

# Úloha tuků ve výživě

Bohumíra Jančová

---

Bakalářská práce  
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav biochemie a analýzy potravin

akademický rok: 2010/2011

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bohumíra JANČOVÁ**

Osobní číslo: **T080066**

Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**

Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**

Téma práce: **Úloha tuků ve výživě**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Tuky–charakteristika,složení,výskyt,zdroje
3. Trávení a metabolismus tuků
4. Význam tuků ve výživě
5. Negativní funkce tuků ve výživě
6. Závěr

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] VELÍŠEK, J.: Chemie potravin I. Tábor: Osis, 2002. ISBN 80-86659-00-3.
- [2] KOLEKTIV AUTORŮ.: Lékařská chemie a biochemie. Praha 1: Avicenum /Osvěta, 1985. ISBN 80-201-0114-4.
- [3] MURRAY, R. K., GRANNER, D. K., MAYES, P. A., RODWELL, V. W.: Harperova Biochemie, Praha: Nakladatelství H+H, 1998. ISBN 80-85787-38-5.
- [4] STRATIL, P.: Abc zdravé výživy I. Brno: vydal autor, 1993. ISBN 80-900029-8-6.
- [5] PÁNEK, J., POKORNÝ, J., DOSTALOVÁ, J.: Základy výživy a výživová politika. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2002. ISBN 80-7080-468-8.

Vedoucí bakalářské práce:

**prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.**

Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání bakalářské práce:

**25. února 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**30. května 2011**

Ve Zlíně dne 23. března 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.  
*děkan*



doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.  
*ředitel ústavu*

Příjmení a jméno: Jančová Bohumíra

Obor: chemie a technologie potravin

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby<sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3<sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60<sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60<sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 25.5.2011

*Jančová Bohumíra*

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydávalečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídá k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Cílem této bakalářské práce je seznámení s úlohou tuků ve výživě člověka. V jednotlivých kapitolách je kladen důraz na charakteristiku, složení, výskyt a zdroje tuků. Je rozebíráno trávení a metabolismus tuků. Pozornost je věnována také významu tuků ve výživě a negativní funkci tuků ve výživě.

Klíčová slova: lipid, mastná kyselina, metabolismus tuků, význam tuků.

## **ABSTRACT**

The aim of this thesis is to introduce the role of fats in human nutrition. Individual chapters focus on the characteristics, composition, occurrence and source of fat. It dismantled digestion and fat metabolism. Attention is also paid to the importance of fat in the diet, and a negative function of fat in the diet.

Keywords : lipids, fatty acids, fat metabolism, meaning fat.

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu Prof. Ing. Ignáci Hozovi, CSc., za cenné rady a odborné vedení při zpracování této práce.

„Jiní lidé žijí, aby jedli, já však jím, abych žil“. Sókratés

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

Ve Zlíně 25. 5. 2011

*Ignáci Hozovi*  
.....  
Podpis studenta

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>1 HISTORIE</b> .....	<b>11</b>
<b>2 LIPIDY</b> .....	<b>12</b>
2.1 ROZDĚLENÍ LIPIDŮ:.....	12
2.2 MASTNÉ KYSELINY .....	13
2.2.1 Nasycené MK .....	13
2.2.2 Monoenové MK .....	14
2.2.3 Polyenové MK.....	15
2.2.4 Esenciální mastné kyseliny.....	16
2.2.5 Mastné kyseliny s trojnými vazbami s různými substituenty.....	18
2.3 VÝSKYT TUKŮ .....	18
2.4 ZDROJE ŽIVOČIŠNÝCH TUKŮ .....	20
2.5 ZDROJE ROSTLINNÝCH TUKŮ .....	24
<b>3 METABOLISMUS TUKŮ</b> .....	<b>28</b>
3.1 TRÁVENÍ TUKŮ .....	28
3.2 VSTŘEBÁVÁNÍ TUKŮ.....	30
3.3 TRANSPORT TUKŮ .....	30
<b>4 VÝZNAM TUKŮ VE VÝŽIVĚ</b> .....	<b>33</b>
4.1 VÝZNAM CHOLESTEROLU .....	34
4.2 VÝZNAM TRIACYLGLYCEROLŮ .....	35
4.3 VÝZNAM FOSFOLIPIDŮ.....	36
4.4 LIPOFILNÍ VITAMÍNY A JEJICH PROVITAMÍNY .....	36
4.4.1 Vitamín E .....	36
4.4.2 Vitamín A.....	37
4.4.3 Vitamín D.....	37
4.4.4 Vitamin K.....	37
<b>5 NEGATIVNÍ FUNKCE TUKŮ VE VÝŽIVĚ</b> .....	<b>38</b>
5.1 TUKY A CHOROBY KREVNÍHO OBĚHU .....	38
5.2 TUKY A OBEZITA .....	39
5.3 TUKY A ZHOUBNÉ NÁDORY .....	40
5.4 TUKY A CEROIDY.....	40
5.5 TUKY A STEATÓZA JATER .....	41
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>42</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>44</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>47</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>48</b>



<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>49</b>
----------------------------	-----------

## ÚVOD

Tuky, cukry a bílkoviny jsou základními součástmi naší stravy od nepaměti. Avšak dosud nikdy v historii nebyla nabídka potravin tak široká a nebyly tak snadno dostupné, jako je tomu v posledních desetiletích. V nabídce jsou i výrobky, které byly dříve v našich zeměpisných šířkách nedostupné nebo vznikají novými výrobními technologiemi. V souvislosti s tím se objevují nové tzv. civilizační choroby. V poslední době se dokonce mluví o „epidemii“ obezity, což vedlo ke snaze snížit příjem tuků v potravě. Potravinářské závody se tohoto trendu snaží využít a tak jsme denně bombardováni reklamami na zaručně zdravé potraviny – bez cholesterolu, s nízkým obsahem tuku, s cereáliemi apod. Ale jaké by mělo být složení stravy dle výživových doporučení? Na to jsem se pokusila najít odpovědi v této práci.

V podstatě nejvíce pozornosti je zde věnováno tukům. Lipidy jsou pro organismus člověka významným zdrojem energie, což je dáno jejich vysokou energetickou hodnotou. Jeden gram tuků poskytne asi 38 kJ energie, což odpovídá cca 9 kcal. Z toho vyplývá, že poskytují zhruba dvojnásobek obsahu energie sacharidů a bílkovin. Dále mají lipidy v organismu důležitou funkci transportní, izolační, regulační, slouží jako zásoba energie. Jsou tedy nedílnou součástí naší stravy.

Lipidy by měly tvořit 28-30 % denního energetického příjmu, ale ve vyspělých zemích je podíl tuku ve stravě mnohem vyšší. Pohybuje se až okolo 60% denního energetického příjmu. Do tohoto množství je nutné započítat nejen tuky přidávané při přípravě pokrmů, ale také tuky skryté, které jsou obsaženy jako přirozená část příslušné potraviny. Skryté tuky jsou bohatým zdrojem esenciálních mastných kyselin - například lipidy brambor, zeleniny a obilovin. Pro dodržení správné výživy je důležité dodržet optimální obsah esenciálních mastných kyselin i cholesterolu a TAG.

V jednotlivých kapitolách této práce se zabývám rozdělením tuků a jejich vlastnostmi, zdroji tuků, metabolismem v lidském organismu a jejich významem a negativními vlivy na zdraví.

## 1 HISTORIE

Tuky byly známy již v prehistorii lidstva, kdy byly používány jako potravina asi zcela instinktivně. Také vosky byly známy a používány v lékařství, kosmetice, k osvětlování a náboženským obřadům. Tuky byly užívány i k technickým účelům. Egypťané používali olivového oleje jako mazadla a znali i výrobu fermeží, Řekové a Židé se zmiňují o použití oleje jako léku, kosmetického přípravku nebo i k náboženským účelům. V hebrejských spisech i v Pliniově je již zmínka o mýdle.

První vědecké zkoumání tuků začalo až v 18. století. Chemik Carl Scheele, izoloval z olivového oleje glycerin. Chemické složení tuků objevil, francouzský chemik Eugene Chevreul (1786-1889), který dokázal, že tuky a oleje jsou estery mastných kyselin (dále jen MK) a glycerolu, a izoloval nejvýznamnější MK. Roku 1828 Rus Guserov jako první rozdělil nasycené MK od nenasycených pomocí olovnatých solí.

Další rozvoj chemie tuků nastal až počátkem 20. století, kdy byly vydány obsáhlé monografie a zkoumána chemická podstata nových technologických postupů (výroba margarínů, hydrogenace tuků, výroba syntetických pracích prostředků a jiné.)

Naši chemici přispěli k rozvoji poznatků o tucích především zpracováním vhodných analytických metod - Josef Hanuš a K. Hazura. V Ústí nad Labem působil A. Grün, který se zabýval analýzou a preparací MK. Nejvýznamnějším specialistou v této oblasti byl brněnský profesor akademik Vítězslav Veselý (1877-1964), který se zabýval syntézou mastných kyselin a analýzou tuků. Vydal také první česky psanou monografii z oboru chemie a technologie tuků. [18,23]

## 2 LIPIDY

Lipidy jsou heterogenní skupinou sloučenin, která má přímo či nepřímo vztah k mastným kyselinám. [9,30] Jejich společnou vlastností je relativní nerozpustnost ve vodě a dobrá rozpustnost v nepolárních rozpouštědlech. [25] Mezi lipidy patří tuky, oleje, vosky, a jiné sloučeniny. [9,30]

### 2.1 Rozdělení lipidů:

**1. Jednoduché lipidy:** Estery mastných kyselin s různými alkoholy.

a/ Tuky: Estery mastných kyselin s glycerolem. Tekuté tuky se nazývají oleje.

b/ Vosky: Estery mastných kyselin s vyššími jednosytnými alkoholy.

**2. Složené lipidy:** Estery obsahující mimo mastné kyseliny a alkohol ještě další skupiny.

a/ Fosfolipidy: Lipidy, které obsahují mimo mastné kyseliny a alkoholu i zbytek kyseliny fosforečné. Obsahují i dusíkaté base a další substituenty. Dále je dělíme na glycerolfosfolipidy, u nichž je alkoholem glycerol a sfingofosfolipidy, kde je alkoholem sfingosin.

b/ Glykolipidy: Lipidy obsahující mastnou kyselinu, sfingenin a sacharidovou složku.

c/ Ostatní složené lipidy: Sulfolipidy a aminolipidy. Mohou sem být zařazeny i lipoproteiny.

**3. Prekurzory a odvozené lipidy:** patří zde mastné kyseliny, steroidy, alkoholy včetně glycerolu a sterolů, vitamíny rozpustné v tucích, hormony, mastné aldehydy a ketolátky. [9,25,30,34]

## 2.2 Mastné kyseliny

Podstatnou a nejvýznamnější skupinou tuků a olejů z výživového hlediska jsou mastné kyseliny. Podle názvosloví užívaného v organické chemii se jako mastné kyseliny označují karboxylové kyseliny s alifatickým uhlovodíkovým řetězcem.

Mastné kyseliny vázané v přírodních tucích a olejích se od sebe navzájem liší délkou a charakterem uhlovodíkového řetězce, stupněm nenasycenosti a v některých případech také přítomností dalších substituentů. Některé mastné kyseliny vázané v tucích a olejích jsou alicyklické nebo i aromatické sloučeniny. V přírodě, a tedy také v potravinách, se vyskytují v tucích a olejích tyto skupiny mastných kyselin:

1. Nasycené – neobsahují dvojně vazby

2. Nenasycené – obsahují jednu nebo více dvojných vazeb:

a/ Monoenové nenasycené MK - s jednou dvojnou vazbou, s konfigurací cis nebo trans

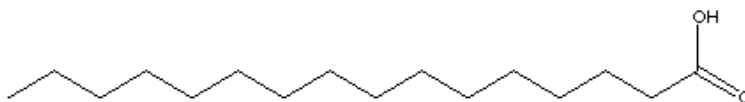
b/ Polyenové nenasycené MK - s několika dvojnými vazbami, často se jedná o esenciální MK

c / Eikosanoidy - tyto sloučeniny jsou odvozené od eikosa – polyenových MK. Patří mezi ně prostanoidy a leukotrieny. Mezi prostanoidy patří prostaglandiny, prostacykliny a thromboxany. [1, 17]

### 2.2.1 Nasycené MK

Nasycené mastné kyseliny přibližně obsahují 4 - 60 uhlíkových atomů, mají zpravidla rovný nerozvětvený řetězec, neobsahují žádnou dvojnou vazbu. Nejčastěji mají sudý počet atomů uhlíku. [1, 15,17]

Nejrozšířenější z nasycených mastných kyselin je k. palmitová, která je přítomna ve všech lipidech. Je hojně zastoupena v mléčném tuku. Dost často se vyskytuje i kyselina stearová.



Obr. 1 kyselina palmitová

Nasyčené mastné kyseliny jsou chemicky velmi stálé a mění se teprve při dlouhodobém záhřevu nebo za vysokých teplot. Za běžných podmínek zpracování a skladování potravin se téměř nemění. [11]

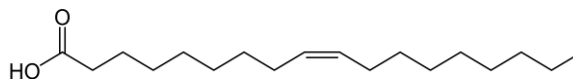
Tab. 1 vzorce nasycených mastných kyselin

Nasyčené kyseliny:	Vzorec:
Máselná kyselina	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$
Laurová kyselina	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$
Myristová kyselina	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
Palmitová kyselina	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
Stearová kyselina	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$

### 2.2.2 Monoenové MK

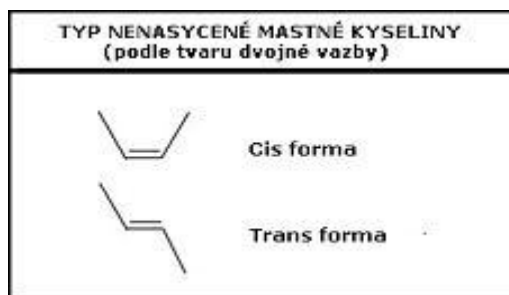
Monoenové mastné kyseliny obsahují v molekule jednu dvojnou vazbu, která má v přírodních tucích výhradně konfiguraci – **cis**. Nejběžnější jsou kyseliny s 18 atomy uhlíku. Kyseliny s trojnými vazbami se v jedlých lipidech nevyskytují. [8]

V přírodních lipidech je nejrozšířenější monoenovou MK kyselina olejová (cis-9 oktadecenová) Ve většině tuků je nejhojněji zastoupenou mastnou kyselinou a v dalších se vyskytuje alespoň v menším množství. Tato kyselina je členem homologické řady mastných kyselin, které mají dvojnou vazbu na 9 atomu uhlíku. [11]



Obr. 2 kyselina olejová

Monoenové kyseliny s **trans**-konfigurací dvojně vazby jsou v přírodě vzácné a můžeme je najít například v depotním a mléčném tuku přežvýkavců. Trans-kyseliny se však běžně vyskytují v hydrogenovaných tucích. Nejčastější je kyselina Elaidová (trans-9-oktadecenová), stereoisomer olejové kyseliny a vakcenová kyselina (trans-11-oktadecenová) z mléčného tuku. [8]



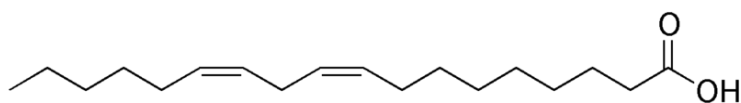
Obr. 3 Typ nenasycené mastné kyseliny

### 2.2.3 Polyenové MK

Polyenové mastné kyseliny vázané v lipidech potravin mají dvě nebo více dvojných vazeb, které leží navzájem v izolované poloze - jsou odděleny jednou nebo dvěma methylenovými skupinami. Konjugované polyenové kyseliny se vyskytují jen v jedlých tucích, a to jen ve stopách - ve žluklých olejích, hydrogenovaných tucích a v tucích přežvýkavců. Mastné kyseliny s kombinacemi dvojných a trojných vazeb nejsou v potravinách zastoupeny. [11]

Mezi polyenovými mastnými kyselinami zaujímá zvláštní postavení skupina takzvaných esenciálních mastných kyselin. Esenciální mastné kyseliny jsou skupinou MK, které lidský organizmus neumí vytvořit z jiných složek. Nejsou známy chemické cesty, jež by je vytvořily. Získat je lze pouze ze stravy. Hrají důležitou roli v biologických pochodech, nemají pouze roli paliva. [11]

Významnou polyenovou kyselinou je kyselina linolová, která je esenciální. Dále kyselina linolenová a arachidonová. [11]



Obr. 4. kyselina linolová

Tab. 2. Druhy lipidů a jejich zdroj

<b>Potraviny s vysokým obsahem různých typů mastných kyselin</b>	
<b>Typ tuku</b>	<b>Zdroj</b>
<b>Nasycené MK</b>	máslo, sádlo, maso, masné výrobky, paštiky, sýry, maso, plnotučné mléko a jogurty, pečivo, ztužené tuky, kokosový a palmový olej
<b>Mononenasycené MK</b>	řepka, olivy, arašídy, ořechy (pistácie, mandle, ořechy lískové, kešu a pekanové), avokádo, olivový olej, řepkový olej
<b>Polynenasycené MK</b>	<b>Omega-3-polynenasycené:</b> makrela, losos, sled', pstruh (bohaté na MK s dlouhým řetězcem EPA a DHA), vlašské ořechy, řepka, sója a jejich oleje (vysoký obsah alfa linolenové kyseliny) <b>Omega-6-polynenasycené:</b> slunečnicové semeno, pšeničné klíčky, kukuřice, vlašské ořechy, sója, seznam, některé margariny
<b>Trans nenasyce- né MK</b>	některé tuky na smažení a pečení (např. hydrogenované rostlinné kyseliny oleje), tuky, které se užívají při výrobě sušenek a koláčů, mléčné výrobky, tučné maso skopové a hovězí

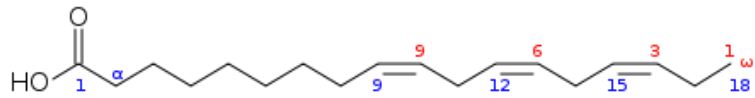
#### 2.2.4 Esenciální mastné kyseliny

Esenciální MK jsou charakteristické tím, že obsahují na 6. a na 9. uhlíku dvě dvoj-  
né vazby s cis-konfigurací (počítáno od koncové methylové skupiny, nikoli od karboxylu).  
Lidský organismus je potřebuje pro tvorbu důležitých regulačních sloučenin a pro funkci

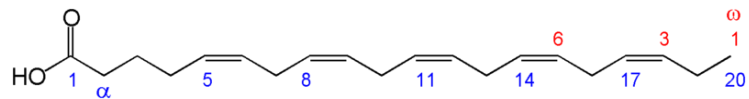


buněčných membrán. Musí být přijímány ve stravě. Jen některé z nich organismus dovede vytvářet metabolickou úpravou ze základních esenciálních PUFA, ve kterých se nachází kyselina linolová a linoleová. Nedostatek esenciálních PUFA poškozují zdraví. [2, 19]

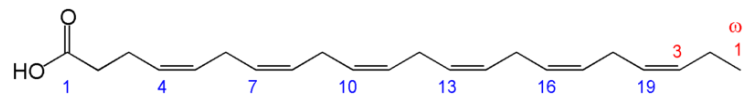
### Omega - 3 mastné kyseliny:



Obr. 5. kyselina  $\alpha$ -linolenová

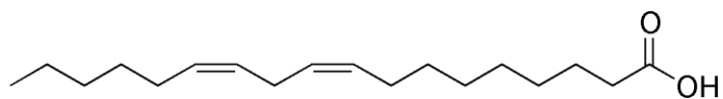


Obr. 6. kyselina eikosapentaenová

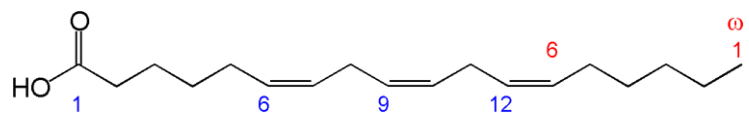


Obr. 7. kyselina dokosahexaenová

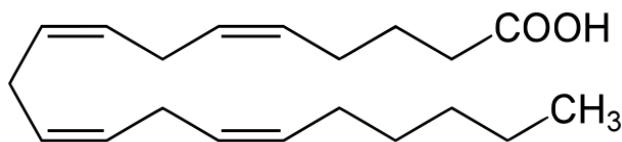
### Omega – 6 mastné kyseliny:



Obr.8. kyselina linolová



Obr. 9. kyselina  $\gamma$ -linolenová



Obr. 10. kyselina arachidonová

### 2.2.5 Mastné kyseliny s trojnými vazbami s různými substituenty

Jde o kyseliny v potravinářství a ve výživě méně důležité.

- **alkinové** - obsahují jednu nebo více trojných vazeb, např. k. tarirová, isanová.
- **rozvětvené** – například: kyselina isovalerová, pivalová, tuberkulostearová.
- **cyklické** – jde o alicyklické sloučeniny, kupř. kyselina laktobacilová, jasmonová.
- **hydroxykyseliny** – vyskytují se v hojném počtu, př. kyselina ricinolejová. [11]

### 2.3 Výskyt tuků

Z hlediska výživy dělíme tuky podle:

- Surovin, ze kterých se tuky získávají.
- Konzistence tuků
- Výskytu tuků
- Obsahu tuku v potravinách [8]

#### A. Suroviny, ze kterých se tuky získávají:

1) Živočišné lipidy a oleje:

- Tuky teplokrevných živočichů: mléčný tuk – kravský, buvolí;
  - sádlo – vepřové, drůbeží; lůj – hovězí, skopový.

Spotřeba těchto živočišných tuků v poslední době klesá. Dává se přednost rostlinným tukům. Živočišné tuky mají dosti nevýhodné složení mastných kyselin (vysoký obsah nasycených, velmi nízký obsah esenciálních mastných kyselin) a obsahují

poměrně hodně cholesterolu. Výhodou je vyšší oxidační stabilita a příznivé chuťové vlastnosti.

- Rybí olej:

Potravinářské využití je prakticky nulové, tuk se přijímá při konzumaci ryb, i když jsou na trhu výživové preparáty pro člověka. Přijaté množství závisí na druhu ryby a roční době a pohybuje se od desetin procent (treska) až k 15 % (úhoř). Většinu podílu mastných kyselin tvoří esenciální kyseliny, naopak podíl nasycených mastných kyselin je nízký.

## 2) Rostlinné lipidy a oleje:

Typy výrobků: jedlé oleje, pokrmové tuky, emulované tuky, směsné emulgované tuky

- Olejiny:

- s převažující linolovou kyselinou: řepka, sója, slunečnice,
- s převažující olejovou kyselinou, kde je druhá nejvýznamnější kyselina

linolová kyselina: podzemnice, bavlník, světlice, sezam; a nebo s palmitovou kyselinou: olivy, dužnina palmy olejně,

- s převažující palmitovou kyselinou a dalšími nasycenými kyselinami (laurová, myristová): jádro palmy olejně, kokosový tuk.

- Rostlinná másla – kakaové máslo (vysoký obsah kyseliny stearové)

## **B. Podle konzistence:**

1) Kapalné oleje – obsahují skoro 100 % tuku: [3]

a/ Oleje teplokrevných zvířat – mají značný podíl olejové kyseliny.

b / Oleje vodních zvířat – trány – mají vyšší podíl kyseliny linolové a linoleové [7]

2) Tuhé tuky – obsah tuku bývá různý dle zdroje a technologické úpravy. (Vysoký obsah tuků má vepřové sádlo 100%, emulgované tuky a margaríny mají obsah 25-80% tuku.) [3]

a / Lipidy bohaté na těkavé kyseliny: např. kyselinu máselnou – máslo.

b / Lipidy bohaté na stearin: patří sem například vepřové sádlo, lůj.[7]

**C. Podle výskytu:**

- 1) Tuky zjevné – např. tuk, který se úmyslně používá při kulinářské úpravě.
- 2) Tuky skryté – tuky, které se nacházejí například ve svalové tkáni, vejcích, mléku, mléčných výrobcích a pečivu

**D. Podle obsahu tuku v potravině:**

- 1) S vysokým obsahem tuku v potravinách dodávajícím nad 40 % energie – vztaženo na hmotnost potraviny:

- tučné maso – vepřové, hovězí, drůbež (husa, kachna), některé ryby (například úhoř), paštiky, salámy
- plnotučné mléko, smetana, smetanové jogurty, většina sýrů
- majonézy – (mimo light)
- čokoláda
- smetanové mražené krémy
- ořechy, mák

- 2) S nízkým obsahem tuku (dodávajícím pod 20 % energie). Jde spíše o tuky rostlinného původu:

- brambory
- pečivo
- luštěniny
- zelenina a ovoce [3]

**2.4 Zdroje živočišných tuků**

Živočišné tuky jsou charakteristické tím, že obsahují velké množství nasycených MK a cholesterolu. Z výživového hlediska jsou hodnoceny negativně. [3]

Potraviny a suroviny živočišného původu dělíme:

1. Mléčný tuk (mléko, mléčné výrobky)
2. Maso a masné výrobky
3. Tuk vejce
4. Ryby, ostatní vodní živočichové a výrobky z nich
5. Včelí med (bývá zařazován mezi suroviny rostlinného původu - sladidla )

**Tab.3 Obsah hlavních skupin mastných kyselin v živočišných tucích**

<b>Druh tuku</b>	<b>Nasyčené MK %</b>	<b>Kyselina olejová %</b>	<b>Esenciální MK %</b>	<b>Poměr EMK/NMK</b>	<b>Poměr NMK/ k.oleji</b>	<b>Obsah v potravinách %</b>
Máslo, mléčný tuk	48,5±5,8	25,1±2,9	3,7±1,3	0,08	0,15	81-83
Hovězí lůj	47,2±8,9	36,0±4,9	4,3±2,6	0,09	0,12	2-36
Vepřové sádlo	38,1±5,3	40,9±2,5	11,4±1,6	0,30	0,28	18-41
Slepičí tuk	31,4±6,2	39,2±7,1	17,6±7,2	0,56	0,45	1,4-35
Vejce	70		17,0±2,0	0,24	nad 1	10
Husí tuk	28	11,5	58,0	2,10	5,04	17-53
Kuřecí tuk			26,8			
Krůtí tuk			20,6			
Sardinkový olej	30,5	2,5	17,0	0,56	6,80	1-16

### **Mléčný tuk (máslo)**

Mléko a mléčné výrobky mají, stejně jako ostatní potraviny živočišného původu, vysokou výživovou hodnotu. [3,32]

Mléčný tuk obsahuje průměrně 48% nasycených mastných kyselin a 3,7% polyenových mastných kyselin, jejich poměr je 13:1, což je nepříznivé vzhledem k riziku vzniku aterosklerózy. Další nepříznivou složkou jsou transizomery a rozvětvené mastné kyseliny, vznikající bakteriální činností v bachoru krav a jiných přežvýkavců, které jsou zabudovány do mléčného a tělního tuku. Tvoří 3-4% tuku. Transizomery interferují s esenciálními mastnými kyselinami, snižují tvorbu fosfatidů a prostaglandinů a snižují funkci gonád. Ukládají se v tuku a podporují vznik obezity a aterosklerózy. Rozvětvené mastné kyseliny se obtížně metabolizují, vyčerpávají vitamín B6 a biotin. Mohou vést ke ztukovatění jater, snížení růstu a nervovým poruchám. Mléčný tuk svým obsahem cholesterolu 230mg/100g může významně zvyšovat hladinu cholesterolu v krvi a tím přispívat ke vzniku aterosklerózy. [2]

Obsahuje i významné množství mastných kyselin s krátkým řetězcem, které se lehce vstřebávají do krve, zatímco vyšší mastné kyseliny se vstřebávají do lymfy. Tohoto však lze využít při léčbě některých metabolických poruch špatného vstřebávání tuků.

### **Maso, masné výrobky**

Masem se dle zákona o potravinách rozumí všechny části zvířat určené k výživě lidí (výsekové maso, droby, syrové sádlo, lůj, krev, kosti). V užším slova smyslu masem rozumíme svalovou tkáň, která vždy obsahuje určitý podíl tukové a vazivové tkáně.

U nás se nejvíce používá maso vepřové, hovězí, drůbeží, méně telecí, skopové, jehněčí, koňské, králičí a ze zvěřiny. [3]

Na kvalitu masa má významný vliv věk zvířete, jeho pohlaví, způsob výživy, porážková hmotnost, stupeň zrání.

Význam masa ve výživě je značný, i když nadměrný příjem nelze ze zdravotního hlediska doporučit. Maso je důležitou potravinou zejména pro děti, duševně pracující a osoby s těžkou fyzickou prací, především pro obsah plnohodnotných bílkovin (10-20%). Maso obsahuje tuk, jehož obsah velmi kolísá, nepatrné množství sacharidů, extraktivní látky, minerální látky, zejména dobře využitelné železo a vitamíny A, D, skupiny vitamínů

B. Maso obsahuje jako všechny potraviny živočišného původu cholesterol, jehož obsah se mění v závislosti na obsahu tuku. Tuk, zvláště libového masa obsahuje vysoký podíl fosfolipidů.[3]

### **Sádlo vepřové**

Obsahuje 38% nasycených mastných kyselin a 11 % polyenových mastných kyselin, jejich poměr je 3:1. V sádle se nachází poloviční množství cholesterolu ve srovnání s mléčným tukem a abiogenních MK pod 1%.

Je to nejvhodnější tuk na podmašťování při vaření a pečení nebo na smažení. Dodává pokrmům chuť, přepalování začíná při daleko vyšší teplotě než u běžně užívaných olejů. Nehrozí proto nepříjemný zápach ani případné zdravotní komplikace, jež přepálený tuk přináší.[2]

### **Hovězí lůj**

Má hodně podobné složení mléčnému tuku, takže o něm platí prakticky to, co o mléčném tuku. [2]

### **Tuk vejce**

V ČR se z hygienických důvodů uvádějí do oběhu pouze vejce slepičí, eventuelně křepelčí. Vejce husí a kachní jsou z hlediska přenosu bakterie salmonely velmi rizikové. Důležitou prevencí je dostatečná tepelná úprava (pasterizací). Vejce jsou v českém jídelníčku velmi oblíbená. Roční spotřeba je přibližně 300 vajec na osobu na rok [3]

Obsah nasycených MK je 70%, polyenových mastných kyselin je 17%, jejich poměr je 4:1. V tuku vejce se nachází velké množství cholesterolu – 290mg/1kus. Je však provázen lecitinem, který se podílí na snižování hladiny cholesterolu. Což je zase velmi přínosné, není-li vejce připravováno smažením, při kterém vznikají oxidované formy cholesterolu. Nepřispívá tedy významněji ke zvyšování hladiny cholesterolu v séru a vzniku aterosklerózy.[2]

## Ryby

Ryby rozdělujeme na sladkovodní a mořské. Na trh se uvádějí čerstvé nebo zmražené. Rybí maso je z výživového hlediska velmi cenné. Obsahuje plnohodnotné bílkoviny, minerální látky (fosfor, jod, fluor) a vitamíny D a A. Nejvíce je těchto vitamínů ve vnitřnostech mořských ryb. Některé ryby jsou sice tučné, ale jejich tuk má vysokou výživovou hodnotu pro svůj obsah nenasycených mastných kyselin řady n-3. [3]

Konzumace ryb působí preventivně proti vzniku kardiovaskulárních onemocnění. Doporučuje se alespoň dvě porce ryb týdně a to jak ryb mořských tak i sladkovodních (zejm. tučných ryb). Například losos, sardinka, sled', makrela a pstruh. [10]

Roční spotřeba ryb v České republice je stále velmi nízká, pohybuje se okolo 5 kg na osobu, a bylo by tedy vhodné ji zvýšit. [3]

## 2.5 Zdroje rostlinných tuků

Rostlinné tuky jsou získávány z rostlin, které hromadí ve svých plodech, semenech nebo jiných částech tuky. Tyto tuky obsahuje např. dužnina a jádra palmy olejné, kokos, olejninu jako jsou řepka, sója, slunečnice, sezam, podzemnice.

Mezi potraviny vyrobené z rostlinných tuků řadíme zejména:

- rostlinné oleje
- rostlinné tuky (margaríny)
- pokrmové tuky
- emulgované tuky.

Převážná většina tuků rostlinného původu má ze zdravotního hlediska velmi vhodné složení MK, protože obsahují více nenasycené MK, které mají příznivější vliv na naše zdraví, než tuky živočišné. Výjimku tvoří tuk kokosový a palmojádrový, ve kterém převažují pro organismus nevhodné nasycené mastné kyseliny. Zatímco oleje jsou 100% tuky, u



rostlinných tuků lze vybírat ze široké škály výrobků, které obsahují již od 20 % tuku. Rostlinné tuky se také někdy označují jako margaríny. [33]

### Sojový olej

Sojový olej se získává ze sóje luštinaté. Zpracovávanou částí je semeno sóji. Díky šetrnému lisování bez použití tepla si uchová přírodní nutriční látky a přirozenou chuť. Obsahuje přibližně 17-22% tuku. [1] Je cenným zdrojem nenasycených MK a lecitinu. Dále obsahuje vitamíny, minerální látky a aminokyseliny. Sojový olej se hodí k syrové stravě, do salátů nebo na nakládání zeleniny. Typická výrazná chuť se dobře hodí k výrazným pokrmům. Tento olej je vhodný k dušení s vodou, ale nesmí se na něm smažit. Z dietického hlediska je vynikající. [20]



Obr. 11. Sója luštinatá (lat. Soja max) a její semena

### Palmový olej

Palmový olej se získává z palmy olejné. Zpracovávanou částí palmy je oplodí. Obsah tuku je přibližně kolem 44-53%. Je zde charakteristický vysoký obsah kyseliny palmitové a olejové. Pro vysoký obsah kyseliny palmitové není z nutričního hlediska příliš vhodný. [20]

Obr. 12. Palma olejná (lat. *Elaeis guineensis*)

### Slunečnicový olej

Slunečnicový olej se získává ze slunečnice roční. Zpracovávanou částí slunečnice je semeno. [1] Olej je mírně nažloutlý, čirý, nasládlé chuti, bez zápachu. Obsah tuků je přibližně 22-36% a proto má vynikající dietetické vlastnosti. Obsah nasycených MK je poněkud nižší než u oleje sojového. Obsahem kyseliny linolové se mu však vyrovná nebo jej i předčí. Nízký obsah linolové kyseliny dává pak oleji podstatně větší trvanlivost. Slunečnicový olej s vysokým obsahem kyseliny olejové se hodí ke smažení a fritování vzhledem k dobré termostabilitě.[20]

Obr. 13. Slunečnice roční (lat. *Helianthus annuus*)

## Řepkový olej

Řepkový olej se získává z řepky olejné. Zpracovávanou částí řepky je semeno. Vzniklé pokrutiny jsou využívány jako krmivo pro dobytek. Obsah tuků je přibližně 38-45%. [1]  
Řepkový olej je v našich klimatických podmínkách nejdůležitější olejinou. [20]



Obr. 14. Řepka olejná (lat. *Brassica napus*)

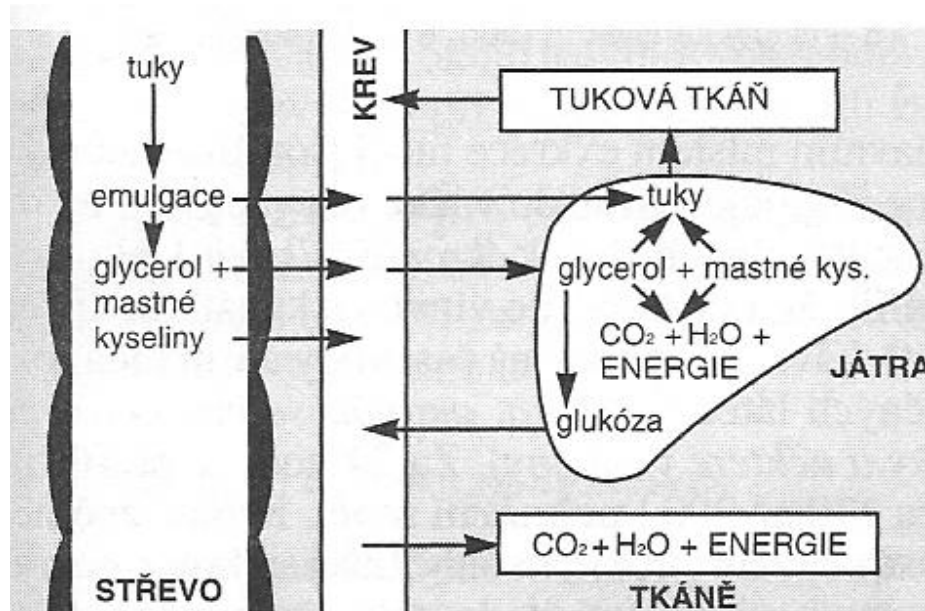
### 3 METABOLISMUS TUKŮ

Metabolismus je složitou sítí dějů, které zahrnují přeměnu všech látek, které vstoupily do organismu, a také nepřetržitou obměnou látek, které se v organismu vytvořily.[13,29]

V metabolismu tuků jsou zahrnuty anabolické i katabolické reakce MK, TAG, fosfolipidů, glykolipidů, sterolů a ostatních derivátů a lipofilních vitamínů – A, D, E, K [ 15] Tyto reakce se odehrávají v buňkách, jsou katalyzovány příslušnými enzymy. Důležitou funkci při trávení a vstřebávání tuků hrají také extracelulární enzymy v trávicím traktu.[13,15,29]

#### 3.1 Trávení tuků

Pod pojmem trávení jsou nejčastěji chápány hydrolytické reakce, které přivádějí původně přímo neadsorbované tuky do adsorbovaných komplexů. [15] Hlavní složkou tuků přijatých v potravě jsou TAG. V mnohem menší míře jsou zastoupeny i cholesterol a fosfolipidy. Obsah ostatních tuků je v běžné stravě velmi nízký. [22] Tuky jsou špatně rozpustné ve vodě. Jejich trávení a vstřebávání ve vodném prostředí trávicího ústrojí i jejich transport plazmou jsou proto složité pochody a vyžadují speciální mechanismy.[27]



Obr. 15. trávení tuků

Minimální část tuků je štěpena již v ústech a žaludku slinnou a žaludeční lipázou.[22]. Většina je trávena až v dvanáctníku, kde je nejdůležitějším enzymem pankreatická lipáza. [14] Mechanickým mísením potravy a detergentním působením solí žlučových kyselin a lecitinu, přítomných v žluči, vznikají tukové kapénky o průměru kolem 1-2  $\mu\text{m}$ . [22, 27] Touto „emulzifikací“ se mnohonásobně zvyšuje povrch, na kterém může docházet k enzymatickému štěpení tuků. [22]

Nejvýznamnější enzymy, které se podílí, na trávení tuků jsou pankreatická lipáza (štěpí TAG na MK a monoacylglyceroly), cholesterolsteráza a fosfolipáza A<sub>2</sub>. [22]

**Tab. 4. Hlavní enzymy zúčastněné na trávení lipidů**

Zdroj enzymu	Enzym	Substrát	Produkt /účinek/
slinné žlázy	slinná lipáza	TAG	MK,1,2diacylglyceroly
žaludek	žaludeční lipáza	TAG	MK, glycerol
slinivka břišní	pankreatická lipáza	TAG	MK,2monoacylglyceroly.
	fosfolipáza A <sub>2</sub>	Fosfolipidy	MK,lyzofosfatidylcholin glycerol-3-P,cholin.
	cholesterolesteráza	estery cholesterolu	Cholesterol, MK
	kolipáza	žlučové kyseliny?	Nezbytná pro účinek lipázy

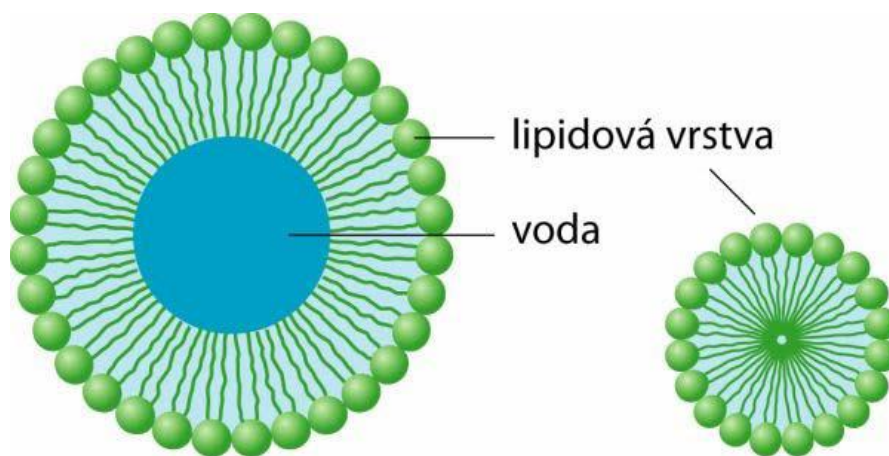
Pro účinek pankreatické lipázy je nezbytná kolipáza /vzniká působením trypsinu z pankreatické prokolipázy/, která vytváří na povrchu kapének emulgovaných tuků komplex se žlučovými kyselinami, a tak obnaží jednotlivé molekuly TAG.

Působením pankreatické lipázy se z TAG tukových kapének odštěpují MK, nazývaných micely, které jsou dobře rozpustné ve vodném prostředí střevního lumen.

V centru micel jsou monoacylglyceroly, cholesterol a MK, na povrchu se nacházejí polární konce žlučových kyselin a fosfolipidů. Účinek pankreatické lipázy lze inhibovat orlistatem, lékem pro léčbu obezity. [22]

### 3.2 Vstřebávání tuků

Monoglyceridy, cholesterol a MK z micel vstupují do buněk sliznice pasivní difúzí. Další osud MK záleží na jejich velikosti. MK, které obsahují méně než 10-12 atomů uhlíku, přecházejí z buněk sliznice přímo do portální krve, kde jsou přenášeny jako volné /neesterifikované/ MK. MK, které obsahují více než 10-12 atomů uhlíku se reesterifikují v buňkách sliznice na TAG. Rovněž je esterifikována část vstřebaného cholesterolu. TAG a cholesteryl-estery jsou pak obaleny vrstvou proteinů, cholesterolu a fosfolipidů a tvoří chylomikrony, které opouštějí buňku a vstupují do lymfatických cév.[14]



Obr. 16. Micela

### 3.3 Transport tuků

Tuky se ve formě chylomikronů dostávají do krevního oběhu. Transport velkého množství hydrofobního materiálu vodným prostředím je obtížný. Pro usnadnění jsou tuky přenášeny krví vázány na proteiny jako lipoproteiny, které jsou dostatečně hydrofilní, aby se ve vodném prostředí rozptýlily. Jejich struktura sestává z proteinů, TAG, cholesterolu,

esterů cholesterolu, fosfolipidů a lipofilních vitaminů. Hydrofilní obal tvoří proteiny, fosfolipidy a cholesterol, hydrofobní látky jsou uvnitř struktury. Poměr jednotlivých složek je různý. Podle obsahu lipidové a proteinové složky mají lipoproteiny různou hustotu. [3,8]

Dělí se na jejím základě na 4 (+1) frakce, z nichž každá má jiné fyziologické funkce:

1) Chylomikrony (chylomikra):

Jsou nejlehčí, tvoří se ve střevní sliznici, lymfatickou cestou se přenášejí do krevní oběhu a k periferním tkáním. Běžně jsou v krvi 1- 4 hodiny po jídle.

2) Lipoproteiny o velmi nízké hustotě (VLDL; *very-low-density lipoproteins*):

Syntetizují se průběžně v játrech. Přenášejí MK k periferním tkáním, např. do srdečního svalu a nebo kosterní svaloviny. Biologický poločas je pouze asi 30 minut.

3) Lipoproteiny o nízké hustotě (LDL; *low-density lipoproteins*):

Vznikají z VLDL, běžně obsahují přes 60 % plasmatického cholesterolu. Cholesterol syntetizovaný v játrech se v nich dostává k periferním tkáním. Jaterní buňky mají naopak takzvané LDL receptory, kterými se cholesterol dostává zpět do jater a vylučuje se převážně ve formě žlučových kyselin. Osoby trpící hypercholesterolemií mají většinou menší počet LDL receptorů. Zvýšená hladina LDL cholesterolu je významným rizikovým faktorem pro vznik aterosklerózy.

4) Lipoproteiny o vysoké hustotě (HDL; *high-density lipoproteins*):

Tato frakce slouží k přenosu přebytečného cholesterolu z periferních tkání do jater. Jsou ve vodném prostředí poměrně stabilní. Zvýšená koncentrace HDL cholesterolu ukazuje na snížení rizika aterosklerózy.

5) Zvláštní skupina-lipoproteiny o střední hustotě (IDL; *intermediary-density lipoproteins*):

Vznikají degradací VLDL. Jsou meziproduktem syntézy LDL z VLDL. Buď se tedy degradují na LDL, nebo se v podobě zbytků VLDL odstraňují z krevního oběhu. U zdravého organismu se vyskytují jen ve velmi malých množstvích. Jejich biologický

poločas je jen několik minut. [3,8]

Srovnají-li se lipoproteiny o rozdílné hustotě, platí, že čím vyšší hustota, tím více proteinů a méně TAG obsahují. Fosfolipidy jsou nejvíce obsaženy ve frakci HDL a cholesterol ve frakci LDL. Frakce LDL je hlavní přenašeč cholesterolu a je nejvíce riziková z hlediska vzniku kardiovaskulárních onemocnění. Naopak frakce HDL obsahuje cholesterol odnášený z periferních tkání pryč, čímž se riziko kardiovaskulárních onemocnění snižuje. Chylomikrony lze považovat za lipoproteiny s nízkým obsahem bílkovin. Jejich úlohou je přenášet lipidy z trávicího traktu do tkání. Po splnění této úlohy jsou zbytky chylomikronů staženy z krve játry a využity k syntéze nových lipoproteinů.

Krev přináší lipoproteiny do tkání. Tam působí na stěně krevních kapilár lipoproteinová lipasa, která uvolní mastné kyseliny z TAG. Uvolněné vyšší MK pak difundují dovnitř buněk. Při hladovění klesá aktivita lipoproteinové lipasy v tukové tkáni a současně roste její aktivita v srdečním svalu a kosterním svalstvu. Jedná se vlastně o usměrnění toku energie tam, kde je jí nejvíce třeba. Lipoproteinová lipasa není v játrech. [3,8]

**Tab.5.koncentrace tuků v krvi**

<b>Lipidová částice</b>	<b>Koncentrace v krvi /mmol/l/</b>
TAG	Do 2mmol/l
Celkový cholesterol	4 - 7 mmol/l
LDL	Do 3 mmol/l
HDL	Nad 1 mmol/l

(Jedná se o normální hodnoty charakteristické pro období klidu a na lačno).



#### 4 VÝZNAM TUKŮ VE VÝŽIVĚ

Tuky jsou vedle bílkovin a sacharidů jednou ze tří základních živin. Patří k nezbytným složkám potravy a nedají se zcela nahradit jinými složkami. Jejich úloha je rozmanitá. [20] Tukové výrobky obsahují kromě vlastních TAG různé doprovodné látky významné pro výživu. Ve výživě slouží tuky k těmto účelům: [3,8]

- Tuky jsou nejbohatším zdrojem energie ze všech živin (přibližně 2x vydatnější než sacharidy nebo proteiny). [3,8]

Dle odborníků WHO by měla strava obsahovat minimálně 25-30% tuku. V současné době je však ve většině vyspělých zemí spíše kolem 40% a v naší republice asi 37% energetického objemu, tj. zhruba 130g/den místo žádoucích 70g. Důležitá je nejen celková spotřeba tuků, ale i skladba tukové dávky. Doporučuje se, aby živočišné tuky nepřesahovaly 10% energetického objemu a zbytek by měly hradit rostlinné tuky a oleje, které jsou zdravější. [12]

- Tuky jsou zdrojem esenciálních mastných kyselin a jejich prekurzorů (kyselina linolová a linolenová).
- Tukové výrobky jsou zdrojem lipofilních vitaminů a příslušných provitaminů, sterolů (cholesterolu i různých fytoosterolů). Produkty trávení TAG napomáhají také k jejich vstřebávání.
- Zvyšují jemnost chuti potravin a zlepšují senzoričnou texturu (konzistenci) potravin. [4]
- Vyvolávají po určité době po požití pocit sytosti, který způsobuje hydrolýza na mastné kyseliny v tenkém střevě. Tento stav sytosti ale nastává nejdříve za půl hodiny, což většinou bývá již po požití pokrmu a nezabrání se tak nebezpečí příliš vysokého příjmu energie.
- Snižují objem stravy, protože jsou bohaté na energii. Toto je pozitivní u osob s vysokým výdejem energie, a tedy i s potřebou jejího většího příjmu. Naopak u osob se sedavým zaměstnáním hrozí nebezpečí příliš vysokého příjmu energie.

#### 4.1 Význam cholesterolu

Cholesterol je jediným steroidem, který dovedou savci syntetizovat. Ve stravě se cholesterol vyskytuje ve větším množství jen v potravinách živočišného původu, nejvíce ve vejcích a v živočišných tucích (máslo, sádlo), v mase a mléce (v tukové složce) a v produktech z těchto surovin, především v uzeninách a v sýrech. Cholesterol se v rostlinách nevyskytuje vůbec nebo jen v malém množství. Rostlinné materiály obsahují fytosteroly a jim příbuzné triterpenické alkoholy. [3,8]

**Tab. 6. Obsah cholesterolu v jedlém podílu některých potravin**

<b>Potravina</b>	<b>Obsah cholesterolu mg/100g</b>	<b>Obsah tuku g/100g</b>
Vejce 100g	468	11
Polotučné mléko	6,0	2,0
Máslo	286	81
Sádlo	107	93
Jogurt bílý	11	4,5
Kuře	75	1,4
Kapr	70	4,2

Lidský organismus cholesterol potřebuje (je nezbytnou součástí lipoproteinů, biomembrán, zejména v nervové tkáni a v zárodcích), ale větší část si tělo samo syntetizuje v játrech. Cholesterol ve stravě může nahradit část cholesterolu, který se syntetizuje, ale většinou je rozsah syntézy stabilní, pokud nedojde k některým metabolickým poruchám. Zvýšený příjem cholesterolu ve stravě však může vést k hypercholesterolémii. Jestliže je příjem cholesterolu ve stravě příliš vysoký, je nebezpečí, že stoupne jeho obsah v lipoproteinech typu LDL a VLDL, což pak představuje jeden z rizikových faktorů (viz níže) pro vznik onemocnění krevního oběhu. [3,8]

Lidské tělo potřebuje přibližně 2 g cholesterolu denně, z toho v naší dietě přijímáme 0,4 až 0,6 g. Žádoucí by byl příjem jen asi 0,15 až 0,3 g v dietě (což je přibližně obsah cholesterolu v jednom vejci). Zbytek by se pak vytvořil endosyntézou. Což by znamenalo značně omezit konzumaci potravin živočišného původu, a to zvláště těch, které jsou bohaté na cholesterol. Nejvíce cholesterolu obsahuje vaječný žloutek. Ve žloutku je ale také mnoho fosfolipidů a nenasycených mastných kyselin, které naopak působí příznivě. [3,8]

Při technologické a kulinární úpravě potravin se cholesterol a jeho estery mění, i když jde jinak o sloučeniny dosti stabilní. Při intenzivním záhřevu, např. při deodoraci tuků, se z molekuly cholesterolu odštěpuje voda a vznikají uhlovodíky. Při záhřevu a v tukovém prostředí se může cholesterol také oxidovat. Oxidace probíhá i při skladování, zvláště sušených výrobků. Tím vznikají tzv. oxysteroly, což je skupina hydroperoxidů, epoxidů, ketonů a trihydroxyderivátů odvozených od cholesterolu. Tyto látky snadno tvoří nerozpustné produkty s bílkovinami krevní plasmy a mohou vznikat také usazeniny. Oxysteroly jsou pro osoby trpící aterosklerózou, a také u lidí zdravých podstatně nebezpečnější než výchozí cholesterol. Zvyšují totiž i u zdravých osob riziko vzniku aterosklerózy a nádorů. [3,8]

## 4.2 Význam triacylglycerolů

TAG jsou látky, vznikající vazbou tří mastných kyselin na glycerol. Na prvním uhlíku TAG je většinou vázaná kyselina palmitová, na druhém místě linolová a na 3 místě olejová. [21]

Fyziologický význam TAG:

- Jsou jedním ze základních energetických substrátů a hlavní zásobní formou energie, dospělý neobézní člověk má asi 15kg TAG. Protože TAG obsahují asi 38kJ energie na gram hmotnosti, odpovídá to asi 570 000 kJ, což představuje dostatek energie téměř na 3 měsíce hladovění. Protože glykogen je metabolizován přednostně, jednodenní hladovka (ani krátkodobá fyzická aktivita) nemá větší vliv na odbourávání tělesného tuku.

- TAG v podkožní tukové tkáni mají význam, v regulaci tělesného tuku. U obezity však snižují energetické ztráty do okolí a přispívají tak k udržení pozitivní energetické bilance. [21]

### 4.3 Význam fosfolipidů

Fosfolipidy jsou lipidy, obsahující vedle MK a alkoholické složky, také vázanou kyselinu fosforečnou. [32] Fosfolipidy mají ve výživě pozitivní význam. Jsou součástí buněčných membrán, kde umožňují selektivní propustnost buněčného povrchu. Zvýšený příjem fosfolipidů snižuje riziko aterosklerózy, především v jejích počátečních fázích. Svými emulgačními schopnostmi zlepšují trávení tuků. Jedním z nejbohatších zdrojů je sója, vaječné žloutky, pšeničné klíčky, arašidy, celozrnná mouka, podmáslí.

Při rafinaci sojového oleje se získává fosfolipidový koncentrát, který se nazývá lecitin. Lecitin obsahuje 50-70% fosfolipidů. Používá se jako přísada do čokoládových, instantních produktů a jiných. Vyrábějí se také kapalné a tuhé preparáty s obsahem lecitinu. [2, 20, 23]

### 4.4 Lipofilní vitamíny a jejich provitamíny

Jedlé tuky jsou zdrojem lipofilních vitamínů, hlavně vitamínu E, A, a D a provitamínů A a karotenů. [20]

#### 4.4.1 Vitamín E

Má několik pro zdraví velmi důležitých funkcí. Jednou z nich je antioxidační působení. Zabraňuje vzniku škodlivých lipoperoxidů, vznikajících při žluknutí tuku z PUFA. V těle chrání buněčné membrány proti škodlivému působení i prevenci nádorových onemocnění. Vitamín E zpomaluje vznik aterosklerózy a tvorby trombů. [2] Je obsažen především v rostlinných olejích. [20]

V živočišných tucích je ho nepatrné množství. Jeho denní potřeba se zvyšuje s vyšším množstvím tuku v potravě. I když je doporučovaný příjem 10mg denně, nové výzkumy ukazují, že optimální množství by mohlo být až 100mg denně. Na vitamín E jsou bohatá olejnatá semena (mák, ořechy). V prodáváných rostlinných olejích je obsah vitamínu E nízký. [2]

#### 4.4.2 Vitamín A

Je obsažen v živočišných tucích. Nejvíce vitamínu A obsahují rybí olej a máslo. V rostlinných olejích se vyskytují provitamíny A - karoteny. Nejvíce je jich v surových olejích. Rafinací se podstatná část karotenů odstraní, a proto se u nás rostlinné oleje obohacují. Menší množství karotenů se nachází i v másle, kterému dodá žlutou barvu. Vitamín A plní v lidském organismu řadu životně důležitých funkcí. Při nedostatku dochází k poruchám vidění, růstu, reprodukce a některým dalším poruchám. [20,28]

#### 4.4.3 Vitamín D

Bývá přítomen v malém množství v tucích živočišného původu, zvláště mnoho je ho obsaženo v jaterním tuku – makrely, tresky. [20,28]

V těle vzniká v kůži působením UV záření. Jeho dalším významným zdrojem je mléčný tuk. V organismu se uplatní především při resorpci vápníku z potravy, který je důležitý pro pevnost kostí. [20]

#### 4.4.4 Vitamin K

Existují dvě přirozeně se vyskytující formy vitamínu K. Vitamín K1, fylochinon, je syntetizován rostlinami. Vitamín K2, menachinon, je produkován bakteriemi. Zatímco K1 je využíván především pro srážení krve a jeho hlavním orgánem působení jsou játra, K2 hraje důležitou úlohu v nekoagulačních dějích, a to v metabolismu a mineralizaci kostí, v buněčném růstu a v metabolismu buněk cévní stěny. Vitamín K2 (ve formě MK-4) se vyskytuje především v jiných orgánech, než v játrech, a to ve vyšších koncentracích než fylochinon. [35]

**Tab. 7. Množství vitamínu K v potravinách:**

Potravina	Množství	Vitamín K <sub>1</sub> (ug)
Olivový olej	1 polévková lžice	8,1
Sojový olej	1 polévková lžice	25,1
Řepkový olej	1 polévková lžice	16,6
Majonéza	1 polévková lžice	3,7

## 5 NEGATIVNÍ FUNKCE TUKŮ VE VÝŽIVĚ

### 5.1 Tuky a choroby krevního oběhu

Choroby srdce a krevního oběhu jsou nejčastější příčinou úmrtí v průmyslových zemích. Například ve spojených státech trpí kardiovaskulárním onemocněním 61,8 milionů Američanů. [31]

Nevhodná výživa je jednou z příčin vzniku obezity a hypercholesterolémie. Tyto jsou spolu s kouřením, vysoký tlakem a diabetem největšími rizikovými faktory pro vznik aterosklerózy. Jedná se o přeměnu cévní stěny - zjednodušeně řečeno vzniká ukládáním cholesterolu, lipoproteinů a bílých krvinek do stěn cév a vede k zúžení průtočného profilu a ztrátě elasticity a následně i ke změně smáčivosti cévní stěny a vzniku nástěnných krevních sraženin. Jsou-li postiženy srdeční cévy, rozvine se koronární choroba srdeční, vedoucí k syndromu anginy pectoris a dále infarktu myokardu. Jsou-li zasaženy mozkové cévy, hrozí mozková mrtvice. Při postižení tepen zásobujících končetiny, může dojít k jejich uzavření a ochrnutí. S výživou úzce souvisí obezita a zvýšená cholesterolemie – jedná se o zvýšený obsah LDL-cholesterolu, pokles HDL-cholesterolu a zvýšenou koncentraci triglyceridů v krvi. Ateroskleróza je jev velmi složitý, dosud ne zcela objasněný. [6]

Jisté je, že celkový přívod energie je pro vznik aterosklerózy podstatný. U obézních osob se nástup aterogeneze urychluje. Souvisí to s vyšším příjmem nasyceného tuku a cholesterolu. Proto by se ve stravování měla uplatňovat tato pravidla:

1. Příjem tuku nemá převýšit 30% příjmu energie.
2. Zvýšení spotřeby vlákniny nad 30g denně.
3. Příjem cholesterolu nemá být větší než 300 mg/den. [20]

Obecně se tedy doporučuje snížit celkový příjem tuku. Přejít na ztužené rostlinné tuky nestačí. Sice neobsahují cholesterol, ale energetický obsah je podobný jako u živočišných tuků. Navíc převládá kritický pohled na přítomnost vyšších mastných kyselin s *trans*-dvojnými vazbami (vzniklými při hydrogenačním ztužování) v těchto tucích. Je také nutno vzít v úvahu, že nenasycené vyšší mastné kyseliny z rostlinných olejů a tuků jsou v organismu náchylné k oxidačnímu poškození. Krevní tlak se snižuje účinkem polynenasycených vyšších mastných kyselin typu  $\omega$ -3, což je kyselina linolenová a dokosaheptaenová. [6,20]

## 5.2 Tuky a obezita

Obezita je onemocnění charakterizované nadměrným množstvím tuku v těle, jehož známými negativními důsledky jsou diabetes mellitus, hypertenze, některé nádory, ICHS, dyslipidémie, degenerativní onemocnění pohybového aparátu. Obezita je jedním z nejvýznamnějších faktorů, které ve svých důsledcích zkracují život. Úmrtnost na ICHS je u obézních jedinců až 65% vyšší než u srovnatelných skupin osob s normální hmotností. [22]

Jednotlivec je z hlediska kategorizace nadváhy nebo obezity posuzován nejčastěji podle vztahu mezi výškou a hmotností - takzvaný „Body Mass Index“ – zkratkou BMI. Vzorec viz tab. č. 8

**Tab. 8. vzorec BMI**

$$\text{BMI} = \frac{\text{hmotnost (kg)}}{\text{výška (m)}^2}$$

Do tohoto vzorce se dosazuje hmotnost v kilogramech a výška v metrech.

Získaná hodnota se porovná s limity uvedenými v tabulce č. 9. Nutné je zde upozornit na skutečnost, že některé publikace uvádějí mírně odlišné údaje, zohledňující např. pohlaví a dále také věk. [16]

Tab. 9. klasifikace obezity

<b>Klasifikace obezity podle BMI</b>	<b>Hodnota ukazatele BMI Kategorie (podle WHO 1997)</b>
Podváha	Méně než 18,5
<b>Normální stav</b>	<b>18,5-24,9</b>
Nadváha	25,0-29,9
Obezita I. stupně	30,0-34,9
Obezita II. stupně	35,0-39,9
Obezita III. stupně	Více než 40,0

Protože u rostoucího organismu není dobrá korelace mezi BMI obsahem tuku v těle, je u dětí vhodnější použít jiné metody. [22]

Další metody pro posouzení obezity a množství tuku v těle:

- obvodu pasu - u mužů se za zvýšené riziko považuje obvod pasu nad 94 cm a za vysoké riziko je brána hodnota nad 102 cm. U žen činí tyto hodnoty 80 cm a 88 cm.
- Poměr pas, boky - umožňuje posoudit rozložení tuku v těle, takzvaný index centrální obezity. Hodnotí se poměr obvodu pasu a boků. Hodnoty by měly být pod 0,95 a muže a pod 0,85 u žen.
- Měření tloušťky kožních řas kaliperem
- Celotělová denzitometrie - pomocí RTG [22]

V posledních letech je obezita stále větším problémem. Její vznik je podle některých autorů multifaktoriální a podílí se na ní přinejmenším faktory nutriční, životního prostředí a stylu, nervové, endokrinní, farmakologické, sezónní, genetické, virové. Vycházejí z principu nevázaného a zajištěného příjmu potravin bez omezení nedostatkem, způsobeným přetrváváním metabolicky účinného systému pro ukládání energie jako tukových zásob. [16]

### **5.3 Tuky a zhoubné nádory**

Nádorová onemocnění jsou na 2. místě v příčinách úmrtí našeho obyvatelstva a jejich počet neustále přibývá. Na vzniku těchto onemocnění se podílí řada faktorů, přičemž podíl výživy se odhaduje na 35%. Často se v poslední době poukazuje na souvislost příjmu tuků a výskytu rakoviny. Byl prokázán vztah mezi množstvím konzumace tuků a výskytem rakoviny prsu a tlustého střeva.[20]

### **5.4 Tuky a ceroidy**

Vznikají reakcí oxidovaných nenasycených lipidů s bílkovinami, jejich výsledkem jsou žlutě až hnědě zbarvené makromolekulární produkty, které se pak ukládají se ve stěnách cév nebo u starých lidí v mozku a nervových tkáních. Říká se jim také lipofuscin, nebo barvivo stáří. [3]



## 5.5 Tuky a steatóza jater

Steatóza jater je nahromadění tuku v jaterních buňkách. Za normálních okolností je podíl tuku v hepatocytech do 5 %, při steatóze může dosahovat desítek procent, chemicky jde převážně o triacylglyceroly. [24]

Játra mají v metabolismu lipidů významnou úlohu. Vychytávají lipidy z krve, syntetizují i odbourávají je, syntetizují i bílkovinnou součást lipoproteinů. [24]

Při steatóze může být narušena některá z těchto složek:

- Nadměrný přísun MK do jater a jejich zvýšené vychytávání
- Zvýšená endogenní syntéza MK v játrech
- Snížené odstraňování MK v játrech – to může být způsobeno jednak poruchami v metabolismu, jednak sníženým exportem tuků z jater. V důsledku odchýlného metabolismu MK v játrech dochází k produkci kyslíkových radikálů a hepatocyty mohou být poškozovány oxidačním stresem.
- Kombinace více složek

Prostá steatóza je reverzibilní při odstranění působícího faktoru. [24]

## ZÁVĚR

Lipidy jsou nepostradatelnou součástí lidské výživy, ale přesto je nutné je konzumovat s mírou. Mají výborné chuťové vlastnosti – zjemňují chuť – a navozují pocit sytosti. To jsou – spolu se snadnou dostupností – důvody, proč se nadměrný příjem tuků ve stravě stal častým výživovým problémem u velké části populace ve většině průmyslově vyspělých zemí.

Vysoká spotřeba tuků a jejich nevhodná skladba jsou jednou z příčin mnoha závažných onemocnění, jako je výše popisovaná obezita, ateroskleróza a jiné. Proto odborníci na výživu a lékaři vypracovali soubor doporučených výživových pravidel. Jejich dodržování je vhodné nejen u lidí, kteří již trpí závažným onemocněním. Daleko důležitější roli má vyvážená strava v prevenci vzniku kardiovaskulárních a jiných onemocnění.

Základním pravidlem je, že denní energetický příjem potravy nemá převyšovat reálné energetické potřeby organismu. Obsah tuků ve stravě by neměl překročit 30%. Z toho obsah nasycených mastných kyselin v lipidech by neměl překročit 1/3 všech přijatých mastných kyselin. Trans-nenasycené mastné kyseliny bychom z hlediska výživové hodnoty, měli řadit spíše k nasyceným mastným kyselinám. Ve stravě by mělo být tolik esenciálních mastných kyselin, aby odpovídaly alespoň dvěma procentům denního energetického příjmu, ale jejich hladina by neměla překročit čtyři procenta. Dalším důležitým parametrem je poměr mezi nasycenými, monoenoovými a polyenoovými mastnými kyselinami - pro ČR by měl být 1 : 1,4 : 0,6. Příjem cholesterolu by ve stravě neměl být vyšší než 300mg denně, protože člověk si sám syntetizuje denně mnohem více cholesterolu.

Tuky se v naší stravě objevují ve dvou podobách, a to jako tuky zjevné (máslo, sádlo, oleje, rostlinné tuky - určené pro přímou konzumaci nebo pro úpravu jídla) a tuky skryté. Zjevný tuk tvoří pouze jednu třetinu celkové spotřeby tuků. Dvě třetiny tuků sníme, aniž bychom si uvědomili, že je v příslušné potravíně obsažen tuk - je to tzv. tuk skrytý.

V praxi bychom tedy měli jíst více rostlinných tuků než živočišných. Dávat přednost libovému masu před tučným. Nejvhodnější je maso drůbeží, protože je nejméně tučné a je také snadněji stravitelné, pak králičí, hovězí, zvěřina. Nejméně vhodné je maso vepřové, které obsahuje až 40% tuku. Uzeniny bychom měli omezit na minimum i vzhledem k vysokému obsahu soli a dusíkatých konzervačních látek. Do jídelníčku je vhodné zařadit

nejméně 1 bezmasý den v týdnu. Ryby a mořské plody by se měli v jídelníčku objevit alespoň 2x týdně. Zařazovat nízkotučné mléčné výrobky a snížit spotřebu vajec a to na maximálně 3-4ks za týden. Vhodné je rovněž omezit stravování mimo domov v takzvaných fast foodech, kde se většinou volí strava nezdravá, smažená, která na náš organismus má negativní vliv. Při přípravě pokrmů upřednostňovat vaření a dušení a vyhýbat se pečeným a smaženým pokrmům.

K dosažení vyvážené stravy je zapotřebí omezit nejen tuky, ale i cukry a alkohol ve stravě. Dále pak zvýšit příjem vlákniny, vitamínů, aj. Přiměřeným způsobem by se měla také zvýšit tělesná aktivita, zvláště u obézních.

Neméně důležité je, aby výživová doporučení byla srozumitelná a snadno dostupná pro všechny. Proto je důležitá podpora existence speciálních programů pro lidi s nadváhou – např. v dnešní době v ČR vcelku úspěšný STOB - <http://www.stob.cz/>.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] VELÍŠEK, J.: *Chemie potravin I*. Tábor: Osis, 2002. ISBN 80-86659-00-3.
- [2] STRATIL, P.: *Abc zdravé výživy I*. Brno: vydal autor, 1993. ISBN 80-900029-8-6.
- [3] PÁNEK, J., POKORNÝ, J., DOSTALOVÁ, J.: *Základy výživy a výživová politika*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2002. ISBN 80-7080-468-8.
- [4] SEDLÁČKOVÁ, H., POTÁCEL, J.: *Výživa a příprava pokrmů I*. Praha: Fortuna, 1992. ISBN 80-7168-021-4.
- [5] ŠIMONČIČ, R., KRUŽLIAK, P.: *Výživa – odborná učebnice*. Praha: Merkur, 1993. ISBN 80-7032-122-9.
- [6] MAROUNEK, M., BŘEZINA, P., ŠIMŮNEK, J.: *Fyziologie a hygiena výživy*. 2. vyd. Vyškov: VVŠ PV, 2003. 148 s. ISBN 80-7231-106-9.
- [7] SKOUPIL, J.: *Suroviny na výrobu pečiva*. Pardubice: KORA, 1994. ISBN 80-85644-07-X.
- [8] HOZA, I., VELICHOVÁ, H.: *Fyziologie výživy učební text, část I*. Učební text pro posluchače studijního oboru Technologie a řízení v gastronomii na CD, 102 s. Zlín 2005.
- [9] MURRAY, R. K., GRANNER, D. K., MAYES, P. A., RODWELL, V. W.: *Harperova Biochemie*, Praha: Nakladatelství H+H, 1998. ISBN 80-85787-38-5.
- [10] The Fish Oil Story Remains Fishy [online], [cit. 22. 11. 2010].  
Dostupný na WWW: <http://circ.ahajournals.org/cgi/content/full/122/21/2110>.
- [11] Cepac.: *Chemie a analýza potravin*. [online], [cit. 21. 11. 2010].  
Dostupné na WWW: <http://www.utb.cepac.cz/Screens/Default.aspx>.
- [12] *Výživa a potraviny*, vyd. 2, Praha: 2001. ISSN 1211-846X

- [13] KOLEKTIV AUTORŮ.:*Lékařská chemie a biochemie*. Praha 1: Avicenum /Osvěta, 1985. ISBN 80-201-0114-4.
- [14] WILIAM F.GANONG.:*Přehled lékařské fyziologie*. Praha 5: Beda, 1995. ISBN 80- 85787-36-9.
- [15] Vzdělávací portál Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, dostupné z:  
<http://utb.cepac.cz>, Chemie a technologie tuků.
- [16] *Cepac. Ekonomika výživy a výživová politika* [online]. [cit. 11. 2. 2011]. Dostupné z WWW: <http://www.utb.cepac.cz/Screens/Default.aspx>.
- [17] *Cepac. Biochemie* [online]. [cit. 10. 3. 2011]. Dostupné z WWW:  
<<http://www.utb.cepac.cz/Screens/Default.aspx>>.
- [18] ALTEROVÁ, L. *Technologie tuků*. Praha: SNTL, 1986. 452 s. ISBN 04-833-79.
- [19] TROJAN, S., LANGMEIER, M. *Lékařská fyziologie*. Praha: GRADA AVICENUM, 1994, 464S. ISBN 80-7169-036-8.
- [20] DOSTALOVÁ, J., *Význam tuků a vývoj jejich spotřeby u nás a ve světě*. Praha: ÚVTIZ, 1991.52 s. ISSN 0862-3562.
- [21] SOŠKA V., *Poruchy metabolismu lipidů*. Praha: Grada Publishing, 2001. ISBN 80- 247-0234-7.
- [22] HOLEČEK M., *Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin*. Praha: Grada, 2006. ISBN80-247-1562-7.
- [23] POKORNÝ J., *Chemie tuků*. Praha: SNTL, 1960.174s.

- [24] NEČAS E., *Patologická fyziologie orgánových systémů část. II.* Univerzita Karlova  
V PRAZE: KAROLINUM, 2004. ISBN 80-246-0674-7.
- [25] ČÁRSKÝ JOZEF., *Chemie.* Praha:Státní pedagogické nakladatelství, 1986.
- [26] LONG M., *Rodinná encyklopedie medicíny a zdraví.* Čestlice: Rebo productions,  
1999. ISBN 80-7234-074-3.
- [27] SILBERNAGL S., *Atlas fyziologie člověka.* Praha: Grada Avicenum,  
1993. ISBN 80-85623-79X.
- [28] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin.* 2. vyd. Tábor: Osis,  
2002. ISBN 80-86659-00-3
- [29] KARLESKIND, A., *Oils and fats manual, Volume 1,* Intercept LTD, 1996
- [30] MURRAY, R. K., GRANNER, D. K., Mayes, P. A., Rodwell, V. W. *Harper's illustrated biochemistry.* New York: Lange medical books, 2003, 641 s. ISBN: 0-07-121766-5
- [31] NEWTON, David E., *Food chemistry.* New York: Copyright, 2007. ISBN 0-8160-5277-8
- [32] DEKKER, M., *Food chemistry.* New York: Copyright, 1996. ISBN 0-8247-9346-3
- [33] *Tuky* [online], [cit. 2. 4. 2011]. [http : //cs.wikipedia.org/wiki/Tuky](http://cs.wikipedia.org/wiki/Tuky)
- [34] BELITZ, H.-D., GROSCH, W., SCHIEBERLE, P., *Food Chemistry.* 4.vyd. Berlin: Springer- Verlag, 2009. 1070 s., ISBN 978-3-540-69933-0.
- [35] *Vitamin K* [online], [cit. 2.4.2011]. [http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn\\_K](http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_K)

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

MUFA monoenové mastné kyseliny

PUFA polyenové mastné kyseliny

EPA eikosapentaenová kyselina

DHA dokosahexaenová kyselina

VLDL very low density lipoproteins, lipoproteinovými nízké hustotě

HDL High Density Lipoprotein, lipoproteiny s vysokou hustotou

LDL Low Density Lipoprotein, lipoproteiny s nízkou hustotou

MK mastná kyselina

TAG triacylglycerol

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek č. 1: kyselina palmitová.....	14
Obrázek č. 2: kyselina olejová.....	15
Obrázek č. 3 : Typ nenasycené mastné kyseliny.....	15
Obrázek č. 4: kyselina linolová.....	16
Obrázek č. 5: kyselina $\alpha$ - linolenová.....	17
Obrázek č. 6: kyselina eikosapentaenová.....	17
Obrázek č. 7. kyselina dokosahexaenová.....	17
Obrázek č. 8. kyselina linolová.....	17
Obrázek č. 9. kyselina $\gamma$ -linolenová.....	17
Obrázek č.10.kyselina arachidonová.....	18
Obrázek č. 11. Soja max a její semena.....	25
Obrázek č. 12: Palma olejná.....	26
Obrázek č.13: Slunečnice roční.....	26
Obrázek č. 14: Řepka olejná.....	27
Obrázek č. 15: trávení tuků.....	28
Obrázek č. 16: Micela.....	30



**SEZNAM TABULEK**

Tabulka č. 1 : Vzorce nasycených mastných kyselin.....	14
Tabulka č. 2 : Druhy lipidů a jejich zdroj.....	16
Tabulka č. 3 : Obsah hlavních skupin mastných kyselin v živočišných tucích .....	21
Tabulka č. 4 : Hlavní enzymy zúčastněné na trávení lipidů.....	29
Tabulka č. 5 : koncentrace tuků v krvi.....	32
Tabulka č. 6 : Obsah cholesterolu v jedlém podílu některých potravin.....	34
Tabulka č. 7 : Obsah vitamínu K v potravinách.....	37
Tabulka č. 8 : Vzorec BMI.....	39
Tabulka č. 9 : klasifikace obezity.....	39

