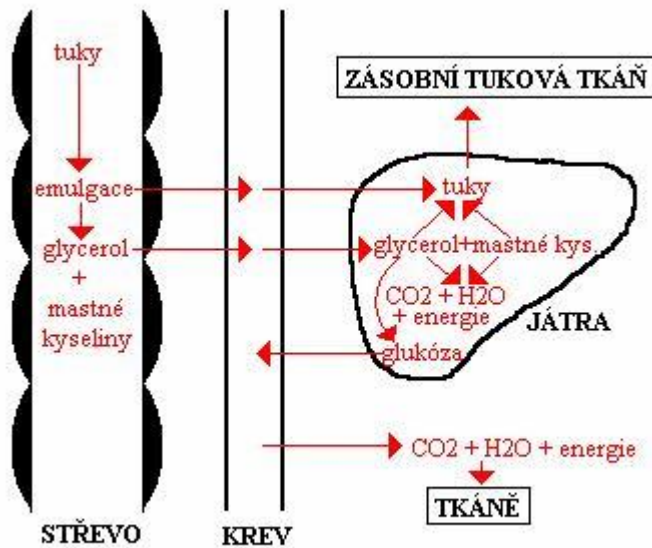
Fosfolipidy se nacházejí v buněčných a membránách v celém organismu. V této formě nejsou inertními stavebními kameny, ale jsou to dynamické složky, které jsou neustále odbourávány fosfolipázami a opět obnovovány. Fosfolipidy přítomné v endoplazmatickém retikulu se podílejí na syntéze proteinů. Mitochondriální fosfolipidy se účastní působení některých enzymů. Mezi hlavní fosfolipidy patří lecitin, kefalín a sfingomyelin. Tvoří se většinou v játrech a malá část i v intestinálních (intestinální = střevní) epiteliálních buňkách. Fosfolipidy v plazmě mají dvě důležité funkce. Jednak jsou součástí plazmatických lipoproteinů, dále se podílejí na srážení krve. Nedostatek fosfolipidů může způsobit snížení duševní výkonnosti, zhoršení paměti či malou soustředěnost a únavu. Jejich nedostatek v buňkách může také způsobit nedostatečné zásobování buněk živinami a odvod odpadních látek, což se projevuje malátností, únavou a horší odolností vůči infekčním a civilizačním nemocem (Trávníček et al., 1987). Mezi výživově významné fosfolipidy patří zejména mléčné a vaječné fosfolipidy.

4.5 Metabolismus lipidů

Metabolismus tuků zahrnuje jak procesy syntézy důležitých strukturních složek polopropustných biologických membrán, tak i procesy štěpení pro energetické účely. Z energetického hlediska jsou tuky zásobními látkami, na které se přeměňují živiny přijaté nad okamžitou potřebou energetického krytí. Biologický poločas obměny jaterního tuku je 1–2 dny, zatímco podkožního 15–20 dní. Lipolytický účinek mají hormony adrenalin a glukagon mechanismem aktivace adenylátcyklázy a následného zvýšení obsahu cAMP (cyklický adenosin monofosfát), podobně jako při mobilizaci glykogenu. Výsledkem jejich účinku je zvýšení obsahu volných mastných kyselin v krvi. Pokud se využívají v energetickém metabolismu tuky, pak je nezbytné uvolnění 74 kJ pro změnu 1 mol ADP na 1 mol ATP.

Nepostradatelnými součástmi potravy jsou vyšší nenasycené mastné kyseliny, ke kterým patří linolová, linolenová a arachidonová kyselina. Látková přeměna tuků podstatněji přispívá k energetické úhradě pohybové činnosti až po 10–20 min jejího trvání. Sportovci přizpůsobení k vytrvalostnímu zatížení, využívají látky tukové povahy v energetickém metabolismu dříve, vždy však pouze v dějích oxidačního metabolismu (Holeček, 2006).

Obrázek č. 5: Metabolismus lipidů



Zdroj: <http://moravcovakatka.blog.cz/0912/biologie-clovek-6-cast-travici-soustava-kozni-vylucovaci>

5 Vhodnost potravin

5.1 Potraviny vhodné pro stravování s modifikovanými tuky

- Maso - drůbež, telecí maso, libové hovězí maso, králík, zajíc, jelen, srnčí maso divočák
- Uzeniny - uzeniny s obsahem tuku do 20 %, libové pečené maso, pečená drůbež, roastbeef, tatarský biftek bez žloutku, syrová a vařená šunka bez tuku, lososová, drůbeží a hovězí šunka
- Rosol - telecí, šunkový, drůbeží
- Ryby - treska skvrnitá, platýz, mořský okoun, mořský losos, mořský jazyk, kambala, pstruh, lipan, candát, štika, lín apod.
- Mléko a mléčné výrobky - polotučné mléko (do 1,5 % tuku v sušině), syrovátka, podmáslí, mléčné výrobky s nízkým obsahem tuku (1,5 % tuku - jogurt, acidofilní mléko), tvaroh s nízkým obsahem tuku, ovčí sýr (20 % tuku), ostatní sýry (10 až 20 % tuku)
- Vajíčka - bílek
- Obiloviny - pohanka, ječmen, špalda, proso, žito, oves, pšenice, rýže Natural
- Luštěniny - fazole, čočka, hrách, bob, sója
- Těstoviny - těstoviny z pšenice, ostatní bezvaječné těstoviny
- Knedlíky - bramborové knedlíky
- Chléb - chléb pšeničný, žitný, slunečnicový, celozrnný, chléb s pšeničným šrotem, celozrnné housky, sójový chléb
- Ostatní pečivo a koláče - všechny druhy připravované z kvalitních rostlinných tuků, mléka s nízkým obsahem tuku a bez žloutků, pečivo z kynutého těsta
- Brambory - všechny pokrmy z brambor připravované s netučným mlékem a s kvalitními rostlinnými tuky
- Zelenina - všechny druhy zeleniny tepelně zpracované nebo syrová zelenina, i ve formě salátů

- Ovoce - všechny druhy
- Polévky - vývary s nízkým obsahem tuku, domácí masové vývary, zeleninové vývary
- Sladidla - umělá sladidla
- Sladká jídla - ovocné pudinky, pudinky z polotučného mléka, ovocné a vodové zmrzliny, kakao bez tuku
- Nápoje - zrnková káva, žitná káva, čaj, minerální vody, ovocné a zeleninové šťávy, osvěžující nápoje slazené umělými sladidly (Pospíšilová et al., 1994).

5.2 Potraviny, při kterých je nutné dohlížet na celkový obsah tuku a cholesterolu

- Tuky - olivový olej, olej z kukuřičných klíčků, bodlákový, sójový a lněný olej, stolní margaríny s vysokým obsahem vícenásobně nenasycených mastných kyselin (kvalitní rostlinné tuky)
- Maso - jehněčí, vepřové, hovězí svíčková, libové hovězí maso
- Mléko a mléčné výrobky - plnotučné mléko a ostatní plnotučné mléčné výrobky
- Ryby - losos, sled', makrela, tuňák
- Ovoce - avokádo
- Ořechy, semena - jádra všech druhů (Pospíšilová, et al., 1994).

5.3 Potraviny, kterých je vhodné se vyvarovat

- Tuky - máslo, sádlo, husí sádlo, kokosové oleje, oleje a tuky z palmového jádra, margarín s nízkým obsahem polynenasycených mastných kyselin, majonézy, tatarská omáčka, nálevy s majonézou, slanina, syrová slanina
- Maso - tučné části vepřového, hovězího i skopového masa, míchané mleté maso, slanina a slaninou špikovaná libová masa, kachna, husa, slepice na polévku, vnitřnosti - srdce, ledviny, játra, slezina, mozeček a masové konzervy

- Uzeniny - všechny druhy uzenin s obsahem tuku nad 20 %, salámy, čajovky, uzené nářezy, jelita, jaternice, rozličné salámy a paštiky, klobásy a párky
- Ryby - úhoř, ústřice, krabi, langusty, chovní kapři, rybí konzervy s nálevy a oleji, nakládané ryby, obalované ryby, kaviár a jinak upravované jikry
- Vejce - žloutky a jídla ze žloutků, smaženice, volské oko, omeleta
- Mléko a mléčné výrobky - plnotučné mléko a výrobky z plnotučného mléka, kefír, smetanové jogurty, výrobky z kyselého mléka, plnotučný tvaroh, smetana, zakysaná smetana, žervé, všechny druhy sýrů s obsahem nad 30 % tuku v sušině
- Těstoviny - vaječné těstoviny
- Knedlíky - všechny druhy kromě bramborových
- Pečivo a moučná jídla - zákusky, dorty, pečivo z listového těsta, sušenky a oplatky
- Sladkosti - čokoláda, pralinky, bonbóny, marcipán, nugát, polevy, mléčné a smetanové karamely
- Sladká jídla - krémová jídla z plnotučného mléka nebo smetany, moučná jídla
- Nápoje - při zvýšené hladině triglyceridů v krevním séru nikdy nepoužívat alkohol. Po poradě s lékařem lze použít ovocné šťávy a limonády s cukrem (Pospíšilová et al., 1994)

5.4 Doporučení pro přípravu jídel

Tepelná úprava rostlinných olejů zhoršuje jejich kvalitu, proto je smažení na oleji pro konkrétně tuto dietu naprosto nevhodné. Nejvhodnější je připravovat jídla vařením, dušením a pečením (na teflonové pánvi), grilováním nebo pečením v alobalu. Jídla by se také měla zahušťovat výhradně nasucho opraženou moukou, tak jako při šetřící dietě. Podle možností by se při dietě s modifikovanými tuky měly co možná nejvíce vyloučit z používání na přípravu jídel žloutky, smetana, šlehačka a sýry s vysokým obsahem tuku (ementál, niva), vnitřnosti, zejména mozek, ledviny, játra a brzlík, které obsahují vysoké procento cholesterolu (160 – 1780 mg na 100 g). Obdobně se nedoporučuje ke slazení používat řepný a třtinový cukr. Kromě samotného cukru se ze stravy vylučují moučníky s vysokým obsahem cukru, které jsou obsaženy v džemech, marmeládě, medu, čokoládě, čokoládových a nečokoládových

bonbonech. Z nápojů se vylučují slazené minerální vody, limonády, kofola, Coca Cola, Pepsi apod. a z kompotů se upřednostňují diabetické kompoty (Kendík, 2004).

Z tuků se upřednostňuje rostlinný olej sójový, řepkový, slunečnicový a kukuřičný, především tepelně neupravený na zeleninové saláty. Přitom je třeba upřednostňovat zvýšenou spotřebu zeleniny, která obsahuje vitamín C, což ovlivňuje snižování hladiny cholesterolu a jeho přeměnu na žlučové kyseliny. Občas je vhodné do stravy zařadit i luštěniny a obiloviny s vysokým obsahem vlákniny. Nejvhodnějším pro přípravu pokrmů, ať už v syrovém nebo tepelně upraveném stavu, jsou luštěniny, zelenina, ovoce a jako příloha k pokrmům brambory (Kendík, 2004).

Obsah tuku ve stravě je možné v případě hypercholesterolemie (vysoký obsah cholesterolu v krvi) či jiného problému v důsledku nadbytku tuků ve stravě snížit tak, že jsou odstraněny viditelné tukové okraje na mase a úplně je vyloučeno požívání některých potravin, například slaniny. Vždy by měla být dáována přednost masům, uzeninám, sýru, mléku a mléčným výrobkům s nižším obsahem tuku. Na snížení cholesterolu v potravě v některých případech stačí pouhé snížení podílu tuku v denní stravě. Všechna jídla by měla být připravována takovými technologiemi, které umožňují snížit podíl tuku při jejich přípravě. K takovým technologiím patří vaření, grilování a dušení. Při pečení a smažení lze snížit spotřebu tuku k přípravě pokrmu, pokud se použije nádobí vybavené speciálními povlaky, (např. teflon), alobalové fólie na pečení nebo hliněné nádoby. Z přípravy stravy se vyloučí veškeré fritování. Obsah tuku v potravě lze snížit již při nákupu. V případě, že bude kupující vědomě vyhledávat potraviny s nižším obsahem tuku. Nejlepší je domácí příprava jídla a výrazné omezení hotových jídel nebo polotovarů (Pospíšilová, et al., 1994).

6 Závěr

Tuky by měly představovat 30 % energetického příjmu zdravého člověka. Je však nutno dbát na jejich složení. Konzumace rostlinných tuků je pro vyšší obsah esenciálních mastných kyselin vhodnější než konzumace živočišných tuků, pro něž je zároveň typické i vyšší zastoupení nasycených mastných kyselin. Nasycené mastné kyseliny by měly představovat pouze 1/3 z celkového příjmu v potravě přijímaných tuků. Není však zároveň vhodné nasycené mastné kyseliny z konzumace zcela vynechat, protože jsou součástí buněčných membrán.

Důležitý ve výživě je i poměr ω -3 a ω -6 mastných kyselin. Příjem ω -3 mastných kyselin by měl cca 4x převažovat příjem ω -6 mastných kyselin, jelikož ω -3 mastné kyseliny zlepšují elasticitu cév, čímž pomáhají předcházet řadě onemocnění. Významným zdrojem ω -3 mastných kyselin jsou především mořské ryby, proto se doporučuje zařazovat mořské ryby do jídelníčku minimálně 2x týdně.

Dále je nutné ve správné a vyvážené stravě dbát na příjem cholesterolu. Vysoký příjem živočišných tuků negativně ovlivňuje hladinu nežádoucího HDL cholesterolu v krvi. Hladina nežádoucího HDL cholesterolu je do jisté míry geneticky podmíněna, avšak lze ji snížit správnou životosprávou a pohybem.

Dalším faktor, kterým lze ovlivnit kvalitu a správné množství přijímaných tuků, je příprava pokrmů. Je žádoucí vyhnout se přípravě jídla pomocí smažení a fritování.

7 Seznam použité literatury

- Belitz, H.D. Grosch, W. Schieberle, P.. 2009. *Food Chemistry*. 4th, rev. and extended ed. Berlin: Springer, xliv, 1070 s. ISBN 978-3-540-69933-0.
- Berg, A., Stensitzky, A, König, D. 2014. *Snižte si cholesterol: pomocí přírodních látek*. 1. vyd. Praha: Grada, 125 s. Pro vaše zdraví. ISBN 978-80-247-5234-1.
- Bitner, V. A, Goldberg, A.C. 2011. *100 questions & answers about managing your cholesterol*. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning, xii, 121 p. 100 questions & answers. ISBN 07-637-5679-2.
- Brát, J. Dostálová, J. Herber, O. 2011. Tuky – metaanalýzy, nové doporučené dávky, novinky v legislativě 2009/2010. [online]. In *Praktický lékař*, 91, č. 2, 91 – 95, ISSN – 0032-6739.
- Bullová J. 2013. Významná úloha omega-3 mastných kyselin v léčbě ADHD. *Pediatrica pre prax.*, 14(3): 114–117 ISSN 1336–8168.
- Cuomo, M I. 2012. *A world without cancer: the making of a new cure and the real promise of prevention*. New York, NY: Rodale, xix, 284 p. ISBN 978-16-0961-885-8.
- Eitenmiller, R. R, Ye, L. Landen, W. 2008. *Vitamin analysis for the health and food sciences*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, xxi, 637 p. ISBN 08-4939-771-5.
- Finegold, Leonard. 1993. *Cholesterol in membrane models*. Boca Raton, Fla.: CRC Press, 274 p. ISBN 08-493-4207-4.
- Hainer, V. , Kunešová, M.. 1997. *Obezita*. 1. vyd. Praha: Galén, 126 s. ISBN 80-85824-67-1.
- Holeček, M. 2006. *Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin*. 1. vyd. Praha: Grada, 286 s. ISBN 80-247-1562-7.
- Hrabák, P. 1994. Nenasycené omega-3 mastné kyseliny v prevenci rizika ICHS. In Opletal, L. *Sborník přednášek a plakátových sdělení sympozia CADISO 94 (Kardiovaskulární onemocnění a stabilita organismu) a pracovního dne NUTRIMENTA I (Potravní aditiva a jejich vztah k prevenci chorob kardiovaskulárního systému)*. Praha : [s.n.], s. 32-36. ISBN 80-7184-087-4
- Kamenský, G. 2010. *Zdravý životný štýl: Cesta k prevencii ochorení srdca a ciev*. Bratislava: AEPress, 143 s. ISBN 978-80-88880-88-2.
- Kendík, K. 2004. *Receptúry diétnych pokrmov*. Bratislava : Nová práca, 15 s. ISBN 80-88929-55-5.
- Koolman, J. Röhm, K.H. 2012. *Barevný atlas biochemie*. 1. české vyd. Praha: Grada, xiv, 498 s. ISBN 978-80-247-2977-0.
- Králová, V. 2010. Zásady zdravé výživy, In *Zdravotnické noviny - příloha Pacientské listy*, roč. č. 2, 26-27 s. ISSN 0044-1996.

- Kubicová, D. et al. 2004. *Náuka o požívatinách*. Martin : Osveta, 160 s. ISBN 80-8063-165-4.
- Kunová, V. 2011. *Zdravá výživa*. 2., přeprac. vyd. Praha: Grada, 140 s. Zdraví & životní styl. ISBN 978-80-247-3433-0.
- Nováková, I. 2012. *Zdravotní nauka: učebnice pro obor sociální činnost*. 1. vyd. Praha: Grada, 3 sv. (187, 204, 137 s.). ISBN 978-80-247-3708-9.
- Pacovský, V. et al. 1986. *Vnitřní lékařství*. Praha : Avicenum, 200, 201, s. 320-325 ISBN 08-001-86.
- Pospíšilová, E, Schwandt, P., Richter, W.O. 1994. *Bez cholesterolu*. Bratislava : Geminy, s. 8-25 ISBN 80-7161-088-7.
- Pitřha, J., Poledne, R. 2009 *Zdravá výživa pro každý den*. Vyd. 1. Praha: Grada, 143 s. Zdraví & životní styl. ISBN 978-80-247-2488-1.
- Rybka, J. 2006. *Diabetologie pro sestry*. Vyd. 1. Praha: Grada, 283 s. Sestra (Grada). ISBN 80-247-1612-7.
- Preedy, V. R, Watson, R. 2007. *The encyclopedia of vitamin E*. Wallingford, Oxon, UK ; Cambridge, MA: CABI, , xvi, 962. ISBN 978-18-459-3075-2.
- Silbernagl, S, Lang, F. 2001. *Atlas patofyziologie člověka*. Praha : Grada Publishing, s. 236-239, 246-249 ISBN 80-7169-968-3.
- Stone, W. L., Papas, A. M. 1997. *Tocopherols and the etiology of colon cancer*. J. Nat. Cancer Inst., 89, s. 1006-1014.
- Střelbová, E. 2013. *Souhrnné texty z chemie: pro přípravu k přijímacím zkouškám (přírodovědné obory, lékařství)*. 3., upr. vyd. Praha: Karolinum, 237 s. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 978-80-246-2242-2.
- Středa, L. 2009. *Univerzita hubnutí* [online]. 2. vyd. (1. ve www.euroinstitutu.eu). Praha: www.euroinstitutu.eu, 251 s., [8] s. příl. ISBN 978-80-87372-00-5.
- Suržin, J., Ledvina, M. 2002. *Lékařská biochemia*. Prešov : Michal Vaško, s. 193-205 ISBN 80-7165-326-8.
- Suttie, J. 2009. *Vitamin K in health and disease*. Boca Raton: CRC Press, xi, 224 p. ISBN 08-4933-392-x.
- Svačina, Š. et al. 2008. *Klinická dietologie*. Vyd. 1. Praha: Grada, ISBN 80-247-2256-9.
- Trávníček, T. et al. 1987. *Patologická fyziologie*. Praha : Avicenum, s. 253-258 ISBN 08-056-87.
- Uherová, R. 2002. *Čo vieme o vitamínoch dnes*. 1.vyd., Malé Centrum, Bratislava, 144s. ISBN 80-968737-0-9.

Velíšek, J, Hajšlová, J. 2009. *Chemie potravin 1*. Havlíčkův Brod : OSSIS, 602 s. ISBN 978-80-86659-15-2.

Zadák, Z. 2008. *Výživa v intenzivní péči*. 2., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 542 s., [5] s. barev. obr. příl. ISBN 978-80-247-2844-5.