

**Česká zemědělská univerzita v Praze**



Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky

**Rostlinné tuky v lidské výživě**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Vedoucí práce: doc. Ing. Boris Hučko, CSc.

Autor práce: Bc. Irena Lukáčová

2009

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma *Rostlinné tuky v lidské výživě* vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze dne: 7. 4. 2009

.....

Bc. Irena Lukáčová

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala doc. Ing. Borisi Hučkovi, CSc. za pomoc při vypracování diplomové práce, za předané praktické zkušenosti, za odborné konzultace, trpělivost a v neposlední řadě za čas, který mi věnoval.

## **Autorský referát**

Rostlinné tuky se staly součástí mnoha potravinářských výrobků. Řada spotřebitelů považuje rostlinné tuky obecně za zdravé a neuvědomuje si, že některé z nich mohou být pro lidskou výživu nevhodné. Vhodnost tuku pro lidskou výživu se posuzuje především podle složení mastných kyselin. Rostlinné tuky obsahují zdraví prospěšné mononenasyčené a polynenasycené mastné kyseliny, zároveň však mohou obsahovat nasycené a *trans*-nenasycené mastné kyseliny, které mají na zdraví vliv negativní.

*Trans*-mastné kyseliny ve výživě představují rizikový faktor rozvoje kardiovaskulárních onemocnění a diabetu mellitu 2. typu, dle současných poznatků se považují za rizikovější než nasycené mastné kyseliny. Podle Světové zdravotní organizace by měly *trans*-mastné kyseliny tvořit nejvýše 1 % energetického příjmu. Hlavními zdroji *trans*-mastných kyselin rostlinného původu jsou potraviny, v jejichž receptuře se objevují ztužené rostlinné tuky. V České republice neplatí povinnost značení jejich množství na obalech potravin, proto spočívá ze strany spotřebitelů snížení příjmu *trans*-mastných kyselin v jejich dobré informovanosti.

Cílem diplomové práce bylo pomocí dotazníkového šetření zjistit znalosti o rostlinných tucích u populace mladých lidí v České republice ve věku 15 až 25 let, jejich postoje k výběru potravin a posoudit jejich stravovací návyky spojené s příjmem rostlinných tuků.

Výsledky šetření ukázaly, že pouze 45 % mladých lidí ví, že ne všechny rostlinné tuky jsou zdraví prospěšné. Povědomí o *trans*-mastných kyselinách mělo 68 % respondentů, jejich negativní vliv na zdraví si uvědomovalo 41 % dotazovaných. Znalosti o výskytu jsou velmi slabé, jen 49 % respondentů dokázalo jmenovat alespoň jeden zdroj *trans*-mastných kyselin. Výživové hodnoty, popřípadě složení na obalech, čte 72 % mladých lidí, nikdo z nich však neuvedl, že se při výběru potravin řídí složením mastných kyselin. Analýza frekvenčního dotazníku naznačila, že potraviny, které se považují za nejvýznamnější zdroje *trans*-mastných kyselin, tj. trvanlivé a jemné pečivo, cukrovinky a smažené pokrmy, se v jídelníčku mladých lidí nejčastěji vyskytují několikrát týdně. Mladí lidé s dobrými znalostmi o *trans*-mastných kyselinách konzumují méně často pouze jemné pečivo, souvislost mezi lepšími znalostmi a nižší konzumací ostatních rizikových potravin se nepotvrdila.

Z výsledků šetření vyplývá, že informovanost populace mladých lidí v České republice o rostlinných tucích a o možných zdravotních následcích plynoucích z jejich konzumace je neuspokojivá a ke snížení příjmu *trans*-mastných kyselin zcela nedostatečná.

**Klíčová slova:** výživa, rostlinný tuk, *trans*-mastné kyseliny, znalosti, mladí lidé

## SUMMARY

Vegetable fat is in many food products. A range of consumers think of vegetable fat overall as healthy, and aren't aware that some of them can be unsuitable for human nutrition. Suitability of fats for human nutrition is judged mainly by the composition of fatty acids. Vegetable fat contain monounsaturated and polyunsaturated fatty acids beneficial to health, but simultaneously can contain saturated fatty acids and *trans*-fatty acids that have multiple adverse health effects.

*Trans*-fatty acids in nutrition are associated with an increased risk of cardiovascular disease and with the development of type II diabetes. Their effects are regarded as more pronounced than those of saturated fatty acids. The World Health Organization recommends that *trans*-fatty acids be limited to less than 1 % of energy intake. Foodstuffs, in whose ingredients hydrogenated vegetable fat is a part of, are the main sources of *trans*-fatty acids of vegetable origin. As nutrition labelling of the *trans*-fatty acids content of food products isn't mandatory in the Czech Republic; a reduction of the *trans*-fatty acids intake on the part of consumers depends on their own knowledge.

The aim of this diploma work was to find out the level of knowledge of vegetable fat in the population of young people aged 15 – 25 years in the Czech Republic through the medium of questionnaires, attitudes to choosing of foodstuffs, and assessing their eating habits linked to vegetable fat intake.

These results showed that only 45 % of respondents knew that not all of vegetable fat is healthy. 68 % of young people had awareness of the existence of *trans*-fatty acids, whereas 41% were aware of their adverse health effects. Knowledge of their occurrence was very low, only 49 % could name at least one food source of *trans*-fatty acids. 72 % of respondents read nutrition labels and ingredients of packets, but none took account of the amount of fatty acids in the choosing of foodstuffs. The food frequency analysis suggested that young people ate foodstuffs regarded as the most significant sources of *trans*-fatty acids frequently; i.e. pastries, cookies, biscuits, candy and fried foods, several times a week. Young people with good knowledge of *trans*-fatty acids avoided only pastry, but the connection between better knowledge and lower consumption of another unhealthy foodstuffs wasn't confirmed.

These outcomes indicate that teaching the younger population of the Czech Republic about vegetable fats and about possible health consequences resulting from their consumption is unsatisfactory, and insufficient in reducing their *trans*-fatty acids intake.

Key words: nutrition, vegetable fat, *trans*-fatty acids, knowledge, young people

# Obsah

<b>1 ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>2 CÍL PRÁCE .....</b>	<b>10</b>
<b>3 PŘEHLED LITERATURY .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Chemie tuků .....</b>	<b>11</b>
3.1.1 Masné kyseliny .....	11
3.1.1.1 Pozice mastných kyselin v triacylglycerolech.....	14
3.1.1.2 Vlastnosti mastných kyselin.....	14
<b>3.2 Tuky ve výživě.....</b>	<b>16</b>
3.2.1 Výskyt tuků.....	16
3.2.2 Trávení a vstřebávání tuků.....	17
3.2.3 Transport lipidů.....	19
3.2.4 Význam mastných kyselin ve výživě.....	21
3.2.4.1 Nasycené masné kyseliny.....	21
3.2.4.2 Nenasycené masné kyseliny .....	22
3.2.5 Výživová doporučení pro masné kyseliny ve stravě .....	24
<b>3.3 Vývoj spotřeby tuků v České republice.....</b>	<b>25</b>
<b>3.4 Označování rostlinných jedlých tuků a olejů.....</b>	<b>27</b>
<b>3.5 Historie rostlinných tuků .....</b>	<b>30</b>
<b>3.6 Technologie výroby rostlinných tuků .....</b>	<b>31</b>
3.6.1 Hydrogenace .....	32
3.6.2 Interesterifikace.....	33
3.6.3 Frakcionace .....	34
<b>3.7 <i>Trans</i>-nenasycené masné kyseliny.....</b>	<b>35</b>
3.7.1 Vznik <i>trans</i> -nenasycených mastných kyselin.....	35
3.7.1.1 Vznik v přírodě.....	35
3.7.1.2 Hydrogenace.....	37
3.7.1.3 Působení vysokých teplot.....	38
3.7.1.3.1 Rafinace rostlinných olejů.....	38
3.7.1.3.2 Tepelné zpracování potravin .....	40
3.7.2 Vstřebávání, transport a metabolismus <i>trans</i> -nenasycených mastných kyselin ..	43
3.7.3 Význam <i>trans</i> -nenasycených mastných kyselin ve výživě.....	44
3.7.3.1 Kardiovaskulární onemocnění.....	44

3.7.3.2	Diabetes mellitus 2. typu .....	46
3.7.3.3	Nádorová onemocnění .....	47
3.7.3.4	Růst a vývoj plodu .....	47
3.7.3.5	Astma a alergie .....	47
3.7.3.6	Konjugovaná kyselina linolová .....	48
3.7.4	Výskyt <i>trans</i> -nenasycených mastných kyselin v potravinách .....	49
3.7.4.1	Rostlinné jedlé tuky a oleje .....	50
3.7.4.2	Pokrmy „fast food“ .....	52
3.7.4.3	Pekařské výrobky .....	53
3.7.4.4	Cukrovinky, čokolády, tukové polevy, mražené krémy .....	55
3.7.4.5	Ostatní potraviny .....	57
3.7.5	Příjem <i>trans</i> -nenasycených mastných kyselin .....	58
3.7.6	Opatření vedoucí ke snižování příjmu <i>trans</i> -nenasycených mastných kyselin ...	60
<b>4</b>	<b>METODIKA.....</b>	<b>63</b>
4.1	Vyšetřované osoby .....	63
4.2	Metody a prostředky šetření.....	63
4.3	Zpracování dat.....	64
4.4	Hypotézy .....	64
<b>5</b>	<b>VÝSLEDKY A ZHODNOCENÍ .....</b>	<b>65</b>
5.1	Hodnocení znalostí.....	65
5.2	Hodnocení osobního přístupu.....	72
5.3	Hodnocení stravovacích návyků .....	76
<b>6</b>	<b>DISKUZE .....</b>	<b>83</b>
6.1	Znalosti .....	83
6.2	Osobní přístup.....	85
6.3	Stravovací návyky.....	86
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>89</b>
<b>8</b>	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>91</b>
<b>9</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....</b>	<b>99</b>
<b>10</b>	<b>PŘÍLOHY.....</b>	<b>100</b>

## Seznam příloh

- Příloha 1:** Dotazník
- Příloha 2:** Složení mastných kyselin roztíratelných a směsných roztíratelných tuků
- Příloha 3:** Složení mastných kyselin másel
- Příloha 4:** Složení mastných kyselin v tucích na pečení
- Příloha 5:** Složení mastných kyselin v rostlinných olejích
- Příloha 6:** Složení mastných kyselin v pokrmových tucích, tekutých margarínech a sádle
- Příloha 7:** Složení mastných kyselin v pomazánkových máslech, krémech a pomazánkách
- Příloha 8:** Složení mastných kyselin tuku v bramborových hranolcích
- Příloha 9:** Složení mastných kyselin tuku jemného pečiva
- Příloha 10:** Složení mastných kyselin tuku trvanlivého pečiva
- Příloha 11:** Složení mastných kyselin tuku listových těst
- Příloha 12:** Složení mastných kyselin tuku polevy na müsli tyčinkách



# 1 Úvod

Po mnoha letech osvětové činnosti v oblasti výživy většina spotřebitelů vnímá rostlinné tuky jako zdravé, a naopak živočišné tuky jako nezdravé, čímž se následně řídí při výběru potravin. Vhodnost tuku pro lidskou výživu se neposuzuje pouze podle obsahu cholesterolu, charakteristického pro živočišné tuky, záleží zejména na složení mastných kyselin. Rostlinné tuky se doporučují pro svůj vysoký obsah mononenasycených a polynenasycených mastných kyselin, některé z nich jsou však také významnými zdroji nasycených mastných kyselin a *trans*-nenasycených mastných kyselin.

V současné době je výskyt kardiovaskulárních a nádorových nemocí, diabetu mellitu 2. typu, obezity, alergií a dalších chorob neustále na vzestupu. Podle Světové zdravotní organizace hrají klíčovou roli v rozvoji chronických onemocnění s hromadným výskytem nesprávné stravovací návyky v čele s vysokým příjmem nasycených mastných kyselin, *trans*-nenasycených mastných kyselin, cukru a soli.

Stravovací návyky si lidé osvojují už od dětství, přičemž největší vliv má rodina. Během dospívání však dochází k postupnému osamostatňování se, člověk si sám začíná určovat denní režim, sám rozhoduje o výběru a frekvenci konzumace potravin. V tomto období se rovněž obecně zvyšuje zájem o výživu a dospívající si utvářejí životní styl, který často přetrvává po zbytek života. Protože k zabránění utváření nesprávných stravovacích návyků je zapotřebí především dostatečná informovanost, zaměřuje se moje diplomová práce na zjišťování úrovně znalostí populace mladých lidí o rostlinných tucích, jejich postojů a skutečného výživového chování souvisejícího s příjmem rostlinných tuků.

## **2 Cíl práce**

- 1.** Pomocí dotazníkového šetření posoudit stravovací návyky spojené s příjmem rostlinných tuků u populace mladých lidí v České republice.
- 2.** Zhodnotit znalosti týkající se rostlinných tuků a výrobků z těchto tuků u populace mladých lidí v České republice.
- 3.** Zjistit postoje k výběru potravin z hlediska výživového složení u populace mladých lidí v České republice.

## 3 Přehled literatury

### 3.1 Chemie tuků

Tuky a oleje řadíme do skupiny lipidů, které se obvykle definují jako přírodní sloučeniny obsahující vázané mastné kyseliny o více než třech atomech uhlíku v molekule. V současné době se lipidy rozdělují na tři hlavní skupiny:

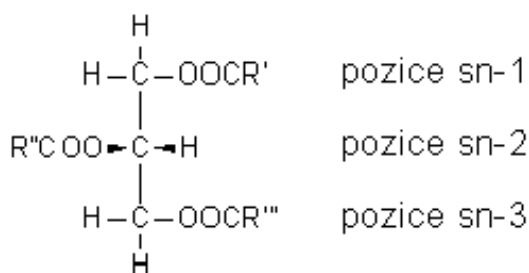
- homolipidy (estery mastných kyselin a alkoholů), k nimž patří:
  - a) vosky (estery mastných kyselin a jednofunkčních alkoholů);
  - b) tuky a oleje (estery mastných kyselin a glycerolu) – podle počtu mastných kyselin se rozlišují monoacylglyceroly, diacylglyceroly a triacylglyceroly;
- heterolipidy (obsahují kromě mastných kyselin a alkoholů i další skupiny, například kyselinu fosforečnou, sírovou, sacharidy), z nichž jsou nejdůležitější fosfolipidy;
- komplexní lipidy (obsahují nelipidové složky vázané kovalentními i fyzikálními vazbami), ze kterých vynikají lipoproteiny (Pokorný a kol., 1986; Velíšek, 2002).

Potravinářsky nejvýznamnějšími lipidy jsou estery glycerolu. Podle skupenství se označují jako tuky nebo oleje, i když tuky by se měly nazývat jen přírodní produkty tuhé při teplotě okolí. Tuky za teploty okolí kapalné se nazývají oleje. Dnes se však pojem tuk běžně používá pro celou skupinu bez ohledu na konzistenci (Velíšek, 2002).

#### 3.1.1 Mastné kyseliny

Základní součástí tuků jsou triacylglyceroly, tzv. TAG, tvořené glycerolem esterifikovaným třemi mastnými kyselinami (viz obrázek č. 1), které mají obvykle sudý počet uhlíkových atomů (Velíšek, 2002) a zodpovídají za téměř 95 % jejich hmotnosti. Z hlediska výživy představují mastné kyseliny nejvýznamnější složku tuků (Dostálová a Pokorný, 2002).

**Obrázek 1:** Struktura triacylglycerolu ve Fischerově projekci (Christie, 2008)



V přírodě, a tudíž také v potravinách, se v tučích vyskytují tyto skupiny mastných kyselin a jejich nejčastější zástupci:

- nasycené, tzv. SFA – kyselina palmitová a stearová;
- nenasyčené s jednou dvojnou vazbou (monoenoové), tzv. MUFA – kyselina olejová;
- nenasyčené s několika dvojnými vazbami (polyenoové), tzv. PUFA – kyselina linolová a linolenová;
- s trojnými vazbami a s různými substituenty – velmi vzácné (Pokorný a kol., 1986; Velíšek, 2002).

Přehled hlavních mastných kyselin uvádějí následující tabulky.

**Tabulka 1:** Hlavní nasycené mastné kyseliny vyskytující se v tučích (Velíšek, 2002)

Mastná kyselina	Počet atomů uhlíku	Triviální název mastné kyseliny
butanová	4	máselná
hexanová	6	kapronová
oktanová	8	kaprylová
dekanová	10	kaprinová
dodekanová	12	laurová
tetradekanová	14	myristová
hexadekanová	16	palmitová
oktadekanová	18	stearová
eikosanová	20	arachová
dokosanová	22	behenová
tetrakosanová	24	lignocerová
hexakosanová	26	cerotová

**Tabulka 2:** Hlavní monoenoové mastné kyseliny vyskytující se v tučích (Velíšek, 2002)

Mastná kyselina	Počet atomů uhlíku	Poloha dvojných vazby	Isomer	Triviální název mastné kyseliny
decenová	10	9	<i>cis</i>	kaprolejová
dodecenová	12	9	<i>cis</i>	laurolejová
tetradecenová	14	9	<i>cis</i>	myristolejová
hexadecenová	16	9	<i>cis</i>	palmitolejová
hexadecenová	16	9	<i>trans</i>	palmitelaidová
oktadecenová	18	6	<i>cis</i>	petroselová
oktadecenová	18	6	<i>trans</i>	petroselaidová
oktadecenová	18	9	<i>cis</i>	olejová
oktadecenová	18	9	<i>trans</i>	elaidová
oktadecenová	18	11	<i>cis</i>	asklepová
oktadecenová	18	11	<i>trans</i>	vakcenová
dokosenová	22	13	<i>cis</i>	eruková
dokosenová	22	13	<i>trans</i>	brassidová
tetrakosenová	24	15	<i>cis</i>	nervonová

**Tabulka 3:** Hlavní polyenové mastné kyseliny vyskytující se v tucích (Velíšek, 2002)

Mastná kyselina	Počet atomů uhlíku	Poloha dvojných vazeb	Konfigurace dvojných vazeb	Triviální název mastné kyseliny
<b>dienové</b>				
oktadekadienová	18	9,12	<i>cis, cis</i>	linolová
oktadekadienová	18	9,12	<i>trans, trans</i>	linolelaidová
<b>trienové</b>				
oktadekatrienová	18	9,12,15	<i>all-cis</i>	$\alpha$ -linolenová
oktadekatrienová	18	6,9,12	<i>all-cis</i>	$\gamma$ -linolenová
oktadekatrienová	18	9,11,13	<i>cis, trans, trans</i>	$\alpha$ -eleostearová
oktadekatrienová	18	9,11,13	<i>trans, trans, trans</i>	$\beta$ -eleostearová
oktadekatrienová	18	9,11,13	<i>cis, cis, trans</i>	puniková
eikosatrienová	20	8,11,14	<i>all-cis</i>	dihomo- $\gamma$ -linolenová
<b>tetraenové</b>				
oktadekatetraenová	18	6,9,12,15	<i>all-cis</i>	stearidonová
oktadekatetraenová	18	9,11,13,15	<i>all-trans</i>	$\beta$ -parinarová
eikosatetraenová	20	5,8,11,14	<i>all-cis</i>	arachidonová
<b>pentaenové</b>				
eikosapentaenová	20	5,8,11,14,17	<i>all-cis</i>	eikosapentaenová
<b>hexaenové</b>				
dokosahexaenová	22	4,7,10,13,16,19	<i>all-cis</i>	dokosahexaenová

Nenasycené mastné kyseliny obsahují jednu nebo více dvojných vazeb, z nichž každá může mít dvojí prostorovou konfiguraci. Pokud se oba atomy vodíku napojují na stejnou stranu dvojně vazby, jedná se o konfiguraci *cis* neboli Z, pokud se nacházejí na opačných stranách dvojně vazby, jedná se o konfiguraci *trans* neboli E (viz obrázek č. 2) (Lock et al., 2005).

**Obrázek 2:** *Cis*- a *trans*-konfigurace dvojně vazby (Pokorný, 2004)



V přírodních lipidech převažují nenasycené mastné kyseliny s prostorovou konfigurací *cis*, které však snadno za vhodných podmínek, kdy se přechodně vytvářejí volné radikály, přecházejí v energeticky chudší *trans*-izomery (Pokorný a kol., 1986). Tato problematika bude podrobněji vysvětlena v dalších kapitolách.

Dvojně vazby v polynenasycených mastných kyselinách se vyskytují v uspořádání nekonjugovaném nebo konjugovaném. V přírodě většina polynenasycených mastných kyselin

obsahuje nekonjugované dvojné vazby v konfiguraci *cis*, které jsou izolované, tzn. oddělené nejméně jednou methylenovou skupinou. V konjugované struktuře dvojné vazby odděluje pouze jedna jednoduchá vazba, přičemž v této skupině zvláště vynikají konjugované izomery kyseliny linolové, tzv. CLA, v níž se dvojné vazby mohou nacházet v konfiguraci *cis* i *trans* (Lock et al., 2005; Ledoux et al., 2007).

Izomery nenasycených mastných kyselin vznikají také posunem dvojných vazeb směrem ke karboxylu nebo ke koncovému methyly. Tyto reakce probíhají ve značném rozsahu při hydrogenaci či autooxidaci tuků a olejů a obvykle je doprovází *cis-trans* izomerace. K posunu dvojných vazeb dochází i při enzymových reakcích (Pokorný a kol., 1986; Velíšek, 2002).

### **3.1.1.1 Pozice mastných kyselin v triacylglycerolech**

Funkční a výživové vlastnosti rostlinných tuků určuje nejen složení mastných kyselin, ale také jejich stereospecifické umístění v molekule triacylglycerolu, poněvadž mastná kyselina v pozici sn-2 na glycerolu se absorbuje lépe než stejná mastná kyselina esterifikovaná v pozici sn-1 nebo sn-3 (Mezouari a Eichner, 2008).

Rozdělení mastných kyselin v triacylglycerolech přírodních tuků je určeno specifickou aktivitou příslušných lipolytických enzymů. V rostlinných tucích mají nasycené kyseliny tendenci obsadit pozici sn-1 a sn-3, nenasycené kyseliny pozici sn-2, přičemž zde jednoznačně převládá kyselina linolová. Proto se kyseliny olejová, linolenová a nasycené mastné kyseliny vyskytují převážně v pozicích sn-1 a sn-3 (Pokorný a kol., 1986).

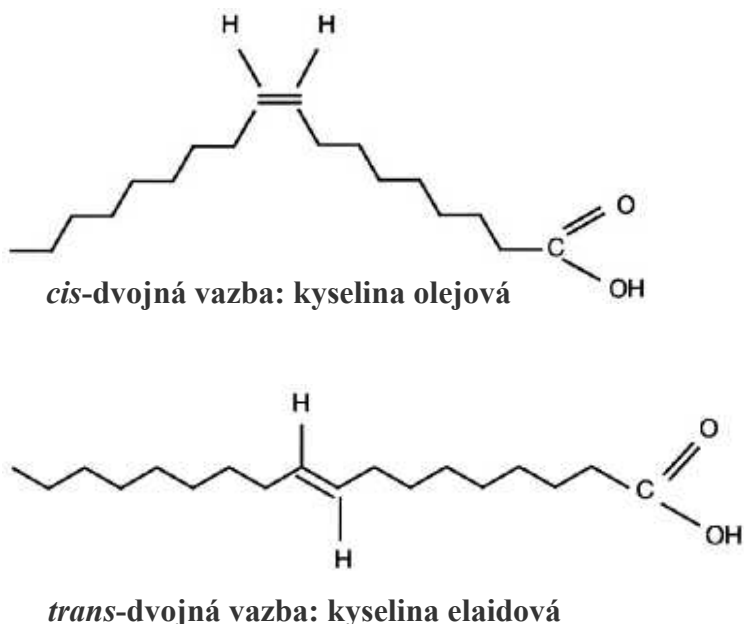
Pozice mastných kyselin v molekule triacylglycerolu se mění v průběhu často užívané metody výroby tukové násady do jedlých rostlinných tuků, tzv. interesterifikace, při které dochází k záměně mastných kyselin definované směsi několika tukových surovin na jednotlivých pozicích glycerolu (Brát a Dostálová, 2007).

### **3.1.1.2 Vlastnosti mastných kyselin**

Pro pochopení účelu použití rostlinných tuků je zapotřebí objasnit si některé vlastnosti mastných kyselin. Mastné kyseliny jsou bezbarvé kapalné nebo tuhé látky. Nižší nasycené mastné kyseliny jsou kapalné, od dekanové kyseliny výše mají při teplotě místnosti pevné skupenství (Velíšek, 2002). Jejich bod tání s narůstajícím počtem atomů uhlíku v molekule stoupá, přírůstek se však s rostoucím počtem atomů uhlíku zmenšuje (Pokorný a kol., 1986).

Nenasycené mastné kyseliny mají body tání podstatně nižší než nasycené mastné kyseliny o stejném počtu atomů uhlíku, a to tím nižší, čím je počet dvojných vazeb větší (Pokorný a kol., 1986). Značný vliv na bod tání, respektive konformaci molekuly, má *cis*-dvojná vazba, neboť způsobuje ohyb řetězce o přibližně 42 ° (Velíšek, 2002). Naproti tomu *trans*-dvojná vazba zachovává lineární tvar uhlovodíkového řetězce, který se tudíž velmi podobá rovnému řetězci nasycené mastné kyseliny, jak znázorňuje obrázek č. 3 (Belitz a Grosch, 1999; Lock et al., 2005). *Trans*-nenasycené mastné kyseliny mají proto bod tání o několik desítek stupňů vyšší než odpovídající kyseliny s konfigurací *cis* (viz tabulka č. 4) (Velíšek, 2002). Změna ve tvaru molekuly *trans*-izomerů se uplatňuje nejen při určování bodu tání nenasycených mastných kyselin, ale i při dějích probíhajících v živých organismech (Pokorný, 2004).

**Obrázek 3:** Izomery kyseliny oktadec-9-enové (Ghotra et al., 2002)



**Tabulka 4:** Bod tání mastných kyselin (Belitz a Grosch, 1999 ;Velíšek, 2002)

Nasycené mastné kyseliny	Bod tání v °C	Nenasycené mastné kyseliny	Bod tání v °C
máselná	-7,9	olejová	16,0
kaprylová	16,7	elaidová	43,7
laurová	44,2	linolová	-5,0
myristová	54,1	linolelaidová	28,0
palmitová	62,7	linolenová	-10,6
stearová	69,6	eruková	34,0
arachová	75,4	brassidová	64,6
cerotová	87,7	arachidonová	-49,5

## 3.2 Tuky ve výživě

Tuky zastávají ve výživě velmi rozmanitou škálu úloh. Vlastní triacylglyceroly v tukových výrobcích doprovázejí různé látky významné pro výživu. Tuky slouží k těmto účelům:

- Představují nejbohatší zdroj energie ze všech živin. 1 g lipidů poskytuje 38,9 kJ, tj. 9,3 kcal, kdežto 1 g sacharidů a bílkovin poskytuje 17,2 kJ, tj. 4,1 kcal. Tuky jsou tudíž přibližně dvakrát vydatnější než sacharidy a bílkoviny.
- Jsou nositeli esenciálních mastných kyselin.
- Tukové výrobky často obsahují lipofilní vitaminy A, D, E a K, provitaminy A (karoteny) a steroly (v rostlinných tucích se nacházejí fytosteroly, v živočišných tucích cholesterol).
- Při tepelné úpravě z nich vzniká řada látek odpovědných za chuť a vůni pokrmů.
- Dodávají stravě jemnosti chuti a příjemnost při žvýkání a polykání.
- Vyvolávají po konzumaci pocit sytosti, který způsobuje jejich hydrolýza na mastné kyseliny v tenkém střevě. Tento stav sytosti však nastane nejdříve za půl hodiny, což většinou bývá již po požití pokrmu a nezabrání se tak nebezpečí vysokého příjmu energie.
- Snižují objem vydatné stravy, což je pozitivní u osob s velkým výdejem energie, a tedy potřebou vyššího příjmu. Naopak u osob se sedavým zaměstnáním hrozí riziko příliš vysokého energetického příjmu (Pánek a kol., 2002a; Blatná a kol., 2005).

### 3.2.1 Výskyt tuků

Z hlediska výživy se tyto důležité sloučeniny třídí podle rozličných kritérií. Podle suroviny, z níž se získávají, se rozdělují na živočišné a rostlinné. Tuky teplokrevných živočichů, jako sádlo, lůj a mléčný tuk, představují významný zdroj cholesterolu a mají nevýhodné složení mastných kyselin, tzn. vysoký obsah nasycených a zároveň velmi nízký obsah nenasycených mastných kyselin. Výhodou je jejich vyšší oxidační stabilita a příznivé chuťové vlastnosti. Naopak v rybím oleji tvoří většinu podílu mastných kyselin nenasycené mastné kyseliny, množství nasycených mastných kyselin je zanedbatelné (Pánek a kol., 2002b).



Rostlinné tuky a oleje se z hlediska složení mastných kyselin dělí na tyto skupiny:

- s převažujícími nasycenými mastnými kyselinami, zejména kyselinami laurovou, myristovou a palmitovou – tuk kokosový, palmojadrový;
- rostlinná másla s vysokým obsahem kyseliny olejové a stearové – kakaové máslo;
- s převažující kyselinou olejovou a druhou nejvýznamnější kyselinou palmitovou – olivy, dužnina palmy olejně;
- s převažující kyselinou olejovou, následuje kyselina linolová – podzemnicový olej;
- s převažující kyselinou linolovou – olej slunečnicový, sezamový, bavlníkový;
- s vysokým obsahem kyseliny linolenové – olej řepkový, sójový, lněný (Pánek a kol., 2002b; Velíšek, 2002).

Rostlinné tuky a oleje se zpracovávají rozličnými metodami, díky nimž vznikají různé typy výrobků (jejich obsah tuku udává tabulka č. 5):

- jedlé oleje – rafinované; lisované, nerafinované neboli panenské;
- emulgované tuky;
- směsné emulgované tuky;
- pokrmové tuky (Pánek a kol., 2002b).

**Tabulka 5:** Obsah tuku v rostlinných a živočišných výrobcích (Pánek a kol., 2002b)

<b>Tuk</b>	<b>Obsah tuku v %</b>
sádlo	100
máslo	80 (některé typy i méně)
pomazánkové máslo	> 31
pokrmové tuky	100
emulgované tuky	25 – 80
šlehané tuky	> 80

Podle výskytu se rozlišují tuky zjevné, které se například úmyslně používají při kuchyňské úpravě, a tuky skryté, obsažené ve svalové tkáni, vejcích, mléku a mléčných výrobcích, pečivu a jiných složkách pokrmů (Pánek a kol., 2002b).

### **3.2.2 Trávení a vstřebávání tuků**

Triacylglyceroly jako majoritní tuková složka potravy (100 až 150 g denně) i složené lipidy a cholesterol mají hydrofóbní povahu, proto je jejich trávení a vstřebávání velmi komplikovaným procesem (Ledvina a kol., 2004).

Hydrolyza lipidů začíná již v ústech při mísení potravy se slinami, kdy se uvolňuje ze žlázek na kořeni jazyka tzv. lingvální lipáza (Ledvina a kol., 2004). V ústech se tuky rovněž částečně emulgují. V žaludku se vytváří jemná emulze, která je nutná pro tvorbu dostatečné styčné plochy pro působení lipáz. Účinkem lingvální a žaludeční lipázy proběhne lipolýza přibližně z 10 % (Pánek a kol., 2002a).

Hlavní část hydrolyzy lipidů se odehrává v duodenu a jejunu působením lipolytických enzymů pankreatické šťávy, k čemuž je zapotřebí stabilizace emulze solemi žlučových kyselin, probíhající v duodenu. V důsledku směšování tráveniny s pankreatickou šťávou a úpravy pH se tuky štěpí pankreatickou lipázou, která je málo specifická a odštěpuje mastné kyseliny z triacylglycerolu především z pozice 1 a 3, čímž za sebou zanechává 2-monoacylglyceroly (Ledvina a kol., 2004; Pánek a kol., 2002a).

V tenkém střevě žlučové kyseliny aktivují intestinální lipázu, tzv. cholesterolesterázu, díky níž se odštěpuje z malé části monoacylglycerolů poslední vázaná mastná kyselina a vznikne molekula glycerolu, která přechází do metabolismu sacharidů (Pánek a kol., 2002).

Natrávená směs monoacylglycerolů, neesterifikovaných mastných kyselin, cholesterolu, částečně odbouraných fosfolipidů, lipofilních vitaminů a barviv vytvoří v tenkém střevě společně se žlučovými kyselinami směsnou micelu o průměru 3 až 10  $\mu\text{m}$  (Ledvina a kol., 2004). Hydrofilní složky se obracejí směrem k vodné fázi, kdežto hydrofobní molekuly mají tendenci zaujmout místo uvnitř micely. Sloučeniny uvnitř micely se nacházejí v dynamické rovnováze s okolím, čímž dochází ke kontinuální výměně lipidických látek, důležité pro vstřebávání lipidů (Trojan a kol., 1999). Micely se při transportu střevem dostávají do styku s kartáčovým lemem buněk střevní sliznice v prohlubních mezi mikroklyky a vzápětí se vstřebávají. Transportní částice se rozpadá a její složky se pasivně přenášejí přes fosfolipidovou dvojvrstvu membrány enterocyty. Výjimku představují žlučové kyseliny, které se absorbují až v distálnějších úsecích střev. Vcelku rychle do buňky prostupují monoacylglyceroly, důvod rychlosti spočívá v prudkém poklesu jejich koncentrace v enterocyty následkem reesterifikace (Ledvina a kol., 2004).

Absorbované vyšší mastné kyseliny a monoacylglyceroly ihned po průchodu membránou enterocyty podlehnou v hladkém endoplazmatickém retikulu reesterifikaci, syntetizují se triacylglyceroly, estery cholesterolu i amfifilní fosfolipidy. Poněvadž se uvedené látky vzápětí transportují v hydrofilním prostředí, dochází k asociaci molekul lipidů s molekulami bílkovin, čímž vznikají velké lipoproteinové částice zvané chylomikrony. Po požití tučného jídla se chylomikrony dostávají do střevní lymfy, čirá lymfa se tudíž přemění na zakalený chylus. Přes ductus thoracicus se chylus spojuje s krevním oběhem. Zakalená krevní plazma

se pozvolna vyčeřuje enzymovým odbouráním chylomikronů. Rychlost degradace je vysoká, na rozdíl od pomalého absorbování tuků ve střevě. Trvá kolem 6 hodin, než je po konzumaci tuků hladina v krvi stejná jako nalačno a plazma se vyčeří (Ledvina a kol., 2004).

Relativně polární mastné kyseliny s uhlovodíkovým řetězcem krátkým a středním, tzn. do 10 uhlíků v řetězci, se nepřevádějí na triacylglyceroly, ale vstřebávají se přímo. Krevní oběh je vzápětí transportuje do jater, v nichž se metabolizují (Pánek a kol., 2002a).

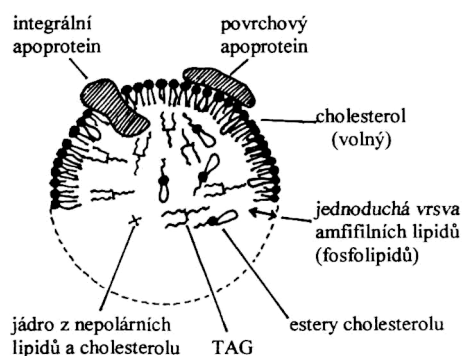
Celková vstřebatelnost rostlinných olejů je velmi dobrá, pohybuje se mezi 93 a 98 %. Mléčný tuk, roztíratelné tuky, vepřové a drůbeží sádlo se absorbují z 93 až 97 %. Tuky s vysokým bodem tání, například hovězí a ovčí lůj a ztužené tuky, se vstřebávají z 80 až 90 % (Pánek a kol., 2002a).

### 3.2.3 Transport lipidů

Lipidy se v krevním oběhu přenášejí ve formě složitých komplexů nazývaných podle nosičů globulinové frakce  $\alpha$ - nebo  $\beta$ -lipoproteiny, které vykazují dostatečně hydrofilní povahu, aby se ve vodném prostředí rozptýlily. K syntéze lipoproteinů se v buňkách utvářejí proteinové složky, tzv. apoproteiny, charakteristické pro jednotlivé typy transportních částic. Neesterifikované mastné kyseliny se přenášejí ve vazbě s albuminem. Lipidy v plazmě mají nejen energetický, ale i regulační a trofický význam. V naší populaci se celková lipemie pohybuje mezi 4 a 9 g/l plazmy. Neutrální tuky tvoří z tohoto množství obvykle 0,5 až 1,5 g/l plazmy, fosfolipidy 1,8 až 2,5 g/l, celkový cholesterol 3,5 až 6,0 mmol/l (Trojan a kol., 1999).

Každá lipoproteinová částice se skládá z lipidového jádra tvořeného nepolárními triacylglyceroly a estery cholesterolu, které obklopuje amfifilní obal z fosfolipidů a cholesterolu, s nimiž interagují polypeptidové řetězce. Obecnou strukturu znázorňuje obrázek č. 4 (Ledvina a kol., 2004).

**Obrázek 4:** Obecná struktura lipoproteinových částic (Ledvina a kol., 2004)



Podle obsahu lipidové a proteinové složky mají lipoproteiny různou hustotu a rozdělují se na jejím základě do několika tříd:

- Chylomikrony jsou submikroskopické částice vytvářené sliznicí tenkého střeva (Trojan a kol., 1999), přenášejí se lymfatickou cestou do krevního oběhu a dále k periferním tkáním. Běžně se v krvi nacházejí 1 až 4 hodiny po jídle (Pánek a kol., 2002b). Chylomikrony slouží jako transportér mastných kyselin z triacylglycerolů potravy do tkání a cholesterolu potravy do jater (Ledvina a kol., 2004).
- Lipoproteiny o velmi nízké hustotě, tzv. VLDL, patří podle bílkovinného vehikula do skupiny  $\beta$ -lipoproteinů (Trojan a kol., 1999). Vznikají průběžně v játrech a z menší části rovněž v enterocytech (Ledvina a kol., 2004). Zajišťují přesun triacylglycerolů syntetizovaných v játrech, případně triacylglycerolů z potravy, do extrahepatálních tkání. Jejich biologický poločas je přibližně 30 minut (Pánek a kol., 2002b).
- Lipoproteiny o nízké hustotě, tzv. LDL, vznikají z VLDL a patří také do skupiny  $\beta$ -lipoproteinů (Trojan a kol., 1999). Běžně obsahují přes 60 % plazmatického cholesterolu. Cholesterol utvořený v játrech se jejich prostřednictvím dostává k periferním tkáním. Jaterní buňky mají naopak LDL receptory, jimiž se cholesterol dostává zpět do jater a vylučuje se převážně ve formě žlučových kyselin. Zvýšená hladina LDL cholesterolu představuje významný rizikový faktor vzniku aterosklerózy (Pánek a kol., 2002b), proto se tyto lipoproteiny označují jako aterogenní. Akceptorem LDL v periferních tkáních za přetrvávající vysoké hladiny LDL jsou receptory na makrofázích, tzv. scavenger receptory, které se specializují na oxidované LDL, avšak vycytávají též acetylované či glykované formy. Oxidační modifikaci LDL napomáhají po jejich průniku do cévní stěny endotelie, makrofágy i buňky hladké svaloviny. Jedná se o oxidaci nenasycených mastných kyselin neboli lipoperoxidaci, přičemž vzniká malondialdehyd, který modifikuje přítomné proteiny. Mění se jejich biologické vlastnosti, výrazně stoupá afinita k receptorům na makrofázích. Opakovaným vycytáváním oxidovaných LDL se z makrofágů stávají pěnové buňky plné esterů cholesterolu, které poté nejsou schopny opustit cévní stěnu. Předpokládá se, že právě tyto formy LDL přispívají ke vzniku nestabilního ateromatózního plátu (Ledvina a kol., 2004).
- Lipoproteiny o vysoké hustotě, tzv. HDL, patří podle vehikula do skupiny  $\alpha$ -lipoproteinů (Trojan a kol., 1999). Vznikají v játrech a v enterocytech (Ledvina a kol., 2004), zodpovídají za zpětný transport cholesterolu z periferních tkání do jater.

Zvýšená koncentrace HDL cholesterolu ukazuje na snížení rizika aterosklerózy, proto se tyto částice označují se za antiaterogenní (Pánek a kol., 2002b).

- Kromě uvedených částic se v plazmě objevuje ještě skupina lipoproteinů o střední hustotě, tzv. IDL, které vznikají rozkladem VLDL. Dále se buď 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 čas je pouze několik minut (Pánek a kol., 2002b).

V krevní plazmě člověka se za běžných podmínek nacházejí hodnoty  $\beta$ -lipoproteinů 2,5 až 5,6 g/l plazmy a HDL 1,0 až 1,3 g/l plazmy, u žen bývají hodnoty HDL mírně vyšší (Trojan a kol., 1999).

### **3.2.4 Význam mastných kyselin ve výživě**

Vysoký příjem tuků představuje závažný rizikový faktor rozvoje kardiovaskulárních onemocnění, některých druhů rakoviny, diabetu mellitu 2. typu, vysokého krevního tlaku, cerebrovaskulární choroby a obezity. Důležitější úlohu než množství tuku má jeho kvalita, přesněji obsah cholesterolu a složení mastných kyselin, přičemž vliv složení mastných kyselin se považuje za významnější (Prugar a kol., 2008).

#### **3.2.4.1 Nasycené mastné kyseliny**

Účinky nasycených mastných kyselin se liší podle délky uhlovodíkového řetězce. Nasycené mastné kyseliny s uhlovodíkovým řetězcem krátkým a středním přecházejí portální krví přímo do jater, kde se metabolizují. Nemají proto vliv na koncentraci cholesterolu a na intenzitu srážení LDL frakcí v krevní plazmě. Nacházejí se zejména v mléčném tuku (Blatná a kol., 2005).

Mastné kyseliny s delším uhlovodíkovým řetězcem snižují počet LDL receptorů, čímž zabraňují odbourávání LDL cholesterolu a následně způsobují zvyšování hladiny sérového celkového a LDL cholesterolu. Považují se proto za významný rizikový faktor vzniku kardiovaskulárních onemocnění. Nejhuře se projevuje kyselina myristová, následovaná kyselinou palmitovou a kyselinou laurovou (Pederson, 2001; Mann, 2005; Minihane a Harland, 2007). Nasycené mastné kyseliny zároveň mírně zvyšují hladiny sérového HDL cholesterolu, avšak vzhledem k rozsahu zvyšování hladiny sérového LDL cholesterolu

se tento vliv jeví jako zanedbatelný (Mann, 2005). Při konzumaci vysokých dávek těchto kyselin se objevuje rovněž snížení citlivosti tkání k inzulinu, což je centrální metabolická porucha při diabetu mellitu 2. typu (Mann, 2005; Minihane a Harland, 2007). Odlišné účinky vykazuje kyselina stearová, která se po vstřebání pravděpodobně převádí desaturázami na kyselinu olejovou. Na hladiny lipidů a lipoproteinů působí neutrálně, nezvyšuje fibrinolytickou aktivitu a existují náznaky dalších příznivých účinků na lidské zdraví, jež je však třeba potvrdit dalšími studii (Pokorný, 2006).

V případě rostlinných tuků se kyseliny laurová, myristová a palmitová nacházejí v tuku kokosovém, který se používá při výrobě mražených krémů a zmrzlin, v tukových výrobcích s obsahem ztužených tuků a v potravinách, kam se ztužené tuky přidávají. Kyselina stearová je ve větším množství obsažena v kakaovém tuku (Blatná a kol., 2005).

### **3.2.4.2 Nenasycené mastné kyseliny**

Nenasycené mastné kyseliny se dále dělí na monoenoové, jejichž hlavním představitelem je kyselina olejová, a na kyseliny polyenové. Mezi polyenovými kyselinami s konfigurací *cis* rozlišujeme, podle polohy první dvojně vazby od metylového konce molekuly, mastné kyseliny řady n-6 ( $\omega$ -6) s nejčastějším zástupcem kyselinou linolovou a mastné kyseliny řady n-3 ( $\omega$ -3), jejichž nejvýznamnějším představitelem je kyselina linolenová. Kyselina linolová v organismu přechází na kyselinu arachidonovou a kyselina linolenová na kyselinu eikosapentaenovou, tzv. EPA, a dokosahexaenovou, tzv. DHA, které patří do řady n-3. Lidské tělo si polyenové mastné kyseliny nedokáže syntetizovat, přijímá je pouze potravinami, a proto se nazývají esenciální. Z kyseliny arachidonové a eikosapentaenové, které se stávají součástí buněčných membrán, vznikají po uvolnění z této vazby tkáňové hormony neboli eikosanoidy, které zodpovídají za řízení mnoha často protichůdných funkcí. Oba typy polynenasycených mastných kyselin tudíž musejí být, k udržení zdravotní rovnováhy těla, trvale k dispozici ve vyváženém poměru (Šimek, 2008).

Kyselina olejová se v organismu uplatňuje v metabolických reakcích, při kterých se uvolňuje energie (Šimek, 2008). Na skladbu krevních lipidů má příznivý vliv, poněvadž do jisté míry snižuje koncentraci sérového LDL cholesterolu, a naopak mírně zvyšuje koncentraci HDL frakce. Celkové množství cholesterolu v séru se po jejím podání nemění (Pánek a kol., 2002a; Minihane a Harland, 2007). Nachází se především v oleji olivovém, řepkovém a sójovém (Blatná a kol., 2005).

Polynenasycené mastné kyseliny řady n-6 snižují hladiny sérového LDL cholesterolu, jejich velmi vysoký příjem však způsobuje pokles také HDL frakce. Přesto vždy po jejich podání klesá v séru poměr LDL k HDL a celkové množství cholesterolu, proto se považují z pohledu prevence kardiovaskulárních onemocnění za prospěšné (Pánek a kol., 2002; Mann, 2005; Minihane a Harland, 2007). Pro naši stravu je typická nadměrná konzumace n-6 nenasycených mastných kyselin, kterou nelze doporučit. Jejím následkem dochází k převaze tvorby eikosanoidů vytvořených z kyseliny arachidonové, které působí vazokonstrikčně, prozánětlivě, vyvolávají agregaci trombocytů a omezují likvidaci krevních sraženin, čímž roste riziko infarktu, mozkové mrtvice a zhoršuje se stav kloubních nemocí (Šimek, 2008). Zdroje n-6 mastných kyselin představují rostlinné oleje, například slunečnicový, kukuřičný, klíčkový, makový, sezamový, světlicový, a většina roztíratelných tuků (Blatná a kol., 2005).

Polynenasycené mastné kyseliny řady n-3 lidské tělo chrání před rozvojem kardiovaskulárních onemocnění, protože prostřednictvím eikosanoidů odvozených od kyseliny eikosapentaenové působí vazodilatačně a protizánětlivě, zabraňují agregaci trombocytů. Zároveň se předpokládá, že tyto mastné kyseliny působí pozitivně v prevenci rozvoje diabetu mellitu 2. typu a některých forem rakoviny (Mann, 2005; Minihane a Harland, 2007). Kyselina dokosahexaenová se významně uplatňuje při zrání dětského nervového systému a oční sítnice (Šimek, 2008). Kyselina linolenová se nachází v oleji řepkovém, sójovém a lněném a v některých roztíratelných tucích. Zdrojem eikosapentaenové a dokosahexaenové kyseliny jsou tučné mořské ryby, v poslední době se těmito kyselinami obohacují některé potraviny a doplňky stravy (Blatná a kol., 2005).

Nenasycené mastné kyseliny s konfigurací *trans*, tzv. TFA, působí zejména z pohledu vzniku kardiovaskulárních onemocnění nepříznivě. Vznikají průmyslovou katalytickou hydrogenací nenasycených mastných kyselin, proto se objevují ve značných množstvích ve ztužených tucích a v tukových výrobcích z nich připravených. *Trans*-mastné kyseliny se tvoří také působením vysokých teplot na rostlinné oleje, přirozeně se vyskytují v zásobním tuku a v mléce přežvýkavců (Velíšek, 2002). Tato problematika bude podrobněji rozebrána v dalších kapitolách.

### 3.2.5 Výživová doporučení pro mastné kyseliny ve stravě

Vzhledem k rozdílnému významu jednotlivých skupin mastných kyselin v lidské výživě byla vypracována výživová doporučení pro jejich zastoupení ve stravě. Pro odlišné biologické účinky byla vytvořena zvláštní doporučení pro řady n-3 a n-6 polyenových mastných kyselin. Nejnověji se zavedla doporučení i v rámci řady n-3 (Prugar a kol., 2008). Současná výživová doporučení pro příjem lipidů udávají tabulky č. 6 a 7.

**Tabulka 6:** Doporučení Evropské unie (Brát a kol., 2005)

Parametr	Hodnota v % energetického příjmu
příjem mastných kyselin	< 30
nasyčených	< 10
<i>trans</i> nenasycených	< 2
polyenových n-6	4 – 8
polyenových n-3 (denně)	2 g C18:3
polyenových (EPA, DHA aj.) (denně)	200 mg

**Tabulka 7:** Doporučení Světové zdravotní organizace z roku 2003 (WHO, 2003)

Mastné kyseliny	Hodnota v % energetického příjmu
nasyčené	< 10
<i>trans</i> nenasycené	< 1
polyenové	6 – 10
poměr mastných kyselin n-6 a n-3	(5 – 8) : (1 – 2 nebo i více)

Společnost pro výživu předložila Výživová doporučení pro obyvatelstvo České republiky, která jsou v souladu s výživovými cíli pro Evropu, jež stanovil Regionální úřad pro Evropu Světové zdravotní organizace, tzv. WHO. Pro příjem tuků se doporučuje:

- snížení příjmu tuku u dospělé populace tak, aby celkový podíl tuku v energetickém příjmu nepřekročil 30 % optimální energetické hodnoty (tzn. u lehce pracujících dospělých cca 70 g na den), u vyššího energetického výdeje 35 %;
- dosažení podílu nasyčených, monoenoových a polyenových mastných kyselin <1:1,4:>0,6 v celkové dávce tuku, poměru mastných kyselin řady n-6:n-3 nejvýše 5:1, příjmu *trans*-mastných kyselin do 2 % celkového energetického příjmu;
- snížení příjmu cholesterolu na max. 300 mg za den (s optimem 100 mg na 1000 kcal);
- k dosažení těchto cílů by mělo dojít ve spotřebě potravin ke snížení příjmu živočišných tuků a zvýšení podílu rostlinných olejů v celkové dávce tuku, z nich pak zejména oleje olivového a řepkového, pokud možno bez tepelné úpravy pro zajištění optimálního složení mastných kyselin přijímaného tuku (Blatná a kol., 2005).



### ***3.3 Vývoj spotřeby tuků v České republice***

Potravinová skupina tuků se pro statistické účely dělí na máslo, sádlo, rostlinné oleje, rostlinné emulgované tuky, tzv. margaríny nebo rostlinné tuky, ztužené pokrmové tuky a ostatní. Vývoj spotřeby tuků lze rozdělit do tří etap.

Za první etapu se považuje dlouhodobý vývoj do roku 1989, kdy se spotřeba tuků neustále zvyšovala a v roce 1989 dosáhla svého maxima, tj. 28,8 kg na osobu a rok. Nejvyšší podíl na celkové spotřebě tvořily s téměř 60 % tuky živočišné (Štiková a Krejčí, 2002), spotřeba másla a sádla dosáhla na osobu a rok 9,4 kg a 6,8 kg. Spotřeba jedlých olejů a ztužených pokrmových tuků se pozvolna zvyšovala na 6,1 kg a 4,0 kg, spotřeba margarínů stagnovala na 2,4 kg na osobu a rok (ČSÚ, 2008a).

Druhá etapa vývoje nastala po roce 1989, kdy došlo ve spotřebě potravin z hlediska objemu i struktury k výrazným změnám, jež byly ovlivněny řadou různých faktorů (Štiková a Krejčí, 2002). Mezi nejdůležitější faktory ovlivňující poptávku a spotřebu potravin patří:

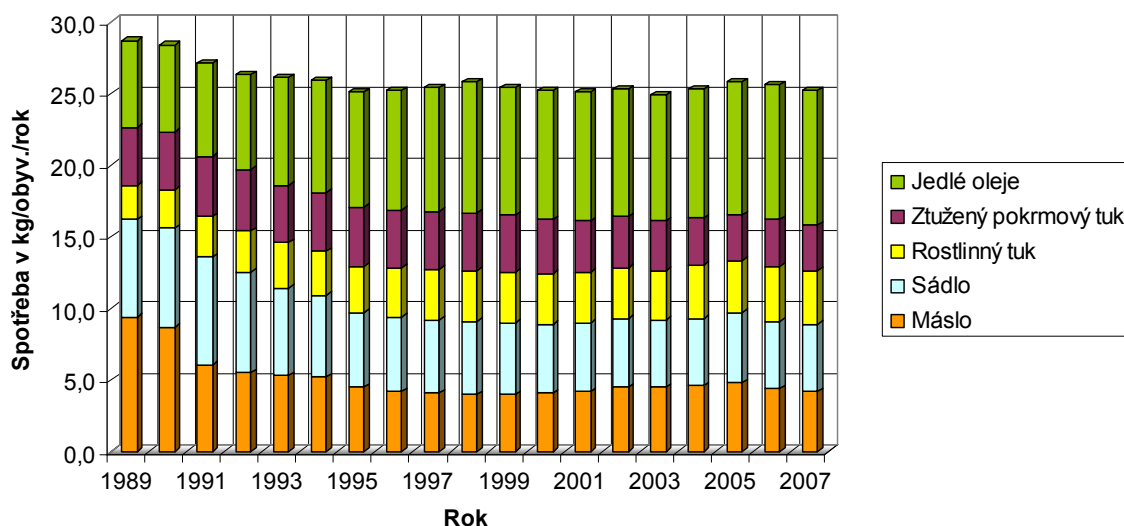
- vývoj příjmů obyvatelstva;
- vývoj spotřebitelských cen potravin i nepotravinářských výrobků a služeb;
- nabídka a dostupnost výrobků na trhu ve vztahu k rozvoji distribuční sítě;
- reklama a propagace;
- zdravotní osvěta.

Následkem uvedených faktorů došlo k významnému posunu ve spotřebě potravin, především ke zvýšení spotřeby rostlinných a snížení spotřeby živočišných výrobků (Štiková a kol., 2004). V potravinové skupině tuků celková spotřeba poklesla. Tento vývoj byl typický pro období do roku 1999 (Štiková a Krejčí, 2002). Zásadním se stalo výrazné snížení spotřeby tuků z 28,5 až na 25,5 kg na osobu a rok, spotřeba másla a sádla klesla na 4,0 kg a 5,0 kg. Naopak značně vzrostla spotřeba rostlinných tuků a rostlinných olejů na 3,5 kg a 8,9 kg, spotřeba ztužených pokrmových tuků se pohybovala kolem 4,0 kg na osobu a rok (ČSÚ, 2008a). Podíl živočišných tuků na celkové spotřebě tuků se proto snížil na 35 %. Na tento vývoj měly vliv rozšířená nabídka sortimentu rostlinných tuků, které byly navíc oproti máslu cenově výhodnější, a intenzivní reklama vedená již od počátku 90. let (Štiková a Krejčí, 2002).

Třetí etapa nastala v roce 2000. Poprvé od roku 1989 se mírně zvýšila spotřeba másla, a naopak spotřeba rostlinných jedlých tuků a olejů se nepatrně snížila. Z tohoto a trendu následujících let je patrná tendence ukončení procesu snižování spotřeby živočišných tuků, které probíhalo v 90. letech. Uvedený vývoj nespíše znamená, že substituce živočišných tuků

rostlinnými se uskutečnila příliš rychle, v současné době tudíž dochází k návratu do stabilnější situace (Štiková a Krejčí, 2002). V letech 2001 až 2007 se celková spotřeba tuků pohybovala do 25,9 kg na osobu a rok s konečnou hodnotou 25,3 kg na osobu v roce 2007. Spotřeba másla a sádla se ustálila na hodnotě 4,2 kg a 4,7 kg. Spotřeba rostlinných olejů postupně vzrostla z 9,0 na konečných 9,4 kg v roce 2007, spotřeba ztužených pokrmových tuků klesla z 3,6 na 3,2 kg a spotřeba rostlinných tuků se zvýšila z počátečních 3,5 kg na osobu v roce 2001 na 3,7 kg na osobu v roce 2007 (ČSÚ, 2008a). Dlouhodobý vývoj spotřeby jednotlivých druhů tuků v České republice dokumentuje graf č. 1. Srovnání celkové spotřeby jedlých rostlinných tuků a olejů s ostatními zeměmi Evropské unie dokládá tabulka č. 8.

**Graf 1:** Vývoj podílu spotřeby jednotlivých druhů tuků na spotřebě tuků celkem v letech 1989 až 2007 (ČSÚ, 2008a; 2008b)



**Tabulka 8:** Spotřeba rostlinných jedlých tuků a olejů v zemích Evropské unie v kg/obyv./rok (Štiková a kol., 2004)

Země	Spotřeba rostlinných jedlých tuků a olejů v kg/obyv./rok			
	1997	1998	1999	2000
Česká republika	16,2	16,7	16,4	16,3
Německo	20,9	21,6	20,9	20,9
Španělsko	29,3	28,3	30,8	30,8
Francie	13,5	17,2	14,8	14,8
Itálie	25,2	26,6	26,6	26,6
Nizozemí	40,3	39,3	15,6	15,6
Rakousko	10,4	10,7	11,1	11,1
Portugalsko	21,3	22,1	21,7	21,7
Finsko	4,3	4,5	4,8	4,8
Švédsko	0,8	0,8	-	3,5

Za neméně významný zdroj rostlinných tuků, který se značně podílí na růstu jejich spotřeby, se považují tzv. skryté tuky. Jedná se především o trvanlivé pečivo (Dostálová a Pokorný, 2002), jehož průměrná roční spotřeba se za posledních pět let zvýšila o více než 20 %, přičemž v roce 2007 činila na osobu 8,5 kg (ČSÚ, 2008a), a díky rozšiřující se nabídce a intenzivní reklamě pořád roste. Další významný zdroj rostlinných tuků představují smažené pokrmy, jejichž obliba je rovněž neustále na vzestupu (Dostálová a Pokorný, 2002).

### ***3.4 Označování rostlinných jedlých tuků a olejů***

Údaje uváděné na obalech potravin jsou pro spotřebitele základním zdrojem informací, díky kterému je schopen rozhodnout se při výběru ze širokého spektra výrobků na trhu. Označování potravin obecně se řídí zákonem č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích, a vyhláškou Ministerstva zemědělství č. 113/2005 Sb., o způsobu označování potravin a tabákových výrobků (Suková, 2006). Při označování rostlinných tuků se uplatňuje Nařízení Rady Evropských společenství č. 2991/94, kterým se stanovují normy pro roztíratelné tuky, stejně jako vyhláška Ministerstva zemědělství č. 77/2003 Sb., kterou se stanovují požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, novelizovaná vyhláškou Ministerstva zemědělství č. 124/2004 Sb.

#### **Vyhláška č. 77/2003 Sb., novelizovaná vyhláškou č. 124/2004 Sb., definuje rostlinné tuky a oleje takto:**

**Jedlým tukem a olejem** je směs smíšených triacylglycerolů, které se v závislosti na poměrném zastoupení mastných kyselin v triacylglycerolu vyskytují za normálních podmínek v tekutém nebo tuhém stavu.

**Rostlinným tukem a olejem** je jedlý tuk a olej získaný ze semen, plodů nebo jader plodů olejnatých semen.

**Ztuženým tukem** je jedlý tuk, který byl získán ztužováním rostlinných a živočišných tuků a olejů nebo jejich směsí.

**Přeesterifikovaným tukem** je jedlý tuk, který byl získán přeesterifikací rostlinných nebo živočišných tuků a olejů, nebo jejich směsí, včetně ztužených tuků.

**Pokrmovým tukem** je jedlý tuk, který prošel procesem ztužování nebo přeesterifikace, nebo kombinací těchto procesů, nebo směsí ztužených tuků a jedlých tuků a olejů, nebo směsí jedlých rostlinných a živočišných olejů a tuků.

**Roztíratelným tukem** je jedlý tuk, nebo směs ztužených nebo přeesterifikovaných tuků, nebo kombinací těchto procesů, splňující požadavky stanovené předpisem Evropských společenství, tj. Nařízení Rady (ES) č. 2991/94.

**Směsným roztíratelným tukem** je jedlý tuk podle předpisu Evropských společenství, tj. Nařízení Rady (ES) č. 2991/94.

**Tekutým emulgovaným tukem** je jedlý tuk, nebo směs ztužených nebo přeesterifikovaných tuků, nebo směs ztužených a přeesterifikovaných tuků, s jedlými oleji a tuky, ve formě emulze vody a tuku, s obsahem 10 % až 90 % hmotnostních tuku, který je při teplotě 20 °C tekutý.

**Koncentrovaným tukem** je tuk, jehož celkový obsah tuku je vyšší než 90 % hmotnostních a nižší než 99,5 % hmotnostních.

**Olejem lisovaným za studena** je olej získaný pouze mechanickými postupy vyluhování nebo lisování bez tepelného ohřevu, které nevedou ke změnám charakteru oleje a pro jeho vyčištění se používá pouze promývání vodou, usazování, filtrování a odstředování.

**Panenským olejem** je olej získaný pouze fyzikálními postupy vyluhování nebo lisování za použití tepelného ohřevu do teploty 50 °C, které nevedou ke změnám charakteru oleje. Pro vyčištění oleje lze použít pouze promývání vodou, usazování, filtrování a odstředování.

Při označování obalů jedlých tuků a olejů se uvádí název druhu, skupiny a podskupiny s výjimkou roztíratelných tuků a směsných roztíratelných tuků, které se označují podle předpisu Evropských společenství, tj. Nařízení Rady (ES) č. 2991/94.

Při označování roztíratelného tuku, směsného roztíratelného tuku a tekutého emulgovaného tuku se uvádí příslušný název výrobku společně s celkovým obsahem tuku v hmotnostních procentech. V případě směsného roztíratelného tuku se uvádí také podíl mléčného tuku z celkového obsahu tuku v hmotnostních procentech (Vyhláška č. 77/2003 Sb.; Suková, 2006).

Označení „**rostlinný**“ lze použít u roztíratelného tuku, směsného roztíratelného tuku a tekutého emulgovaného tuku získaného z tuků a olejů rostlinného původu, který může obsahovat nejvýše 2 hmotnostní procenta tuků živočišného původu z celkového obsahu tuku.

U výrobku, do kterého byla přidána jedlá sůl, se její obsah uvádí v hmotnostních procentech. Názvy výrobků jedlých tuků mohou být doplněny o rostlinný nebo živočišný druh tuku, případně o účel použití výrobku (Vyhláška č. 77/2003 Sb.; Suková, 2006).

**Nařízení Rady (ES) 2991/94 stanovuje názvy pro roztíratelné jedlé tuky takto:**

**Tabulka 9:** Označování roztíratelných tuků dle Nařízení Rady (ES) 2991/94

<b>Druh tuku</b>	<b>Obchodní označení</b>	<b>Kategorie výrobků</b>
<b>Definice</b>		<b>Doplňující popis kategorie s uvedením obsahu tuku v hmotnostních %</b>
<p><b>Tuky</b></p> <p>Výrobky ve formě tuhé, tvárné emulze, převážně typu voda v oleji, získané z tuhých a/nebo tekutých rostlinných a/nebo živočišných tuků vhodných pro lidskou spotřebu s obsahem mléčného tuku nejvýše 3 % z celkového obsahu tuku.</p>	<p>1. Margaríny</p> <p>2. Tříčtvrtětučný margarín</p> <p>3. Polotučný margarín</p> <p>4. Roztíratelný tuk X %</p>	<p>Výrobek získaný z rostlinných a/nebo živočišných tuků s obsahem nejméně 80 %, avšak méně než 90 %.</p> <p>Výrobek získaný z rostlinných a/nebo živočišných tuků s obsahem nejméně 60 %, avšak nejvýše 62 %.</p> <p>Výrobek získaný z rostlinných a/nebo živočišných tuků s obsahem nejméně 39 %, avšak nejvýše 41 %.</p> <p>Výrobek získaný z rostlinných a/nebo živočišných tuků s tímto obsahem tuku:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– méně než 39 %</li> <li>– více než 41 %, avšak méně než 62 %</li> <li>– více než 62 %, avšak méně než 80 %</li> </ul>

**Tabulka 10:** Označování směsných roztíratelných tuků dle Nařízení Rady (ES) 2991/94

<b>Druh tuku</b>	<b>Obchodní označení</b>	<b>Kategorie výrobků</b>
<b>Definice</b>		<b>Doplňující popis kategorie s uvedením obsahu tuku v hmotnostních %</b>
<p><b>Tuky</b></p> <p>Výrobky ve formě tuhé, tvárné emulze, převážně typu voda v oleji, získané z tuhých a/nebo tekutých rostlinných a/nebo živočišných tuků vhodných pro lidskou spotřebu s obsahem mléčného tuku nejvýše 3 % z celkového obsahu tuku.</p>	<p>1. Směsné tuky</p> <p>2. Tříčtvrtětučné směsné tuky</p> <p>3. Polotučné směsné tuky</p> <p>4. Roztíratelné směsné tuky X %</p>	<p>Výrobek získaný z rostlinných a/nebo živočišných tuků s obsahem nejméně 80 %, avšak méně než 90 %.</p> <p>Výrobek získaný z rostlinných a/nebo živočišných tuků s obsahem nejméně 60 %, avšak nejvýše 62 %.</p> <p>Výrobek získaný z rostlinných a/nebo živočišných tuků s obsahem nejméně 39 %, avšak nejvýše 41 %.</p> <p>Výrobek získaný z rostlinných a/nebo živočišných tuků s tímto obsahem tuku:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– méně než 39 %</li> <li>– více než 41 %, avšak méně než 62 %</li> <li>– více než 62 %, avšak méně než 80 %</li> </ul>

Pro roztíratelné tuky, roztíratelné směsné tuky a máslo s obsahem tuku vyšším než 41,0 %, ale nejvýše 62,0 % se může uvádět označení „se sníženým obsahem tuku“, pro výrobky o obsahu tuku nejvýše 41 % lze uvádět označení „s nízkým obsahem tuku“, „nízkotučné“ nebo „light“. Výraz „třičtvrtětučný“ je proto možné nahradit výrazem „se sníženým obsahem tuku“ a výraz „polotučný“ se může nahradit výrazy „s nízkým obsahem tuku“, „nízkotučný“ nebo „light“ (Nařízení 2991/94/ES).

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 113/2005 Sb., o způsobu označování potravin a tabákových výrobků, určuje, že údaje o složkách potravin se musejí řadit sestupně dle obsahu jednotlivých složek v době výroby a uvést slovem „složení“. Pokud jsou složkou potravin jedlé tuky a oleje (s výjimkou oleje olivového), uvádí se na obalu společný název „olej“ a „tuk“ doplněný označením „rostlinný“ nebo „živočišný“ nebo údajem o specifickém rostlinném nebo živočišném původu. Jestliže se jedná o ztužený tuk nebo olej, doplní se označením „ztužený“.

### ***3.5 Historie rostlinných tuků***

Produkce náhražek drahého a nedostatkového másla byla započata v Evropě kolem poloviny 19. století. Na popud císaře Napoleona III., který potřeboval pro svou armádu dostatek levného a chutného tuku, objevil francouzský lékárník Hyppolyte Mege-Mouriés v roce 1869 přijatelnou náhradu másla. Hlavními surovinami pro její přípravu se staly odstředěné mléko a hovězí lůj, jež zastupoval mléčný tuk a zároveň zajišťoval vyhovující konzistenci výrobku. Ze stejného důvodu se v následujících letech začalo používat také vepřové sádlo. Průmyslovou výrobu těchto tukových náhražek zahájily v roce 1872 holandské firmy Jurgens a Van den Bergh, které se později sloučily ve společnost Margarine Unie, stojící v roce 1929 u zrodu dnes celosvětově známé firmy Unilever (v České republice provozuje výrobu v Povltavských tukových závodech v Nelahozevsi).

Neustále rostoucí poptávka po produktech tukového průmyslu přiměla výrobce hledat další suroviny i technologické postupy. Vzhledem k nadbytku rostlinných a rybích olejů se nabízela možnost jejich využití, avšak bylo třeba změnit jejich konzistenci. Vhodná metoda, tzv. ztužování, byla objevena a rozpracována již na přelomu 19. a 20. století (Ghotra et al., 2002; Dlouhý a Anděl, 2006; Martin et al., 2007).

Záhy však pod tlakem výrobců másla došlo v produkci levných tukových náhražek k různým regulacím – zavedení výrobních kvót, zatížení výroby a dovozu vysokými poplatky, povinnosti prodávat margaríny odděleně od másla a viditelně je značit na obalu, nebo je pro

zřetelné odlišení barvit do nepřírodných odstínů. Zápisy z jednání Senátu Národního shromáždění Republiky Československé z roku 1936 dokazují projednávání zákona o dani z těchto tzv. umělých jedlých tuků, jejichž zatížení daní kritizovala řada senátorů jako nemístné zdražení potravin pro nejhudší vrstvy (Dlouhý a Anděl, 2006).

Přesto spotřeba „umělých tuků“ rostla. Zůstaly podstatně levnější než máslo, byly masivně propagovány, a nadto se zlepšila výrobní technologie a s ní i vlastnosti výrobků. Ke zvýšení zájmu o pokrmové tuky a margaríny přispěli rovněž lékaři, kteří, ovlivněni dobovými výzkumy v oblasti aterosklerózy, poukazovali na rizika příjmu živočišných tuků, a naopak výhodnost „umělých tuků“ pro prevenci kardiovaskulárních onemocnění (Dlouhý a Anděl, 2006). Nešlo jen o tuk jako takový, už od 50. let 20. století se s růstem oblíbenosti smažení ztužený tuk doporučoval i pro tyto účely. Společně s margarínem se měl používat také při výrobě pečiva (Franc, 2003). Až později se ukázalo, že „umělé tuky“ vyráběné částečnou hydrogenací olejů obsahují *trans*-izomery mastných kyselin, které riziko kardiovaskulárních onemocnění naopak zvyšují (Dlouhý a Anděl, 2006).

### ***3.6 Technologie výroby rostlinných tuků***

Přírodní tuky a oleje nemusejí vždy svým charakterem vyhovovat potřebnému užití. Proto byly zavedeny technologické procesy, jimiž lze jejich vlastnosti do značné míry upravovat, čímž umožňují výrobu rostlinných tuků. Mezi rostlinnými tuky jsou nejvýznamnější z hlediska výživy, složení i rychle se měnícího sortimentu skupiny jedlých pokrmových tuků, roztíratelných a směsných roztíratelných tuků (Dostálová a Brát, 2004).

Rostlinné tuky vynikají svými funkčními vlastnostmi, například dobrou roztíratelností tuků pro přímou spotřebu ihned po vyjmutí z chladničky, příjemnou rozpustností v ústech, v případě tuků na pečení soudržností těsta a dobrou texturou upečeného produktu, tažností speciálních tuků na přípravu listového těsta. O funkčních, sensorických a zejména nutričních vlastnostech rozhoduje vhodné složení tuků společně s použitými výrobními technologiemi (Brát a Jiroušek, 2008).

Vlastní výroba se zakládá na spojení vhodně zvoleného tuku s vodnou fází s následnou krystalizací a mechanickým zpracováním. Pro přípravu emulze se dnes používají premixy, válcové nádoby zajišťující homogenitu komponent, nebo systémy proporcionálních čerpadel, které kontinuálně přivádějí jednotlivé složky do směšovače, v němž dochází k intenzivnímu promíchání tukové a vodné fáze. Směs dále prochází horizontálními válcovitými chladícími a poté krystalizačními jednotkami, kde se dotváří prostorová struktura (Brát a Jiroušek, 2008).

V souvislosti s modernizací technologií se od konce 70. let 20. století postupně rozšiřuje nabídka výrobků s nižším obsahem tuku, objevují se směsné tuky. Od 90. let se vyrábějí produkty s obsahem tuku 20 %, v zahraničí se na trhu nacházejí produkty s téměř nulovým obsahem tuku. Margaríny určené pro přímou spotřebu mají dnes poloviční nebo dokonce třetinový podíl nasycených mastných kyselin oproti máslu, obohacují se vitamíny rozpustnými v tucích, tj. A, D a E, vitamíny rozpustnými ve vodě, zvláště vitamíny skupiny B, a v některých případech také rostlinnými steroly, které snižují hladinu cholesterolu v krvi. Mnohé výrobky obsahují n-3 polynenasycené mastné kyseliny s prodlouženou délkou řetězce. Na trhu se vedle roztíratelných tuků vyskytují například tekuté margaríny pro teplou kuchyni nebo výrobky ve spreji určené ke zlepšení sensorických vlastností pečených pokrmů s přidáním relativně malého množství tuku (Brát a Jiroušek, 2008).

V současné době se jako suroviny k výrobě rostlinných tuků používají kokosový a palmojádrový tuk, palmový, slunečnicový, řepkový, olivový, sójový a kukuřičný olej, z nichž se připravuje tuková násada (Brát a Jiroušek, 2008). Hydrogenace, popřípadě částečná hydrogenace, dosud zůstává významnou technologickou metodou přípravy tukové násady, avšak především při výrobě roztíratelných tuků ji postupně nahradily metody frakcionace a interesterifikace, ve větší míře dochází rovněž k přímému využití v přírodě se vyskytujících tuhých tuků (Brát a Dostálová, 2007).

### **3.6.1 Hydrogenace**

Hydrogenace neboli ztužování patří k významným technologickým operacím tukového průmyslu. Její počátky sahají do roku 1897, kdy francouzští chemici Sabatier a Senderens objevili, že lze redukovat organické látky za přítomnosti niklu jako katalyzátoru (Pokorný a kol., 1986; Martin et al., 2007). V roce 1902 patentoval Normann využití heterogenního katalyzátoru na bázi kovů k hydrogenaci rostlinných olejů. Záhy se tato technologická metoda rozšířila do všech průmyslově vyspělých států (Pokorný a kol., 1986; Ghotra et al., 2002).

Hydrogenací se rozumí nasycování dvojných vazeb nenasycených mastných kyselin plynným vodíkem za přítomnosti kovových katalyzátorů, především niklu. V průmyslových podmínkách se používá částečně redukováný oxid nikelnatý nanesený na vhodný nosič (Velíšek, 2002). Pro dosažení optimálních vlastností je důležitá tzv. selektivita hydrogenace, při níž dochází k postupnému nasycování nenasycených mastných kyselin. Selektivita je přímo úměrná teplotě a množství katalyzátoru, a naopak nepřímo úměrná tlaku vodíku a intenzitě míchání. Neselektivní hydrogenací se označuje proces, kdy se za podmínek nižší



teploty a vyššího tlaku vodíku nasycují dvojné vazby nenasyčených mastných kyselin na nasycené mastné kyseliny bez mezistupňů, například kyselina linolenová přímo až na kyselinu stearovou (Pokorný a kol. 1986; Ghotra et al., 2002).

Za nejdůležitější vedlejší reakci probíhající při hydrogenaci se považuje izomerace dvojné vazby. Protože jsou *trans*-mastné kyseliny termodynamicky stářejší, dochází relativně často k izomeraci dvojné vazby z konfigurace *cis* na *trans*. Dvojná vazba může rovněž migrovat do jiné polohy v řetězci (Velíšek, 2002). Izomerační změny nastávají za podobných podmínek, které zodpovídají za selektivitu procesu, tj. za vysoké teploty a koncentrace katalyzátoru a nízkého tlaku vodíku (Pokorný a kol., 1986; Ghotra et al., 2002). Snížení obsahu *trans*-izomerů lze tudíž dosáhnout úpravou podmínek hydrogenace (Pokorný, 2004).

Poněvadž v průběhu uvedeného procesu vznikající nasycené a *trans*-nenasyčené mastné kyseliny mají bod tání o několik desítek stupňů vyšší než odpovídající *cis*-nenasyčené mastné kyseliny, udělují hydrogenovanému tuku tuhou konzistenci. Proto se o hydrogenaci často hovoří jako o ztužování. Změna struktury mastných kyselin a z ní vyplývající změna konzistence udělují rostlinným tukům rovněž vyšší oxidační stabilitu a delší trvanlivost při zachování organoleptických vlastností (Ghotra et al., 2002).

### 3.6.2 Interesterifikace

Fyzikální a chemické vlastnosti tuků, které jsou rozhodující pro jejich použití, závisí na složení mastných kyselin a jejich umístění v molekulách triacylglycerolů. Proto kromě hydrogenace doznala průmyslového rozšíření také interesterifikace, avšak až po zavedení vysoce aktivních katalyzátorů po 2. světové válce (Pokorný a kol., 1986).

V technologii tuků se interesterifikací rozumí proces, při kterém se přeskupují acyly v molekulách a mezi molekulami přítomných triacylglycerolů beze změny jejich chemického složení (Belitz a Grosch, 1999; Norizzah et al., 2004). Esterifikační reakce katalyzují enzymy nebo chemická činidla. V chemické interesterifikaci se jako katalyzátor používá nejčastěji methoxid sodný a kovový sodík (Ghotra et al., 2002; Norizzah et al., 2004). Pro účely enzymatické interesterifikace se jako biokatalyzátory užívají mikrobiální lipázy buď pozičně nespecifické, které stejně jako chemická interesterifikace vedou k náhodnému rozdělení mastných kyselin v molekulách triacylglycerolů, nebo pozičně specifické, které katalyzují výměnu acylů jen v pozicích sn-1 a sn-3. Lze jimi tudíž vyrobit tuky o specifických fyzikálních a výživových vlastnostech (Alpaslan a Karaali, 1997). Nejvíce se interesterifikují

tuky s vysokým bodem tání, tj. hydrogenované tuky, s rostlinnými oleji, nebo palmový, kokosový či palmojádrový tuk s jinými tuky či oleji (Pokorný a kol., 1986).

Neřízená interesterifikace se provádí při teplotě přesahující bod tání reakční směsi (Pokorný a kol., 1986). Ve výsledné směsi je rozložení mastných kyselin nahodilé, a tedy zcela odlišné od složení mastných kyselin v přírodních triacylglycerolech (Velíšek, 2002). Při řízené interesterifikaci se sníží teplota reakční směsi na hodnotu, aby se vyloučily triacylglyceroly s nejvyšším bodem tání, tj. trinasyčené triacylglyceroly, čímž se poruší rovnovážný stav v tekuté fázi a mezi zbylými estery se začne ustavovat rovnováha nová. Interesterifikací se vytvoří další trinasyčené triacylglyceroly, které se opět vyloučí jako pevný podíl. Proto se řízená interesterifikace užívá k získání tuků s vyšším bodem tání a tužší konzistencí (Pokorný a kol., 1986; Belitz a Grosch, 1999; Ghotra et al., 2002).

Interesterifikací vhodně zvolené tukové násady lze vytvořit produkty, které mají následkem změněného složení triacylglycerolů odlišnou charakteristiku tání, a tím i jinou konzistenci a obsah pevných podílů (Pokorný a kol., 1986). Zároveň se netvoří *trans*-izomery a další nežádoucí sloučeniny, z čehož vyplývá, že tento proces nemá negativní vliv na biologickou a výživovou kvalitu tuků (Bhattacharyya et al., 1985).

### 3.6.3 Frakcionace

S interesterifikací se často kombinuje technologický proces nazývaný frakcionace, s cílem získat produkty o požadovaných funkčních vlastnostech, které určuje záměrně změněná struktura triacylglycerolů. Frakcionace se provádí již více než 100 let (Pokorný a kol., 1986).

Frakcionace se provádí metodou parciální krystalizace, při které je roztavený tuk pomalu ochlazován na teplotu potřebnou k selektivnímu vykrystalizování triacylglycerolů s vyšším bodem tání (Belitz a Grosch, 1999). Následně dochází k oddělení kapalně a tuhé fáze filtrací nebo odstředováním ve formě disperze s roztokem detergentu (Pokorný a kol., 1986).

Přirozené nebo technologicky upravené tuky se pomocí frakcionace zbavují nepřijatelných tukových podílů nebo se získávají frakce o vyšší užitné hodnotě. Příkladem odstraňování nežádoucích podílů z rostlinných olejů je winterizace, při které se krystalizací za pomalého ochlazování a následnou filtrací oddělují z oleje podíly s vyšším bodem tání, které způsobují jeho zakalení při nízkých teplotách (Pokorný a kol., 1986; Belitz a Grosch, 1999). V průběhu frakcionace se nevytváří *trans*-nenasyčené mastné kyseliny, tudíž její následné použití ve výrobcích umožňuje dosahovat žádaných užitných vlastností stejně jako příznivého výživového složení (Brát a Dostálová, 2007).

### **3.7 *Trans-nenasycené mastné kyseliny***

*Trans*-mastné kyseliny jsou nenasycené mastné kyseliny, jež obsahují nejméně jednu dvojnou vazbu v konfiguraci *trans*. Některé polynenasycené *trans*-mastné kyseliny mají konjugovanou strukturu (například konjugovaná kyselina linolová v mléčném tuku), tj. obsahují dvojné vazby, které nejsou odděleny metylenovou skupinou, avšak většina *trans*-mastných kyselin má izolované (nekonjugované) dvojnou vazby (Becker et al., 2004; Ledoux et al., 2007).

#### **3.7.1 Vznik *trans*-nenasycených mastných kyselin**

*Trans*-nenasycené mastné kyseliny vznikají třemi různými způsoby. Nejvýznamnější zdroj *trans*-nenasycených mastných kyselin v potravě dosud představuje průmyslová hydrogenace rostlinných olejů. Menší část je produkována přirozeně v přírodě, nepatrné množství vzniká v důsledku vystavení rostlinných olejů účinkům vysokých teplot (Becker et al., 2004).

##### **3.7.1.1 Vznik v přírodě**

Přírodní nenasycené mastné kyseliny mají většinou konfiguraci *cis*, avšak také *trans*-izomery se mohou v přírodě vyskytovat. Vznikají ve stopových, ale i značnějších množstvích v některých mikroorganismech, bezobratlých živočiších a rostlinách (Velíšek, 2002), dokonce i v některých semenech subtropických a tropických rostlin. Zatímco u nás se tyto tuky považují za technické oleje, v zemích jejich původu se běžně konzumují (Pokorný, 2004). *Trans*-mastné kyseliny se utvářejí rovněž u savců, například u přežvýkavců nebo klokanů, v jejichž trávicím traktu je tráva předtrávena mikroorganismy (Velíšek, 2002).

Považují za důležité se podrobněji zmínit o *trans*-mastných kyselinách pocházejících z živočišných zdrojů, zejména z mléka a masa přežvýkavců, protože jejich podíl tvoří v lidské stravě přibližně 20 % všech přijatých *trans*-mastných kyselin, v některých evropských státech dokonce až 80 % (Lock et al., 2005).

V potravě přežvýkavců tvořené trávou a listy rostlin převažují lipidy bohaté na kyselinu linolovou a  $\alpha$ -linolenovou. Potrava se po požití dostane nejprve do bacheru, kde zůstává delší dobu před vlastním trávením. Mikroorganismy v bacheru přemění celulózu zelených částí rostlin na stravitelné sacharidy (Velíšek, 2002; Pokorný, 2004). Přítomné mikroorganismy, z nichž nejznámější je anaerobní bakterie *Butyrivibrio fibrisolvens* (Fritsche et al., 1999),

zároveň produkují enzymy, které izomerují a posléze hydrogenují polynenasycené mastné kyseliny za účelem snížení jejich antimikrobiálních účinků (Lock et al., 2005). Tato enzymově katalyzovaná reakce, tzv. biohydrogenace, probíhá podle podobného mechanismu jako průmyslová hydrogenace a dochází při ní i k obdobným vedlejším dějům, které vedou ke vzniku *trans*-nenasycených mastných kyselin (Velíšek, 2002; Pokorný, 2004). Zvýšení obsahu polynenasycených mastných kyselin ve stravě přežvýkavců zapříčiňuje nárůst všech mastných kyselin produkovaných tímto metabolismem, zejména *trans*-oktadecenových kyselin, poněvadž jejich přeměna na kyselinu stearovou, hlavní produkt biohydrogenace, se stává limitující pro průběh celého procesu (Ledoux et al., 2007).

Izomery produkované biohydrogenací se vstřebávají střešní stěnou a ukládají se v depotním tuku, částečně přecházejí také do jiných tkání, včetně mléčného tuku (Pokorný, 2004). Zde se může jejich profil výrazně odlišovat v důsledku změn v potravě přežvýkavců. Největší změny ve složení *trans*-mastných kyselin však probíhají díky dalším enzymatickým reakcím v mléčné žláze způsobeným enzymem 9-desaturázou. *In vitro* se mohou desaturovat téměř všechny *trans*-oktadecenové kyseliny, *in vivo* byla potvrzena desaturace nejčtenější kyseliny vakcenové (*trans*-11 C18:1) na kyselinu bachorovou (*cis*-9, *trans*-11 C18:2) a inhibice 9-desaturázy kyselinou sterkulovou, která vyústila ve značný pokles obsahu kyseliny bachorové a izomeru *trans*-7, *cis*-9 C18:2 v mléčném tuku (Ledoux et al., 2007). Dva naposledy jmenované izomery patří do skupiny konjugované kyseliny linolové, tzv. CLA, tvořené směsí polohových a geometrických konjugovaných izomerů kyseliny linolové, jejichž potenciální pozitivní účinky na lidské zdraví se intenzivně zkoumají (Gebauer et al., 2007).

V těle přežvýkavců vzniká celá škála izomerů konjugované kyseliny linolové v důsledku nejen desaturace v mléčné žláze, ale i bachorové biohydrogenace (Fritsche et al., 1999). Všechny vyprodukované *trans*-nenasycené mastné kyseliny se dostávají až do mléčného tuku (Ledoux et al., 2007). Proto se mléko označuje za hlavní potravinový zdroj konjugované kyseliny linolové, který poskytuje až 70 % jejího celkového příjmu, dalším významným zdrojem s 25 % celkového příjmu je maso přežvýkavců (Lock et al., 2005).

V dřívějších dobách, kdy se skot živil výhradně trávou a senem, se podíl *trans*-mastných kyselin v jejich tuku pohyboval od 7 do 9 %. Protože byl při této stravě přírůstek tělesné hmotnosti pomalý a produkce mléčného tuku nízká, rozšířil se v posledních letech intenzivní chov, při němž se skot krmí hlavně olejninovými šroty, obilovinami a jinými krmivy bohatšími na bílkoviny a energii. Tak došlo k podstatnému snížení podílu hydrogenačních reakcí probíhajících v bachoru a jiných tkáních, čímž klesl obsah *trans*-mastných kyselin

v tuku i mléčném tuku přibližně na 3 %. Ovce a kozy většinou na tradiční potravě zůstávají, *trans*-izomery v jejich loji a mléčném tuku tvoří tudíž větší podíl (Pokorný, 2004). Obecně tuk přežvýkavců obsahuje *trans*-mastné kyseliny v rozmezí 2 až 9 % (Schwarz, 2000b).

V současné době se kvůli potenciálním prospěšným vlivům na lidské zdraví vyrábějí jako potravinové doplňky syntetické směsi konjugované kyseliny linolové. Přípravují se alkalickou izomerací kyseliny linolové nebo olejů bohatých na tuto kyselinu, čímž ale získávají jiné složení (Fritsche et al., 1999). Obsahují ve stejném množství, tj. po 40 %, izomery *cis*-9, *trans*-11 C18:2 a *trans*-10, *cis*-12 C18:2, zbytek tvoří směs různých izomerů (Becker et al., 2004).

### 3.7.1.2 Hydrogenace

Nejvýznamnější množství *trans*-nenasycených mastných kyselin v potravinách produkuje průmyslová hydrogenace neboli ztužování (Gebauer et al., 2007), kdy dochází k nasycování dvojných vazeb nenasycených mastných kyselin rostlinných olejů plynným vodíkem za přítomnosti kovových katalyzátorů (více viz kapitola 3.6.1)

Při hydrogenaci vznikají *trans*-mastné kyseliny jako produkty izomerace dvojných vazeb. Tato nejdůležitější vedlejší reakce probíhá tehdy, když se mastná kyselina z povrchu katalyzátoru desorbuje dříve, než stačí dvojná vazba zreagovat s vodíkem, nedojde tedy k hydrogenaci. Dvojná vazba přitom může snadno izomerovat z konfigurace *cis* na *trans* a kyselina se poté desorbuje jako termodynamicky stabilnější *trans*-kyselina. Ve ztužených tucích tvořil dříve podíl dvojných vazeb mastných kyselin v konfiguraci *trans* 50 až 60 % (Velíšek, 2002), dnes je díky možnosti snížení obsahu *trans*-mastných kyselin úpravou podmínek ztužování jejich obsah podstatně nižší (Pokorný, 2004).

Metoda částečné hydrogenace, jež zodpovídá za největší množství *trans*-mastných kyselin v potravinách, byla hojně rozšířená až do začátku 90. let, kdy se začala postupně nahrazovat jinými metodami (Dlouhý a Anděl, 2006). Pro účely výroby některých pokrmových tuků se však olej stále hydrogenuje částečně, aby jeho bod tání nepřekročil teplotu ústní dutiny, protože jinak by měl nežádoucí lojovitou příchuť. Dochází k nasycení pouze jedné dvojně vazby polyenových mastných kyselin. Obsah nasycených kyselin tak stoupne jen o několik procent, zůstane převaha monoenoových kyselin, které současně izomerují na *trans*-monoenoové kyseliny (Velíšek, 2002).

### 3.7.1.3 Působení vysokých teplot

*Trans*-nenasycené mastné kyseliny vznikají rovněž v důsledku vystavení rostlinných olejů účinkům vysokých teplot, k němuž dochází v průběhu tepelného zpracování potravin, například při smažení a pečení, v průmyslovém měřítku při deodoraci rostlinných olejů (Ledoux et al., 2007).

#### 3.7.1.3.1 Rafinace rostlinných olejů

Surové rostlinné oleje obsahují řadu doprovodných látek, které mohou být problematické z hlediska jak organoleptických, tak funkčních vlastností (Čmolík a Pokorný, 2000). Aby byly oleje pro spotřebitele přijatelnější, rafinují se. Při rafinaci probíhají čtyři základní operace – odslizení (hydratace), odkyselení (neutralizace), bělení a deodorace (Velíšek, 2002). Surový olej se nejdříve zbaví tuhých podílů filtrací nebo odstředěním, bílkovin, sacharidů, rostlinných slizů, produktů oxidace mastných kyselin a heterolipidů odslizením. Poté se z oleje odstraní volné mastné kyseliny tzv. odkyselením, které je charakteristické pro alkalickou rafinaci a spočívá v neutralizaci hydroxidem nebo uhličitánem sodným. Bělením se odstraní barviva a zbytky mýdel vzniklých při odkyselení. Těkavé látky se oddělí deodorací, tj. destilací s vodní párou za sníženého tlaku (Velíšek, 2002).

Tato tradiční alkalická rafinace se často nahrazuje fyzikální rafinací, jež se vyznačuje jednoduchostí, nižšími ztrátami a menším znečištěním ovzduší. Při fyzikální rafinaci se nežádoucí těkavé látky a volné mastné kyseliny odstraňují až při deodoraci (Čmolík a Pokorný, 2000; Schwarz, 2000a). Tyto látky mají nižší bod varu než triacylglyceroly, avšak nízkou tenzi par, a proto teprve aplikace přehřáté páry, nízkého tlaku a vysoké teploty vytváří podmínky pro jejich oddestilování (Pokorný a kol., 1986). Při deodoraci se používají teploty 220 až 270 °C, které zajišťují účinnost destilace, avšak urychlují nežádoucí vedlejší reakce, především *trans*-izomeraci polynenasycených mastných kyselin (Čmolík a Pokorný, 2000; Čmolík et al., 2007).

Tvorba *trans*-izomerů nenasycených mastných kyselin je ovlivněna teplotou a dobou trvání deodorace, přičemž na každou nenasycenou mastnou kyselinu působí tyto faktory odlišně (Čmolík et al., 2007; Martin et al., 2007). Kyselina olejová (C18:1) je vůči vysoké teplotě stabilní, dokonce při 270 °C množství *trans*-monoenoových izomerů roste jen nepatrně. Kyselina linolová (C18:2) je relativně stabilní při teplotách deodorace 230 až 240 °C (Čmolík a Pokorný, 2000), avšak při teplotách vyšších než 240 °C tvorba *trans*-izomerů zejména dvojně vazby v pozici 12 uhlovodíkového řetězce prudce narůstá (Čmolík et al., 2007).

Za vysokých teplot dochází v malé míře také k polohové izomeraci, čímž vznikají *cis*-9, *trans*-11 a *trans*-10, *cis*-12 izomery konjugované kyseliny linolové (Juanéda et al., 2003). Kyselina linolenová (C18:3) odolává vyšším teplotám nejméně, izomeruje téměř 13krát ochotněji než kyselina linolová. Při 270 °C se více než 40 % kyseliny linolenové přeměňuje na *trans*-deriváty, přednostně vznikají *trans*-izomery jedné dvojné vazby v pozici 9 a 15 uhlovodíkového řetězce (Čmolík et al., 2007).

Menší stálost pentadienových systémů izolovaných dvojných vazeb dienových a trienových kyselin se vysvětluje odštěpením vodíkového radikálu z methylenové skupiny sousedící s dvojnými vazbami, vznikne tak volný radikál přecházející do mezomerní formy. Z ní se po zpětné reakci s odštěpeným atomem vodíku vytvoří nejstabilnější možný systém s jednou nebo dvěma *trans*-vazbami. U těchto kyselin se proto *cis*, *trans*-izomery a *trans*, *trans*-izomery utvářejí již od 240 °C, přičemž trienové kyseliny jsou k izomeraci náchylnější, protože obsahují dvě labilní methylenové skupiny. Z důvodu reaktivity pentadienových systémů probíhá za obdobných podmínek také polohová izomerace, takže z kyseliny linolové vznikají dva a z kyseliny linolenové čtyři konjugované izomery (Velíšek, 2002). V deodorovaných olejích se obsah konjugovaných dienů zhruba zdvojnásobuje. Trieny se nehromadí, poněvadž rychle cyklizují nebo polymerují (Schwarz, 2000a).

Mezi nejužívanější rostlinné oleje v České republice patří slunečnicový a řepkový olej, celosvětově se k nim přidává olej sójový, palmový, kokosový, bavlníkový, podzemnicový a olivový (Prugar a kol., 2008). Olej kokosový charakterizuje převaha kyseliny laurové, myristové a palmitové, olej palmový vysoký obsah kyseliny olejové a palmitové. Tyto oleje jsou tudíž vůči vyšším teplotám při deodoraci odolné. Bavlníkový olej obsahuje velké množství kyseliny linolové, olejové a palmitové, podzemnicový olej tvoří hlavně kyselina olejová a linolová, ve slunečnicovém oleji převládá kyselina linolová a v oleji olivovém kyselina olejová. Tyto oleje jsou k *trans*-izomeraci náchylnější, neobsahují ale téměř žádnou kyselinu linolenovou, a proto za běžných podmínek při deodoraci k většímu nárůstu *trans*-mastných kyselin nedochází. Řepkový a sójový olej naproti tomu obsahují značné množství kyseliny linolenové (Pokorný a kol., 1986). Jejich fyzikální rafinace je díky tomu obtížná a za teploty nad 240 °C dochází k významnému zvýšení obsahu *trans*-mastných kyselin na téměř 4 % všech mastných kyselin (Čmolík a Pokorný, 2000; Mezouari a Eichner, 2008).

Pro snížení tvorby *trans*-mastných kyselin se deodorace doporučuje provádět v rozmezí teplot 230 až 240 °C po dobu 20 až 30 minut, kdy se hladiny těchto kyselin v rostlinných olejích pohybují mezi 0,6 a 1,0 % veškerých mastných kyselin, což je hranice považována za přijatelnou z hlediska bezpečnosti i dalšího využití (Schwarz, 2000a; Čmolík et al., 2007).

Surové rostlinné oleje obsahují *trans*-mastných kyselin pouze zanedbatelné množství, jež vzniká za přítomnosti enzymů v semenech olejnin, například lipoxygenáz katalyzujících oxidaci. Procesy předcházející deodoraci ve větší míře izomeraci dvojných vazeb nezpůsobují (Schwarz, 2000a; Mezouari a Eichner, 2008).

Malé množství nenasycených mastných kyselin s konfigurací *trans*, tj. 0,1 až 0,3 % z celkového obsahu mastných kyselin, bylo nalezeno také v řepkovém a lněném oleji lisovaném za studena. Zde převládaly na rozdíl od rafinovaných olejů *trans*-monoenové izomery a příčina se ukázala v procesu sušení semen olejnin, které předcházelo lisování. Rovněž v tomto případě závisel stupeň *trans*-izomerace na výšce použité teploty (Brühl, 1996; Martin et al., 2007).

### **3.7.1.3.2 Tepelné zpracování potravin**

Při tepelném zpracování či skladování potravin dochází k autooxidaci mastných kyselin, při níž vznikají vlivem energie mimo jiné *trans*-mastné kyseliny (Pokorný, 2004). Tuky by se proto měly skladovat v chladu při teplotách 4 až 10 °C a chránit před světlem, kdy se údržnost pohybuje od tří týdnů u másla do několika měsíců v případě sádla, rostlinných olejů, ztužených pokrmových tuků a margarínů. Mrazírenské uchovávání se nedoporučuje, poněvadž po rozmrazení dochází k rychlému žluknutí (Pánek a kol., 2002).

Při běžných teplotách se vzdušným kyslíkem oxidují jen nenasycené mastné kyseliny, za vyšších teplot, které odpovídají podmínkám pečení, smažení a pražení, dochází k autooxidaci i nasycených mastných kyselin. V iniciační fázi vznikají volný vodíkový radikál a volný radikál mastné kyseliny, energii potřebnou ke štěpení vazby molekula mastné kyseliny získává záhřevem při kulinárním zpracování. V propagační fázi se volný radikál mastné kyseliny snadno sloučí s molekulou kyslíku, přičemž vznikne peroxylový radikál. Peroxylový radikál je opět hodně reaktivní, takže odštěpí atom vodíku z další molekuly nenasycené mastné kyseliny a vytvoří se hydroperoxid a další radikál mastné kyseliny. Sled těchto reakcí se může opakovat mnohokrát, proto se autooxidace řadí mezi radikálové řetězové reakce. Pokud je koncentrace volných radikálů dosti vysoká, dochází k vzájemné reakci dvou volných radikálů za vzniku stabilního neradikálového produktu, čímž reakční řetěz končí. Toto stadium autooxidace se označuje jako terminační stupeň (Velíšek, 2002).

Primární produkty autooxidace představují hydroperoxydy. Počet dvojných vazeb zůstává nezměněn, ale dvojná vazba se zpravidla o jeden atom vodíku posune, k čemuž zvláště



snadno dochází u dienových a trienových mastných kyselin. Při posunu se dvojná vazba současně přesmykne z konfigurace *cis* do stálejší konfigurace *trans* (Velíšek, 2002).

Oxidované tuky jsou většinou hůře stravitelné. Odštěpené oxidované mastné kyseliny se obtížněji vstřebávají, vyšší oligomery vznikající při pokročilé oxidaci se nevstřebávají vůbec (Pánek a kol., 2002b). Oxidované lipidy mají nízkou akutní toxicitu. Při stanovení chronické toxicity se nepříznivě projeví dimery, obzvláště cyklohexenové deriváty nebo cyklické monomerní produkty s kyslíkatými heterocykly. Hydroperoxydy vyvolávají deficit vitamínu E a esenciálních mastných kyselin. Při vyšším příjmu oxidovaných tuků se zvedá jejich hladina v krevním séru a oxidované mastné kyseliny nebo z nich vzniklé volné radikály reagují s některými bílkovinami krevního séra a cévních stěn za vzniku aterosklerotických usazenin. Podobné usazeniny se tvoří v nervové tkáni a dalších orgánech. Oxidační produkty lipidů mohou reagovat s nukleovými kyselinami a jejich pozměněním usnadnit vznik nádorového bujení. Proto se doporučuje při častější konzumaci snadno oxidovatelných lipidů zvýšit příjem přirozených antioxidantů, hlavně tokoferolů a karotenů (Velíšek, 2002).

Při vaření pokrmů se předpokládá nízká úroveň oxidace, jako vhodné se jeví použití margarínů, rostlinných olejů a pokrmových tuků, které jsou však bohaté na nasycené mastné kyseliny. Protože při pečení hrozí vyšší stupeň oxidace, měly by tuky obsahovat převážně mononenasyčené, případně nasycené mastné kyseliny. Doporučují se tuhé pokrmové a šlehané tuky, fritovací oleje. Při smažení na pánvi v tenké vrstvě nastává vysoká míra oxidace použitého tuku a zároveň jeho přepalování, proto ho nelze používat pro opakované smažení. Převažovat by měly kyselina olejová a nasycené mastné kyseliny. Vhodné se zdají speciální fritovací oleje, šlehané a pokrmové tuky, olivový olej. Při fritování je oxidace znatelná, avšak část oxidačních produktů vytéká. Po smažení se tuk musí skladovat v chladu a včas vyměnit, aby se zabránilo jeho přepalování. Použitý tuk by měl mít pro zajištění vysoké stability nízký podíl nenasycených mastných kyselin, tj. do 5 % kyseliny linolové a do 3 % kyseliny linolenové. Doporučují se olivový, palmový olej a palmolein, částečně ztužené kapalně oleje a částečně ztužené tuhé tuky (Pánek a kol., 2002b).

Z hlediska tvorby *trans*-izomerů mastných kyselin představuje nejrizikovější kulinární zpracování smažení, kdy se tuk přehřívá na 150 až 200 °C. Při smažení se přenáší teplo z tuku do smaženého pokrmu a zároveň dochází k odpařování vody z potraviny a k absorpci tuku (Martin et al., 2007). Činiteli určujícími složení mastných kyselin smaženého pokrmu jsou typ a kvalita použitého tuku a vlastnosti zpracovávané suroviny. Absorpci tuku různých potravin uvádí tabulka č. 11 (Fillion a Henry, 1998; Minihane a Harland, 2007).

**Tabulka 11:** Absorpce tuku různých smažených potravin (Fillion a Henry, 1998; Minihane a Harland, 2007)

<b>Rostlinná potravina</b>	<b>Absorpce v %</b>	<b>Živočišná potravina</b>	<b>Absorpce v %</b>
bramborové hranolky	12 – 15	kuřecí a rybí řízek	15 – 20
nízkotučné bramborové lupínky	20	kuřecí a rybí maso obalované v těstíčku	15
bramborové lupínky	35 – 40	kuřecí stehna	10
cibule	35	hovězí kýta	< 10
houby	70	vepřová kotleta	< 10

Při smažení probíhají v oleji kromě oxidace a izomerace také pyrolýza, polymerace a hydrolýza (Martin et al., 2007). Hydrolýza nastává působením horké páry, uvolňované ze smažené potraviny, a umožňuje vznik volných mastných kyselin. Polymerační děje způsobují reakce mezi volnými radikály a interakce karboxylových skupin volných mastných kyselin s hydroxylovými a epoxidovými skupinami oxidovaných mastných kyselin tuku. Mezi pyrolytické procesy patří například dehydratace oxidačních produktů nebo jejich reakce s bílkovinami a jinými složkami smaženého pokrmu, při nichž se utvářejí senzorycky aktivní látky. Nejvýznačnější pyrolytickou reakcí je rozklad glycerolu na akrolein (Velíšek, 2002).

Tvorba *trans*-mastných kyselin během smažení závisí na teplotě, době působení a na složení mastných kyselin použitého rostlinného tuku (Ledoux et al., 2007; Martin et al., 2007). Podobně jako během deodorace za vysokých teplot i v případě smažení se přednostně tvoří *trans*-polyenové izomery. Kyselina linolenová je k vysokým teplotám nejcitlivější, vznikají čtyři *trans*-izomery téměř výhradně v pozici 9 a 15 uhlovodíkového řetězce, které mohou zodpovídat až za 3,5 % veškerých mastných kyselin. Kyselina linolová je k tepelnému záhřevu méně senzitivní, produkuje většinou izomery jedné dvojně vazby. *Trans*-9, *trans*-12 izomer vzniká až při vysokých teplotách zpracování (Ledoux et al., 2007). Při teplotách nad 180 °C se v rostlinných olejích vytváří konjugovaná kyselina linolová, hlavně izomery *trans*-9, *trans*-11 a *trans*-10, *trans*-12 (Juanéda et al., 2003; Bou et al., 2005).

Vzhledem k rozličnému složení reagují jednotlivé rostlinné tuky na podmínky smažení odlišně. Obecně platí, že se tvorba *trans*-mastných kyselin objevuje při teplotách nad 150 °C a zvyšuje se s rostoucí teplotou a délkou trvání záhřevu (Suková, 2005; Martin et al., 2007). Kritickou pro vznik geometrických i pozičních izomerů byla stanovena teplota 180 až 190 °C (Bou et al., 2005). Nicméně znatelné množství *trans*-mastných kyselin se vytváří při 200 °C až po několika hodinách, tudíž k dosažení jejich významného podílu během smažení by bylo zapotřebí náročných podmínek, ke kterým dochází jen zřídka (Liu et al., 2007; Mezouari a Eichner, 2008; Tsuzuki et al., 2008). V rostlinných olejích se při teplotách nad 150 °C

výchozí obsah 0,2 až 1,5 % zvýší na 2 % celkových mastných kyselin až po 52 hodinách, což dokazuje, že podíl *trans*-izomerů vzniklý při kulinárních úpravách není významný. Přesto se doporučuje nepoužívat k tepelným úpravám jídel tuky s vysokým obsahem polynenasycených mastných kyselin, které jsou k izomeraci náchylnější, a při použití olejů co možná nejméně snížit teplotu. Optimum pro pečení leží mezi 130 a 140 °C, pro fritování mezi 160 a 170 °C (Suková, 2005). Zároveň je žádoucí tuky během smažení přidávat a vyměňovat, čímž dojde k dalšímu snížení rizika degradace mastných kyselin a k získání smažených potravin s nepatrným podílem *trans*-mastných kyselin (Romero et al., 2000).

Z důvodů vyšší oxidační stability a delší trvanlivosti se pro úpravy pokrmů vyžadující vysoké teploty stále často používají ztužené a částečně ztužené rostlinné tuky, které obsahují velký podíl *trans*-mastných kyselin (Brát, 2004). Smažené pokrmy se dosud považují za významný zdroj těchto mastných kyselin, původcem jsou ovšem spíše používané tuky na smažení než proces sám. Při smažení nebo jiných tepelných úpravách totiž vzniká množství *trans*-izomerů takřka zanedbatelné ve srovnání s jejich obsahem ve ztužených tucích (Romero et al., 2000; Daniel-O'Dwyer et al., 2007; Tsuzuki et al., 2008).

### **3.7.2 Vstřebávání, transport a metabolismus *trans*-nenasycených mastných kyselin**

Vstřebatelnost *trans*-mastných kyselin se pohybuje kolem 95 %, velmi se tedy blíží vstřebatelnosti ostatních mastných kyselin. Rovněž po absorpci dochází k obdobným metabolickým pochodům. Jejich desaturace a elongace probíhá za účasti stejných enzymů jako u *cis*-nenasycených mastných kyselin, oxidují se k získání energie (Becker et al., 2004).

*Trans*-mastné kyseliny nepředstavují konečné produkty žádných metabolických dějů. V lidském organismu vznikají pouze jako meziprodukty, protože všechny mastné kyseliny se přes *trans*-izomery syntetizují v mitochondriích nebo odbourávají procesem  $\beta$ -oxidace (Pokorný, 2004). Jelikož mnoho studií prokázalo pozitivní korelaci mezi příjmem *trans*-mastných kyselin ze stravy a jejich koncentrací v krvi a tkáních, považuje se příspěvek *trans*-izomerů produkovaných v těle za zanedbatelný. *Trans*-mononenasycené a polynenasycené mastné kyseliny byly nalezeny v tukové tkáni, krevních buňkách, sérových lipoproteinech, ledvinách, mozku, srdci, v játrech, aortě, jejunu a v mateřském mléce (Becker et al., 2008).

Protože se však *trans*-mastné kyseliny z velké části nespěšně odbourávají, představují pro organismus zátěž, doprovázenou řadou nepříznivých zdravotních účinků. Na molekulární

úrovni se nejvíce uplatňují při enzymových reakcích a při tvorbě membrán nervové tkáně, kde se inkorporují v poloze sn-1 fosfolipidů místo nasycených mastných kyselin (Velíšek, 2002).

Ačkoliv výsledky studií *in vitro* a studií na zvířatech dokazují, že *trans*-mastné kyseliny mohou inhibovat konverzi esenciálních mastných kyselin, je nepravděpodobné, že by byl metabolismus kyseliny linolové a  $\alpha$ -linolenové tímto způsobem narušen, pokud jejich příjmy dosahují doporučené úrovně (Becker et al., 2004).

### **3.7.3 Význam *trans*-nenasycených mastných kyselin ve výživě**

Názory odborníků na výživu týkající se *trans*-mastných kyselin se v průběhu času dosti měnily. Zatímco v 80. letech se jejich příjem ze zdravotního hlediska považoval za rovnocenný monoenoovým mastným kyselinám, v polovině 90. let byl jejich fyziologický účinek přirovnáván k účinkům nasycených mastných kyselin. Dnes se ukazuje, že *trans*-izomery ovlivňují některé rizikové faktory více než nasycené mastné kyseliny (Brát, 2004).

#### **3.7.3.1 Kardiovaskulární onemocnění**

Nemoci oběhového systému představují v rozvinutých zemích hlavní příčinu úmrtnosti. V Evropě zodpovídají za 48 % (u žen 54 %, u mužů 43 %) všech úmrtí, přičemž nejčastějším viníkem je ischemická choroba srdeční, následovaná mozkovou mrtvicí (BHF, 2008). V České republice stojí kardiovaskulární onemocnění za 50 % (u žen 55 %, u mužů 45 %) všech úmrtí (ÚZIS, 2008). Podle prognóz Světové zdravotní organizace nemoci oběhového systému zůstanou celosvětovou vedoucí příčinou úmrtnosti po celá desetiletí (WHO, 2003). Za společného jmenovatele kardiovaskulárních onemocnění se označuje ateroskleróza. Ateroskleróza je dlouhodobě se vyvíjející choroba cévní stěny s tvorbou ateromů, plátů v cévách, které se skládají především z esterů cholesterolu a mnohdy podléhají kalcifikaci. V důsledku aterosklerózy se rozvíjí ischemická choroba srdeční. Zúžení tepny a její ztvrdnutí, tzv. kornatění tepen, ji může podporou vzniku trombu náhle ucpat a vyvolat anoxii. Nejběžněji postižené jsou koronární tepny, proto mezi příčinami úmrtí vede infarkt myokardu. Závažné cévní poruchy se objevují rovněž na mozkových cévách, periferních tepnách dolních končetin, v sítnici, ledvinách i jinde. Vznik aterosklerózy v lidském organismu souvisí s vysokou hladinou cholesterolu v krevní plazmě, nejvíce s cholesterolem obsaženým v LDL. Proto se poukazuje na aterogenní efekt LDL, kdežto HDL se považují za antiaterogenní (Ledvina a kol., 2004).

Výzkumem hladiny LDL a HDL cholesterolu ve vztahu k *trans*-nenasyceným mastným kyselinám se zabývalo velké množství intervenčních studií. Výsledky těchto studií dokazují, že konzumace stravy obsahující *trans*-mastné kyseliny vede ke zvýšení sérového LDL cholesterolu ve srovnání s konzumací stravy obsahující *cis*-mononenasycené nebo polynenasycené mastné kyseliny. Zatím však nelze potvrdit, že při porovnání stejného množství mají *trans*-mastné kyseliny odlišný vliv na LDL cholesterol než směs nasycených mastných kyselin (Becker et al., 2004; Hunter, 2006). Tento efekt byl prokázán při příjmu 4 a více % *trans*-izomerů mastných kyselin z celkového energetického příjmu (Hunter, 2006). Mezi dávkou a sérovým LDL cholesterolem existuje lineární vztah (Becker et al., 2004). Jelikož se zvýšená hladina LDL cholesterolu spojuje s ischemickou chorobou srdeční, považuje se příjem vyšších množství *trans*-mastných kyselin za rizikový faktor rozvoje tohoto onemocnění (Hunter, 2006).

Konzumace stravy s 5 až 6 % *trans*-mastných kyselin z celkového energetického příjmu vede ke snížení sérového HDL cholesterolu ve srovnání se stravou obsahující nasycené, *cis*-mononenasycené a polynenasycené mastné kyseliny (Hunter, 2006). Vztah mezi dávkou a hladinou HDL cholesterolu je rovněž lineární (Becker et al., 2004). Provedené studie dále přenesly důkaz o tom, že *trans*-mastné kyseliny zvyšují poměr LDL cholesterolu k HDL cholesterolu více než nasycené mastné kyseliny. Představují proto pro vznik ischemické choroby srdeční větší riziko (Stender a Dyerberg, 2004; Hunter, 2006; Gebauer et al., 2007). Z uvedeného vyplývá, že *trans*-mastné kyseliny zvyšují poměr celkového cholesterolu k HDL cholesterolu. V epidemiologických studiích se ukázalo, že snížené hladiny HDL cholesterolu a zvýšený poměr celkového cholesterolu k HDL cholesterolu znamenají vyšší pravděpodobnost rozvoje kardiovaskulárních onemocnění (Becker et al., 2004).

Intervenční studie rovněž naznačují, že konzumace stravy obsahující *trans*-mastné kyseliny vede ke zvýšené koncentraci triacylglycerolů v krvi. Tato spojitost je opět lineárně závislá na dávce, přičemž zvýšený obsah triacylglycerolů v krvi se považuje za rizikový faktor vzniku kardiovaskulárních onemocnění (Becker et al., 2004; Gebauer et al., 2007).

Proaterogenní účinek vykazují kromě LDL také anomální lipoproteiny. Nejznámějším je lipoprotein (a), jenž se podobá částici LDL s tím rozdílem, že zde se přítomný apoprotein disulfidovou vazbou kovalentně připojuje na apoprotein (a). Apoprotein (a) má charakter glykoproteinu a zároveň obsahuje struktury podobné plasminogenu, které se mohou místo něj navazovat. Nemají ale jeho fibrinolytickou aktivitu, což neblaze ovlivňuje schopnost lyzovat tromby a zvyšuje se nebezpečí ucpání cévy (Ledvina a kol., 2004). *Trans*-izomery mastných

kyselin pravděpodobně zvyšují hladinu lipoproteinu (a), zvláště u osob s vyššími koncentracemi tohoto lipoproteinu (Hunter, 2006; Gebauer et al., 2007).

Další zvláštností jsou malé denzní LDL, které obsahují méně fosfolipidů, sacharidové složky a esterů cholesterolu, více malondialdehydu a vykazují nižší aktivitu antioxidantních látek. Navíc mají větší afinitu k heparansulfátu cévní stěny, což prodlužuje dobu jejich expozice oxidačnímu stresu (Ledvina a kol., 2004). Výsledky studií, zaměřujících se na tuto problematiku, naznačují, že konzumace *trans*-mastných kyselin by rovněž mohla podporovat, v závislosti na dávce, produkci malých LDL částic (Hunter, 2006; Gebauer et al., 2007).

Epidemiologické studie podporují zjištění z intervenčních studií o spojení mezi vyššími příjmy *trans*-mastných kyselin a rozvojem kardiovaskulárních nemocí. V prospektivních kohortových studiích, které porovnávaly *trans*-mastné a nasycené mastné kyseliny, se účinky *trans*-mastných kyselin projeví jako silnější než účinky směsi nasycených mastných kyselin (Becker et al., 2004; Stender a Dyerberg, 2004; Gebauer et al., 2007).

Při hodnocení vlivu na krevní tlak, oxidovatelnost LDL částic, zánětlivé reakce nebo hemostatickou funkci, tj. shlukování krevních destiček, koagulaci či fibrinolýzu, *trans*-mastné kyseliny nevykazovaly jednoznačné ani významné účinky (Becker et al., 2004; Hunter, 2006).

### **3.7.3.2 Diabetes mellitus 2. typu**

Diabetes mellitus patří k nejčastějším metabolickým chorobám v populaci. V České republice bylo v roce 2007 hlášeno přes 750 000 léčených diabetiků (ÚZIS, 2008). Na stále rostoucím počtu takto nemocných se podílí především diabetes mellitus 2. typu (na inzulínu nezávislý), který zodpovídá za 90 až 95 % všech případů diabetu a za jehož rozvojem stojí inzulínová rezistence periferních tkání (Odegaard a Pereira, 2006).

Z výsledků provedených studií vyplývá, že vyšší příjmy *trans*-izomerů mastných kyselin nemají u zdravých jedinců významný dopad na citlivost periferních tkání k inzulínu, avšak u pacientů s diabetem mellitem 2. typu zřejmě inzulínovou rezistenci zapříčiňují nebo zhoršují (Odegaard a Pereira, 2006; Gebauer et al., 2007). Při příjmech dosahovaných v současné době v evropských zemích není vliv mastných kyselin na citlivost k inzulínu odlišný, pokud dojde k izokalorické substituci *trans*-mastných kyselin nasycenými mastnými kyselinami, kyselinou olejovou nebo linolovou (Becker et al., 2004). Dosud také chybí epidemiologický důkaz, že mezi příjmem *trans*-mastných kyselin a rozvojem diabetu mellitu 2. typu existuje jednoznačný vztah, přesto by se tento vliv neměl podceňovat (Becker et al., 2004; Stender a Dyerberg, 2004; Hunter, 2006; Gebauer et al., 2007).

### 3.7.3.3 Nádorová onemocnění

Nádorová onemocnění představují po nemocech oběhového systému druhou nejčastější příčinu úmrtnosti. V České republice zodpovídaly v roce 2007 za 27 % všech úmrtí (ÚZIS, 2008). Vztah mezi hladinou *trans*-mastných kyselin v tukové tkáni a rakovinou prsu odhalila evropská studie Euramic, provedená v letech 1991 až 1992. Pozitivní korelaci mezi příjmem *trans*-mastných kyselin a výskytem rakoviny prsu potvrdily výsledky nizozemské kohortové studie, jejíž výsledky byly publikované v roce 2002. Pozitivní, avšak slabá asociace mezi příjmem *trans*-mastných kyselin a výskytem rakoviny tlustého střeva u žen byla pozorována v americké studii případů a kontrol. Vliv hladiny *trans*-mastných kyselin v tukové tkáni na rakovinu tlustého střeva a prsu se prokázal v ekologické studii z roku 1996. Výsledky ostatních studií tyto nálezy nepotvrdily. Vliv *trans*-mastných kyselin na vznik nádorových onemocnění se tudíž považuje za možný, ale stále nejasný (Becker et al., 2004; Hunter, 2006).

### 3.7.3.4 Růst a vývoj plodu

Protože *trans*-mastné kyseliny procházejí skrz placentu a vylučují se do mateřského mléka, dostávají se do tkání a krevních lipidů plodů a novorozenců, kde mohou negativně ovlivňovat metabolismus esenciálních mastných kyselin. Polynenasycené mastné kyseliny řady n-3 i n-6 s prodlouženým řetězcem jsou přitom nezbytné pro správný růst a vývoj. Několik provedených studií potvrdilo negativní korelaci mezi hladinou *trans*-mastných a polynenasycených mastných kyselin s prodlouženým řetězcem v plazmě novorozenců. Inverzní vztah mezi expozicí *trans*-mastným kyselinám a normálním průběhem růstu a vývoje plodů a novorozenců se však jednoznačně neprokázal. Kvůli závažnosti je třeba tuto problematiku dále zkoumat (Becker et al., 2004; Stender a Dyerberg, 2004; Hunter, 2006).

### 3.7.3.5 Astma a alergie

V mezinárodní studii zabývající se astmatem a alergiemi v dětství byla pozorována pozitivní korelace mezi výskytem astmatu, alergické rýmy a atopického ekzému a tzv. západním způsobem stravování, který charakterizuje mimo jiné vysoký podíl *trans*-mastných kyselin. Z výsledků nelze prokázat, zda je tento vztah přímým důsledkem konzumace *trans*-mastných kyselin, avšak jistá pravděpodobnost zde existuje (Becker et al., 2004; Stender a Dyerberg, 2004).

### 3.7.3.6 Konjugovaná kyselina linolová

Většina uskutečněných studií se zabývala výzkumem účinků *trans*-mononenasycených mastných kyselin pocházejících ze ztužených rostlinných tuků. Protože pozice dvojných vazeb v konfiguraci *trans* pravděpodobně ovlivňuje fyziologické vlastnosti mastných kyselin a rychlost jejich biochemických přeměn, rozdíly v distribuci *trans*-izomerů mezi průmyslovými zdroji a tuky přežvýkavců mohou mít velký význam ve vztahu k jejich účinkům na lidské zdraví. V poslední době se často spekuluje o potenciálních pozitivních dopadech konzumace *trans*-mastných kyselin živočišného původu. Zmiňuje se hlavně nejčtenější kyselina vakcenová a od ní odvozená konjugovaná kyselina linolová (Lock et al., 2005). Navíc lze předpokládat, že člověk se za mnoho tisíciletí konzumu *trans*-mastných kyselin pocházejících z tuku přežvýkavců na ně stačil alespoň částečně adaptovat (Pokorný, 2004).

Účinky *trans*-mastných kyselin z tuku přežvýkavců však nehodnotila žádná intervenční studie, proto nelze stanovit přesné rozdíly mezi průmyslovými a přirozenými *trans*-mastnými kyselinami ve vlivu na rizikové faktory metabolismu. Studie zabývající se konjugovanou kyselinou linolovou používanou jako potravinový doplněk, tj. směsí *cis*-9, *trans*-11 a *trans*-10, *cis*-12 izomerů, podaly důkaz o potenciálních vlivech na snížené ukládání tuku v tukové tkáni, zlepšení imunitních reakcí, zlepšení skladby lipoproteinů v krvi, zpomalení nástupu diabetu mellitu 2. typu a na snížení rizika vzniku karcinomů. Výsledky jsou však rozporuplné a nadto se účinky různých izomerů odlišují. Byla prokázána škodlivost *trans*-10, *cis*-12 izomeru na metabolismus lipidů a glukózy a citlivost k inzulínu, avšak jen při podávání relativně velkých dávek (Becker et al., 2004; Gebauer et al., 2007). Zdravotní dopady přirozeně se vyskytující konjugované kyseliny linolové vyšetřoval pouze malý počet studií, přičemž jejich výsledky jsou nejednoznačné, co se týče jakýchkoliv pozitivních dopadů příjmu konjugované kyseliny linolové z potravin na současné úrovni, která se odhaduje v Evropě na 0,3 g/den (Becker et al., 2004).



### 3.7.4 Výskyt *trans*-nenasycených mastných kyselin v potravinách

V potravinách se nachází velký počet *trans*-izomerů mononenasycených a polynenasycených mastných kyselin. V tuku mléčných a masných výrobků pocházejících z přežvýkavců převažují *trans*-oktadecenové kyseliny, tj. izomery kyseliny olejové, z nichž kyselina vakcenová (*trans*-11 C18:1) tvoří přibližně 50 %. Vyskytují se zde izomery také jiných mononenasycených a polynenasycených mastných kyselin s nekonjugovanou i konjugovanou strukturou, z nichž nejvýznamnější konjugovaná kyselina linolová představuje 0,5 až 2 % všech mastných kyselin (Becker et al., 2004; Ledoux et al., 2007). Z této specifické skupiny se v mléčném tuku nejhojněji vyskytuje kyselina bachorová, která zodpovídá za 75 až 90 % veškeré přítomné konjugované kyseliny linolové, druhým nejčastějším izomerem s téměř 10 % je *trans*-7, *cis*-9 C18:2, zbytek tvoří směs různých izomerů (Lock et al., 2005). Celkový podíl *trans*-mastných kyselin činí v mléčném a hovězím tuku 3 až 6 % hmotnosti všech mastných kyselin, v jehněčím a skopovém mase bývá poněkud vyšší (Becker et al., 2004).

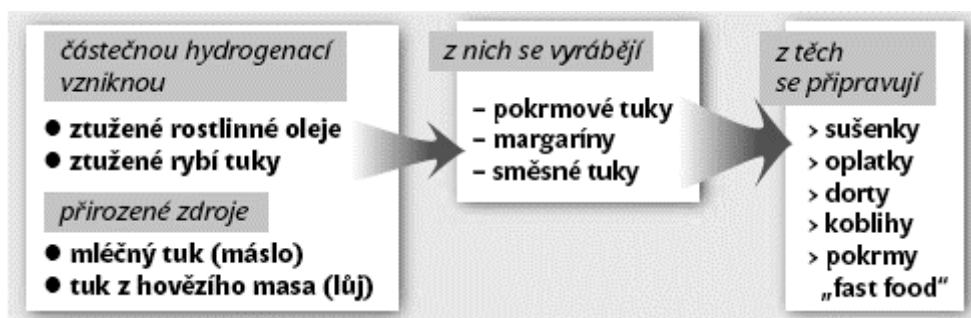
Rostlinné oleje obsahují *trans*-mastné kyseliny v množství do 1 % všech mastných kyselin, v důsledku rafinace převažují *trans*-oktadekadienové kyseliny. Pouze v případě sójového a řepkového oleje jsou patrné rovněž *trans*-oktadekatrienové kyseliny (Aro et al., 1998). Při rafinaci vznikající konjugovaná kyselina linolová představuje přibližně 0,1 % všech mastných kyselin (Juanéda et al., 2003). Při tepelných úpravách, nejčastěji při smažení a fritování, dochází v rostlinných olejích ke zvýšení podílu *trans*-oktadekadienových, případně oktadekatrienových kyselin (Aro et al., 1998). Množství konjugované kyseliny linolové vzrůstá na 0,3 až 0,5 % všech mastných kyselin (Juanéda et al., 2003).

V potravinách obsahujících částečně ztužené rostlinné tuky dosahují *trans*-oktadecenové kyseliny až 94 % obsahu veškerých mastných kyselin (Aro et al., 1998), přičemž kyselina elaidová (*trans*-9 C18:1) představuje 20 až 30 % a kyselina vakcenová 10 až 20 % všech *trans*-oktadecenových izomerů (Becker et al., 2004; Lock et al., 2005). Mezi *trans*-polynenasycenými mastnými kyselinami, přítomnými v mnohem menším množství, vyčnívají izomery *cis*-9, *trans*-12 C18:2 a *trans*-9, *cis*-12 C18:2. Konjugovaná kyselina linolová se vytváří v průběhu hydrogenace pouze jako meziprodukt (Ledoux et al., 2007). Rozdíly v zastoupení jednotlivých *trans*-mastných kyselin jsou patrné nejen mezi tuky přežvýkavců a částečně ztuženými tuky, ale i mezi různými ztuženými tuky (Becker et al., 2004).

Ztužené a částečně ztužené rostlinné tuky se používají k výrobě tukové násady do margarínů, směsných tuků či pokrmových tuků (zvaných též shorteningy) určených

především pro průmyslové zpracování (Dlouhý a Anděl, 2006). Pokrmové tuky se přidávají do těst na výrobu jemného pečiva, protože v těstě zadržují bublinky vzduchu nebo plynů vznikajících při kynutí, čímž výrobku propůjčují větší objem a pórovitější, kypřejší a měkčí strukturu (Pokorný, 2005). Kvůli odolnosti vůči oxidačnímu žluknutí a tuhé konzistenci jsou pokrmové tuky důležité při výrobě trvanlivého pečiva, cukrovinek, plev a dalších potravinářských výrobků. Jejich oxidační stability i za vysokých teplot se využívá při tepelné úpravě pokrmů, zejména při smažení a pečení (Ghotra et al., 2002). Celkový obsah *trans*-mastných kyselin se odvíjí od množství přidaného částečně ztuženého tuku. V posledních letech postupně dochází v uvedených druzích výrobků k jeho úbytku, často se však nahrazuje tuky se zvýšeným obsahem nasycených mastných kyselin (Becker et al., 2004). Hlavní zdroje *trans*-izomerů mastných kyselin shrnuje obrázek č. 5.

**Obrázek 5:** Hlavní zdroje *trans*-izomerů mastných kyselin (Dlouhý a Anděl, 2006)



### 3.7.4.1 Rostlinné jedlé tuky a oleje

V letech 1995 až 1996 probíhala ve 14 evropských zemích, bez účasti České republiky, studie TRANSFAIR, jež měla za úkol stanovit metodou plynové chromatografie obsah *trans*-mastných kyselin v jedlých tucích a olejích. Výsledky ukázaly, že podíl *trans*-izomerů se v měkkých margarínech a pomazánkách pohyboval v rozmezí 0,1 až 17 % všech mastných kyselin, zatímco tuky pro průmyslové použití a tuky určené na pečení a smažení měly tyto hodnoty poněkud vyšší. Nejvyšší podíl *trans*-mastných kyselin, až 50 %, byl zjištěn u tuků na smažení. Většina rostlinných olejů obsahovala *trans*-mastných kyselin méně než 1 %. V porovnání s dřívějšími analýzami se v evropských zemích hladiny *trans*-izomerů v měkkých margarínech a pomazánkách snížily, k tomuto trendu však nedocházelo u tuků pro průmyslové využití a u tuků určených na smažení a pečení. K náhradě *trans*-mastných kyselin ve výrobcích nejčastěji sloužily nasycené mastné kyseliny s 12 až 16 uhlíky v řetězci a *cis*-nenasycené mastné kyseliny. Kyselina stearová se k náhradě použila velmi zřídka (Aro et al.,

1998). Údaje z novějších analýz ukazují, že hladiny *trans*-izomerů ve většině měkkých margarínů a rostlinných olejů klesly pod 2 % všech mastných kyselin (Becker et al., 2004).

V roce 1996 publikovali Schwarz a Novák výsledky stanovení složení mastných kyselin tukových výrobků, které se na našem trhu vyskytovaly počátkem 90. let. Obsah *trans*-izomerů se v margarínech na pečení vyráběných v České republice pohyboval mezi 27,8 a 42,2 %, v zahraničních výrobcích od stopových množství po 39 %. Pomazánkové margaríny z České republiky obsahovaly *trans*-mastné kyseliny v rozmezí 16,3 až 29,6 %, pouze v jediném případě se vyskytovaly stopy těchto kyselin, zahraniční pomazánkové margaríny obsahovaly stopová množství až 39,9 %. Také v nízkoenergetických margarínech (do 40 % tuku) byl podíl *trans*-mastných kyselin převážně vysoký, tj. vyšší než 10 % (Dostálová a Brát, 2004).

Složení roztíratelných tuků určených jako pomazánka na pečivo se v České republice z výživového hlediska od začátku 90. let výrazně zlepšilo. Zatím poslední publikované výsledky stanovení mastných kyselin v roztíratelných a směsných roztíratelných tucích z roku 2007, které zobrazuje příloha č. 2, ukazují, že více než 1 % *trans*-mastných kyselin z celkových mastných kyselin obsahovalo 15 ze 40 testovaných výrobků. Hladiny vyšší než 2 %, které navíc nedosahovaly takových hodnot jako v minulosti, byly zaznamenány jen u několika výrobků, které nejsou masově prodávány. Ve srovnání s obsahem v mléčném tuku (viz příloha č. 3) se obecně v roztíratelných tucích *trans*-mastné kyseliny vyskytují v podstatně nižším nebo maximálně ve stejném množství (Brát a Dostálová, 2007).

V případě tuků určených na smažení a pečení k tak významnému zlepšení z nutričního hlediska nedošlo. Výsledky nejnovějších analýz složení mastných kyselin z roku 2007 a 2008 prokázaly, že 3 z 25 testovaných výrobků, dostupných na trhu v České republice, obsahují *trans*-mastné kyseliny v množství nad 3 % z celkových mastných kyselin. Z tuků doporučených výrobcem na smažení měly oleje, sádlo a tekutý margarín Rama Culinense podíl *trans*-mastných kyselin v rozmezí 0,2 až 1,7 % z celkových mastných kyselin (Dostálová a kol., 2008b), kdežto ve skupině pokrmových tuků u 2 vzorků ze 6 testovaných dosáhl tento podíl více než 20 %, u ostatních výrobků nepřesáhl 4 % (Dostálová, 2008b). Z uvedeného vyplývá, že tuky určené na smažení a pečení obsahují oproti roztíratelným tukům pro studenou kuchyni poněkud více *trans*-mastných kyselin, avšak i zde došlo v posledních letech ke zdatnému pokroku. Problematickými zůstávají některé pokrmové tuky na smažení a v menší míře rovněž pokrmové tuky na pečení, při jejichž výrobě se nadále uplatňuje hydrogenace (Pokorný, 2005). Složení mastných kyselin konkrétních tuků na smažení a pečení ukazují přílohy č. 4, 5 a 6.

Zvláštní kategorii tuků pro studenou kuchyni zaujímají pomazánková másla. Pomazánkové máslo je nesprávné, ale doposud evropskou legislativou tolerované označení mléčného výrobku ze zakysané smetany, obohaceného sušeným mlékem nebo sušeným podmáslem, obsahujícího nejméně 31 % hmotnostních mléčného tuku a nejméně 42 % hmotnostních sušiny (Vyhláška č. 77/2003 Sb.). Při testech složení pomazánkových másel a pomazánek z české tržní sítě, provedených v roce 2008, se zjistilo, že z 11 zkoumaných pomazánkových másel byly 4 takto označeny neprávem, protože obsahovaly rostlinné tuky, které se v nich vyskytovat nesmějí. Ostatní výrobky s rostlinnými tuky nesly název pomazánky nebo pomazánkové krémy. V pomazánkových máslech, obsahujících pouze mléčný tuk, se nacházely *trans*-mastné kyseliny v množství 2,6 až 2,8 % z celkových mastných kyselin, kdežto ve skupině pomazánek a krémů, včetně nesprávně označených, se v 5 vzorcích z 10 nacházely v množství nad 11 % (viz příloha č. 7). Z výsledků vyplývá, že do některých pomazánek a krémů se dosud přidávají ztužené rostlinné tuky s vysokým obsahem *trans*-mastných kyselin. Pravá pomazánková másla se tudíž obecně pokládají za přijatelnější (Dostálová, 2008b).

#### 3.7.4.2 Pokrmy „fast food“

Mezi nejvýznamnější zdroje *trans*-mastných kyselin se řadí smažené pokrmy, především z důvodu absorpce těchto kyselin ze ztužených tuků mnohdy používaných na smažení (viz kapitola 3.7.1.3.2). Oblíbeným místem konzumace smažených pokrmů, pokud pomineme domácnosti, se postupem doby staly restaurace rychlého občerstvení neboli „fast food“. Nabízejí totiž hotové produkty, nejčastěji smažené, v co nejkratším čase, což se v dnešní uspěchané době velmi oceňuje.

Za nejoblíbenější a zároveň nejvíce testované produkty „fast food“ platí bramborové hranolky, doprovázené hamburgery a smaženými kuřecími specialitami. V roce 2005 probíhala studie, která srovnávala obsah tuku a *trans*-mastných kyselin v běžně konzumovaném pokrmu tvořeném 171 g hranolků a 160 g kuřecích nugget nebo křidélek v řetězcích KFC a McDonald's v různých zemích světa. V řetězci McDonald's tato porce obsahovala *trans*-mastných kyselin od méně než 1 % až po 20 % z celkového tuku, který dosahoval 42 až 70 %. V České republice byl naměřen obsah tuku 52 % a z něj 6 % tvořily *trans*-mastné kyseliny. V KFC se porce hranolků a kuřecích křidélek skládala z 43 až 75 % tuku, z něhož *trans*-mastné kyseliny představovaly 1 až 34 %. V České republice byl naměřen obsah těchto kyselin 29 % z celkového tuku, který tvořil 48 % (Stender et al., 2007).

Společnost McDonald's se v listopadu roku 2006 zavázala, že do dvou let výrazně sníží obsah *trans*-izomerů ve svých výrobcích náhradou používaného fritovacího oleje směsí vysoce olejnatých řepkových a slunečnicových olejů. Měla tak dosáhnout omezení obsahu těchto mastných kyselin na nejvýše 2 % bez současného překročení hladiny 12 % nasycených mastných kyselin. Změna používaného oleje měla výrazně snížit obsah *trans*-mastných kyselin v hranolcích, smažených kuřecích a rybích výrobcích a dalších smažených produktech bez vlivu na jejich chuťové charakteristiky (McDonald's, 2006).

Výsledky studie z roku 2007 zabývající se složením jedlých tuků, dostupných na trhu v České republice, potvrdily snížení podílu *trans*-mastných kyselin v bramborových hranolcích v řetězci McDonald's na 2,6 a 2,9 % z celkových mastných kyselin, stále však nebylo dosaženo vytyčené hranice 2 %. Bramborové hranolky v řetězci KFC obsahovaly 22,7 a 40,5 % *trans*-mastných kyselin z celkových mastných kyselin, což dokazuje používání částečně ztužených tuků. V ostatních restauracích rychlého občerstvení tyto hodnoty nepřekročily 2,1 %, jak ukazuje příloha č. 8 (Dostálová a kol., 2008b).

### 3.7.4.3 Pekařské výrobky

Trvanlivé pečivo je druh pekařských výrobků definovaný podle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 333/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů, jako výrobky vyrobené z mouky, popřípadě dalších surovin, přídatných látek a látek určených k aromatizaci, s obsahem vody nejvýše 10 %, s výjimkou perníků, preclíků a trvanlivých tyčinek s obsahem vody nejvýše 16 %; popřípadě plněné různými náplněmi, máčené, potahované nebo povrchově upravené. Mezi trvanlivé pečivo patří sušenky, trvanlivé pečivo ze šlehaných hmot, oplatky, perník, suchary, preclíky a trvanlivé tyčinky. Speciální skupinu trvanlivého pečiva tvoří výrobky typu „snack“, do nichž se řadí výrobky pečené a pražené, například crackery, dále výrobky smažené a expandované, směsi přirozených surovin, především müsli a cereální snídaně (Dostálová a Brát, 2002). Jak už bylo řečeno dříve, spotřeba trvanlivého pečiva v České republice neustále stoupá. Údaje o zastoupení jednotlivých druhů na spotřebě nejsou k dispozici, avšak s jistotou lze tvrdit, že zatímco dříve převládaly výrobky s nižším obsahem tuku, zejména sušenky s 10 až 15 % tuku, dnes se výrazně rozšířila nabídka sensoricky atraktivních výrobků, například plněných oplatek, jejichž obsah tuku někdy převyšuje i 30 % (Dostálová a Brát, 2002).

Jemné pečivo jsou podle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 333/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů, výrobky získané tepelnou úpravou těst nebo hmot s recepturním

přídavkem nejméně 8,2 % bezvodého tuku nebo 5 % cukru na celkovou hmotnost použitých mlýnských výrobků, popřípadě plněné různými náplněmi před pečením nebo po upečení marmeládou, džemem nebo povidly nebo povrchově upravené sypaním, polevou nebo glazurou. Mezi jemné pečivo se řadí buchty, vánočky, koblihy, záviny, loupáky, croissanty a další z různých druhů těst a hmot, například kynutého, lineckého a listového, které vyhovují uvedené definici (Dostálová a kol., 2004). Spotřebu jemného pečiva Český statistický úřad samostatně nevykazuje. Zahrnuje ji do skupiny pšeničného pečiva, jehož spotřeba, zřejmě i v důsledku zvyšující se spotřeby jemného pečiva, stoupla od roku 1990 do roku 2007 z 32,5 kg na osobu a rok (ČSÚ, 2008b) na 48,1 kg na osobu a rok (ČSÚ, 2008a).

Jak již bylo zmíněno výše, v letech 1995 až 1996 probíhala ve 14 evropských zemích, bez účasti České republiky, studie TRANSFAIR, zkoumající obsahy *trans*-mastných kyselin v různých potravinových komoditách, mimo jiné také v pekařských výrobcích a výrobcích typu „snack“. Výsledky ukázaly, že podíly *trans*-mastných kyselin se velmi lišily jak mezi zeměmi, tak mezi skupinami výrobků i jednotlivými výrobky. Skupina trvanlivého pečiva obsahovala *trans*-mastné kyseliny v rozmezí od méně než 1 % do 28 % z celkových mastných kyselin, v různých druzích cukrářských výrobků tvořily 0 až 33 %. U croissantů dosáhly *trans*-mastné kyseliny nejvýše 15 %, kdežto u koblih 32 %. V pizzách byl podíl *trans*-mastných kyselin relativně nízký, tj. do 5 % (Van Erp-Baart et al., 1998). Ve „snack“ výrobcích se *trans*-mastné kyseliny vyskytovaly v množství od méně než 1 % do 40 % z celkových mastných kyselin, přičemž nejvyšší hodnoty byly nalezeny rovněž v některých cereálních snídaních s přidaným tukem (Becker et al., 2004). Z uvedeného vyplývá, že v téměř všech zemích, které se studie zúčastnily, se při přípravě některých pekařských a „snack“ výrobků používaly ztužené rostlinné tuky, což z těchto potravin učinilo potenciální významný zdroj *trans*-mastných kyselin (Van Erp-Baart et al., 1998).

Celosvětový problém vysokého obsahu *trans*-mastných kyselin v pekařských výrobcích potvrzují údaje získané z pozdějších analýz, například z Brazílie z roku 2004, kdy byl v brazilských sušenkách zjištěn podíl *trans*-mastných kyselin 12,2 až 31,2 % z celkových mastných kyselin (Martin et al., 2005). V Rakousku v roce 2007 probíhala studie zkoumající mimo jiné složení těst na pizzy a různé druhy sladkého pečiva. V těstech na pizzy se *trans*-mastné kyseliny vyskytovaly v množství od méně než 1 % do 5 %, v těstech určených pro přípravu sladkého pečiva v rozmezí od méně než 1 % do 10 % s nejvyššími hodnotami u listových těst (Wagner et al., 2008).

Údaje získané v roce 2007 z analýz složení tuku trvanlivého pečiva prokázaly, že složení mastných kyselin není ani v České republice v řadě druhů trvanlivého pečiva z výživového

hlediska příznivé (viz příloha č. 10). Z 29 testovaných vzorků 14 obsahovalo více než 20 % *trans*-mastných kyselin z celkových mastných kyselin, což při obsahu tuku kolem 30 %, kterých je dosaženo ve většině výrobků, představuje při konzumaci jediného balení výrazné překročení tolerovatelného denního příjmu těchto kyselin. Na rozdíl od roztíratelných tuků k výraznějšímu zlepšení ve složení tuku trvanlivého pečiva oproti minulým létům nedošlo (Dostálová a kol., 2008a).

Výsledky analýz skladby tuku jemného pečiva a listových těst, dostupných na trhu v České republice, z roku 2007 ukázaly, že složení tuku jemného pečiva, i když není z výživového hlediska ideální, je oproti trvanlivému pečivu trochu příznivější. 7 z 25 vzorků mělo podíl *trans*-mastných kyselin více než 20 % z celkových mastných kyselin, z čehož vyplývá, že konzumace jedné porce těchto výrobků značně překročí tolerovatelný denní příjem *trans*-mastných kyselin. Za poslední roky, stejně jako u trvanlivého pečiva, k výraznějšímu zlepšení ve složení tuku jemného pečiva nedošlo. Ze 17 analyzovaných vzorků chlazených a zmrazených listových těst 3 obsahovaly 30 % *trans*-mastných kyselin z celkových mastných kyselin, ostatní vzorky obsahovaly do 7 % *trans*-izomerů (Dostálová a kol., 2008a). Skladbu mastných kyselin testovaných výrobků zobrazují přílohy č. 9 a 11.

#### **3.7.4.4 Cukrovinky, čokolády, tukové polevy, mražené krémy**

Podle vyhlášky č. 43/2005 Sb. se čokoládou rozumí výrobek, který splňuje požadavky na jakost podle přílohy č. 9, například 35 % kakaové sušiny (hořká čokoláda) nebo 25 % kakaové sušiny (mléčná čokoláda). Pochoutkami nugátovou, kakaovou, čokoládovou, případně jiným podobným názvem, se označují výrobky, které tento a další požadavky nesplňují. Pokud se název „čokoláda“ („hořká čokoláda“) doplní označením „poleva“, musí výrobek obsahovat nejméně 35 % celkové kakaové sušiny, nejméně 31 % kakaového másla a nejméně 2,5 % tukuprosté sušiny. Pokud polevy podmínky nesplňují, označují se jako „poleva tmavá“. Pokud se název „mléčná čokoláda“ doplní výrazem „poleva“, musí výrobek obsahovat nejméně 31 % hmotnostních celkového tuku (kakaové máslo a mléčný tuk). Cukrovinkami se rozumí potraviny jiné než čokolády a čokoládové bonbony, jejichž základní složku tvoří sladidla a další složky, jimiž mohou být i kakaové součásti nebo čokoláda, a které nesplňují požadavky na čokoládu nebo čokoládové bonbony. V názvu cukrovinek se smí použít slova „s čokoládou“ nebo obdobné slovní spojení v případech, kdy čokoláda jako složka byla použita při výrobě a její obsah ve výrobku je vyšší než 5 % .

Mezi jednotlivými čokoládovými i nečokoládovými výrobky existují značné rozdíly, především v důsledku použitých surovin. Při výrobě se mnohdy používají ztužené rostlinné tuky, což z cukrovinek činí potenciální zdroj *trans*-mastných kyselin (Becker et al., 2004). Tento problém se stává závažnějším tehdy, když dochází u uvedených výrobků k nárůstu spotřeby. V České republice se spotřeba čokoládových cukrovinek zvýšila z roku 1990 do roku 2007 z 2,7 kg na osobu a rok (ČSÚ, 2008b) na 3,3 kg na osobu a rok (ČSÚ, 2008a). Spotřeba nečokoládových cukrovinek se od počátku 90. let stále pohybuje kolem 2,5 kg na osobu a rok (ČSÚ, 2008b).

V roce 2008 byly prováděny analýzy obsahu mastných kyselin tuku čokoládových pochoutek, plev, tyčinek a sezónních výrobků z české tržní sítě. Výsledky ukázaly, že ze kakaové pochoutky Millano mléčná a Millano kokosová obsahovaly více než 24 % *trans*-mastných kyselin z celkových mastných kyselin, kdežto nugátová pochoutka Zora obsahovala těchto kyselin méně než 1 %. U 2 ze 3 vzorků plev na dorty a cukroví tvořily *trans*-mastné kyseliny více než 42 % z celkových mastných kyselin. Ze 32 analyzovaných sezónních výrobků, tj. různých figurek, kolekcí a adventních kalendářů, měl vysoký obsah *trans*-izomerů (29,3 %) pouze Adventní kalendář Fikar, avšak dalších 5 výrobků obsahovalo velké množství kyseliny myristové, která poukazuje na použití kokosového nebo palmojádrového tuku. U 3 z 10 testovaných vzorků tyčinek, konkrétně u tyčinky Margot, Carla Coco a Sójový suk, byl zjištěn podíl *trans*-mastných kyselin více než 13 % z celkového tuku, který se pohyboval kolem 20 %. U 3 vzorků tyčinek se vyskytovalo také značné množství kyseliny laurové a myristové. Z uvedeného vyplývá, že se při přípravě těchto výrobků stále uplatňují ztužené tuky. Jako nejhorší se projevily pochoutky, protože tolerovatelný denní příjem *trans*-mastných kyselin by se překročil při konzumaci pouze 24 g Milano mléčné a 30 g Milano kokosové kakaové pochoutky (Dostálová, 2008a).

Rovněž tuk obsažený v plevách na müsli tyčinkách se z výživového hlediska projevil jako nevhodný. Hodnota *trans*-mastných kyselin plev všech 9 zkoumaných tyčinek se pohybovala kolem 40 % z celkových mastných kyselin (viz příloha č. 12), což dokazuje, že čokoládové polevy obsahovaly kakaový prášek v množství nutném pro označení čokoládové, avšak ztužený rostlinný tuk místo kakaového másla. Podobně jogurtové polevy se skládaly ze ztuženého tuku, jogurtového prášku, případně dalších složek. Paradoxní je, že značná část spotřebitelů veškeré müsli tyčinky vnímá jako zdravé potraviny, přičemž nepříznivé složení mastných kyselin má většinou pouze tuk polevy (Dostálová, 2008a).

Podle vyhlášky č. 77/2003 Sb. se mraženým krémem rozumí výrobek získaný zmrazením směsi připravené v závislosti na skupině mraženého krému, zejména z vody, mléka, smetany,



tuku, cukru a dalších složek, pevné nebo pastovité konzistence, který je uváděn do oběhu a určen ke konečné spotřebě ve zmrazeném stavu. Mražené krémy se dělí na skupiny smetanové, mléčné, s rostlinným tukem, vodové, ovocné a sorbety. V roce 2007 bylo testováno 18 vzorků mražených krémů a zmrzlin z tržní sítě České republiky. Výsledky analýz ukázaly, že obsah tuku kolísal mezi 5,4 a 25,5 % a obsah *trans*-mastných kyselin nepřekročil 3 % z celkových mastných kyselin s jedinou výjimkou (11,5 %). U všech výrobků převažovaly nasycené mastné kyseliny s vysokým podílem myristové a palmitové kyseliny. Z údajů vyplývá, že se při výrobě mražených krémů a zmrzlin významně uplatňuje kokosový tuk, částečně ztužený tuk se však může v některých případech rovněž vyskytovat (Dostálová, 2008c).

### 3.7.4.5 Ostatní potraviny

Ztužené rostlinné tuky mohou být součástí rozličných potravinových komodit. Kromě dříve jmenovaných se mohou vyskytovat například v instantních přídavicích do kávy a čaje, rostlinných šlehačkách, dehydrovaných polévkách a bujónech, v průmyslově vyráběných jíškách. Potenciální zdroj *trans*-mastných kyselin činí z těchto výrobků jejich rostoucí spotřeba, především z důvodu rychlé a jednoduché přípravy. Instantní přídatky do kávy a čaje a rostlinné šlehačky navíc spotřebitelé mnohdy považují za zdravější než analogické výrobky obsahující mléčný tuk (Dostálová a kol., 2007).

Analýzy obsahu tuku a složení mastných kyselin průmyslově vyráběných jíšek z tržní sítě České republiky byly prováděny v roce 2005. Z 12 testovaných výrobků pouze 3 obsahovaly *trans*-mastných kyselin více než 30 % z celkových mastných kyselin a 1 více než 10 %, avšak obsah tuku u těchto jíšek byl velmi nízký, tj. od 3,3 do 3,5 %. Výrobky s podílem tuku 30 až 40 % měly obsah *trans*-mastných kyselin do 2 % z celkových mastných kyselin. Proto se příjem *trans*-mastných kyselin prostřednictvím jíškou zahuštěných pokrmů jeví jako poměrně nízký (Dostálová a kol., 2006).

Výsledky analýz složení mastných kyselin tuku instantních přídavek do kávy a čaje, rostlinných šlehaček a dehydrovaných polévek a bujónů z roku 2006 ukázaly, že 15 testovaných vzorků instantních přídavek do kávy a čaje obsahovalo 13,3 až 35,5 % tuku a obecně do 6,5 % *trans*-mastných kyselin z celkových mastných kyselin, pouze 2 výrobky obsahovaly těchto kyselin 11,7 a 32,8 %. Většina instantních přídavek měla dosti vysoký podíl kyseliny laurové a myristové, což dokazuje přítomnost kokosového nebo palmojádrového tuku. Proto se mléčný tuk, ve kterém se vyskytují kyseliny laurová

a myristová v menším množství, jeví jako příznivější. V celkem 10 zkoumaných vzorcích šlehaček rostlinného původu tvořil tuk 21,7 až 33,5 %, 3 vzorky obsahovaly nad 5 % *trans*-mastných kyselin z celkových mastných kyselin (Dostálová a kol., 2007).

Ve skupině 25 dehydrovaných polévek a bujónů se nacházel obsah *trans*-mastných kyselin vyšší než 1 % celkových mastných kyselin u gulášové polévky Maggi (13,5 %) a gulášové polévky Delvita (44,0 %), u Hovězího vývaru Maggi (1,4 %), Chef Consomé dvojitého vývaru Nestlé (3,8 %) a u Hovězího bujónu Hügli (33,1 %) (Dostálová a kol., 2007). Tyto výsledky potvrzuje studie provedená v roce 2007 v Rakousku, ve které se zjistilo, že tamní instantní polévky obsahují v průměru 13,8 % a instantní těstovinové pokrmy 4,39 % *trans*-mastných kyselin z celkových mastných kyselin. Ačkoliv tyto výrobky poskytují v hotovém jídle, tj. po přidání vody, relativně malé množství *trans*-mastných kyselin, jejich obsah by se měl kvůli nepříznivým zdravotním účinkům i v těchto případech redukovat (Wagner et al., 2008).

Ze získaných výsledků vyplývá, že řada z testovaných výrobků obsahuje tuk o nevhodném složení mastných kyselin. Z toho lze usuzovat, že konzumace uvedených potravin přispívá k častému překračování doporučeného příjmu *trans*-nenasycených a nasycených mastných kyselin (Dostálová a kol., 2007).

### **3.7.5 Příjem *trans*-nenasycených mastných kyselin**

Průměrný denní příjem *trans*-nenasycených mastných kyselin byl odhadnut ve studii TRANSFAIR probíhající v letech 1995 až 1996 ve 14 zemích Evropské unie. Příjem u mužů se pohyboval v rozmezí od 1,2 do 6,7 g na den a u žen v rozmezí od 1,7 do 4,1 g na den, což odpovídá 0,5 až 2,1 % celkového energetického příjmu u mužů a 0,8 až 1,9 % celkového energetického příjmu u žen. Nejnižšího příjmu dosáhly země kolem Středozemního moře. *Trans*-oktadecenové izomery tvořily 54 až 82 % všech přijatých *trans*-mastných kyselin. Hlavními zdroji byly rostlinné tuky a tuk přežvýkavců, v některých zemích rovněž pekařské výrobky a smažené hranolky. *Trans*-mastné kyseliny pocházející z tuku přežvýkavců zodpovídaly za 30 až 80 % všech přijatých *trans*-mastných kyselin. Průměrný denní příjem nasycených mastných kyselin se pohyboval od 10,5 do 18 % celkového energetického příjmu, nejnižších hodnot dosáhly státy jižní Evropy. Pozdější studie ukázaly, že příjmy *trans*-mastných kyselin v řadě zemí Evropské unie od 90. let poklesly, především v důsledku reformulace výše zmíněných potravinářských výrobků (Becker et al., 2004).

Ve Spojených státech amerických se v 90. letech 20. století průměrný příjem *trans*-mastných kyselin odhadoval na 5,8 g na den, což odpovídá 2,6 % celkového energetického příjmu. Podíl *trans*-mastných kyselin živočišného původu tvořil 20 až 25 % všech přijatých *trans*-mastných kyselin (Allison et al, 1999; Lock et al., 2005).

V České republice byla na základě průměrného složení tuků různých druhů potravin vypočítána spotřeba jednotlivých skupin mastných kyselin pro rok 2000, údaje zobrazuje tabulka č. 12. Výpočty odhalily, že spotřeba tuků v České republice výrazně překračuje doporučených 30 % celkového energetického příjmu, přičemž příjem tuku činil 46,9 kg na osobu a rok. Příjem *trans*-nenasycených mastných kyselin byl odhadnut na 2,4 % celkového energetického příjmu, což značně přesahuje doporučenou hranici 1 %. Obdobné odhady platí rovněž pro nasycené mastné kyseliny (Brát a kol., 2005).

**Tabulka 12:** Příjem jednotlivých skupin mastných kyselin v roce 2000 v porovnání s doporučeními Světové zdravotní organizace (Brát a kol., 2005)

Mastné kyseliny	Příjem v g na osobu a den	Odpovídá energii v kJ	V % průměrného energetického příjmu 12 MJ	Doporučený příjem podle WHO v % energetického příjmu	Odpovídá spotřebě v g
SFA	56,7	2155	17,9	< 10	< 26,3
MUFA	56,9	2162	18,0	nestanoveno	–
n-6 PUFA	18,0	684	5,7	5 – 8	13 – 21
n-3 PUFA	3,0	114	1,0	1 – 2	2,6 – 5,2
TFA	7,5	285	2,4	< 1	< 2,6
<b>Celkem</b>	142,1	5400	45,0		

Od té doby došlo u řady výrobků ke změnám v technologiích výroby, což se ve spotřebě *trans*-mastných kyselin projevilo pozitivně. Podle novějších odhadů průměrný denní příjem *trans*-mastných kyselin činí přes 5 g na osobu, nachází se tedy stále vysoko nad hranicí doporučenou Světovou zdravotní organizací (Dlouhý a Anděl, 2006). Hlavními zdroji se stávají trvanlivé a jemné pečivo, zejména z listového těsta, čokoládové i nečokoládové výrobky s tukovými polevami, některé mražené krémy a pokrmy rychlého občerstvení.

### 3.7.6 Opatření vedoucí ke snižování příjmu *trans*-nenasycených mastných kyselin

S ohledem na prokázané zdravotní účinky *trans*-mastných kyselin řada států přijala legislativní opatření s cílem snížit jejich příjem. Jedná se o povinnost označování jejich obsahu na obalech, aby byl spotřebitel dobře informován a měl možnost se sám při výběru potravin rozhodnout, nebo jsou stanoveny limity pro jejich množství v potravinách. V USA vstoupilo povinné značení v platnost od 1. 1. 2006. Americký úřad pro kontrolu potravin a léčiv, tzv. FDA, vydal již v roce 2003 předpis, který požaduje na obalech potravinářských výrobků uvádění množství *trans*-izomerů jako součást nutriční tabulky, na zvláštním řádku pod nasycenými mastnými kyselinami. Jejich hodnoty jsou vztaženy na jednu porci, konjugovaná kyselina linolová se do tohoto údaje nezapočítává. Pokud množství na porci nepřekročí 0,5 g, uvádí se obsah *trans*-mastných kyselin jako 0 g (Gebauer et al., 2007).

Kromě povinného označování přijalo město New York nařízení, podle něhož od srpna 2007 nesmí žádné místní stravovací zařízení používat tuky obsahující *trans*-mastné kyseliny a od srpna 2008 je zakázáno jakékoliv pokrmy s obsahem těchto kyselin prodávat. Zákaz se netýká potravin prodávaných v obchodní síti ani pokrmů servírovaných v původním balení od výrobce. Podobná omezení následovala i v dalších amerických městech (Talbot, 2007).

V Kanadě platí povinnost značení už od prosince 2005, přičemž množství *trans*-mastných kyselin, do kterého se opět nezahrnuje konjugovaná kyselina linolová, se musí na obalu potravinářských výrobků uvádět, pokud dosahuje 0,2 a více g na porci. Obdobná opatření se zavedla v různých modifikacích i v dalších zemích. Například ve Velké Británii, Austrálii a na Novém Zélandě je značení obsahu *trans*-mastných kyselin povinné pouze v případě, pokud se na obalu uvádí výživové tvrzení týkající se cholesterolu anebo obsahu tuku, přičemž v Austrálii a na Novém Zélandu se do tohoto údaje zahrnují všechny *trans*-mastné kyseliny, včetně konjugované kyseliny linolové (Lock et al., 2005).

Dánsko se stalo první zemí na světě, která limituje množství *trans*-nenasycených mastných kyselin v průmyslové produkci. Dánská vláda přijala v roce 2003 nařízení, podle něhož od 1. 6. 2003 všechny prodávané margaríny musí obsahovat méně než 2 % *trans*-mastných kyselin rostlinného původu a od 1. 1. 2004 margaríny určené pro průmyslové použití mohou obsahovat nejvýše 2 % *trans*-mastných kyselin rostlinného původu. Tato omezení se týkají dovozu i vývozu. Nařízení se nevztahuje na přirozeně se vyskytující *trans*-mastné kyseliny živočišného původu. Podobné rozlišení mezi zdroji *trans*-mastných kyselin bylo přijato v rámci výživových doporučení v Belgii (Lock et al., 2005).

Ačkoliv se v zemích, kde se jmenovaná opatření zavedla, příjem *trans*-mastných kyselin prokazatelně snížil (Lock et al., 2005; Friesen a Innis, 2006), Česká republika obdobné legislativní předpisy nepřijala. Obsah *trans*-mastných kyselin v potravinách není nijak regulován, neplatí ani povinnost označovat jejich obsah na výrobcích. Značení na obalech se provádí pouze na dobrovolné bázi u některých druhů potravin. Pro snazší orientaci spotřebitelů zavádějí výrobci potravin ilustrativní formy doporučení pomocí loga. V České republice se mohou spotřebitelé setkat s logem „Vím, co jím“, kterým se označují potraviny a nápoje vyhovující svou skladbou doporučeným hodnotám hlavních výživových parametrů, tj. *trans*-mastných kyselin, nasycených mastných kyselin, cukru a sodíku, hrající klíčovou roli v rámci stále se rozšiřujících chorob hromadného výskytu (Poledne, 2007).

Na nejnovější vědecké poznatky a změny veřejného mínění, týkající se *trans*-mastných kyselin, zareagovala rovněž Mezinárodní evropská margarínová asociace, tzv. IMACE, která přijala následující doporučení, platící od 1. 1. 2003:

- Margaríny a roztíratelné tuky by měly obsahovat nejvýše 1 % *trans*-izomerů mastných kyselin vztaženo na produkt, tj. významně méně než průměrný obsah 5 % *trans*-izomerů v másle.
- Směsné margaríny a směsné roztíratelné tuky by měly obsahovat nejvýše 5 % *trans*-izomerů mastných kyselin vztaženo na produkt.
- Margaríny používané pro průmyslové zpracování by měly obsahovat nejvýše 5 % *trans*-izomerů mastných kyselin s ohledem na potřebnou funkčnost výrobku, jejich specifické použití a požadavky zákazníků.
- Při uplatnění těchto principů by neměl vzrůst celkový obsah *trans*-izomerů a nasycených mastných kyselin v rámci výrobku.
- V delším časovém horizontu by měl být v produktech dále snižován celkový obsah *trans*-izomerů a nasycených mastných kyselin (IMACE, 2002).

V listopadu roku 2007 Mezinárodní evropská margarínová asociace vyzvala své členy, kteří dodávají suroviny průmyslovým odběratelům, aby v těchto surovinách snížily obsah *trans*-mastných kyselin na 2 % vztaženo na produkt (Brát, 2008).

Analýzy složení tuku jednotlivých potravinářských komodit prokázaly, že v současné době již *trans*-mastné kyseliny v roztíratelných tucích nepředstavují významnější riziko. I přes uvedená doporučení zůstávají z výživového hlediska problematickými pokrmové tuky, 100 % nebo šlehané dusíkem, které se uplatňují jako přísada do mnoha potravinářských výrobků a při tepelné úpravě pokrmů. Dosud značná část pokrmových tuků obsahuje

hydrogenované rostlinné oleje, které se sice mohou nahradit některými rostlinnými tuhými tuky, například palmojádrovým či palmovým olejem a jeho výše tající frakcí, tzv. palmstearinem, ovšem za cenu zvýšeného podílu nasycených mastných kyselin, zejména aterogenních kyselin palmitové a myristové. Proto byly navrženy jiné způsoby, jak používané hydrogenované oleje v pokrmových tucích nahradit (Pokorný, 2005):

- Zavedením moderních způsobů hydrogenace olejů s použitím nových katalyzátorů se získají ztužené tuky s přijatelným obsahem *trans*-mastných kyselin 2 až 3 %. Nevýhodou je nárůst podílu nasycených mastných kyselin.
- Výhodnější se zdá použití interesterifikovaných tuků, které se vyrábějí ze směsi úplně hydrogenovaného oleje a přírodního rostlinného oleje záhřevem v přítomnosti katalyzátoru. Z důvodu přítomnosti hydrogenovaných olejů se v interesterifikovaných tucích nachází značné množství nasycených mastných kyselin, avšak v tomto případě převažuje kyselina stearová (Pokorný, 2005), která nevykazuje aterogenní účinky. Proto se přikládá náhradě *trans*-izomerů kyselinou stearovou cestou úplně hydrogenace, následované nejlépe enzymovou interesterifikací s rostlinným olejem, velký význam (Pokorný, 2006).
- V posledních letech byly vyšlechtěny nové odrůdy řepky, slunečnice a sóji, které dávají oleje se zvýšeným přírodním obsahem kyseliny stearové, proto se mohou po interesterifikaci použít jako pokrmové tuky. Zatím však tyto oleje zůstávají dosti drahé a omezeně dostupné (Pokorný, 2005).

V tucích určených na smažení nejsou důležité, na rozdíl od pokrmových tuků užívaných do průmyslově vyráběných produktů, rheologické vlastnosti, základní požadavky se kladou na odolnost vůči oxidaci a trvanlivost (Minihane a Harland, 2007). Nejrozšířenější náhradou ztužených olejů se při smažení bramborových lupínků, hranolků a koblih stal vysoce stabilní, levný, ale nutričně nevyhovující palmový olej a jeho tekutý podíl, tzv. palmolein (Berger, 2007). V současné době se na smažení doporučují vyšlechtěné oleje nového typu, tj. vysoce olejnaté slunečnicové a řepkové oleje, které obsahují 70 až 85 % kyseliny olejové, do 10 % nasycených mastných kyselin, do 1 % *trans*-mastných kyselin a snížený podíl kyseliny linolové a linolenové. Skladba mastných kyselin olejů nového typu zaručuje jejich relativně vysokou odolnost vůči oxidaci, trvanlivost a zároveň přijatelnost z výživového hlediska bez výraznějšího vlivu na chuťové charakteristiky pokrmů (Minihane a Harland, 2007).

## 4 Metodika

### 4.1 Vyšetřované osoby

Soubor tvoří 111 respondentů ve věku 15 až 25 let s různou výší dosaženého vzdělání. Z dotazovaných osob je 35 mužského a 76 ženského pohlaví.

**Tabulka 13:** Charakteristika souboru podle vzdělání a pohlaví

Vzdělání	Ženy	Muži	Celkem
Základní	5	6	11
Středoškolské bez maturity	5	2	7
Středoškolské s maturitou	29	7	36
Vysokoškolské	37	20	57
<b>Celkem</b>	<b>76</b>	<b>35</b>	<b>111</b>

**Tabulka 14:** Charakteristika souboru podle věku a pohlaví

Věková kategorie	Ženy	Muži	Celkem
15 – 19	19	11	30
20 – 25	57	24	81
<b>Celkem</b>	<b>76</b>	<b>35</b>	<b>111</b>

### 4.2 Metody a prostředky šetření

Sběr dat, uskutečněný začátkem roku 2009, byl zprostředkován dotazníkem uvedeným v příloze č. 1, který vyšetřované osoby po předchozím poučení anonymně vyplnily. Částečně byl použit anketní sběr dat, při němž se dotazovaní mladí lidé sami zapojili do šetření. Návratnost dotazníků byla 80 %. 9 dotazníků muselo být kvůli nedostatečnému nebo neadekvátnímu vyplnění požadovaných údajů vyřazeno. Celkový počet ke statistickému zpracování činil 111 dotazníků.

Dotazník tvoří celkem 18 otázek. Počáteční otázky zjišťují sociodemografické údaje o respondentech, tj. pohlaví, věk a vzdělání. Další část obsahuje převážně uzavřené otázky zkoumající znalosti mladých lidí o rostlinných tucích, o možných rizicích vyplývajících z jejich konzumace a osobní přístup mladých lidí k výběru potravin. Závěrečná část dotazníku zjišťuje stravovací zvyklosti mladých lidí. Skládá se ze 4 otázek, které se týkají tepelných úprav pokrmů charakterizovaných jako významné zdroje *trans*-nenasycených mastných kyselin, a frekvenční tabulky, která má za úkol odhalit frekvenci konzumace potravin

obsahujících rostlinné tuky o nevhodném složení. Frekvenční tabulka slouží rovněž k ověření, zda dotazovaní při výběru a konzumaci potravin využívají svých znalostí.

### 4.3 Zpracování dat

Data získaná z dotazníkového šetření byla zpracována pomocí programu Microsoft Excel s využitím popisné statistiky. Při vyhodnocování se stanovovaly zejména absolutní a relativní četnosti určitého znaku a poziční střední hodnota modus. Relativní četnost „ $f_i$ “ udává, jaká část vyšetřovaného souboru má hodnotu znaku „ $x_i$ “ (viz obrázek č. 6). Zároveň platí, že „ $n_i$ “ je absolutní četnost příslušející hodnotě „ $x_i$ “. Modus se definuje jako hodnota nejčastěji se v souboru vyskytující, tj. hodnota znaku „ $x_i$ “ s nejvyšší četností (Brabenec a kol., 2004).

**Obrázek 6:** Výpočet relativní četnosti „ $f_i$ “ (Brabenec a kol., 2004)

$$f_i = \frac{n_i}{n}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, k$$

Pro ověření statistické významnosti dat byl použit test o nezávislosti  $\chi^2$  (chí-kvadrát) v programu Microsoft Excel. Výsledkem je vypočtená signifikance neboli chyba 1. druhu daného testu. Pokud je tato hodnota menší než 0,05, zkoumané proměnné se považují za statisticky významně závislé.

### 4.4 Hypotézy

- I. Ženy mají ve srovnání s muži lepší znalosti týkající se vlivu rostlinných tuků na zdraví.
- II. V populaci mladých lidí se s věkem zlepšují znalosti týkající se vlivu rostlinných tuků na zdraví.
- III. V populaci mladých lidí ve věku nad 20 let se s vyšší dosaženého vzdělání zlepšují znalosti týkající se vlivu rostlinných tuků na zdraví.
- IV. Mladí lidé s dobrou znalostí *trans*-nenasycených mastných kyselin konzumují méně smažených pokrmů než mladí lidé se špatnou znalostí.
- V. Mladí lidé s dobrou znalostí *trans*-nenasycených mastných kyselin konzumují méně jemného pečiva než mladí lidé se špatnou znalostí.
- VI. Mladí lidé s dobrou znalostí *trans*-nenasycených mastných kyselin konzumují méně trvanlivého pečiva než mladí lidé se špatnou znalostí.



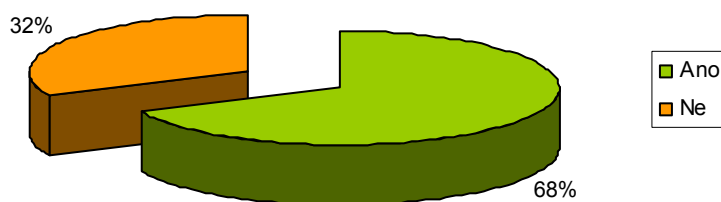
## 5 Výsledky a zhodnocení

### 5.1 Hodnocení znalostí

#### Otázka č. 4: Slyšel/a jste někdy o *trans*-nenasycených mastných kyselinách?

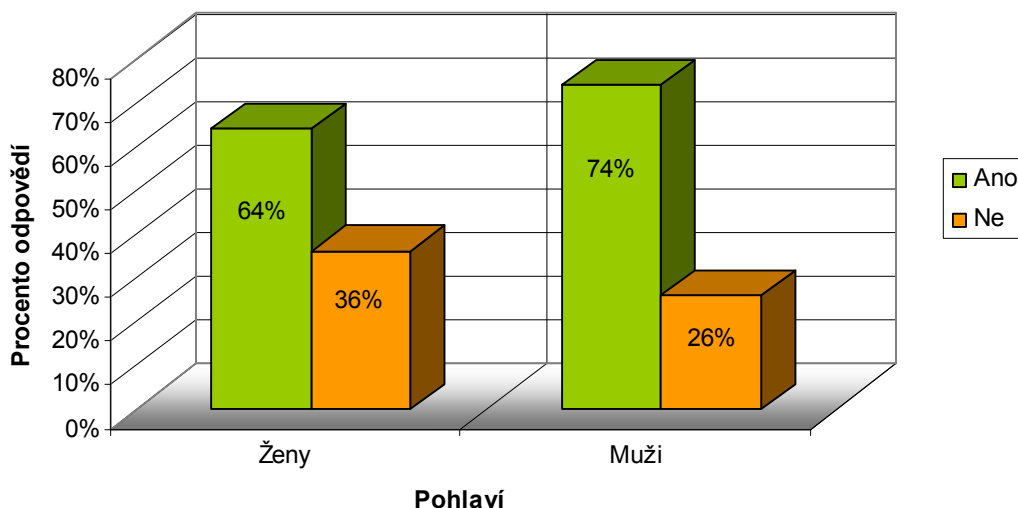
75 (68 %) respondentů odpovědělo, že o *trans*-nenasycených mastných kyselinách už někdy slyšelo, kdežto 36 (32 %) odpovídajících o *trans*-nenasycených mastných kyselinách neslyšelo nikdy.

**Graf 2:** Srovnání odpovědí na otázku č. 5



Odpovědi jednotlivých demografických skupin uvádějí následující grafy.

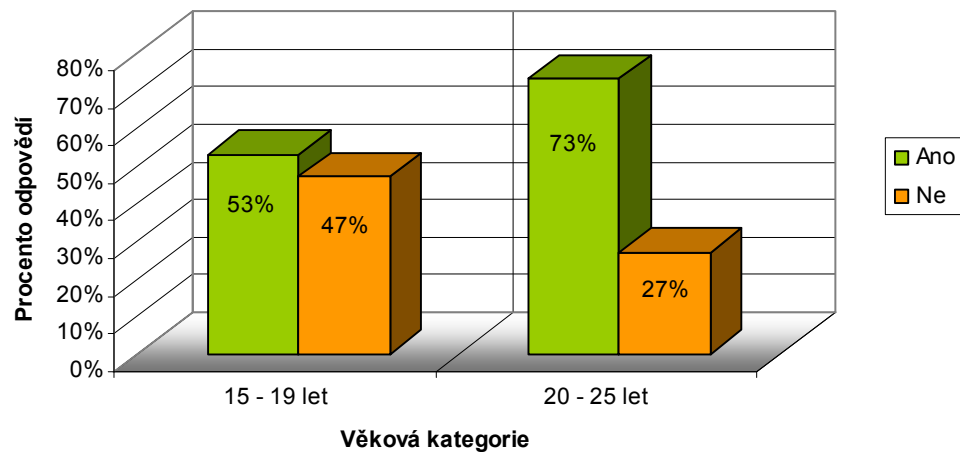
**Graf 3:** Srovnání odpovědí na otázku č. 5 v závislosti na pohlaví



**Statisticky nevýznamné:  $p = 0,305$**

Odpověď *Ano* byla častější u mužů, rozdíl mezi odpověďmi v závislosti na pohlaví však není statisticky významný.

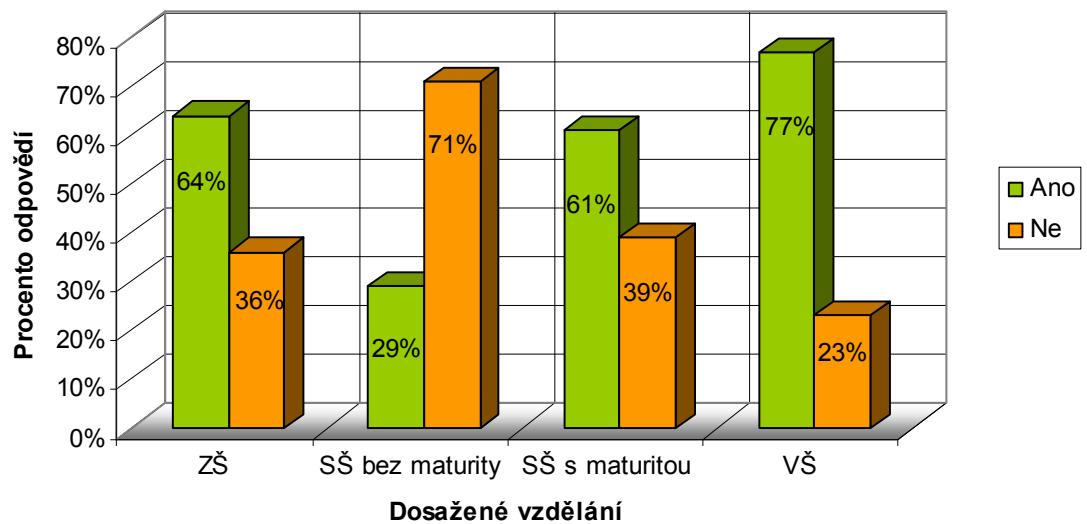
**Graf 4:** Srovnání odpovědí na otázku č. 5 v závislosti na věku



*Statisticky nevýznamné:  $p = 0,051$*

Odpověď *Ano* byla častější ve věkové kategorii 20 až 25 let, rozdíl mezi odpověďmi v závislosti na věku však není statisticky významný.

**Graf 5:** Srovnání odpovědí na otázku č. 6 v závislosti na výši dosaženého vzdělání



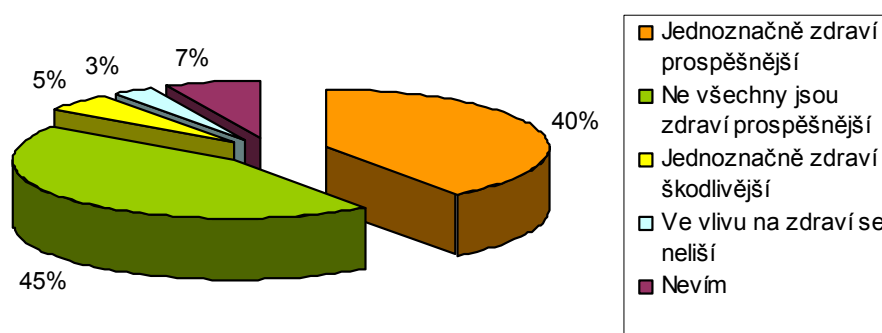
*Statisticky významné:  $p < 0,05$*

Odpověď *Ano* byla nejčastější u vysokoškolsky vzdělaných mladých lidí, rozdíl mezi odpověďmi v závislosti na výši dosaženého vzdělání je statisticky významný.

**Otázka č. 5: Jaké mají rostlinné tuky ve srovnání s živočišnými tuky vliv na zdraví?**

Správnou odpověď, že *ne všechny jsou zdraví prospěšnější*, označilo 50 (45 %) respondentů, naopak 44 (40 %) si myslí, že rostlinné tuky jsou jednoznačně zdraví prospěšnější, 5 (5 %) dotazovaných se domnívá, že rostlinné tuky jsou škodlivější, 4 (3 %) si myslí, že ve vlivu na zdraví se neliší, a 8 (7 %) dotazovaných odpovědělo, že neví.

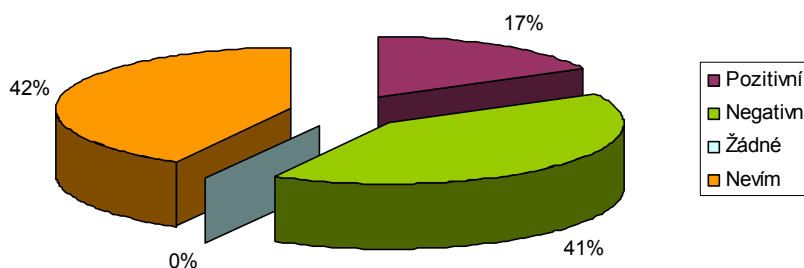
**Graf 6:** Srovnání odpovědí na otázku č. 6



**Otázka č. 6: Jaké účinky mají trans-nenasycené mastné kyseliny na lidské zdraví?**

Správnou odpověď, že *trans-nenasycené mastné kyseliny mají na lidské zdraví negativní účinky*, označilo 46 (41 %) respondentů, 18 (17 %) odpovídajících si myslí, že *trans-nenasycené mastné kyseliny mají pozitivní účinky na zdraví*, 47 (42 %) odpovědělo, že neví, a nikdo se nedomnívá, že *trans-nenasycené mastné kyseliny nemají žádné účinky na zdraví*.

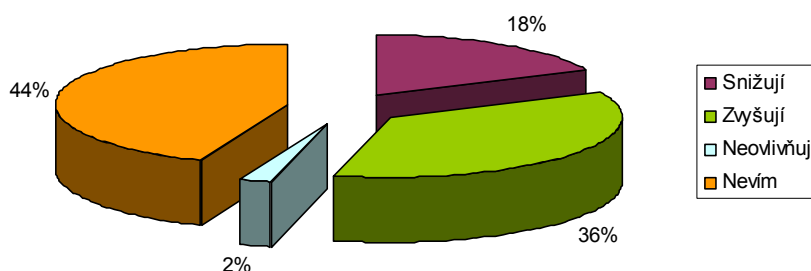
**Graf 7:** Srovnání odpovědí na otázku č. 7



**Otázka č. 7: Jak ovlivňují trans-nenasycené mastné kyseliny hladinu cholesterolu v krvi?**

37 (36 %) dotazovaných správně odpovědělo, že *trans-nenasycené mastné kyseliny hladinu cholesterolu v krvi zvyšují*, 20 (18 %) si myslí, že *trans-nenasycené mastné kyseliny hladinu cholesterolu v krvi snižují*, 2 (2 %) respondenti se domnívají, že tyto kyseliny hladinu cholesterolu neovlivňují, a 49 (44 %) na otázku nedokázalo odpovědět.

**Graf 8:** Srovnání odpovědí na otázku č. 8



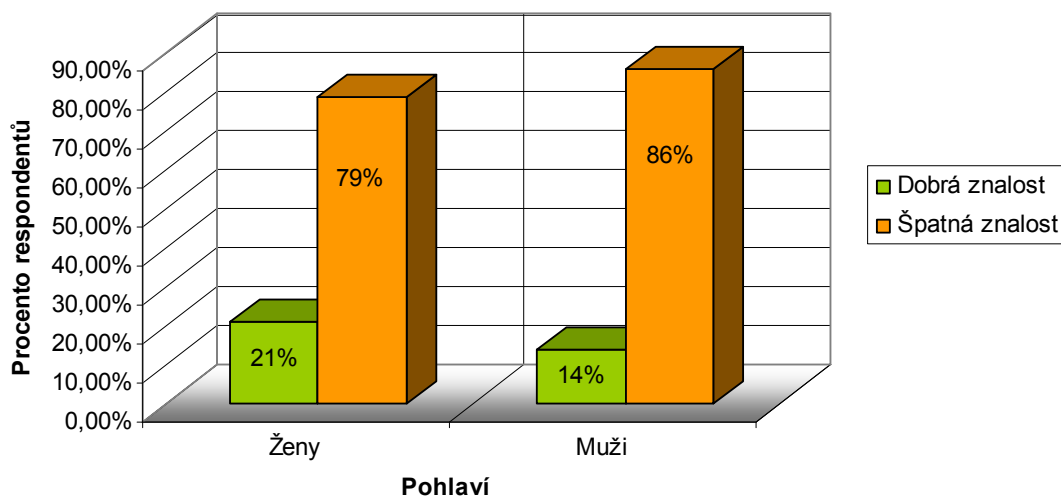
**Hypotéza 1: Ženy mají ve srovnání s muži lepší znalosti týkající se vlivu rostlinných tuků na zdraví.**

Pro zjištění závislosti úrovně znalostí o rostlinných tucích na pohlaví byli muži i ženy rozděleni na dvě skupiny. Kritériem pro zařazení do skupin byly otázky zjišťující znalosti o rostlinných tucích: „*Jaké mají rostlinné tuky ve srovnání s živočišnými tuky vliv na zdraví? Jaké účinky mají trans-nenasycené mastné kyseliny na lidské zdraví? Jak ovlivňují trans-nenasycené mastné kyseliny hladinu cholesterolu v krvi?*“ Do skupiny s dobrými znalostmi byli zařazeni respondenti, kteří správně odpověděli na všechny zmiňované otázky, do skupiny se špatnými znalostmi byli začleněni všichni ostatní.

**Tabulka 15:** Porovnání úrovně znalostí mezi ženami a muži

Úroveň znalostí		Ženy	Muži	Celkem
Dobrá znalost	absolutní četnost	16	5	21
	relativní četnost	<b>21%</b>	<b>14%</b>	<b>19%</b>
Špatná znalost	absolutní četnost	60	30	90
	relativní četnost	79%	86%	81%

**Graf 9:** Porovnání úrovně znalostí mezi ženami a muži



**Statisticky nevýznamné:  $p = 0,398$**

Hypotéza 1 se nepotvrdila. Rozdíl ve znalostech o rostlinných tuků se mezi ženami a muži ukázal jako statisticky nevýznamný. Ženy nemají významně lepší znalosti týkající se vlivu rostlinných tuků na zdraví než muži.

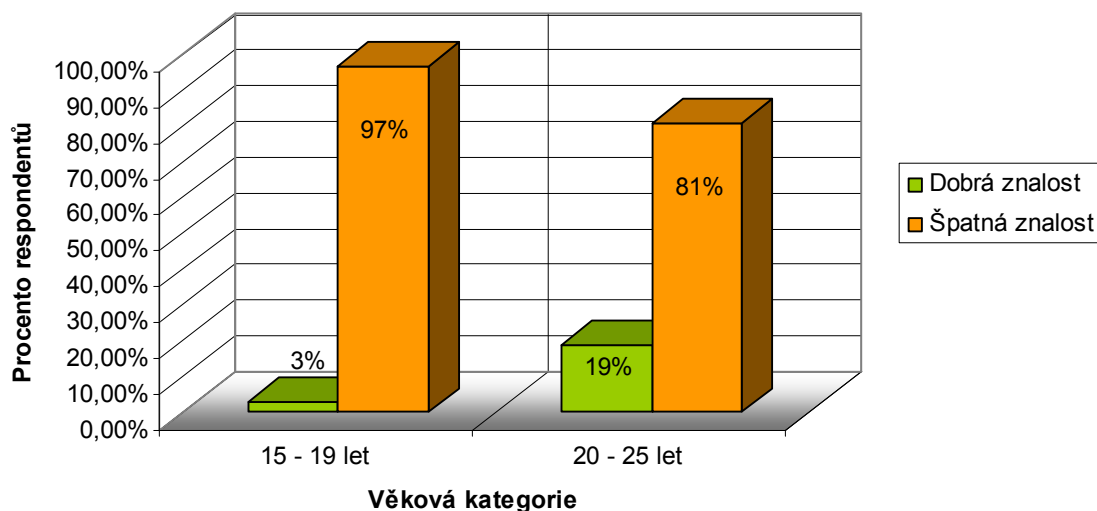
**Hypotéza 2: V populaci mladých lidí se s věkem zlepšují znalosti týkající se vlivu rostlinných tuků na zdraví.**

Pro porovnání znalostí týkajících se rostlinných tuků mezi věkovými kategoriemi byly pro obě kategorie opět vyčleněny dvě skupiny. Do skupiny s dobrými znalostmi byli zařazeni mladí lidé, kteří u všech výše jmenovaných otázek označili správnou odpověď. Do skupiny se špatnými znalostmi byli zahrnuti všichni ostatní.

**Tabulka 16:** Porovnání úrovně znalostí mezi věkovými kategoriemi

Úroveň znalostí		15 - 19	20 - 25	Celkem
Dobrá znalost	absolutní četnost	1	20	21
	relativní četnost	3%	25%	19%
Špatná znalost	absolutní četnost	29	61	90
	relativní četnost	97%	75%	81%

**Graf 10:** Porovnání úrovně znalostí mezi věkovými kategoriemi



**Statisticky významné:  $p < 0,05$**

Hypotéza 2 se potvrdila. Na 5procentní hladině významnosti platí, že úroveň znalostí o rostlinných tucích je vyšší v kategorii 20 až 25 let než v kategorii 15 až 19 let. Znalosti týkající se vlivu rostlinných tuků na zdraví se u populace mladých lidí s věkem významně zlepšují.

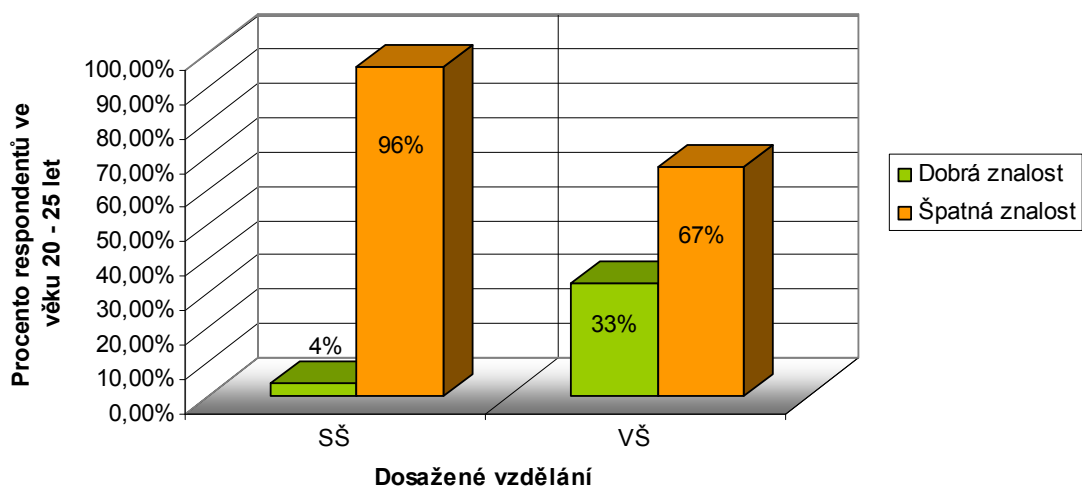
**Hypotéza 3: V populaci mladých lidí ve věku nad 20 let se s vyšší dosaženého vzdělání zlepšují znalosti týkající se vlivu rostlinných tuků na zdraví.**

Pro zjištění závislosti úrovně znalostí o rostlinných tucích na výši dosaženého vzdělání v populaci mladých lidí ve věku 20 až 25 let byly opět vytvořeny dvě skupiny podle stejného klíče. Do skupiny s dobrými znalostmi byli začleněni respondenti, kteří odpověděli správně na všechny výše jmenované otázky, do skupiny se špatnými znalostmi byli zahrnuti všichni ostatní.

**Tabulka 17:** Porovnání úrovně znalostí podle výše dosaženého vzdělání

Úroveň znalostí		SŠ	VŠ	Celkem
Dobrá znalost	absolutní četnost	1	19	20
	relativní četnost	4%	33%	25%
Špatná znalost	absolutní četnost	23	38	61
	relativní četnost	96%	67%	75%

**Graf 11:** Porovnání úrovně znalostí podle výše dosaženého vzdělání



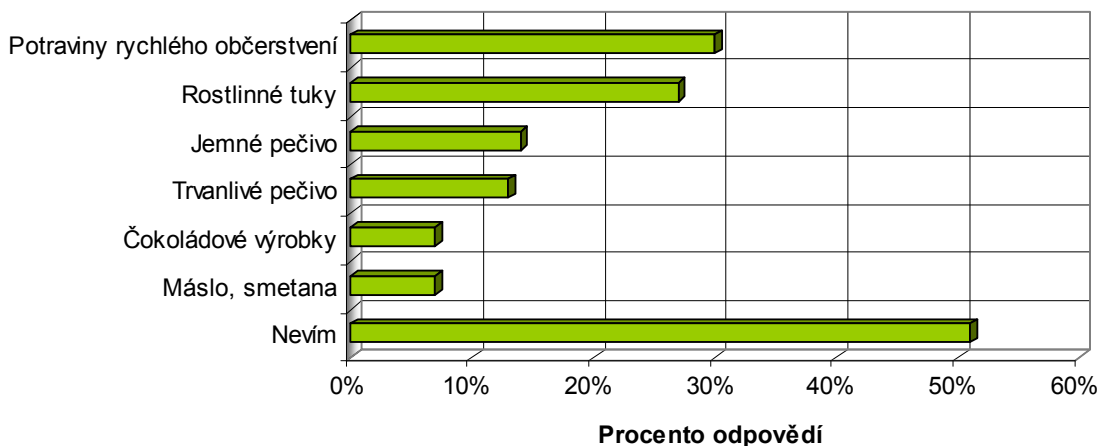
**Statisticky významné:  $p < 0,01$**

Hypotéza 3 se potvrdila. Na 1procentní hladině významnosti platí, že úroveň znalostí týkajících se vlivu rostlinných tuků na zdraví je vyšší u vysokoškolsky vzdělaných mladých lidí než u středoškolsky vzdělaných. Znalosti o rostlinných tucích u populace mladých lidí ve věku nad 20 let se s výší dosaženého vzdělání významně zlepšují.

**Otázka č. 8: Kde se *trans*-nenasycené mastné kyseliny nejčastěji vyskytují?**

Z výsledků vyplývá, že 33 (30 %) respondentů považuje za významný zdroj *trans*-mastných kyselin smažené výrobky rychlého občerstvení, 30 (27 %) rostlinné tuky, 16 (14 %) jemné pečivo, 14 (13 %) trvanlivé pečivo, 8 (7 %) čokoládové výrobky a 8 (7 %) máslo a smetana. 56 (51 %) odpovídajících neznalo žádný zdroj *trans*-mastných kyselin. U této otázky bylo možné označit více odpovědí, proto celkový součet převyšuje 100 %.

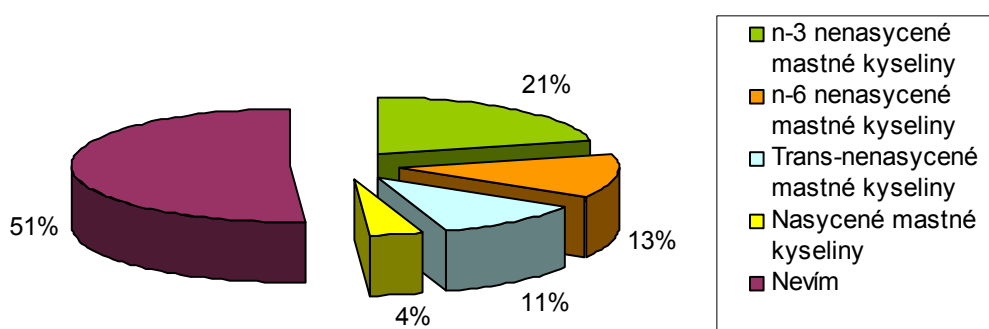
**Graf 12:** Významné zdroje *trans*-nenasycených mastných kyselin uvedené dotazovanými



**Otázka č. 9: Strava obyvatelstva České republiky obsahuje nedostatek jakých mastných kyselin?**

23 (21 %) respondentů správně odpovědělo, že strava obyvatelstva České republiky obsahuje *nedostatek n-3 nenasycených mastných kyselin*, 15 (13 %) dotazovaných se domnívá, že nedostatkovými jsou n-6 nenasycené mastné kyseliny, 12 (11 %) označilo *trans-nenasycené mastné kyseliny* a 4 (4 %) si myslí, že česká strava obsahuje nedostatek nasycených mastných kyselin. 57 (51 %) dotazovaných mladých lidí odpovědělo, že neví.

**Graf 13:** Srovnání odpovědí na otázku č. 10

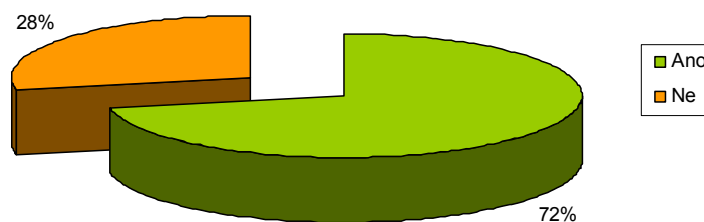


## 5.2 Hodnocení osobního přístupu

**Otázka č. 10: Čtete výživové hodnoty, popřípadě složení na obalech potravin?**

80 (72 %) respondentů odpovědělo, že čte výživové hodnoty, popřípadě složení na obalech potravin, kdežto 31 (28 %) dotazovaných výživové hodnoty ani složení nečte.

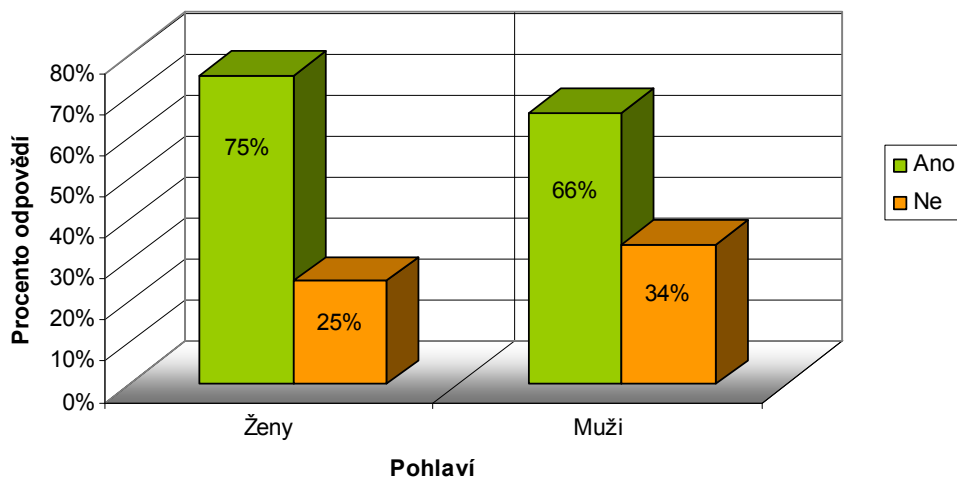
**Graf 14:** Srovnání odpovědí na otázku č. 11





Odpovědi jednotlivých demografických skupin uvádějí následující grafy.

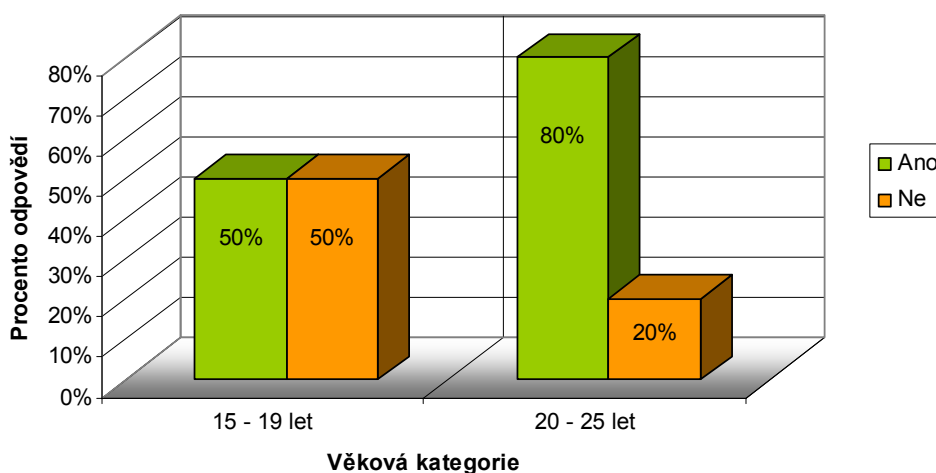
**Graf 15:** Srovnání odpovědí na otázku č. 11 v závislosti na pohlaví



*Statisticky nevýznamné:  $p = 0,311$*

Odpověď *Ano* byla častější u žen, rozdíl mezi odpověďmi v závislosti na pohlaví však není statisticky významný.

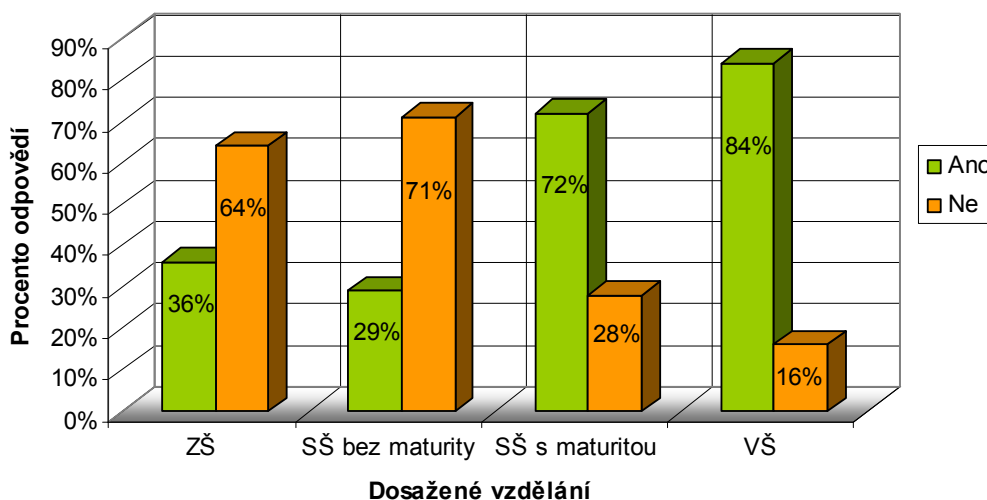
**Graf 16:** Srovnání odpovědí na otázku č. 11 v závislosti na věku



*Statisticky významné:  $p < 0,01$*

Odpověď *Ano* byla častější ve věkové kategorii 20 až 25 let, rozdíl mezi odpověďmi v závislosti na věku je statisticky vysoce významný.

**Graf 17:** Srovnání odpovědí na otázku č. 11 v závislosti na výši dosaženého vzdělání



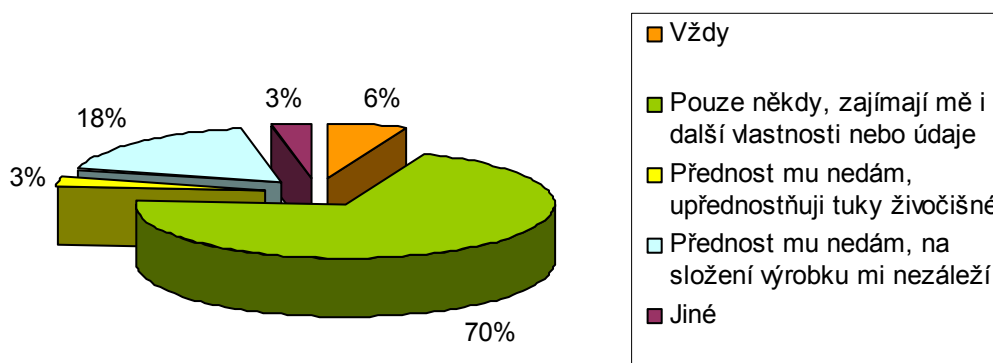
**Statisticky významné:  $p < 0,01$**

Odpověď *Ano* byla nejčastější u vysokoškolsky vzdělaných mladých lidí, rozdíl mezi odpověďmi v závislosti na výši dosaženého vzdělání je statisticky významný.

**Otázka č. 11: Pokud zjistíte, že výrobek obsahuje rostlinné tuky, dáte mu při výběru potravin přednost?**

Pokud dotazovaní zjistí, že výrobek obsahuje rostlinné tuky, 7 (6 %) mu dá přednost vždy, 78 (70 %) mu dá přednost pouze někdy, protože je zajímaví i jiné vlastnosti nebo údaje o výrobku, 3 (3 %) respondenti mu přednost nedají, protože upřednostňují tuky živočišné, a 20 (18 %) mu nedá přednost, protože jim na složení výrobku nezáleží. 3 (3 %) dotazovaní označili odpověď jiné.

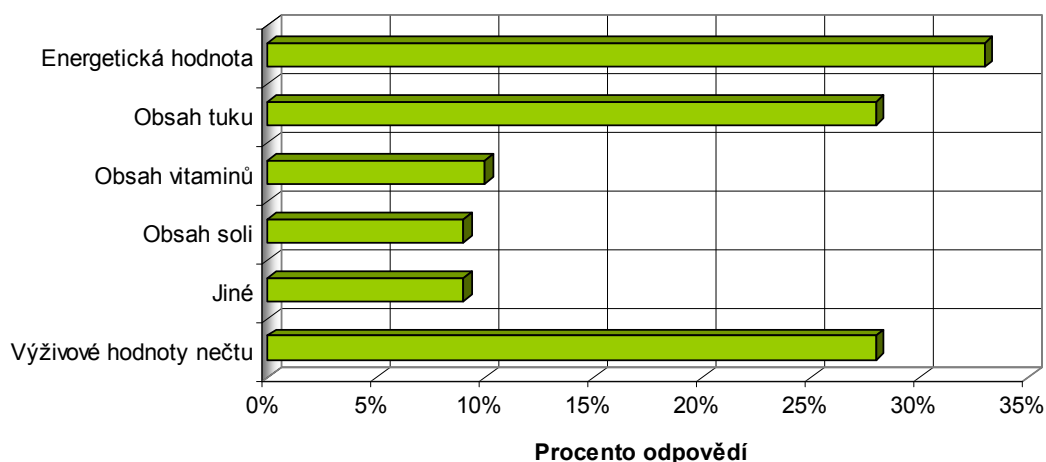
**Graf 18:** Srovnání odpovědí na otázku č. 12



**Otázka č. 12: Pokud čtete výživové hodnoty, která z nich Vás při výběru potravin nejvíce ovlivňuje?**

Z výsledků vyplývá, že 37 (33 %) respondentů při výběru potravin nejvíce ovlivňuje energetická hodnota, 31 (28 %) obsah tuku, 11 (10 %) obsah vitaminů, 10 (9 %) obsah soli, 10 (9 %) dotazovaných označilo odpověď jiné, přičemž jako sledované hodnoty uvedli obsah cukru a přídatné látky. 31 (28 %) respondentů výživové hodnoty nečte. U této otázky bylo možné označit více odpovědí, proto celkový součet převyšuje 100 %.

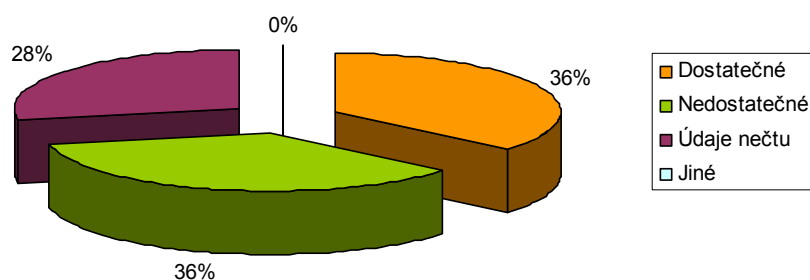
**Graf 19:** Výživové hodnoty ovlivňující respondenty při výběru potravin



**Otázka č. 13: Jsou podle Vás údaje o výživových hodnotách, popřípadě složení potravin na obalech dostatečné?**

Pro 40 (36 %) dotazovaných jsou údaje o výživových hodnotách, popřípadě složení potravin na obalech dostatečné, pro 40 (36 %) jsou tyto údaje nedostatečné a 31 (28 %) respondentů údaje nečte, proto jim nezáleží na tom, co je na obalu uvedeno.

**Graf 20:** Srovnání odpovědí na otázku č. 14



### 5.3 Hodnocení stravovacích návyků

#### Otázka č. 14: Jak často pečete z mouky?

17 (15 %) respondentů odpovědělo, že z mouky peče týdně nebo častěji, 24 (22 %) 1 až 3x měsíčně, 47 (42 %) respondentů peče pouze příležitostně a 23 (21 %) odpovídajících nepeče vůbec.

Tabulka 18: Frekvence pečení z mouky v závislosti na pohlaví

Frekvence pečení z mouky	Ženy	Muži	Celkem
Týdně nebo častěji	17%	11,5%	15%
1 - 3x měsíčně	26%	11,5%	22%
Příležitostně	44%	40%	42%
Nikdy	13%	37%	21%

Statisticky významné:  $p < 0,05$

Ženy pečou z mouky statisticky významně častěji než muži.

Tabulka 19: Frekvence pečení z mouky v závislosti na věku

Frekvence pečení z mouky	15 - 19 let	20 - 25 let	Celkem
Týdně nebo častěji	17%	15%	15%
1 - 3x měsíčně	30%	19%	22%
Příležitostně	40%	43%	42%
Nikdy	13%	23%	21%

Statisticky nevýznamné:  $p = 0,472$

Rozdíl ve frekvenci pečení z mouky mezi skupinami mladých lidí rozdělených podle věku není statisticky významný.

Tabulka 20: Frekvence pečení z mouky v závislosti na výši dosaženého vzdělání

Frekvence pečení z mouky	ZŠ	SŠ bez maturity	SŠ s maturitou	VŠ	Celkem
Týdně nebo častěji	9%	0%	20%	16%	15%
1 - 3x měsíčně	18%	29%	36%	12%	22%
Příležitostně	55%	57%	33%	44%	42%
Nikdy	18%	14%	11%	28%	21%

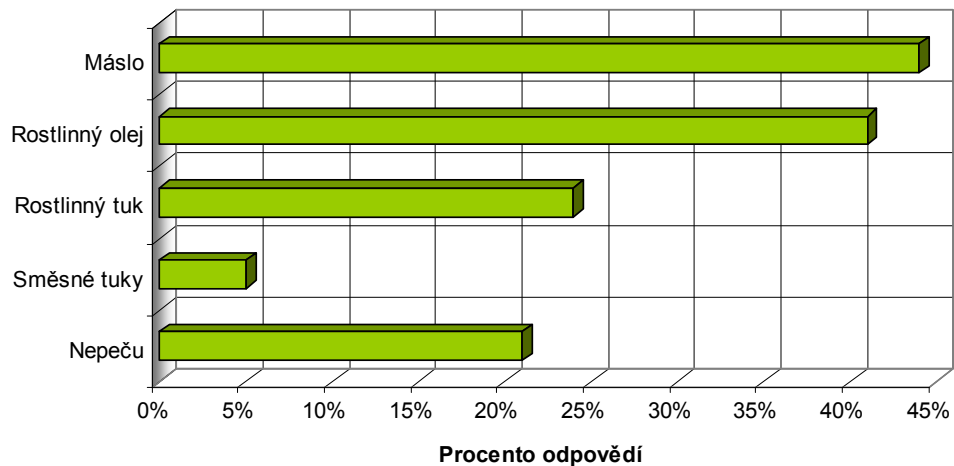
Statisticky nevýznamné:  $p = 0,207$

Rozdíl ve frekvenci pečení z mouky mezi skupinami mladých lidí rozdělených podle výše dosaženého vzdělání není statisticky významný.

### **Otázka č. 15: Jaký tuk na pečení používáte?**

Z výsledků vyplývá, že 49 (44 %) respondentů používá na pečení máslo, 46 (41 %) rostlinný olej, 27 (24 %) rostlinný tuk a 5 (5 %) směsné tuky. 23 (21 %) dotazovaných nepeče. Z používaných rostlinných tuků byly nejčastěji jmenovány Hera, Stella a Lukana. U této otázky bylo možné zvolit více odpovědí, proto celkový součet převyšuje 100 %.

**Graf 21:** Tuky používané respondenty na pečení z mouky



### **Otázka č. 16: Jak často smažíte?**

33 (30 %) respondentů odpovědělo, že smaží týdně nebo častěji, 34 (31 %) 1 až 3x měsíčně, 38 (34 %) dotazovaných používá tento způsob tepelné úpravy pokrmů příležitostně a pouze 6 (5 %) dotazovaných nesmaží vůbec.

**Tabulka 21:** Frekvence smažení v závislosti na pohlaví

Frekvence smažení	Ženy	Muži	Celkem
Týdně nebo častěji	25%	40%	30%
1 - 3x měsíčně	34%	23%	31%
Příležitostně	34%	34%	34%
Nikdy	7%	3%	5%

*Statisticky nevýznamné:  $p = 0,329$*

Rozdíl ve frekvenci smažení mezi pohlavími není statisticky významný.

**Tabulka 22:** Frekvence smažení v závislosti na věku

Frekvence smažení	15 - 19 let	20 - 25 let	Celkem
Týdně nebo častěji	27%	31%	30%
1 - 3x měsíčně	40%	27%	31%
Příležitostně	33%	35%	34%
Nikdy	0%	7%	5%

*Statisticky nevýznamné:  $p = 0,316$*

Rozdíl ve frekvenci smažení mezi věkovými kategoriemi není statisticky významný.

**Tabulka 23:** Frekvence smažení v závislosti na výši dosaženého vzdělání

Frekvence smažení	ZŠ	SŠ bez maturity	SŠ s maturitou	VŠ	Celkem
Týdně nebo častěji	18%	14%	33%	32%	30%
1 - 3x měsíčně	46%	57%	17%	33%	31%
Příležitostně	36%	29%	44%	28%	34%
Nikdy	0%	0%	6%	7%	5%

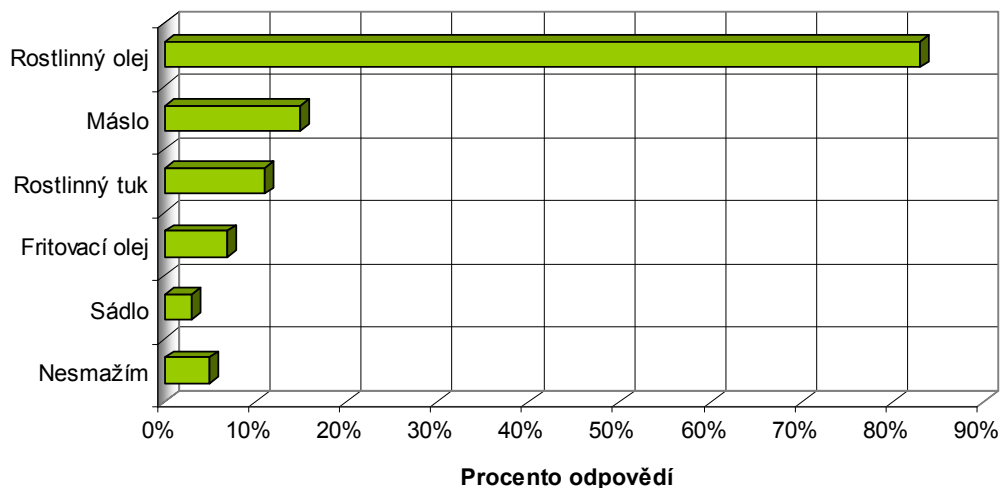
*Statisticky nevýznamné:  $p = 0,423$*

Rozdíl ve frekvenci smažení mezi skupinami mladých lidí rozdělených podle výše dosaženého vzdělání není statisticky významný.

### **Otázka č. 17: Jaký tuk na smažení používáte?**

Z výsledků vyplývá, že rostlinné oleje používá na smažení 92 (83 %) dotazovaných, z nichž 5 (5 %) smaží na panenském olivovém oleji. 17 (15 %) odpovídajících používá na smažení máslo, 12 (11 %) rostlinný tuk, 8 (7 %) fritovací olej a 3 (3 %) sádlo. 6 (5 %) respondentů nesmaží. Z užívaných rostlinných tuků byly jmenovány Lukana, Omega, Ceres a Iva. U otázky bylo možné označit více odpovědí, proto celkový součet převyšuje 100 %.

**Graf 22:** Tuky používané respondenty na smažení



### **Frekvenční dotazník**

Máslo, smažené pokrmy, sušenky a oplatky, jemné pečivo a čokoládové výrobky jsou mladými lidmi konzumovány nejčastěji 2 až 6x týdně. Pomazánky s rostlinnými tuky, cukrovinky s polevami, mražené krémy a zmrzliny, dehydrované polévky a omáčky konzumují mladí lidé obvykle méně než 1x týdně. U roztíratelných tuků, směsných tuků, rostlinných šlehaček a instantních přísad do kávy a čaje byla nejčastěji označena odpověď vůbec.

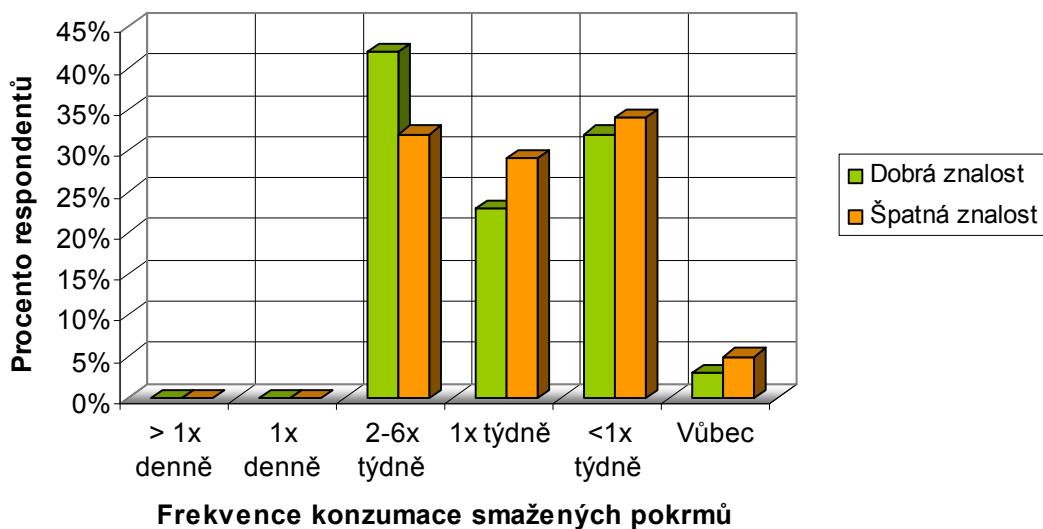
**Tabulka 24:** Frekvence konzumace jednotlivých potravinových komodit

Potravina	Frekvence					
	> 1x denně	1x denně	2-6x týdně	1x týdně	<1x týdně	Vůbec
Máslo	5%	18%	<b>27%</b>	8%	29%	13%
Roztíratelné tuky, margaríny	4%	6%	22%	11%	28%	<b>29%</b>
Směsné tuky	0%	2%	2%	5%	29%	<b>62%</b>
Pomazánky	2%	3%	6%	22%	<b>42%</b>	25%
Smažené pokrmy	0%	0%	<b>35%</b>	27%	33%	5%
Sušenky, oplatky	2%	13%	<b>32%</b>	19%	27%	7%
Jemné pečivo	6%	11%	<b>31%</b>	18%	30%	4%
Čokoládové výrobky	1%	15%	<b>36%</b>	20%	23%	5%
Cukrovinky s polevami	0%	3%	26%	19%	<b>39%</b>	13%
Mražené krémy, zmrzliny	0%	0%	2%	13%	<b>66%</b>	19%
Rostlinné šlehačky	0%	0%	0%	5%	36%	<b>59%</b>
Instantní přísady do kávy a čaje	2%	3%	6%	4%	20%	<b>65%</b>
Dehydrované polévky a omáčky	0%	1%	9%	13%	<b>46%</b>	31%

**Hypotéza 4:** Mladí lidé s dobrou znalostí *trans*-nenasycených mastných kyselin konzumují méně smažených pokrmů než mladí lidé se špatnou znalostí.

Pro zjištění závislosti frekvence konzumace smažených pokrmů na stupni znalosti *trans*-nenasycených mastných kyselin byli respondenti rozděleni na dvě skupiny. Kritériem pro zařazení do skupiny s dobrou znalostí byla správně zodpovězená otázka „*Jaké účinky mají trans-nenasycené mastné kyseliny na zdraví?*“ a zároveň v otázce „*Kde se trans-nenasycené mastné kyseliny nejčastěji vyskytují?*“ označená odpověď „*ve smažených výrobcích rychlého občerstvení*“. Do skupiny se špatnou znalostí byli začleněni všichni ostatní. U těchto dvou skupin byla porovnána frekvence konzumace smažených pokrmů.

**Graf 23:** Srovnání frekvence konzumace smažených pokrmů v závislosti na znalostech



**Statisticky nevýznamné:  $p = 0,789$**

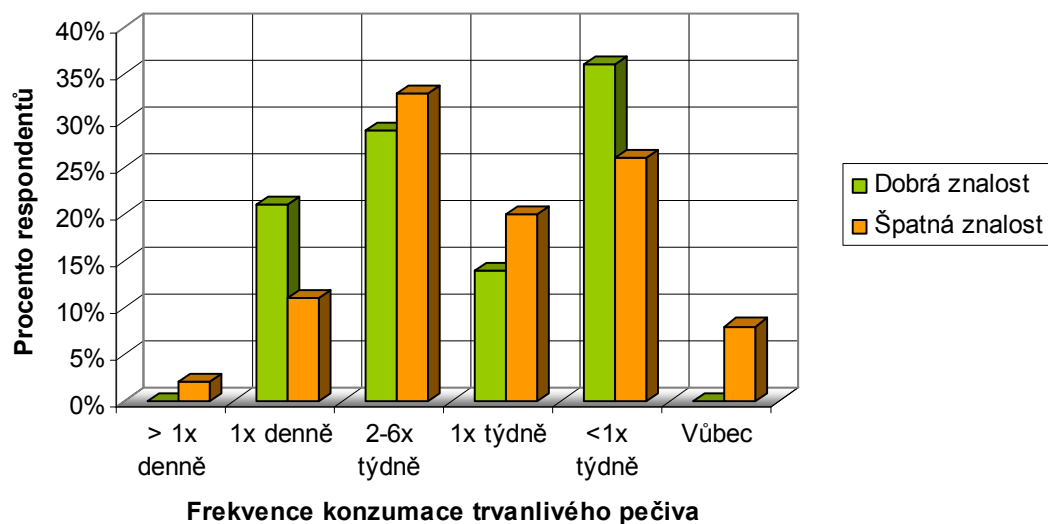
Hypotéza 4 se nepotvrdila. Rozdíl ve frekvenci konzumace smažených pokrmů se mezi skupinami mladých lidí s dobrou a špatnou znalostí *trans*-nenasycených mastných kyselin ukázal jako statisticky nevýznamný. Mladí lidé s dobrou znalostí *trans*-nenasycených mastných kyselin nekonzumují méně smažených pokrmů než mladí lidé se špatnou znalostí.

**Hypotéza 5: Mladí lidé s dobrou znalostí *trans*-nenasycených mastných kyselin konzumují méně trvanlivého pečiva než mladí lidé se špatnou znalostí.**

Pro zjištění závislosti frekvence konzumace trvanlivého pečiva na úrovni znalostí *trans*-nenasycených mastných kyselin byli dotazovaní rozděleni na dvě skupiny podle stejného klíče jako v předchozí hypotéze. Do skupiny s dobrou znalostí byli zahrnuti mladí lidé, kteří správně zodpověděli otázku „*Jaké účinky mají trans-nenasycené mastné kyseliny na zdraví?*“ a zároveň v otázce „*Kde se trans-nenasycené mastné kyseliny nejčastěji vyskytují?*“ zvolili odpověď „*v sušenkách a oplatkách*“. Do skupiny se špatnou znalostí byli začleněni všichni ostatní. U těchto dvou skupin byla opět porovnána frekvence konzumace smažených pokrmů.



**Graf 25:** Srovnání frekvence konzumace jemného pečiva v závislosti na znalostech



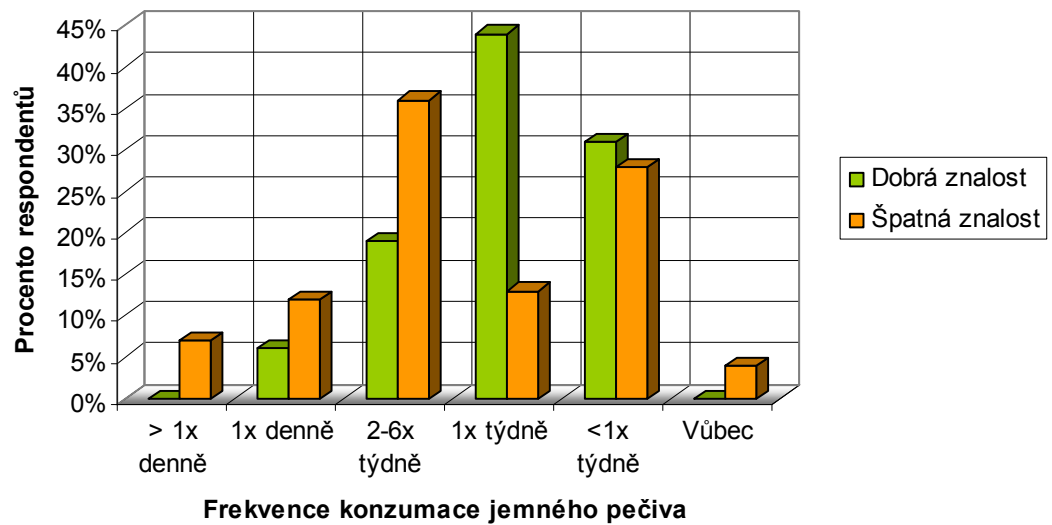
**Statisticky nevýznamné:  $p = 0,679$**

Hypotéza 5 se nepotvrdila. Rozdíl ve frekvenci konzumace trvanlivého pečiva se mezi skupinami mladých lidí s dobrou a špatnou znalostí *trans*-nenasycených mastných kyselin ukázal jako statisticky nevýznamný. Mladí lidé s dobrou znalostí *trans*-nenasycených mastných kyselin nekonzumují méně trvanlivého pečiva než mladí lidé se špatnou znalostí.

**Hypotéza 6: Mladí lidé s dobrou znalostí *trans*-nenasycených mastných kyselin konzumují méně jemného pečiva než mladí lidé se špatnou znalostí.**

Pro porovnání frekvence konzumace jemného pečiva byly opět vytvořeny dvě skupiny. Do skupiny s dobrými znalostmi byli zařazeni mladí lidé, kteří správně odpověděli na otázku „*Jaké účinky mají trans-nenasycené mastné kyseliny na zdraví?*“ a zároveň v otázce „*Kde se trans-nenasycené mastné kyseliny nejčastěji vyskytují?*“ označili odpověď „*v koblích, buchtách, taštičkách, zákuscích*“. Do skupiny se špatnou znalostí byli zařazeni všichni ostatní. U těchto dvou skupin byla stejně jako v předchozích hypotézách porovnána frekvence konzumace smažených pokrmů.

**Graf 24:** Srovnání frekvence konzumace jemného pečiva v závislosti na znalostech



**Statisticky významné:  $p < 0,05$**

Hypotéza 6 se potvrdila. Na 5procentní hladině významnosti platí, že frekvence konzumace jemného pečiva je nižší ve skupině s dobrými znalostmi *trans*-nenasycených mastných kyselin. Mladí lidé s dobrou znalostí *trans*-nenasycených mastných kyselin konzumují významně méně jemného pečiva než mladí se špatnou znalostí.

## 6 Diskuze

Pro účinné předcházení chronickým chorobám hromadného výskytu jsou nezbytné znalosti rizikových faktorů, odpovídající osobní přístup k těmto faktorům a zejména vhodné chování vycházející z nabytých znalostí. Provedené šetření se zabývá *trans*-mastnými kyselinami neboli jedním z nejvýznamnějších výživových rizikových faktorů rozvoje chorob hromadného výskytu.

### 6.1 Znalosti

Podle provedeného šetření o *trans*-mastných kyselinách slyšelo 68 % respondentů, přičemž větší povědomí o těchto kyselinách měli překvapivě muži, již podle očekávání mladí lidé nad 20 let a respondenti vzdělaní vysokoškolsky a středoškolsky s maturitou. Hodnocení znalostí týkajících se *trans*-mastných kyselin a rostlinných tuků obecně dopadlo o poznání hůře. 45 % dotazovaných správně odpovědělo, že ne všechny rostlinné tuky jsou ve srovnání s živočišnými tuky zdraví prospěšnější, jen 41 % respondentů přiřadilo *trans*-mastným kyselinám negativní účinky na lidské zdraví a ještě méně, tj. 36 %, vědělo, že *trans*-mastné kyseliny hladinu cholesterolu v krvi zvyšují. Při otázce na výskyt těchto kyselin nedokázalo určit ani jeden potravinový zdroj 51 % dotazovaných, z nichž 9 % navíc uvedlo, že zdroje *trans*-nenasycených mastných kyselin není třeba znát, protože pokud jsou ve výrobku přítomny, musí se jejich obsah uvést na obalu. 30 % respondentů je přesvědčeno, že se *trans*-mastné kyseliny nacházejí ve smažených výrobcích rychlého občerstvení, 27 % odpovídajících si je jistých, že se vyskytují v rostlinných tucích. Pouze podle 14 % respondentů se *trans*-mastné kyseliny nacházejí v jemném pečivu a podle 13 % v trvanlivém pečivu. V čokoládových cukrovinkách a v másle a smetaně by je hledalo 7 % dotazovaných. Dále 21 % mladých lidí správně odpovědělo, že strava obyvatelstva České republiky obsahuje nedostatek n-3 nenasycených mastných kyselin, avšak 11 % respondentů se domnívá, že nedostatkovými jsou *trans*-nenasycené mastné kyseliny, a 4 % označily nasycené mastné kyseliny.

V roce 2007 spustila Americká asociace pro nemoci srdce, tzv. AHA, národní vzdělávací program nazvaný „Face the Fats“, který měl za úkol zlepšit znalosti spotřebitelů o *trans*-mastných kyselinách a ostatních složkách tuků. V souvislosti s touto kampaní Eckel et al. (2009) uskutečnili studii, ve které mezi roky 2006 a 2007 porovnávali u spotřebitelů ve věku 18 až 65 let změny ve znalostech týkajících se tuků. Výsledky ukázaly, že povědomí o *trans*-

masných kyselinách se zvýšilo z 84 % všech respondentů v roce 2006 na 92 % v roce 2007, je tedy přibližně o čtvrtinu větší než ve výsledcích mnou provedeného šetření. Tento rozdíl může být způsoben jiným věkovým rozmezím respondentů v obou studiích, avšak nelze opomenout skutečnost, že v USA se vedly o *trans*-masných kyselinách, jejich značení na obalech a o zákazu používání rostlinných tuků obsahujících tyto kyseliny celonárodní diskuze, které se hojně medializovaly. Jako rizikové faktory pro rozvoj kardiovaskulárních onemocnění byly v americké studii *trans*-masné kyseliny vnímány v roce 2006 63 % respondentů, v roce 2007 již 73 %, což je ve srovnání s odpověďmi na otázky týkající se účinků těchto kyselin na lidské zdraví a na hladinu cholesterolu v krvi v mém průzkumu téměř dvakrát větší množství. Ve shodě s výsledky mého šetření jsou americkou studií testované znalosti výskytu *trans*-masných kyselin rovněž velmi slabé, protože 3 potravinové zdroje dokázalo jmenovat v roce 2006 pouze 17 % a v roce 2007 21 % všech respondentů.

V České republice se v roce 2007 uskutečnil internetový průzkum „Na doma“ společnosti Unilever, kterého se zúčastnilo 3 337 respondentů. O *trans*-masných kyselinách slyšelo 55 % účastníků průzkumu, 44 % správně posoudilo jejich negativní účinky na lidské zdraví. Na otázku, kde se tyto kyseliny nejčastěji vyskytují, 47 % odpovědělo, že v potravinách rychlého občerstvení, 16 % si je jistých jejich výskytem v rostlinných tucích, 5 % v mléce a šlehačce, 2 % v sušenkách a čokoládových cukrovinkách a 31 % nedokázalo na dotaz odpovědět (Brát a Dostálová, 2007; Brát, 2008). Ve srovnání s těmito výsledky v mnou provedeném šetření slyšelo o *trans*-masných kyselinách větší procento respondentů, které však hůře posoudilo jejich vlivy na zdraví. Za povšimnutí stojí, že podle obou studií je značná část populace přesvědčena o jejich nálezů v rostlinných tucích a že největší podíl respondentů si v souvislosti s *trans*-masnými kyselinami vybaví potraviny rychlého občerstvení. U populace mladých lidí v roce 2009 je větší povědomí o výskytu *trans*-masných kyselin v trvanlivém pečivu a čokoládových cukrovinkách, avšak více než polovina jich nezná potravinový zdroj žádný.

Obecně platí, že ženy se o výživu zajímají více než muži, proto jsem předpokládala, že i v případě rostlinných tuků budou mít ženy lepší znalosti. Z výsledků mého šetření však vyplývá, že ženy v populaci mladých lidí mají v porovnání s muži jen mírně vyšší znalosti týkající se vlivu rostlinných tuků na zdraví, rozdíl v odpovědích se totiž ukázal jako statisticky nevýznamný.

Protože v období dospívání jsou lidé k informačním zdrojům, především k internetu, časopisům a různým televizním programům, nejvnímavější, očekávala jsem, že znalosti o vlivu rostlinných tuků na zdraví se budou v populaci mladých lidí s věkem zlepšovat. Tato

hypotéza se potvrdila, respondenti ve věku 15 až 19 let měli statisticky významně nižší znalosti než respondenti ve věku 20 až 25 let.

V souboru mladých lidí ve věku nad 20 let se prokázalo, že u vysokoškolsky vzdělaných lidí je úroveň znalostí týkajících se vlivu rostlinných tuků na zdraví vyšší než u středoškolsky vzdělaných, přičemž rozdíl znalostí se ukázal jako statisticky významný. Větší povědomí u vysokoškolsky vzdělané skupiny lze vysvětlit všeobecně větším přehledem a také pravděpodobně lepším přístupem k různým informačním zdrojům, ze kterých si dokáží podstatné informace snáze selektovat.

Obdobně zaměřená studie zabývající se znalostmi o potravinových zdrojích a zdravotních účincích *trans*-mastných kyselin u amerických vysokoškolských studentů probíhala v roce 2006. Neggersa et al. (2007) zjistili, že obecné povědomí o *trans*-mastných kyselinách u univerzitních studentů je malé. Průměrná úspěšnost správně zodpovězených otázek, které měly stejný charakter jako mnou sestavené dotazy, činila 46 %. Závislost mezi znalostmi a pohlavím nebyla nalezena. Na rozdíl od mého šetření však v této studii nebyla prokázána ani závislost mezi znalostmi a věkem a dobou studia.

## **6.2 Osobní přístup**

Osobní přístup populace mladých lidí k výběru potravin je relativně příznivý. 72 % dotazovaných čte výživové hodnoty, popřípadě složení na obalech potravin, přičemž větší zájem o tyto informace projevují dle očekávání ženy, mladí lidé nad 20 let a respondenti vzdělaní vysokoškolsky a středoškolsky s maturitou. Žádoucí přístup k rostlinným tukům jako součástí potravinářských výrobků vyjádřilo 70 % dotazovaných, když uvedli, že přednost takovému výrobku dají pouze někdy, zajímají je totiž i další uvedené údaje nebo vlastnosti. Naopak přednost takovému výrobku dává vždy 6 % respondentů, 3 % překvapivě upřednostňují tuky živočišné a celým 18 % na složení výrobku nezáleží. Při výběru potravin mladé lidi ovlivňuje z 33 % energetická hodnota a z 28 % obsah tuku. U možnosti jiné nikdo neuvedl, že sleduje složení mastných kyselin, přestože 5 % respondentů v předešlé části dotazníku odpovědělo, že není třeba znát zdroje *trans*-mastných kyselin, protože pokud se v potravině nacházejí, je jejich obsah uvedený na obalu. Ve skutečnosti se ovšem v České republice s obsahem jednotlivých skupin mastných kyselin jako součástí nutriční tabulky setkáváme pouze u malé části potravinářských výrobků. Informace o výživových hodnotách, popřípadě o složení na obalech potravin, jsou pro 36 % dotazovaných dostatečné, kdežto pro 36 % jsou nedostatečné a 28 % respondentů na těchto informacích nezáleží.

Podle internetového průzkumu „Na doma“ sleduje informace o *trans*-mastných kyselinách na obalech potravin 13 % všech respondentů. Pokud údaj o těchto kyselinách chybí, 23 % dotazovaných se domnívá, že se ve výrobku nenacházejí, naopak 30 % předpokládá, že *trans*-mastné kyseliny přítomny jsou, avšak výrobce o jejich množství neinformuje (Brát, 2008). Tyto závěry společně s výsledky mého šetření ukazují, že problematice *trans*-mastných kyselin, jejich výskytu v potravinách a především podmínkám značení potravin rozumí jen malá část spotřebitelů.

### **6.3 Stravovací návyky**

Mezi tepelné úpravy pokrmů, v jejichž průběhu vznikají *trans*-mastné kyseliny, patří pečení a smažení. V souboru mladých lidí peče týdně nebo častěji 15 % respondentů, největší podíl, tj. 42 %, peče pouze příležitostně. Z hlediska množství *trans*-mastných kyselin je však než vlastní tepelný proces důležitější druh použitého tuku. 44 % dotazovaných používá na pečení máslo, 41 % rostlinný olej, 24 % rostlinný tuk a 5 % směsné tuky. Z nejčastěji jmenovaných rostlinných tuků jediná Lukana obsahuje nad 3 % *trans*-mastných kyselin z celkového tuku, proto se pečení jeví jako téměř zanedbatelný zdroj *trans*-mastných kyselin. Ze skupiny pekařských výrobků však musíme vyjmout průmyslově vyráběné potraviny, při jejichž výrobě se tuky s nevhodným složením stále užívají.

Horší situace je v případě smažení. 30 % respondentů odpovědělo, že smaží týdně nebo častěji, 31 % smaží 1 až 3x měsíčně, 34 % příležitostně a 5 % nesmaží vůbec. Rostlinné oleje používá na smažení 83 % mladých lidí, z nichž 5 % uvedlo, že smaží na panenském olivovém oleji, protože ho považuje za zdravější variantu bez ohledu na skutečnost, že se hodí spíše pro studenou přípravu pokrmů. 15 % dotazovaných používá na smažení máslo, které je nevhodné kvůli přepalování. 11 % smaží na rostlinném tuku, pouze 7 % na speciálních fritovacích olejích a 3 % na sádle. V nejčastěji jmenovaných rostlinných tucích převažují pokrmové tuky, které z hlediska obsahu *trans*-mastných kyselin představují značné riziko. Z výsledků vyplývá, že smažení stále zůstává velmi oblíbeným způsobem tepelné úpravy pokrmů, což je nepříznivé nejen kvůli vysokému obsahu tuku, ale i kvůli zcela nevhodnému složení mastných kyselin smažených potravin.

Výsledky frekvenčního dotazníku nedopadly nejlépe. Přestože u respondentů převažuje dosti nízká konzumace pomazánek a směsných tuků, většina dává jednoznačně přednost máslu před roztíratelnými tuky a margaríny, které již mají v dnešní době z velké části příznivé složení mastných kyselin. Alarmující je zjištění, že potraviny, které se považují

za nejvýznamnější zdroje *trans*-mastných kyselin, se v jídelníčku mladých lidí vyskytují velmi často. 35 % respondentů konzumuje smažené pokrmy 2 až 6x týdně, stejně často konzumuje 32 % dotazovaných různé sušenky a oplatky, rovněž 2 až 6x týdně se v jídelníčku 31 % mladých lidí objevuje jemné pečivo a se stejnou frekvencí konzumuje 36 % respondentů čokoládové výrobky. Cukrovinky s polevami, které jsou rovněž zdrojem *trans*-mastných kyselin, většina mladých lidí, tj. 39 %, konzumuje méně než 1x týdně. Mražené krémy, zmrzliny, dehydrované polévky a omáčky se v jídelníčku mladých lidí vyskytují nejčastěji méně než 1x týdně, rostlinné šlehačky a instantní přídavky do kávy a čaje se nekonzumují téměř vůbec. U většiny potravinových komodit, obsahujících rostlinné tuky mnohdy o nevhodném složení, se však najde určité procento respondentů, které dané potraviny konzumuje dokonce několikrát denně. Výsledky frekvenčního dotazníku ukazují, že stravovací návyky jsou u populace mladých lidí v České republice špatné a z hlediska příjmu *trans*-mastných kyselin dosti rizikové.

Špatné stravovací zvyklosti dětí a mládeže dokládá průzkum provedený v rámci projektu „Výchova ke zdravé výživě a zdravému životnímu stylu dětí a mládeže v Euroregionu Nisa“, jehož se v České republice zúčastnilo 529 dětí z 1. až 9. ročníků základních škol. Výsledky studie ukázaly, že jemné nebo trvanlivé pečivo snídalo 17 % žáků, ve svačinách se tyto potraviny vyskytovaly dokonce u 20 % žáků. Naopak v Německu dávaly děti přednost konzumaci jemného a trvanlivého pečiva v odpoledních hodinách, kdy si je dopřávalo 32 % žáků (Sýkorová a Hanzl, 2007).

Častou konzumací pekařských výrobků mladými ženami potvrzuje kanadská studie z roku 2001. Různé druhy jemného a trvanlivého pečiva se u většiny dotazovaných žen vyskytovaly v jídelníčku několikrát denně, proto tyto potravinové komodity představovaly nejvýznamnější zdroj *trans*-mastných kyselin, dohromady poskytovaly 43 % všech přijatých *trans*-mastných kyselin. Pokrmy rychlého občerstvení dodávaly 12 %, výrobky typu „snack“ 10 % a margaríny společně s pokrmovými tuky 8 % všech přijatých *trans*-mastných kyselin. Průměrný příjem činil 3,6 g *trans*-mastných kyselin na osobu a den (Elias a Innis, 2002).

Mezi znalostmi týkajícími se *trans*-mastných kyselin a frekvencí konzumace smažených pokrmů nebyla nalezena závislost. V jídelníčku mladých lidí s dobrými znalostmi se smažené pokrmy nevyskytují méně často než v jídelníčku mladých lidí se špatnými znalostmi. Rovněž nebyla nalezena závislost mezi znalostmi týkajícími se *trans*-mastných kyselin a frekvencí konzumace trvanlivého pečiva. Dospívající zřejmě nepovažují kardiovaskulární a jiná

onemocnění za riziko, které je bezprostředně ohrožuje, proto jejich znalosti nevyústují ve vhodné výživové chování.

Americká studie z roku 2006 potvrzuje skutečnost, že hlavním motivem pro změny ve výživovém chování je u většiny spotřebitelů až aktuálně hrozící nebezpečí, například diagnostikovaná nemoc vlastní nebo v rodině či narození dítěte. Následná redukce v množství přijatých *trans*-mastných kyselin spočívá u 42 % respondentů ve snížení frekvence konzumace smažených pokrmů, přičemž nejčastěji k tomuto posunu dochází u spotřebitelů s velmi dobrými znalostmi o *trans*-mastných kyselinách (Hartman, 2006).

Mezi znalostmi týkajícími se *trans*-mastných kyselin a konzumací jemného pečiva byla v mém šetření nalezena závislost. V jídelníčku mladých lidí s dobrou znalostí těchto kyselin se nacházejí koblihy, koláče, taštičky, buchty, croissanty či zákusky statisticky významně méně často než u mladých lidí s nižší úrovní znalostí. Nalezená závislost se dá přičíst skutečnosti, že dospívající se zájmem o výživu si snáze odeprou sladké pečivo, které se buď prodává ve specializovaných obchodech, nebo je v případě supermarketů většinou volně k dispozici. Zákazník na něj tudíž není nijak výrazně upozorňován. Kdežto různé druhy sušenek a oplatek mívají velmi sensoricky atraktivní obal, kterého si spotřebitel spíše všimne, a proto jim i přes vědomí jejich negativního vlivu na zdraví nedokáže odolat.

Z průzkumů probíhajících v zahraničí vyplývá, že k zajištění nižšího příjmu *trans*-mastných kyselin je vhodné zavedení značení jejich obsahu na obalech potravinářských výrobků, aby měl spotřebitel možnost se sám rozhodnout, jakému výrobku dá z výživového hlediska přednost. Těžištěm vhodného výběru potravin však zůstávají znalosti, bez kterých spotřebitel nedokáže informace na obalech správně interpretovat a přiřadit k jednotlivým skupinám mastných kyselin jejich zdravotní účinky. Bez dostatečných znalostí rovněž spotřebitel nedokáže rozpoznat potraviny, které jsou z důvodu zvýšeného obsahu *trans*-mastných kyselin obecně rizikové a kterým by se měl tudíž vyhýbat (Kozup et al., 2006; Howlett et al., 2008; Eckel et al., 2009).



## 7 Závěry

- Zjištěné povědomí o *trans*-mastných kyselinách u mladých lidí v České republice je nižší ve srovnání s výsledky podobně zaměřených zahraničních studií.
- Znalosti mladých lidí týkající se rostlinných tuků a s nimi souvisejících *trans*-mastných kyselin nejsou příliš dobré.
- V souboru se nepotvrdil očekávaný rozdíl ve znalostech týkajících se vlivu rostlinných tuků na zdraví v závislosti na pohlaví, ženy mají ve srovnání s muži pouze mírně vyšší úroveň znalostí.
- Výsledky prokázaly předpokládaný rozdíl ve znalostech týkajících se vlivu rostlinných tuků na zdraví v závislosti na věku. Mladí lidé ve věku 20 až 25 let mají významně lepší znalosti než mladí lidé ve věku 15 až 19 let.
- Potvrdil se očekávaný rozdíl ve znalostech týkajících se vlivu rostlinných tuků na zdraví v závislosti na vzdělání. Ve věku nad 20 let mají mladí lidé vysokoškolsky vzdělaní významně vyšší úroveň znalostí než mladí lidé středoškolsky vzdělaní.
- Znalosti mladých lidí týkající se výskytu *trans*-mastných kyselin jsou nedostatečné.
- Přístup mladých lidí k výběru potravin z výživového hlediska se zdá být obecně příznivý. Nikdo z celé skupiny respondentů však neuvedl, že se při výběru potravin řídí složením mastných kyselin.
- Stravovací návyky mladých lidí spojené s příjmem rostlinných tuků jsou neuspokojivé. Třetina dotazovaných smaží nejméně 1x týdně, potraviny považované za nejvýznamnější zdroje *trans*-mastných kyselin se v jídelníčku mladých lidí vyskytují nejčastěji 2 až 6x týdně.
- V souboru nebyla nalezena předpokládaná závislost mezi znalostmi týkajícími se *trans*-mastných kyselin a frekvencí konzumace smažených pokrmů. Dotazovaní s dobrými znalostmi nekonzumují méně smažených pokrmů než dotazovaní se špatnými znalostmi.
- Ve skupině respondentů nebyla nalezena očekávaná závislost mezi znalostmi týkajícími se *trans*-mastných kyselin a frekvencí konzumace trvanlivého pečiva. Mladí lidé s dobrou úrovní znalostí nekonzumují méně trvanlivého pečiva ve srovnání s mladými lidmi s nízkou úrovní znalostí.
- V souboru byla nalezena předpokládaná závislost mezi znalostmi týkajícími se *trans*-mastných kyselin a frekvencí konzumace jemného pečiva. Mladí lidé s dobrými znalostmi konzumují méně jemného pečiva než mladí lidé s horšími znalostmi.

Vzhledem k uvedeným závěrům lze konstatovat, že informovanost populace mladých lidí v České republice o rostlinných tucích je neuspokojivá a k vytvoření vhodného přístupu k výběru potravin a správných stravovacích návyků nedostatečná. Protože se chronická onemocnění s hromadným výskytem objevují ve stále mladším věku, je žádoucí zajistit osvojení znalostí týkajících se výživových rizikových faktorů, mezi něž se řadí také některé druhy rostlinných tuků, už během dětství a především v období dospívání, kdy se obecně nejvíce zvyšuje zájem o výživu a lidé se stávají k různým informacím nejvíce otevření.

## 8 Seznam použité literatury

- Allison, D. B., Egan, S. K., Barraj, L. M., Caughman, C., Infante, M., Heimbach, J. T.** 1999. Estimated intakes of *trans* fatty and other fatty acids in the US population, *Journal of the American Dietetic Association*, 99 (2), 166-174.
- Alpaslan, M., Karaali, A.** 1998. The interesterification-induced changes in olive and palm oil blends, *Food Chemistry*, 61 (3), 301-305.
- Aro, A., Van Amelsvoort, J., Becker, W., van Erp-Baart, M.-A., Kafatos, A., Leth, T., van Poppel, G.** 1998. *Trans* Fatty Acids in Dietary Fats and Oils from 14 European Countries: The TRANSFAIR Study, *Journal of Food Composition and Analysis*, 11, 137-149.
- Becker, W., Brasseur, D., Bresson, J.-L., Flynn, A., Jackson, A. A., Lagiou, P., Mingrone, G., Moseley, B., Palou, A., Przyrembel, H., Salminen, S., Strobel, S., van Loveren, H.** 2004. Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the presence of *trans* fatty acids in foods and the effect on human health of the consumption of *trans* fatty acids, *The EFSA Journal*, 81, 1-49.
- Belitz, H. D., Grosch, W.** 1999. *Food chemistry*, Second Edition, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 152-236, 614-622. ISBN 3-540-64692-2.
- Berger, K. G.** 2007. Jedlé tuky bez *trans*-nenasycených mastných kyselin, *Výživa a potraviny*, 1, 25.
- Bhattacharyya, D.K., Chakrabarty, M. M., Kar, K.** 1985. Studies on Nutritional Quality of Interesterified Fat Products, *Fette, Seifen, Anstrichmittel*, 12, 486-489.
- Blatná, J., Dostálová, J., Perlín, C., Tláskal, P.** 2005. Výživa na začátku 21. století aneb o výživě aktuálně a se zárukou, Společnost pro výživu, Nadace NutriVIT, Praha, s. 7-9. ISBN 80-239-6202-7.
- Bou, R., Codony, R., Tres, A., Baucells, M. D., Guardiola, F.** 2005. Increase of Geometrical and Positional Fatty Acid Isomers in Dark Meat from Broilers Fed Heated Oils, *Poultry Science Association*, 84, 1942-1954.
- Brabenec, V., Šařecová, P., Hošková, P., Procházková, R., Louda, Z.** 2004. *Statistika a biometrika*, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, s. 12-17. ISBN 80-213-1138-X.
- Brát, J.** 2008. Tuky ve stravě překvapením? *Kardiologie v primární péči*, 3 (2), 50-54.
- Brát, J., Dostálová, J.** 2007. Rozhoduje celkové složení tuků, *Výživa a potraviny*, 5, 130-133.

**Brát, J., Dostálová, J., Pokorný, J.** 2005. Výživová doporučení pro příjem lipidů a jejich plnění v České republice, *Výživa a potraviny*, 5, 156-157.

**Brát, J., Jiroušek, A.** 2008. Margariny včera, dnes a zítra, *Výživa a potraviny*, 5, 124-126.

**British Heart Foundation.** Total CVD mortality in Europe [online]. British Heart Foundation, 11th March 2008 [cit. 2009-2-6]. Dostupné z <<http://www.heartstats.org/datapage.asp?id=754>>.

**Brühl, L.** 1996. Determination of Trans Fatty Acids in Cold Pressed Oils and in Dried Seeds, *Fett/Lipid*, 98 (11), 380-383.

**Česko.** Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 43 ze dne 22. ledna 2005, kterou se mění vyhláška č. 76/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2005, částka 10. Dostupné také z <<http://www.bezpecnostpotravin.cz/attachments/y76-2003cokol.doc>>.

**Česko.** Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 77 ze dne 6. března 2003, kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2003, částka 32, s. 2488-2516. Dostupné také z <<http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/2003/sb032-03.pdf>>.

**Česko.** Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 113 ze dne 4. března 2005 o způsobu označování potravin a tabákových výrobků. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2005, částka 37, s. 1163-1176. Dostupný také z <<http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/2005/sb037-05.pdf>>.

**Česko.** Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 124 ze dne 9. března 2004, kterou se mění vyhláška č. 77/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2004, částka 40. Dostupné také z <[http://www.lexdata.cz/lexdata/sb\\_free.nsf/c12571cc00341df10000000000000000/c12571cc00341df1c1256e5c00470911?OpenDocument](http://www.lexdata.cz/lexdata/sb_free.nsf/c12571cc00341df10000000000000000/c12571cc00341df1c1256e5c00470911?OpenDocument)>.

**Česko.** Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 333 ze dne 12. prosince 1997, kterou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta. In *Sbírka zákonů České republiky*. 1997, částka 111. Dostupné také z: <<http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1007478&docType=ART&nid=11307>>.

- Český statistický úřad.** Spotřeba potravin a nealkoholických nápojů na 1 obyvatele v ČR v letech 2000 - 2007 [online]. Český statistický úřad, 28. listopadu 2008a [cit. 2009-2-2]. Dostupné z <[http://www.czso.cz/csu/2008edicniplan.nsf/t/0E004008EA/\\$File/30040801.pdf](http://www.czso.cz/csu/2008edicniplan.nsf/t/0E004008EA/$File/30040801.pdf)>
- Český statistický úřad.** Spotřeba potravin a nealkoholických nápojů v letech 1987 - 2006 [online]. Český statistický úřad, 31. července 2008b [cit. 2009-2-2]. Dostupné z <[http://www.czso.cz/csu/2008edicniplan.nsf/t/950035376D/\\$File/301408\\_01d.pdf](http://www.czso.cz/csu/2008edicniplan.nsf/t/950035376D/$File/301408_01d.pdf)>.
- Čmolík, J., Pokorný, J., Doležal, M., Svoboda, Z.** 2007. Geometrical isomerization of polyunsaturated fatty acids in physically refined rapeseed oil during plant-scale deodorization, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109, 656-662.
- Čmolík, J., Pokorný, J.** 2000. Physical refining of edible oils, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 102, 472-486.
- Daniel-O'Dwyer, D., Thompson, L., Shriver, B., Wu, Ch., Hoover, L.** 2007. Non-hydrogenated cottonseed oil as a deep-fat frying medium, *Nutrition & Food Science*, 37 (4), 234-245.
- Dlouhý, P., Anděl, M.** 2006. Margaríny a ateroskleróza, *Vesmír*, 11, 686-688.
- Dostálová, J.** 2004. Mýtus rostlinných tuků, *Výživa a potraviny*, 3, 69-70.
- Dostálová, J.** Jak poznat kvalitní čokoládu? [online]. *Výživa dětí*, 14. října 2008a [cit. 2009-2-18]. Dostupné z <<http://www.vyzivadeti.cz/tiskovecentrum/tiskovezpravy/zdrave-vanocni-pochoutky.html>>.
- Dostálová, J.** Tuky při přípravě nejen vánočních pokrmů [online]. *Fórum zdravé výživy*, 2008b [cit. 2009-2-13]. Dostupné z <<http://www.fzv.cz/web/fzv-poskytuje/tiskove-materialy/vano/do>>.
- Dostálová, J.** Výživová doporučení pro obyvatelstvo České republiky se zvláštním zřetelem na tuky [online]. *Foodnet*, 17. března 2008c [cit. 2009-2-20]. Dostupné z <<http://www.foodnet.cz/polozka/?jmeno=Druh%FD+workshop+PK+%C8R+k+projektu+ICARE+a+TRUEFOOD%3Cbr%3Esou%E8asn%EC+pozv%Elnka+na+t%F8et%ED+worshop+v+Praze+dne+14.4.+2008&id=16040&foodnet=7bd6a7c5be9d2d1a5beba82ffaa056ee>>.
- Dostálová, J., Brát, J.** 2004. Složení mastných kyselin jedlých tuků z tržní sítě České republiky, *Výživa a potraviny*, 6, 157-159.
- Dostálová, J., Brát, J.** 2002. Složení mastných kyselin tuku trvanlivého pečiva z tržní sítě České republiky, *Výživa a potraviny*, 6, 189-190.
- Dostálová, J., Brát, J., Barešová, A.** 2008a. Obsah a složení tuku trvanlivého a jemného pečiva a listových těst z tržní sítě České republiky, *Výživa a potraviny*, 1, 13-14.

- Dostálová, J., Brát, J., Culková, J.** 2006. Obsah tuku a složení mastných kyselin průmyslově vyráběných jíšek z tržní sítě České republiky, *Výživa a potraviny*, 3, 72.
- Dostálová, J., Brát, J., Hanzlík, P., Bednářová, K.** 2004. Obsah tuku a složení mastných kyselin tuku jemného pečiva z tržní sítě České republiky, *Výživa a potraviny*, 4, 110-111.
- Dostálová, J., Brát, J., Culková, J., Folprechtová, B.** 2007. Složení mastných kyselin tuku instantních přísad do kávy a čaje, rostlinných šlehaček a dehydrovaných polévek a bujónů, *Výživa a potraviny*, 3, 60-61.
- Dostálová, J., Brát, J., Doležal, M., Lukešová, D., Barešová, A., Malzerová, B.** 2008b. Složení mastných kyselin tuků na pečení a smažení a tuku v bramborových hranolcích, *Výživa a potraviny*, 4, 100-102.
- Dostálová, J., Pokorný, J.** 2002. Vývoj spotřeby tuků a olejů v České republice, *Výživa a potraviny*, 2, 58-59.
- Eckel, R. H., Kris-Etherton, P., Lichtenstein, A. H., Wylie-Rosett, J.** 2009. Americans' Awareness, Knowledge, and Behaviors Regarding Fats: 2006-2007, *Journal of the American Dietetic Association*, 109 (2), 288.
- Elias, S. L., Innis, S. M.** Bakery foods are the major dietary source of trans-fatty acids among pregnant women with diets providing 30 percent energy from fat, *Journal of the American Dietetic Association*, 102 (1), 46-51.
- Evropské společenství.** Nařízení Rady (ES) č. 2991 ze dne 5. prosince 1994, kterým se stanovují normy pro roztíratelné tuky. In *Úřední věstník Evropské unie* ze dne 9. prosince 1994, Řada L 316, s. 2. Dostupné také z: <[http://isap.vlada.cz/Kopie/revize.nsf/ff9e919a6cfc19c9c1256ef600277ad0/67651e0bdaf93d0dc125727600331f47/\\$FILE/31994R2991.pdf](http://isap.vlada.cz/Kopie/revize.nsf/ff9e919a6cfc19c9c1256ef600277ad0/67651e0bdaf93d0dc125727600331f47/$FILE/31994R2991.pdf)>.
- Fillion, L., Henry, C. J. K.** 1998. Nutrient losses and gains during frying: a review, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 49 (2), 158-168.
- Franc, M.** 2003. Řasy, nebo knedlíky? Postoje odborníků na výživu k inovacím a tradicím v české stravě v 50. a 60. letech 20. století, První vydání, *Výzkumné centrum pro dějiny vědy, společné pracoviště Ústavu pro soudobé dějiny Akademie věd ČR a Univerzity Karlovy v Praze, Scriptorium, Praha*, s. 49-52. ISBN 80-7285-029-6.
- Friesen, R., Innis, S. M.** 2006. *Trans Fatty Acids in Human Milk in Canada Declined with the Introduction of Trans Fat Food Labeling*, *The Journal of Nutrition*, 136 (10), 2558-2561.
- Fritsche, J., Rickert, R., Steinhart, H., Yurawecz, M. P., Mossoba, M. M., Sehat, N., Roach, J. A. G., Kramer, J. K. G., Ku., Y.** 1999. Conjugated linoleic acid (CLA) isomers: formation, analysis, amounts in foods, and dietary intake, *Fett/Lipid*, 101 (8), 272-276.

- Gebauer, S. K., Psota, T. L., Kris-Etherton, P. M.** 2007. The Diversity of Health Effects of Individual *trans* Fatty Acid Isomers, *Lipids*, 42 (9), 787-799.
- Ghotra, B. S., Dyal, S. D., Narine, S. S.** 2002. Lipid shortenings: a review, *Food Research International*, 35, 1015-1048.
- Hartman, H.** Trans Fats: Consumer Clarity Or Confusion? [online]. The Hartman Group, 11th October 2006 [cit. 2008-3-15]. Dostupné z <<http://www.hartman-group.com/hartbeat/2006-10-11>>.
- Howlett, E., Burton, S., Kozup, J.** 2008. How Modification of the Nutrition Facts Panel Influences Consumers at Risk for Heart Disease: The Case of *Trans* Fat, *Journal of Public Policy & Marketing*, 27 (1), 83-97.
- Hunter, J. E.** 2006. Dietary *trans* Fatty Acids: Review of Recent Human Studies and Food Industry Responses, *Lipids*, 41 (11), 967-992
- Christie, W. W.** The Lipid Library [online]. Scottish Crop Research Institute, Dundee, 9th October 2008 [cit. 2008-11-23]. Dostupné z <<http://www.lipidlibrary.co.uk/topics/stereotg/index.htm>>.
- International Margarine Association of the Countries of Europe.** IMACE Code of Practice on TFA [online]. International Margarine Association of the Countries of Europe, 2002 [cit. 2009-2-18]. Dostupné z <<http://www.imace.org/margarine/tfa.htm>>.
- Juanéda, P., de la Pérrière, S. B., Sébédio, J.-L., Grégoire, S.** 2003. Influence of Heat and Refining on Formation of CLA Isomers in Sunflower Oil, *Journal of American Oil Chemists' Society*, 80 (9), 937-940.
- Kozup, J., Burton, S., Creyer, E. H.** 2006. The Provision of *Trans* Fat Information and Its Interaction with Consumer Knowledge, *Journal of Consumer Affairs*, 40 (1), 163-176.
- Ledoux, M., Juanéda, P., Sébédio, J.-L.** 2007. *Trans* fatty acids: Definition and occurrence in foods, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109, 891-900.
- Ledvina, M., Stoklasová, A., Cerman, J.** 2004. *Biochemie pro studující medicíny*, I. díl, První vydání, Nakladatelství Karolinum, Praha, s. 193-205. ISBN 80-246-0849-9.
- Liu, W. H., Inbaraj, B. S., Chen, B. H.** 2007. Analysis and formation of *trans* fatty acids in hydrogenated soybean oil during heating, *Food Chemistry*, 104, 1740-1749.
- Lock, A. L., Parodi, P. W., Bauman, D. E.** 2005. The biology of *trans* fatty acids: implications for human health and the dairy industry, *Australian Journal of Dairy Technology*, 2005, 60 (2), 134-142.

- Mann, J.** 2005. Cardiovascular disease, in Geissler, C. A., Powers, H. J. (eds.), Human Nutrition, Eleventh Edition, Elsevier's Health Sciences, London, pp. 363-377. ISBN 0-443-07356-2.
- Martin, C. A., Carapelli, R., Visantainer, J. V., Matsushita, M., de Souza, N. E.** 2005. *Trans* fatty acid content of Brazilian biscuits, Food Chemistry, 93, 445-448.
- Martin, C. A., Milinsk, M. C., Visantainer, J. V., Matsushita, M., de Souza, N. E.** 2007. *Trans* fatty acid-forming processes in foods: a review, Anais da Academia Brasileira de Ciências, 79 (2).
- McDonald's.** McDonald's snižuje obsah *trans*-mastných kyselín v používaném oleji [online]. McDonald's, 7. listopadu 2006 [cit. 2009-2-18]. Dostupné z <[http://www.mcdonalds.cz/cs/onas/tiskove\\_zpravy/tz\\_058.shtml](http://www.mcdonalds.cz/cs/onas/tiskove_zpravy/tz_058.shtml)>.
- Mezouari, S., Eichner, K.** 2008. *Trans* fatty acid content and positional distribution in refined and heated rice bran oil, European Journal of Lipid Science and Technology, 110, 1-4.
- Minihane, A. M., Harland, J. I.** 2007. Impact of Oil used by the Frying Industry on Population Fat Intake, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 47 (3), 287-297.
- Neggersa, Y. H., Lucasa, A., Knola, L.** 2007. Knowledge of *Trans*-Fatty Acids Among College Students, Journal of the American Dietetic Association, 107 (8), A55.
- Norizzah, A. R., Chong, C. L., Cheow, C. S., Zaliha, O.** 2004. Effects of chemical interesterification on physicochemical properties of palm stearin and palm kernel olein blends, Food Chemistry, 86, 229-235.
- Odegaard, A. O., Pereira, M. A.** 2006. *Trans* Fatty Acids, Insulin Resistance, and Type 2 Diabetes, Nutrition Reviews, 64 (8), 364-372.
- Pánek, J., Pokorný, J., Dostálová, J.** 2002. Základy výživy a výživová politika, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha, s. 80-100. ISBN 80-7080-468-8.
- Pánek, J., Pokorný, J., Dostálová, J., Kohout, P.** 2002b. Základy výživy, První vydání, Svoboda Servis, Praha, s. 77-94. ISBN 80-86320-23-5.
- Pederson, J. I.** 2001. More on *trans* fatty acids, British Journal of Nutrition, 85, 249-250.
- Pokorný, J.** 2006. Nasycené mastné kyseliny v tucích: nepůsobí všechny stejně, Výživa a potraviny, 4, 91-92.
- Pokorný, J.** 2005. Rostlinné pokrmové a šlehané tuky a jejich využití v kuchyni, Výživa a potraviny, 2, 22-23.
- Pokorný, J.** 2004. Výskyt, tvorba a význam *trans* nenasycených mastných kyselín v naší stravě, Výživa a potraviny, 5, 121.



- Pokorný, J., Dubská, L., Čmolík, J., Klozar, V., List, J., Malenický, M., Mareš, E., Příkryl, A., Skalský, J., Uhlíř, F., Zajíc, J., Zajíček, L., Souček, J., Růžička, J.** 1986. Technologie tuků, První vydání, SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha, 452 s.
- Poledne, R.** Mění se doporučení odborníků? [online]. Fórum zdravé výživy, 2007 [cit. 2009-2-19]. Dostupné z <<http://www.fzv.cz/web/fzv-poskytuje/tiskove-meterialy/myty/doporuceni>>.
- Prugar, J.** 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí, První vydání, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha, s. 168-193. ISBN 978-80-86576-28-2.
- Romero, A., Cuesta, C., Sánchez-Muniz, F. J.** 2000. *Trans* Fatty Acid Production in Deep Fat Frying of Frozen Foods with Different Oils and Frying Modalities, Nutrition Research, 20 (4), 599-608.
- Schwarz, W.** 2000a. Formation of *trans* polyalkenoic fatty acids during vegetable oil refining, European Journal of Lipid Science and Technology, 102, 648-649.
- Schwarz, W.** 2000b. *Trans* unsaturated fatty acids in European nutrition, European Journal of Lipid Science and Technology, 102, 633-635.
- Stender, S., Dyerberg, J.** 2004. Influence of *Trans* Fatty Acids on Health, Annals of Nutrition & Metabolism, 48 (2), 61-66.
- Stender, S., Dyerberg, J., Astrup, A.** 2007. Fast food: unfriendly and unhealthy, International Journal of Obesity, 31, 887-890.
- Suková, I.** Jak používat tuky k přípravě pokrmů [online]. Agronavigátor, 21. dubna 2005 [cit. 2008-12-12]. Dostupné z <<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=13&ids=418&typ=1&val=35080>>.
- Suková, I.** 2006. Průvodce označováním potravin, První vydání, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 36 s. ISBN 80-7271-174-1.
- Sýkorová, K., Hanzl, J.** Výchova ke zdravé výživě a zdravému životnímu stylu dětí a mládeže v Euroregionu Nisa [online]. Venkovský prostor, 28. února 2007 [cit. 2009-3-15]. Dostupné z <<http://www.venkovskyprostor.cz/?D=6>>.
- Šimek, J.** 2008. Přístup k výběru a konzumaci rostlinných olejů, Výživa a potraviny, 6, 142-144.
- Štiková, O., Krejčí, J.** 2002. Vývoj spotřeby a preferencí ve spotřebě tuků, Výživa a potraviny, 6, 186-187.
- Štiková, O., Sekavová, H., Mrhálková, I.** 2004. Vývoj spotřeby potravin a analýza základních faktorů, které ji ovlivňují, První vydání, Výzkumný ústav zemědělské ekonomiky, Praha, s. 18-21, 68-75. ISBN 80-86671-13-5.

- Talbot, G.** 2007. *Trans fat drives nutrition dialogue*, Oils&Fats International, 23 (2), 20-21.
- Trojan, S., Langmeier, M., Hrachovina, V., Kittnar, O., Koudelová, J., Kuthan, V., Mareš, J., Marešová, D., Mourek, J., Pokorný, J., Sedláček, J., Schreiber, M., Trávníčková, E., Wunsch, Z.** 1999. *Lékařská fyziologie*, Třetí doplněné a rozšířené vydání, Grada Publishing, Prah, s. 272-273, 292-296. ISBN 80-7169-788-5.
- Tsuzuki, W., Nagata, R., Yunoki, R., Nakajima, M., Nagata, T.** 2008. *Cis/trans-Isomerisation of triolein, trilinolein and trilinolenin induced by heat treatment*, Food Chemistry, 108, 75-80.
- Ústav zdravotnických informací a statistiky České republiky.** 2008. *Zdravotnictví České republiky 2007 ve statistických údajích*, Ústav zdravotnických informací a statistiky České republiky, Praha, s. 17-18, 31. ISBN 978-80-7280-750-5.
- Van Erp-Baart, M.-A., Couet, C., Cuadrado, C., Kafatos, A., Stanley, J., van Poppel, G.** 1998. *Trans Fatty Acids in Bakery Products from 14 European Countries: the TRANSFAIR Study*, Journal of Food Composition and Analysis, 11, 161-169.
- Velíšek, J.** 2002. *Chemie potravin 1, Druhé, upravené vydání*, Osis, Tábor, s. 73-143. ISBN 80-86659-00-3.
- Wagner, K.-H., Plasser, E., Proell, CH., Kanzler, S.** 2008. *Comprehensive studies on the trans fatty acid content of Austrian foods: Convenience products, fast food and fats*, Food Chemistry, 108, 1054-1060.
- World Health Organization.** 2003. *Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases: Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation*, World Health Organization, Geneva, pp. 81-94. ISBN 92-4-120916.

## 9 Seznam použitých zkratek a symbolů

<b>AHA</b>	Americká asociace pro nemoci srdce (American Heart Association)
<b>BHF</b>	Britská nadace pro srdce (British Heart Foundation)
<b>C18:1</b>	kyselina olejová
<b>C18:2</b>	kyselina linolová
<b>C18:3</b>	kyselina linolenová
<b>CLA</b>	konjugovaná kyselina linolová
<b>ČSÚ</b>	Český statistický úřad
<b>DHA</b>	kyselina dokosahexaenová
<b>EPA</b>	kyselina eikosapentaenová
<b>ES</b>	Evropská společenství (European Communities)
<b>FDA</b>	Americký úřad pro kontrolu potravin a léčiv (U. S. Food and Drug Administration)
<b>HDL</b>	lipoproteiny o vysoké hustotě
<b>IDL</b>	lipoproteiny o střední hustotě
<b>IMACE</b>	Mezinárodní evropská margarínová asociace (International Margarine Association of the Countries of Europe)
<b>KFC</b>	Kentucky Fried Chicken
<b>LDL</b>	lipoproteiny o nízké hustotě
<b>MUFA</b>	mononenasyčené mastné kyseliny
<b>PUFA</b>	polynenasycené mastné kyseliny
<b>SFA</b>	nasyčené mastné kyseliny
<b>SŠ</b>	střední škola
<b>TAG</b>	triacylglyceroly
<b>TFA</b>	<i>trans</i> -mastné kyseliny
<b>USA</b>	Spojené státy americké
<b>ÚZIS</b>	Ústav zdravotnických informací a statistiky České republiky
<b>VLDL</b>	lipoproteiny o velmi nízké hustotě
<b>VŠ</b>	vysoká škola
<b>WHO</b>	Světová zdravotní organizace (World Health Organization)
<b>ZŠ</b>	základní škola

## 10 Přílohy

### Příloha 1: Dotazník

1. Pohlaví:  žena  muž
2. Věk: .....
3. Nejvyšší dosažené vzdělání:  ZŠ  SŠ bez maturity  
 SŠ s maturitou  vysokoškolské
4. Slyšel/a jste někdy o *trans*-nenasycených mastných kyselinách?  
 ano  ne
5. Rostlinné tuky jsou oproti živočišným tukům:  
 jednoznačně zdraví prospěšnější  
 ne všechny jsou zdraví prospěšnější  
 jednoznačně zdraví škodlivější  
 ve vlivu na zdraví se neliší  
 nevím
6. *Trans*-nenasycené mastné kyseliny mají na lidské zdraví účinky:  
 pozitivní  žádné  
 negativní  nevím
7. *Trans*-nenasycené mastné kyseliny hladinu cholesterolu v krvi:  
 snižují  neovlivňují  
 zvyšují  nevím
8. *Trans*-nenasycené mastné kyseliny se nejčastěji vyskytují:  
*Zvolte jednu nebo více možností.*  v másle a smetaně  
 v rostlinných tucích  
 ve smažených výrobcích rychlého občerstvení  
 v koblihách, buchtách, taštičkách, zákuscích  
 v sušenkách a oplatkách  
 v čokoládových výrobcích  
 nevím
9. Strava obyvatelstva České republiky obsahuje nedostatek:  
 n-3 ( $\omega$ -3) nenasyčených mastných kyselin  
 n-6 ( $\omega$ -6) nenasyčených mastných kyselin  
 *trans*-nenasycených mastných kyselin  
 nasycených mastných kyselin  
 nevím
10. Čtete výživové hodnoty, popř. složení na obalech potravin?  
 ano  ne
11. Pokud zjistíte, že výrobek obsahuje rostlinné tuky, dáte mu při výběru potravin přednost:  
 vždy  
 pouze někdy, zajímají mě i další vlastnosti anebo údaje o výrobku  
 přednost mu nedám, upřednostňuji tuky živočišné  
 přednost mu nedám, na složení výrobku mi nezáleží  
 jiné (uved'te) .....
12. Pokud čtete výživové hodnoty, nejvíce Vás při výběru potraviny ovlivňuje:  
 energetická hodnota  
 obsah tuku  
 obsah soli  
 obsah vitaminů  
 jiné (uved'te) .....  
 výživové hodnoty nečtu

**13. Údaje o výživových hodnotách, popř. složení potravin na obalech, jsou podle Vás:**

- dostatečné, získám všechny potřebné informace  
 nedostatečné, uvítal/a bych podrobnější informace o výživových hodnotách  
 údaje nečtu, nezáleží mi na tom, co je na obalu uvedeno  
 jiné (uved'te) .....

**14. Jak často pečete z mouky?**

- týdně nebo častěji  příležitostně  
 1-3x měsíčně  nikdy

**15. Jaký tuk na pečení používáte?**

*Zvolte jednu nebo více možností.*

- máslo  
 rostlinný tuk (uved'te značku) .....  
 směsné tuky  
 rostlinný olej  
 jiné (uved'te) .....  
 nepeču

**16. Jak často smažíte?**

- týdně nebo častěji  příležitostně  
 1-3x měsíčně  nikdy

**17. Jaký tuk na smažení používáte?**

*Zvolte jednu nebo více možností.*

- máslo  
 rostlinný tuk (uved'te značku) .....  
 tekutý margarín  
 rostlinný olej  
 fritovací olej  
 jiné (uved'te) .....  
 nesmažím

**18. Křížkem označte, jak často se ve Vašem jídelníčku vyskytují uvedené potraviny:**

Potravina	> 1x denně	1x denně	2-6x týdně	1x týdně	<1x týdně	Vůbec
Máslo						
Roztíratelné tuky, margaríny						
Směsné tuky (AB, Zlatá Haná apod.)						
Pomazánky s rostlinnými tuky						
Smažené pokrmy						
Sušenky, oplatky						
Jemné pečivo, tj. koblihy, taštičky, croissanty, buchty, zákusky apod.						
Čokoládové výrobky						
Cukrovinky s polevami, včetně müsli výrobků						
Mražené krémy, zmrzliny						
Rostlinné šlehačky						
Instantní přídatky do kávy a čaje						
Dehydrované polévky a omáčky v sáčku						

**Příloha 2:** Složení mastných kyselin roztíratelných a směsných roztíratelných tuků v % z celkových mastných kyselin (Brát a Dostálová, 2007)

Výrobek	Obsah tuku v %	TFA	SFA	MUFA	PUFA	n-3 PUFA	n-6 PUFA
Adela	25	1,1	48,4	38,8	11,5	1,5	10,0
Alfa s máslovou chutí	70	1,3	27,7	44,6	26,2	3,8	22,4
Alfa slaná s jemnou slanou chutí s jodem	40	1,5	27,3	30,5	40,7	1,5	39,2
Alfa vital s inulinem	40	1,9	24,3	23,7	50,1	0,6	49,5
Bertolli	48	0,3	34,1	51,7	13,8	2,7	11,1
Bianka	25	0,9	24,4	53,9	20,6	5,1	15,5
Coop premium	60	1,9	32,0	25,4	40,7	0,1	40,6
DELIKAT mit joghurt	60	0,5	33,5	46,8	19,2	3,8	15,3
Diana light	40	1,0	24,7	54,0	20,3	5,2	15,0
EASY se zákysem	76	4,8	34,2	46,8	13,8	3,0	10,8
Finea mix	65	0,8	30,7	50,6	17,7	4,2	13,6
Flora	70	0,5	19,8	27,3	52,1	5,9	46,2
Flora light	40	0,9	19,3	26,4	53,3	7,2	46,0
Flora proactiv	35	0,7	27,7	20,5	50,9	9,1	41,9
Flora s vlákninou	40	0,6	22,0	24,3	52,9	7,1	45,8
Holland family	25	1,0	42,1	42,0	14,2	3,4	10,8
Jedlý roztíratelný tuk	20	7,2	25,1	49,4	17,9	4,0	13,9
Jihočeské AB	78	2,1	65,7	26,4	3,9	0,4	3,5
Lahodný Duet	50	0,8	29,4	51,2	18,4	4,4	14,1
Lando (Kaufland)	40	1,1	29,9	50,7	18,2	4,2	14,0
LURPAK	80	2,0	50,5	34,4	10,8	3,2	7,6
Margarín 40 % (Lidl)	40	0,7	26,6	29,1	43,5	0,1	43,5
MASMIX kombinace másla a rostlinného tuku	75	0,5	34,4	46,1	17,7	4,4	13,2
MASMIX smetanový	75	0,7	35,5	44,8	16,8	4,2	12,6
Olé (z másla a oleje)	66	2,3	68,8	23,8	2,8	0,5	2,3
Olivia se zákysem	76	2,5	39,0	46,8	11,5	2,3	9,2
Perla plus vitamíny	40	0,6	29,2	51,6	18,5	4,5	14,0
Perla Tip	25	0,2	24,1	52,3	22,3	5,6	16,7
Rama	70	0,2	31,7	48,0	19,1	5,2	14,0
Rama linie	48	0,2	31,0	48,0	19,9	4,9	15,0
Rama máslová	70	0,3	33,5	42,1	23,9	3,1	20,8
Rama s mořskou solí	50	0,4	31,9	49,4	18,3	4,2	14,1
Rama s olivovým olejem	50	0,4	32,1	50,0	17,3	3,6	13,7
Sonnenreife	80	1,9	30,1	40,5	27,4	2,7	24,8
St Hubert	59	0,5	28,6	47,4	23,1	4,8	18,3
Sunny glade	25	0,9	26,6	29,1	43,4	0,1	43,3
TESCO	25	1,3	28,8	23,6	46,0	4,0	42,0
TESCO	60	1,0	39,3	27,7	31,8	0,2	31,6
TESCO rostlinný tuk s máslovou příchutí	55	1,5	31,7	22,0	44,6	0,2	44,4
Zlatá Haná	76	0,6	50,4	36,7	11,6	2,2	9,4

**Příloha 3:** Složení mastných kyselin másel v % z celkových mastných kyselin (Brát a Dostálová, 2007)

Výrobek	Obsah tuku v %	TFA	SFA	MUFA	PUFA	n-3 PUFA	n-6 PUFA
Dr. Halíř máslo	82	2,2	69,9	22,8	2,6	0,5	2,2
Euroshopper tříčtvrtětučné máslo	60	1,9	70,9	22,3	2,3	0,5	1,8
Jihočeské máslo	82	2,2	69,9	23,1	2,5	0,5	2,0
Jihočesné nedělní máslo	77	2,3	69,2	23,6	2,6	0,5	2,1
Máslo	82	2,3	70,4	22,3	2,3	0,5	1,9
Máslo PRESIDENT	82	2,0	71,7	21,4	2,1	0,5	1,5
Máslo se smetanovým zákysem	75	2,3	74,6	18,6	2,3	0,3	1,9
Stolní máslo jihočeské	82	2,1	71,8	21,5	2,2	0,5	1,7
Šumava tradiční máslo	82	2,0	72,1	21,1	2,3	0,4	1,9

**Příloha 4:** Složení mastných kyselin v tucích na pečení v % z celkových mastných kyselin (Dostálová a kol., 2008b)

Výrobek	Obsah tuku v %	TFA	SFA	MUFA	PUFA
Lukana	100	3,9	52,2	38,6	9,0
Omega	100	4,3	52,0	38,7	9,1
Ceres soft	100	1,0	46,0	40,4	13,4
Tesco	100	2,9	50,2	38,7	11,0
Stella extra	80	1,0	48,8	39,0	12,1
Lukana cukrářská	80	1,0	50,1	38,7	11,1
Sonnenreife	80	1,1	31,4	44,9	23,6
Rela	80	1,6	30,0	28,3	41,4
Hera	75	0,2	43,7	40,7	15,5
Tesco na pečení	73	5,7	40,3	35,5	23,6
Senna Delicates	70	0,4	58,6	30,6	10,7
Delvita	70	2,3	41,7	30,6	27,5
Rama classic	70	0,3	33,4	47,3	19,2
Baking margarine Lidl	70	1,4	49,1	39,2	11,6
Lira – tuk na pečení	70	1,0	49,2	36,3	14,5
Dima	70	1,6	48,9	37,2	13,9
Holland family	60	1,1	40,8	29,1	30,0
Baking margarine SETUZA	60	2,7	46,7	41,0	11,6
EuroShopper	60	2,2	41,2	31,4	27,2
Clever	60	1,1	41,5	28,7	29,6
Rama Creme Bonjour	70	0,9	52,6	34,0	12,0
Perla v kostce	74	0,6	50,0	36,1	13,2
Zlatá Haná	76	0,3	50,1	36,7	12,6
Stolní máslo Příšovické	82	1,6	76,0	18,3	2,2
Stolní máslo MADETA	82	2,6	67,0	25,5	4,1

**Příloha 5:** Složení mastných kyselin v rostlinných olejích v % z celkových mastných kyselin (Dostálová a kol., 2008b)

Výrobek	TFA	SFA	MUFA	PUFA
Borges olivový olej	0,2	17,9	72,1	9,8
Olivový olej Giana Španělsko	0,4	14,5	74,5	10,5
Carotino premium	0,2	39,2	46,5	14,1
Brändle Vita (podzemnice)	0,4	18,7	57,4	23,3
Rapso (řepka)	0,3	7,7	65,9	26,0
Stolní olej (řepka)	1,7	7,9	63,3	26,9
Rostlinný olej (řepka)	1,2	8,0	63,0	27,5
Vegola fritovací olej (řepka)	0,9	7,8	63,7	27,5
Lukana fritovací olej (řepka)	1,7	8,1	62,3	27,7
Coroli sójový olej	0,6	16,1	26,4	56,9
Napocska (slunečnice)	0,3	11,4	25,2	63,1
Vegetol Gold (slunečnice)	1,1	11,5	29,1	58,2
Floriol (slunečnice)	0,6	11,7	27,0	60,6
Tina (slunečnice)	1,5	11,4	29,8	57,1
Olitalia Corn Oil (kukuřice)	0,9	14,7	31,1	53,2

**Příloha 6:** Složení mastných kyselin v pokrmových tucích, tekutých margarínech a sádle v % z celkových mastných kyselin (Dostálová, 2008b)

Výrobek	TFA	SFA	MUFA	PUFA
Ceres Soft	3,7	41,2	42,7	12,2
Omega Frit	47,5	23,5	26,4	2,3
Tesco ztužený rostlinný tuk	2,7	50,5	37,4	9,4
Omega	2,1	51,3	37,0	9,5
Lukana na smažení	2,6	51,2	37,5	8,8
Promienna	26,7	36,2	29,2	7,7
Rama Culinesse	0,8	10,5	56,8	31,8
Vepřové máslo Clever	0,5	43,2	44,8	11,0

**Příloha 7:** Složení mastných kyselin v pomazánkových máslech, krémech a pomazánkách v % z celkových mastných kyselin (Dostálová, 2008b)

VÝROBEK	TFA	SFA	MUFA	PUFA
Jihočeské pomazánkové máslo	2,8	66,1	29,5	4,4
Pomazánkové máslo s křenem*	11,4	42,0	46,5	11,5
Spar – pomazánkové máslo*	12,9	40,7	48,1	11,2
Pilos – pomazánkové máslo se šunkou*	6,3	55,4	37,6	7,0
Pomazánkové máslo lahodné*	1,7	61,0	31,2	7,8
Vita Star Krémová pomazánka	13,0	37,8	50,4	11,8
Rama Creme Bonjour	0,4	32,7	45,4	21,9

\* nesprávně označená pomazánková másla



**Příloha 8:** Složení mastných kyselin tuku v bramborových hranolcích v % z celkových mastných kyselin (Dostálová a kol., 2008b)

Vzorek	Obsah tuku v %	TFA	SFA	MUFA	PUFA
McDonald's, I.	19,6	2,6	10,9	61,9	26,6
KFC, I.	15,3	40,5	23,3	71,3	5,2
Patatas	17,4	0,5	8,9	64,4	26,6
IKEA Praha	12,4	1,7	11,1	63,7	25,2
Bilbo Šmak	21,4	1,1	16,9	30,4	52,6
Panda	19,6	2,1	8,1	67,0	24,8
KFC, II.	15,7	22,7	30,7	62,4	6,8
Nordsee	16,0	0,7	13,3	26,6	60,2
McDonald's, II.	22,6	2,9	10,7	61,0	27,5
Sultán	10,0	0,4	19,9	43,2	36,9
V. Mašek	22,6	1,1	10,8	66,6	22,6

**Příloha 9:** Složení mastných kyselin tuku jemného pečiva v % z celkových mastných kyselin (Dostálová a kol., 2008a)

Výrobek	Obsah tuku v %	TFA	SFA	MUFA*	PUFA
Kobliha I	30,8	2,2	48,0	40,0	11,4
Listový makový rohlíček	23,2	29,0	46,7	35,5	16,8
Kobliha II	22,5	2,2	34,8	48,8	15,9
Listová kapsa s jablky	29,1	9,4	46,5	43,5	8,4
Kobliha III	17,9	1,5	46,8	40,8	11,6
Listová taštička višňová	23,8	5,2	51,6	34,1	13,9
Buchtíčky tvarohové – Odkolek	10,5	0,7	11,9	58,1	29,6
Buchty tvaroh – Mimo	12,8	0,5	16,3	59,3	24,0
Buchty tvaroh – Dobré pečivo	9,3	0,3	9,7	61,4	28,6
Buchtíčky, mák – Delta pekárny	10,3	0,9	10,2	47,1	42,3
Kobliha IV	31,9	0,7	48,4	39,5	11,7
Jablečný zákusek	26,0	30,6	47,6	36,9	15,2
Buchtíčky tvarohové – Kompek	11,6	2,0	29,0	49,3	21,5
Kobliha V	17,2	0,9	49,0	39,0	11,6
Meruňková kapsa	21,1	33,5	51,1	38,1	10,2
Listová taštička tvaroh	16,5	29,9	45,7	36,8	16,9
Croissant s náplní čokoládovou	15,4	29,2	46,2	36,2	17,0
Kobliha VI	18,2	0,5	51,4	38,1	9,8
Buchta s jablky	30,5	25,0	42,9	35,5	14,2
Croissant s čokoládou	28,5	23,0	45,8	34,3	12,2
Meruňková taštička	26,7	0,7	52,8	31,4	15,7
Croissant meruňka	31,7	2,0	49,5	38,0	12,4
Donut čokoláda, kokos	40,9	2,9	51,0	39,3	9,5
Croissant s čokoládovou náplní	27,6	4,7	52,7	38,7	8,6
Croissant s jablečno-meruňkovou náplní	14,1	6,4	47,5	36,8	15,4

\* včetně *trans* MUFA

**Příloha 10:** Složení mastných kyselin tuku trvanlivého pečiva v % z celkových mastných kyselin (Dostálová a kol., 2008a)

<b>Výrobek</b>	<b>Obsah tuku v %</b>	<b>TFA</b>	<b>SFA</b>	<b>MUFA*</b>	<b>PUFA</b>
Disco Opavia	20,4	0,3	58,0	32,1	9,7
Tatranky čokoládové, Opavia	27,4	5,4	62,8	30,1	6,6
Kávenky Sedita	29,7	32,2	54,5	36,6	6,5
Mila Sedita	34,3	29,0	58,2	34,0	5,2
Kakaové řezy Sedita	30,0	30,5	55,2	36,7	6,1
Zlaté oplatky, kokosové, Opavia	31,1	1,0	66,5	25,8	7,6
Tatranky čokoládové, Sedita	29,0	29,9	57,9	35,2	4,3
Vlnky čokoládové, Opavia	28,8	0,7	64,8	27,9	7,2
Turistky kokosové, Albert	31,6	25,4	61,9	31,1	4,2
Oplatky Tesco	31,6	29,8	57,6	34,5	5,1
Sušenky Tesco	15,1	5,7	55,4	34,9	8,9
Family mini waffles	22,5	5,4	48,3	41,7	9,2
Oplatky EuroShopper	31,2	37,1	49,5	41,6	6,7
Ecorino – Lidl	30,1	32,3	54,7	37,2	6,5
Oplatky kakaové, Delvita	32,8	30,6	54,4	38,0	6,2
Fin Carré – Lidl	23,3	3,2	65,8	27,5	6,2
Sušenky EuroShopper	13,2	2,1	54,6	34,3	10,6
Sušenky Delvita	20,0	1,2	50,1	37,6	11,5
Romanza	24,5	36,1	48,3	40,7	10,2
Sušenky Clever	19,5	0,7	69,7	22,9	7,2
Oříškové oplatky Clever	32,1	0,4	50,0	39,2	10,5
Fis Happy days	32,4	0,6	54,5	36,0	9,4
Hig Hagemann	14,6	0,0	51,2	35,2	12,9
Jizerky	31,7	40,6	40,2	45,1	14,1
Daffers	28,7	32,1	54,5	36,5	6,4
Always	25,4	0,5	74,6	17,8	7,2
Horalky Sedita	30,1	31,5	51,2	36,4	9,7
Gola Cake	26,5	34,9	51,7	39,1	6,9
Biscoteria	19,9	2,2	68,9	24,2	6,6

\*včetně *trans* MUFA

**Příloha 11:** Složení mastných kyselin tuku listových těst v % z celkových mastných kyselin (Dostálová a kol., 2008a)

Výrobek	Obsah tuku v %	TFA	SFA	MUFA*	PUFA
Listové těsto – Wewalka	32,2	1,3	47,9	39,6	12,3
Pasta Stoglia	27,8	6,6	46,1	34,8	18,5
Babické listové těsto	22,6	3,1	50,9	38,8	9,5
Albert	29,5	4,0	51,1	35,0	13,8
Melites	32,9	4,0	51,1	35,9	13,0
Suprimo	26,0	1,9	47,0	40,5	12,4
Obenque	26,1	30,4	47,5	36,7	15,7
Di. Fresco	21,8	30,0	49,2	36,1	14,6
Nowaco	30,2	4,9	52,4	35,4	12,1
Nedvěď	31,7	2,3	52,8	38,1	8,4
Blatterteig – Lidl	24,5	6,2	49,4	37,1	15,3
Fabulo	27,9	0,7	52,9	31,3	15,7
Clever – zmrazené listové těsto	30,4	3,3	51,7	34,6	13,7
Clever – zchlazené listové těsto	21,2	30,0	49,6	36,0	14,2
Listové těsto Michelské pekárny	15,6	6,2	47,4	37,1	15,3
Croissantové těsto – Wewalka	28,8	1,1	53,1	36,0	10,8
Těsto na pizzu - Wewalka	4,8	0,2	38,8	47,2	13,6

\* včetně *trans* MUFA

**Příloha 12:** Složení mastných kyselin tuku polevy na müsli tyčinkách v % z celkových mastných kyselin (Dostálová, 2008a)

Poleva na tyčince	TFA	MUFA	PUFA	SFA
Fit – müsli tyčinka s meruňkami a jogurtovou polevou	39,6	19,5	1,0	38,6
Fit – müsli tyčinka s kokosem a čokoládovou polevou	38,1	20,6	2,4	38,1
Fit – müsli tyčinka s pomerančem a čokol. polevou	41,1	23,0	4,9	29,8
Fit Go čokoládová s hořkou polevou	43,2	21,4	1,5	32,9
Fit Go jahodová v jogurtu	39,5	19,4	0,7	38,9
Monkey tyčinka meruňková s jogurtovou polevou	37,6	23,2	5,3	32,8
Cereální tyčinka s jogurtovou polevou	41,0	21,1	2,1	34,7
Twiggi – müsli tyčinka v jogurtové polevě švestka	38,7	14,8	1,3	44,3
MIXLI tyčinka čokoládová s jogurtovou polevou	42,9	20,2	2,0	33,9