

# **Kvalita fritovacích olejů v různých typech stravovacích zařízeních**

Bc. Radim Permedla

---

Diplomová práce  
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Radim Permedla**  
Osobní číslo: **T11576**  
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Kvalita fritovacích olejů v různých typech  
stravovacích zařízeních**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

1. Chemické složení olejů.
2. Výroba různých druhů olejů určených pro fritování.
3. Druhy fritovacích olejů a jejich použití v gastronomii.
4. Vliv fritovaných pokrmů na výživu a zdraví člověka.

### II. Praktická část

1. Měření kvality fritovacích olejů.
2. Vyhodnocení výsledků měření.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

[1] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J., *Chemie potravin*, OSSIS, Tábor 2009, 644 s.

[2] PELIKÁN, M., *Zpracování obilovin a olejnin*, Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, Brno 2001, 148 s.

[3] MURRAY, R. K., GRANNER, D.K., MAYES, P.A., RODWELL, V.W., *Harper's biochemistry*, Appleton & Lange, University of Michigan 1988, 927 s.

[4] JAKOCH, CASIMIR, C. A DAVID, B. MIN., *Food lipids: chemistry, nutrition and Biotechnology*, Marcel Dekker, New York 2002, 1005 s.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jiří Mlček, Ph.D.**

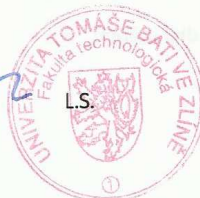
Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce: **11. února 2013**

Termín odevzdání diplomové práce: **17. května 2013**

Ve Zlíně dne 11. února 2013

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
*děkan*



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

Příjmení a jméno: Radim Permedla

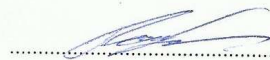
Obor: Chemie potravin

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 10.5.2013



.....

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce je zaměřena na kvalitu fritovacích olejů v různých typech stravovacích zařízení. V teoretické části je popisováno chemické složení olejů, dále výroba fritovacích olejů určených pro fritování. Další část se zabývá vlivem fritovacích olejů na výživu a zdraví člověka. V praktické části se diplomová práce zabývá měřením fritovacích olejů v provozovnách veřejného stravování a jejich následným vyhodnocením. Analýza je stanovena podle polárních sloučenin v oleji (TPM).

Klíčová slova:

Tuky, oleje, fritování, TPM, teplota měření

## **ABSTRACT**

This dissertation is focused on the quality of frying oils used in various kinds of catering devices. In the theoretical part, you can find description of the chemical composition of oils and production of frying oils. The next part solves influence of the frying oils for human nutrition and health. In the practical part, the dissertation describes measuring of frying oils in the catering devices and their consequent assessment. The analysis is made according to the polar substances in the oil (TPM).

Keywords:

Fats, oils, frying, TPM, temperature measurement

## Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Jiřímu Mlčkovi, Ph.D. za vstřícnou odbornou pomoc, za věnovaný čas, ochotu, trpělivost a cenné rady poskytované pro vypracování této diplomové práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>11</b>
<b>1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ OLEJŮ .....</b>	<b>12</b>
1.1 HOMOLIPIDY .....	13
1.2 HETEROLIPIDY .....	15
1.3 KOMPLEXNÍ LIPIDY .....	15
1.4 DOPROVODNÉ LÁTKY LIPIDŮ.....	15
1.5 ROZDĚLENÍ JEDLÍCH TUKŮ A OLEJŮ PRO OBCHODNÍ ÚČELY .....	16
1.6 MASTNÉ KYSELINY .....	17
<b>2 VÝROBA RŮZNÝCH DRUHŮ OLEJŮ URČENÝCH PRO FRITOVÁNÍ.....</b>	<b>20</b>
2.1 OLEJE ROSTLINNÉHO PŮVODU .....	20
2.1.1 Výroba rostlinných olejů.....	21
2.1.2 Rafinace rostlinných olejů.....	22
2.2 VYUŽITÍ ROSTLINNÝCH OLEJŮ .....	24
<b>3 DRUHY FRITOVACÍCH OLEJŮ A JEJICH POUŽITÍ V GASTRONOMII .....</b>	<b>25</b>
3.1 JEDNOTLIVÉ DRUHY FRITOVACÍCH OLEJŮ .....	25
3.1.1 Řepkový olej .....	26
3.1.2 Palmový olej.....	26
3.1.3 Olivový olej.....	27
3.1.4 Sójový olej .....	27
3.1.5 Podzemnicový olej .....	28
3.1.6 Olej z kukuřičných klíčků .....	28
3.1.7 Slunečnicový olej .....	29
3.2 POUŽITÍ FRITOVACÍCH OLEJŮ V GASTRONOMII.....	29
<b>4 VLIV FRITOVANÝCH POKRMŮ NA VÝŽIVU A ZDRAVÍ ČLOVĚKA .....</b>	<b>32</b>
4.1 VLIV FRITOVÁNÍ NA NUTRIČNÍ HODNOTY .....	34
4.1.1 Oleje a jejich vliv na zdraví .....	35
4.1.2 Nežádoucí chemické reakce při fritování.....	35
4.2 NĚKTERÉ NEŽÁDOUCÍ SLOUČENINY VZNIKAJÍCÍ PŘI FRITOVÁNÍ.....	37
4.2.1 N-nitrosopyrrolidin a N-nitrosopiperidin .....	37
4.2.2 Akrylamid .....	38
4.2.3 Akrolein.....	38
4.2.4 Heterocyklické aminy .....	38
4.2.5 Glycidamid.....	39
4.2.6 Polycyklické heterocykly .....	39
4.3 POLÁRNÍ SLOUČENINY .....	39
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>41</b>
<b>5 CÍL PRÁCE .....</b>	<b>42</b>
<b>6 METODIKA .....</b>	<b>43</b>



6.1	PŘÍSTROJE A MATERIÁL .....	43
6.2	METODA MĚŘENÍ.....	45
6.3	VÝSLEDKY MĚŘENÍ.....	46
6.4	ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ .....	58
<b>ZÁVĚR .....</b>		<b>64</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>		<b>66</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>		<b>72</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>		<b>73</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>		<b>74</b>
<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>		<b>75</b>

## ÚVOD

S tuky se setkává naše společnost již od pradávna, kdy byly nedílnou součástí výživy lidí. Důležitým se stal objev, že tuky a oleje jsou sloučeninami mastných kyselin a glycerolu, což vedlo k izolaci významných kyselin. Toto je důležité z výživového důvodu, kdy ne vždy může být konzumace tuků, nebo následná úprava potravin za použití olejů zdraví prospěšná. V globálu lze říct, že tuky patří mezi hlavní živiny, které mají důležitou roli ve výživě lidí, a to z důvodu, že jsou nositeli důležitých sensorických aktivních látek, zdrojem esenciálních mastných kyselin, díky kterým může organismus využívat a zpracovávat různé látky a především vitamíny, které jsou rozpustné v tucích.

Při nedostatku se mohou projevit různé poruchy, jako jsou poruchy rozmnožování z důvodu neschopnosti organismu vylučovat hormony, dále se mohou vyskytovat poruchy kůže, srážlivost plazmatických membrán atd. Opakem nedostatku je jejich přebytek, který se projevuje jeho nadměrným ukládáním v lidském organismu, což způsobuje obezitu, zvýšený podíl cholesterolu, kardiovaskulární onemocnění. Mnohdy tyto onemocnění nejsou způsobeny jen nadměrným příjmem tuků, ale nevhodným složením tuků, které jsou součástí potravin, jde především o zastoupení nasycených a nenasycených mastných kyselin. Při tomto dochází k vyloučení lipidů a dochází k jejich usazování na stěny cév. Toto má vliv kardiovaskulární onemocnění, zejména projevující se aterosklerózou, která se projevuje tvrdnutím tepen a ucpáváním cév, u těchto onemocnění má velkou souvislost velké množství lipoproteinů LDL a malé zastoupení HDL. Také dochází k zástavě krevního toku z důvodu ucpání tepen, které se projevuje infarktem.

Tuky a oleje patří do skupiny lipidů. Lipidy jsou látky značně nesourodé a to jak po stránce chemické, tak po stránce funkční. Jsou to organické sloučeniny, které musíme získávat především z rostlinných částí.

Důležitým faktorem při přípravě potravin je i přístup k úpravě surovin, které obsahují tuk, ale i samotná technologická příprava, jako je smažení, neboli fritování, které nás z tohoto hlediska zajímá nejvíce. Při fritování nás nejvíce zajímá kvalita, druh oleje, jakožto i teplota oleje během technologické přípravy, což mnohdy znamená tenkou hranici mezi zdravou a nezdravě připravenou potravinou.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ OLEJŮ

Lipidy představují nejbohatší energetický zdroj (39KJ/g) a hlavní zásobní formu energie v organismu. Výjimečné postavení v energetickém metabolismu mají ketolátky, které vznikají při jejich oxidaci. Lipidy jsou nezbytnou složkou buněčných membrán a výchozí látkou při syntéze steroidních hormonů a prostaglandinů. Mají významnou úlohu v mechanické a tepelné ochraně organismu, v termoregulaci a jejich transportní formy (lipoproteiny) představují hlavní způsob transportu řady látek (např. vitamínů) [1].

Tuky a oleje jsou organické sloučeniny, které prozatím nelze vyrábět syntetickým způsobem. Proto se získávají výhradně z různých rostlinných částí a živočišných tukových tkání. Po stránce chemické jsou tuky estery vyšších mastných kyselin s trojsytným alkoholem glycerolem, tedy triglyceridy mastných kyselin. Estery mohou být jednoduché, kdy všechny alkoholické skupiny jsou esterifikovány stejnou kyselinou, nebo složené, kdy se vazby účastní různé mastné kyseliny [2].

Společným znakem pro oleje je zvýšený obsah dlouhých nepolárních uhlovodíkových řetězců, které dodávají olejům hydrofobní olejovou nebo voskovou povahu, čímž jsou ve vodě nerozpustné, ale mohou být rozpustné v organických rozpouštědlech, jako je např. chloroform.

Tuky se obvykle definují jako přírodní sloučeniny obsahující esterově vázané mastné kyseliny o více než třech atomech uhlíku v molekule.

**Podle chemického složení se lipidy rozdělují na čtyři hlavní třídy:**

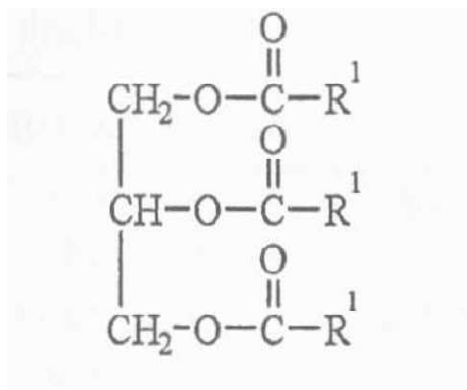
- 1) homolipidy
- 2) heterolipidy
- 3) komplexní lipidy
- 4) doprovodné látky lipidů

## 1.1 Homolipidy

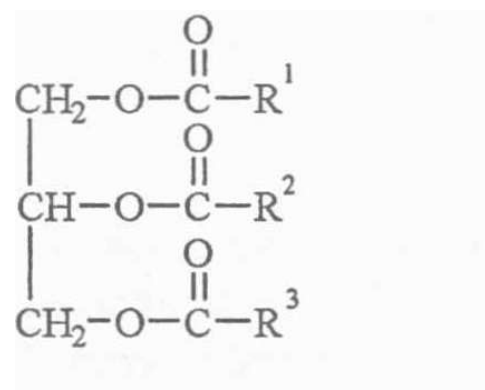
Homolipidy jsou sloučeniny mastných kyselin a alkoholů, které se dále dělí podle navázaného alkoholu.

### Rozeznáváme následující homolipidy:

- 1. Estery jednosytných alkoholů** – estery mastných kyselin s jednosytnými alkoholy se označují triviálním názvem vosky, jsou to látky ve vodě nerozpustné a velmi málo rozpustné v alkoholu. Vosky tvoří hydrofobní vrstvu na povrchu organismů.
- 2. Estery glycerolu** – estery glycerolu představují potravinářsky nejvýznamnější lipidy. Obvykle se označují podle svého skupenství na tuky a oleje, které bychom mohli dále rozdělit na živočišné a rostlinné. Jedná se o triestery mastných kyselin a glycerolu. Pokud jsou tuky za teploty okolí kapalné, nazývají se oleje. Dříve mělo určitý význam dělení rostlinných olejů podle chování na vzduchu po natření v tenkém filmu. Rozeznávaly se nevysychavé (olivový, arašídový olej), polovysychavé (slunečnicový, makový), vysychavé (lněný). Tuky a oleje jsou směsí jednoduchých a smíšených triacylglycerolů, jejich složka, tvořená mastnými kyselinami, se liší podle druhu organismu. Na molekulu glycerolu může být navázána jen jedna mastná kyselina, pak vznikají 1-monoacylglyceroly, které se vyskytují v potravinách jako 2-monoacylglyceroly. Pokud se na molekulu naváží dvě mastné kyseliny, vznikají 1,2-diacylglyceroly, nebo 1,3-diacylglyceroly. Nejvíce se v přírodě vyskytují triacylglyceroly tzn. že na jednu molekulu glycerolu jsou esterově navázány tři mastné kyseliny. Pokud jsou na molekulu navázány tři stejné mastné kyseliny, jedná se o jednoduché triacylglyceroly. Pokud jsou na glycerolu, navázány tři různé kyseliny jedná se o smíšené triacylglyceroly [3].



jednoduchý triacylglycerol



smíšené triacylglyceroly

Obr.1 Obecný vzorec glycerolu [4]

Lipidový podíl potravin obsahuje jen stopová množství minerálních látek. Triacylglyceroly a vosky nemají prakticky možnost vazby minerálních složek. Výjimkou je možnost interakce nenasycených lipidů s některými kovovými ionty a tvorba solí volných mastných kyselin s kovy [4].

Rostlinné a živočišné tuky obsahují kromě neutrálních tuků ještě mnoho průvodních látek, které buď byly přítomny v rozpustné formě již v buňce, nebo se do tuku dostaly během výroby. Tyto složité a různorodé látky, označované jako lipoidy, i když se nacházejí v tucích v některých případech pouze ve velmi malém množství, jsou pro řádnou funkci lidského organismu nepostradatelné.

Nejdůležitější z nich je lecitin, organicko-minerální ester trojsytného alkoholu glycerolu a kyseliny palmitové, olejové a fosforečné, na kterou je navázán cholin. Dalšími významnými doprovodnými látkami jsou fytosteroly a tokoferoly, z nichž biologicky nejúčinnější je vitamin E. V olejích se nacházejí také barviva, z nichž nejvýznamnější je karoten, který plní v organismu funkci provitaminu A. Tokoferoly mají kromě vitamínového účinku také vliv antioxidační, zvyšují trvanlivost oleje. Nežádoucími průvodními látkami jsou bílkoviny, slizy, chlorofyl, glykosidy, enzymy [2].

## 1.2 Heterolipidy

Heterolipidy obsahují na rozdíl od homolipidů nejenom vázané mastné kyseliny a alkoholy, ale i další složky, podle kterých se dále rozdělují na:

- a) fosfolipidy
- b) glykolipidy
- c) sulfolipidy

**a) fosfolipidy** jsou nejvýznamnější heterolipidy, jedná se o lipidy, které obsahují jako další složku esterově vázanou kyselinu fosforečnou. Fosfolipidy jsou důležitými složkami živočišných a rostlinných organismů, kde jsou obsaženy v biomembránách. V nízkých množstvích a koncentracích jsou ve vodě rozpustné a nad kritickou micelární koncentrací se shlukují do větších celků, tzv. micel. Bývají součástí nervových tkání a mozku.

**b) glykolipidy** jsou deriváty mastných kyselin, které obsahují vázané cukry. Pokud obsahují také vázaný glycerol, nazývají se glyceroglykolipidy, obsahují-li vázaný sfingosin nebo příbuzné sloučeniny nazývají se sfingoglykolipidy. Výskyt v chloroplastech, v tkáních.

**c) sulfolipidy**, některé heterolipidy obsahují i kyselinu sírovou např. sulfoglykosylsfingolipidy [3].

## 1.3 Komplexní lipidy

Komplexní lipidy jsou to makromolekulární látky, v němž je lipidová složka na nelipidový podíl vázána vodíkovými můstky, hydrofobními interakcemi a jinými fyzikálními vazbami. Jako nelipidový podíl se zde vyskytuje protein nebo polysacharid. Do této skupiny patří lipoproteiny krevního séra [3].

## 1.4 Doprovodné látky lipidů

Potravinové suroviny a výrobky obsahují kromě lipidů ještě další lipofilní látky, někdy nazývané lipoidy, které přecházejí při izolaci lipidů z materiálu do lipidové frakce vzhledem ke své nízké polaritě. Nazývají se proto doprovodné látky lipidů, ačkoli to nutně nemusí znamenat, že by v původním materiálu museli doprovázet lipidy nebo s nimi funkčně souviset.

Mezi doprovodné látky lipidů patří zejména vyšší uhlovodíky, vyšší primární a sekundární alkoholy, monoketony a diketony, různé steroidy, lipofilní vitaminy, lipofilní barviva a další látky specifické pro některé materiály, např. různé málo polární přírodní antioxidanty [3].

### **1.5 Rozdělení jedlých tuků a olejů pro obchodní účely**

Jedlý tuk a olej je směs smíšených triacylglycerolů, které se v závislosti na poměrném zastoupení mastných kyselin v triacylglycerolu vyskytují za normálních podmínek v tekutém nebo tuhém stavu.

Ztužený tuk jako jedlý tuk, který byl získán ztužováním rostlinných, živočišných tuků a olejů nebo jejich směsí.

Pokrmový jedlý tuk je tuk, který prošel procesem ztužování nebo přeesterifikace, nebo směsí ztužených tuků a jedlých tuků a olejů, nebo směsí jedlých rostlinných a živočišných tuků.

Emulgovaný tuk je jedlý tuk a olej, nebo směs ztužených nebo neesterifikovaných olejů a tuků s jedlými tuky a oleji ve formě emulze vody a tuku.

Směsný emulgovaný tuk je emulgovaný tuk s podílem mléčného tuku z celkového obsahu tuku 10 až 80 procent hmotnostních [5].

#### **Základní rozdělení jedlého tuku do skupin je následující:**

- rostlinný tuk a olej, přičemž podskupinami jsou tuky a oleje podle rostliny,
- živočišný tuk a olej, přičemž podskupinami jsou sádlo škvařené, lůj tavený a tuk nebo olej podle druhu živočicha,
- ztužený tuk,
- pokrmový tuk,
- emulgovaný tuk, přičemž podskupinami jsou máslo, margarín a směsný tuk emulgovaný [5].



## 1.6 Mastné kyseliny

Fyzikálně chemické vlastnosti tuků a olejů jsou determinovány obsahem jednotlivých mastných kyselin obsažených v triacylglycerolech. Mastné kyseliny se tedy vyskytují jako estery v přírodních tucích a olejích, ale mohou být i volné, kdy jsou transportní formou přítomnou v krevní plazmě. Většina mastných kyselin má sudý počet uhlíkových atomů, protože jsou obvykle syntetizovány spojením C2 jednotek. Bod tání mastných kyselin se sudým počtem atomů uhlíku se zvyšuje s délkou řetězce a klesá s přibývajícím počtem dvojných vazeb. Tuky resp. neutrální lipidy, jsou acylglyceroly s vázanými vyššími mastnými kyselinami [6, 7].

### Mastné kyseliny se dělí na:

- 1) nasycené mastné kyseliny,
- 2) nenasycené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou (monoenové),
- 3) nenasycené mastné kyseliny s několika dvojnými vazbami (dienové, trienové, polyenové),
- 4) mastné kyseliny s trojnými vazbami a různými substituenty (rozvětvené, cyklické, s kyslíkatými, sirnými nebo dusíkatými funkčními skupinami)

**Mastné kyseliny nasycené** – jsou to karboxylové kyseliny s dlouhými alifatickými uhlíkovými řetězci, v přírodě se vyskytují zejména esterově vázané jako hlavní složky lipidů, obsahují uhlíkatý řetězec s nasycenými vazbami. Obsahují 4 až 60 atomů uhlíku a zpravidla rovný nerozvětvený řetězec. Kdy nejméně obsahuje kyselina máselná a to 4 atomy uhlíku (mastná kyselina butanová) a nejvíce obsahuje nasycená mastná kyselina arachová a to 20 atomů uhlíku (kyselina eikosanová). Nasycené mastné kyseliny jsou méně reaktivní než nenasycené a mají vyšší bod tání a tuhnutí. Jsou obsaženy převážně v živočišných, některých rostlinných a ztužených tucích a dávají tukům tužší konzistenci.

**Mastné kyseliny nenasycené** – obsahují v uhlíkatém řetězci jednu nebo více nenasycených dvojných vazeb. Podle počtu nenasycených vazeb v uhlíkatém řetězci se mastné kyseliny obsažené v olejích a tucích dále dělí na:

- a) monoenové nenasycené mastné kyseliny – obsahují v uhlíkatém řetězci jednu nenasycenou vazbu
- b) polyenové mastné kyseliny – obsahují v molekule dvě a více dvojných vazeb.

Nenasycené mastné kyseliny jsou reaktivnější než nasycené mastné kyseliny. Významné jsou jejich oxidační reakce s různými formami kyslíku, při nichž dochází k tzv. oxidačnímu žluknutí olejů a tuků, což je příčinou kažení a vznikem sensorických vad. Jsou zastoupeny v převažující míře v rostlinných olejích a vzhledem ke svému nízkému bodu tání udělují olejům tekutou konzistenci [3, 6, 7].

Žluknutí je soubor reakcí, které vedou ke zhoršení organoleptických vlastností potravin, které obsahují tuk.

**Žluknutí dělíme podle povahy, na:**

- 1) žluknutí hydrolytické
- 2) žluknutí oxidační
- 3) žluknutí ketonické
- 4) reverze [8].

**Žluknutí hydrolytické**

V tucích, olejích a potravinách s jejich vyšším obsahem způsobují lipázy hydrolytické žluknutí, které se vyznačuje nepříjemným pachem, pokud jsou přítomny mastné kyseliny se 4 až 10 atomy uhlíku. Zejména máselná, kapronová, kaprylová a kaprinová kyselina propůjčují máslu, palmojádrovému a kokosovému tuku charakteristický žluklý pach. Bývají chemického nebo enzymatického rázu. Chemické žluknutí probíhá v důsledku např. dlouhého vaření. Enzymatické v důsledku lipáza fosfolypázy. Enzymová hydrolýzy probíhá při běžných skladovacích teplotách za přítomnosti dostatečného množství vody. Žluknutí se projevuje hořknutím a mýdlovou chutí. Výsledkem je zvýšený obsah volných mastných kyselin [8, 9].

**Žluknutí oxidační**

Je způsobováno produkty oxidace tuku a olejů. Primární produkty autooxidace se neprojevují změnou organoleptických vlastností, ale jejich rozkladem vznikají těkavé produkty, hlavně aldehydy, které jsou nositeli žluklé chuti. Aldehydy ovšem za přítomnosti bílkovin a jiných nelindových složek snadno přecházejí v jiné sensoricky aktivní látky. Některé aldehydy vznikající oxidací působí příznivě, např. jsou nositeli typické vůně okurek nebo vlašských ořechů. Nenasycený aldehyd 2,4 - dekadienal je nositelem vůně smažených potravin [8, 10].

### **Žluknutí ketonické**

Je typické pro mléčný tuk nebo kokosový tuk. Jeho příčinou je činnost mikroorganismů, jež přeměňují nižší mastné kyseliny na 2 - alkanony a ty pak dodávají tuku charakteristickou květinovou vůni, vzniká u potravin, kde lipidová složka obsahuje krátké a středně dlouhé řetězce mastných kyselin. Fosfolipidy podléhají zvláště snadno oxidačnímu i hydrolytickému žluknutí, jehož důsledkem je tmavá barva a hořká chuť [6, 8].

### **Reverze**

Je typ žluknutí charakteristický pro sójový a řepkový olej tzn. pro oleje s vyšším obsahem kyseliny linolové. Je způsobena enzymem lipoxygenasou, projevuje se v době kdy, je v oleji malý výskyt hydroperoxidů mastných kyselin. Typický je zápach po fazolích a trávě, toto lze odstranit rafinací, ale po určité době se opět navrací [8, 11].

### **Podle převážného zastoupení mastných kyselin rozdělujeme rostlinné tuky a oleje:**

- 1) S převládajícím obsahem kyseliny laurové a myristové – kokosový a palmojádrový tuk.
- 2) S převládajícím obsahem kyseliny palmitové, stearové a olejové – palmitový olej a tzv. rostlinná másla např. kakaové máslo.
- 3) Oleje s převažující kyselinou linolovou a olejovou jsou slunečnicový a olivový olej. Dále lze do této skupiny zařadit sojový, bavlníkový, podzemnicový a řepkový olej.
- 4) Významné oleje s převažující kyselinou linoleovou – lněný a konopný olej a dále oleje s převážně specifickými mastnými kyselinami – čínský dřevný olej, ricinový olej aj.

Nejvýznamnější živočišné tuky jsou mléčný tuk, vepřové sádlo, hovězí lůj a kostní tuk. Mléčný tuk má největší spektrum mastných kyselin s počtem uhlíku od C4 až po C22. U všech uvedených živočišných tuků převažují mastné kyseliny palmitová, stearová a olejová [6, 8].

V živočišných tucích převládají převážně nasycené kyseliny např. kyselina máselná, valeřová, kopronová, kaprylová a kaprinová se v malém množství vyskytují v másle a kozím mléce. Rybí tuky obsahují značné množství nenasycených mastných kyselin např. kyselinu klupadonovou. Rostlinné tuky jsou bohaté zejména na kyselinu olejovou, některé např. lněný olej na kyselinu linolovou [7].

## 2 VÝROBA RŮZNÝCH DRUHŮ OLEJŮ URČENÝCH PRO FRITOVÁNÍ

Tuky a oleje patří mezi základní potraviny, a proto byla jejich zpracování již historicky věnována odpovídající pozornost. Protože zdroje živočišných tuků byly omezené, dochází k postupnému přechodu na pěstování olejnin. Právě až průmyslové zpracování olejnin dalo vzniknout modernímu tukovému průmyslu. Způsoby získávání tuků závisí na použité výchozí surovině, na tom zda jde o tuky rostlinného nebo živočišného původu [6, 12].

Z olejnatých semen se získávají buď lisováním, nebo extrakcí, nebo se nejčastěji kombinují oba dva způsoby. Z živočišných tkání a materiálů se tuky získávají fyzikálně mechanickými způsoby jako je například vytavování sádla, nebo stloukání mléčného tuku ze smetany apod. [6].

Další výrobkovou skupinu představují emulgované tuky – emulze voda v oleji, pod nejběžnějším názvem margaríny a pokrmové tuky [12].

### 2.1 Oleje rostlinného původu

Základním produktem tukového průmyslu je plně rafinovaný rostlinný olej – jedno druhový nebo směsný – se základním použitím jako tzv. salátový olej ve studené kuchyni. Z důvodů nižší oxidační stability není správné používat oleje obsahující vyšší obsahy polyenových mastných kyselin při vysokých teplotách, například při smažení a fritování. Pro tyto účely jsou vyráběny fritovací oleje se zvýšeným obsahem kyseliny olejové [12].

Většina tuků rostlinného původu je tekutá a řadí se mezi oleje. Nejčastěji se využívá řepkový, slunečnicový, sójový, olivový, aj. Tuky jako esenciální látky se nacházejí v každé rostlině. Slouží zde jako zásobní látky.

Uplatnění rostlinných olejů ve výživě je žádoucí, protože mají díky obsahu esenciálních mastných kyselin vysokou biologickou hodnotu a nejsou zdrojem cholesterolu, jako živočišné tuky. Díky vysokému podílu nenasycených mastných kyselin jsou považovány za energeticky velmi hodnotné [13, 14].

Můžeme se setkat s oleji nerafinovanými tzv. panenskými, neboli lisovanými za studena. Nerafinované oleje mají nepatrně vyšší výživovou hodnotu, ale konzumují se především pro své sensorické vlastnosti. Rostlinné oleje, zejména panenské mají uplatnění i při krát-

kodobém smažení. Pro dlouhodobé smažení a fritování jsou vhodné fritovací oleje, které jsou částečně ztužené, a tím stabilnější [15, 16].

Olej lisovaný za tepla, se využívá pro technické účely [16].

Podle množství vyráběného oleje představují nejvýznamnější olejniny sója, řepkový a slunečnicový olej. Pro Českou republiku představuje hlavní olejinu řepka olejná, pěstování dalších olejin, jako např. slunečnice, má již menší význam [12].

Tuk z rostlinných zdrojů se tedy získává lisováním za vysokého tlaku a extrakcí rozpouštědly [17].

### 2.1.1 Výroba rostlinných olejů

Zpracování olejnatých semen začíná na středisku surovárna, kde probíhají následující technologické operace:

- 1) **Dezintegrace** – rozemletí olejnatých semen. K rozemletí a drcení semen se používají mlecí stolice s horizontálním nebo diagonálním uspořádáním válců, které se otáčejí nestejnou rychlostí proti sobě. Při mletí dochází k narušení pletiv, případně buněk. K tomuto dochází z důvodu dokonalejšího a snadnějšího získávání oleje [2, 5].
- 2) **Klimatizace** - nahřívání semen. Hlavním účelem klimatizace je připravit surovinu tak, aby měla optimální vlastnosti pro další zpracování, především má vliv na výtěžnost a kvalitu oleje. Klimatizace má za úkol působit fyzikálně-chemicky a biochemicky na namleté semeno. V důsledku klimatizace dochází k úpravě vlhkosti a teploty. Drť se nahřívá na teplotu 90°C - 120°C a to v ohřívacích šnecích a ohřívacích pánvích. Prohříváním drtě se snižuje viskozita oleje, čímž se usnadňuje lisování. Dochází ke koagulaci bílkovin a slizových látek, struktura drtě se mění, narušuje se protoplazma buněk a ničí se lipolytické enzymy. Hlavně při výrobě stolních olejů je třeba věnovat klimatizaci zvýšenou pozornost. Lisováním za studena obdržíme sice olej jakostnější, avšak výtěžnost je podstatně nižší. Negativně se projevuje vliv klimatizace na barvu oleje, na zvýšenou koncentraci fosfolipidů v oleji, dochází k oxidaci a částečné denaturaci oleje [2, 18].

- 3) **Lisování semen** – k lisování olejnatých semen se používají hydraulické nebo šnekové lisy. Při lisování oleje klimatizovaný materiál vstupuje přímo do šnekových lisů tzv. předlisy snižují obsah oleje v surovině na 15% - 20% hmotnostních. Uvolnění oleje se docílí stlačením rozemletých semen. Při tom, se vytlačený olej zahřívá asi na 80°C. K dalšímu snížení obsahu oleje lze sice použít tzv. dolisy, ale zpravidla se používá technologie extrakce [2, 5, 17].
- 4) **Extrakce rozemletých semen** – Závažným nedostatkem lisování je značná ztráta oleje v pokrutinách. Hlavním smyslem extrakce je získat pomocí vhodných rozpouštědel maximální množství olejů z nízko-olejnatých surovin nebo z výlisků vysoko-olejnatých semen na zbytkový obsah oleje ve šrotech. Jako rozpouštědlo se zpravidla používá hexan, popřípadě extrakční benzin nebo jiná analogická frakce. Extrahuje se při teplotě kolem 45 – 55°C [2, 5].
- 5) **Zpracování šrotu** – šrotu podle druhu olejnaté suroviny obsahují 35% - 45% bílkovin, 1% - 2% tuku, do 1% popelovin a různý obsah vlákniny. Používají se jako krmivo v zemědělských závodech buď přímo, nebo se zpracovávají do krmných směsí. Sójové šrotu lze použít i pro výrobu potravin - výroba bílkovinných koncentrátů a izolátů [6].

### 2.1.2 Rafinace rostlinných olejů

Na rozdíl od živočišných tuků, které se mohou používat bez další úpravy, mají rostlinné oleje získané ze semen lisováním a extrakcí nepříjemné organoleptické vlastnosti. Výsledkem rafinace je plně rafinovaný rostlinný olej, který představuje směs acylglycerolů s minimální koncentrací fosfolipidů, mastných kyselin, barviv, a z hlediska senzoryckého jsou plně neutrální, především z hlediska chuti a vůně. Proto se rafinují, aby byly pro spotřebitele přijatelnější. Rafinací se v oleji snižuje obsah lipofilních vitamínů a karotenoidních barviv, ale výživová hodnota se podstatně nezmění. Panenský olivový olej se jen přefiltruje a nerafinuje, rovněž i živočišné tuky se nerafinují. Po ukončení rafinace získáme rafinovaný rostlinný olej a celou řadu doprovodných chemických látek, které se dále používají jako významné suroviny pro chemický, potravinářský či kosmetický průmysl. Nerafinované oleje mají nepatrně vyšší výživovou hodnotu, ale konzumují se především pro své senzorycké vlastnosti [6, 12, 20, 21].

**Rafinace zahrnuje:**

- 1) odslizení - hydrataci
- 2) odkyselení – neutralizace
- 3) bělení
- 4) deodoraci [20].

**Odslizení**

Surový olej se nejprve zbaví tuhých podílů (mechanických nečistot, částí semen a buněčných pletiv) filtrací nebo odstředěním bílkovin, sacharidů, rostlinných slizů, produktů oxidace mastných kyselin a heterolipidů odslizením. Potom se přidá voda nebo se do oleje zavádí vodní pára, která v oleji kondenzuje a nastává hydratace bílkovin, slizových látek a fosfolipidů. Tyto koagulují ve formě vloček a sedimentují [17, 20].

**Odkyselení**

Neutralizace je především z ekonomického hlediska nejdůležitější operace. Působením různě koncentrovaných roztoků hydroxidu sodného a uhličitanu sodného na volné mastné kyseliny vznikají sodná mýdla [17].

**Bělení**

Surové tuky obsahují lipochromy – barviva rozpustná v tucích (chlorofyl, karotenoidy), které způsobují jejich charakteristické zabarvení. K částečnému vybělení olejů dochází již při odslizování a při neutralizaci. K dalšímu vybělení oleje se používají adsorpční prostředky. Nejčastěji se používají aktivní bělicí hlinky. Získávají se chemickou a fyzikální úpravou bentonitů. Lze použít i aktivní uhlí [17].

**Deodorace**

Cílem tohoto posledního stupně rafinace olejů a tuků je odstranit látky, které způsobují nežádoucí vůni a chuť. Těkavé látky jsou hlavním nositelem nepříjemné pachuti. Prchavé látky se nejčastěji odstraňují použitím přehřáté páry, podtlaku a zvýšené teploty kolem 190 – 240°C. Jiná možnost je destilace s vodní párou za sníženého tlaku. Z kondenzátu se získávají tokoferoly a steroly [17, 20].

## 2.2 Využití rostlinných olejů

Rostlinné oleje se konzumují jednak přímo – stoprocentní tuky nebo oleje, jednak se emulgují, aby svým složením odpovídaly máslu. Klasickým emulgovaným tukem je margarín, který obsahuje asi osmdesát procent tuku a zbytek je vodná fáze. Dnes se vyrábějí většinou emulgované tuky s nižším obsahem tukové fáze, které se používají jako tukové pomazánky. Jiným druhem emulgovaných tuků jsou majonézy, které jsou ochucenými emulzemi oleje a vody, kde jako emulgátor slouží vaječný žloutek [20].

Z hlediska fritování nás zajímají zejména speciální tuky. Mezi speciální tuky se řadí fritovací oleje, to jsou kapalné oleje, které jsou kapalné i při teplotě chladničky. Tyto oleje mají vysokou oxidační stabilitu. Vyrábí se z rostlinných olejů zpravidla parciální katalytickou hydrogenací tak, že se nasytí dvojně vazby u nejreaktivnějších mastných kyselin (linolové a z části linolenové). Vzniklé podíly se odstraní frakcionací. Mastné kyseliny linolová a linolenová není vhodná pro smažení a fritování, protože při vyšších teplotách oxidují. Pro fritování jsou tedy důležité fritovací oleje se zvýšeným obsahem kyseliny olejové [6, 17, 20, 22, 23].

**Aby zůstal olej čerstvý a výživný, musíme jej chránit před těmito čtyřmi vlivy:**

- 1) Světlo – oleje se rychle kazí, pokud zůstanou na světle v průhledném obalu.
- 2) Teplo – oleje určené pro kuchyňskou úpravu nesmí být vystavené teplu, měly by být uskladněny v chladu
- 3) Vzduch – olej by neměl být v kontaktu s kyslíkem
- 4) Stáří – dokonce i v těch nejlepších podmínkách mají kuchyňské oleje omezenou trvanlivost [44].



### 3 DRUHY FRITOVACÍCH OLEJŮ A JEJICH POUŽITÍ V GASTRONOMII

U fritovacích olejů je důležitý tzv. bod zakouření. Čím je tento bod vyšší, tím je práce s tímto olejem lepší. Tato hodnota má být nejméně 210°C. To znamená, že do této teploty se olej nemění jak po stránce chuťové, tak po stránce fyzikální. Pokud se budeme zaměřovat na fritovací oleje, je nejlepší vybírat z olejů rostlinných, protože nemají tolik negativních vlivů na lidský organizmus a jsou i lehce stravitelné.

Mezi nejkvalitnější patří oleje palmové, protože tyto oleje, pokud jsou stoprocentní, dosahují bodu zakouření kolem 300°C. Kvalitní oleje jsou získané z dužiny plodů a je více-  
stupňově rafinovaný, dále neobsahují cholesterol ani sacharidy. U takto kvalitních olejů je jejich vhodnost i k několikanásobnému používání, kdy nedochází k přepalování a ani se neuvolňuje nepříjemný zápach [24, 25].

#### 3.1 Jednotlivé druhy fritovacích olejů

Dobrou smaženou chuť mají potraviny smažené na vepřovém sádle, ale tyto jsou z hlediska racionální stravy nevyhovující. Pro smažení jsou zcela nevhodné tuky obsahující vodu, mezi které patří především margaríny a roztíratelné tuky. Vhodné není ani máslo, které obsahuje vodu, bílkoviny, které se za vysoké teploty rozkládají za vzniku sloučenin, které jsou zdraví škodlivé. Ideální složení má olivový olej, který obsahuje vázanou kyselinu olejovou a malé množství kyseliny linolové. Výhodou olivového oleje je jeho stálost během smažení a to, že dodává pokrmům příjemnou vůni. Pro smažení a fritování jsou vzhledem k ceně a kvalitě tyto oleje: řepkový, podzemnicový, sójový, slunečnicový – v současné době jsou pro výrobu slunečnicového oleje speciálně vyšlechtěné druhy slunečnice. Tyto oleje mají vysoký obsah kyseliny olejové a malý obsah kyseliny linolové. Ke smažení se v krajním případě mohou používat i oleje jako je kukuřičný, sezamový, podzemnicový. V poslední době hojně využívaný je i olej palmový, který má využití i z důvodů snášení vysokých teplot [24, 25, 26, 27].

#### Rostlinné tuky a oleje se získávají z:

- 1) **Dužin plodů** – palmový, olivový olej. Je nutné je zpracovat ihned po sklizni na místě, plody nelze přepravovat, obchoduje se výhradně s oleji.
- 2) **Ze semen, bobů** – patří sem většina olejů. Semena lze dlouhodobě skladovat, přepravovat. Obchoduje se jak se semeny, tak s oleji [12].

**Podle zastoupení hlavních mastných skupin se rostlinné oleje a tuky rozdělují do následujících skupin:**

- 1) Oleje obsahující kyselinu olejovou a linolovou: olivový olej, podzemnicový olej, slunečnicový olej,
- 2) Oleje s převládajícím obsahem kyseliny laurové a myristové: palma olejná
- 3) Oleje obsahující vyšší obsah kyseliny erukové: řepka olejná [2, 22, 28].

### **3.1.1 Řepkový olej**

Výhoda nově vyšlechtěných odrůd spočívá v nízkém obsahu kyseliny erukové, což je oproti minulosti pozitivní jev. Z řepky se tak po nutriční stránce stala jedna z nejzajímavějších olejnin. Získává se lisováním semen řepky olejně.

Řepkový olej obsahuje vhodný poměr omega-6-mastných kyselin a omega-3-mastných kyselin v poměru 2:1. Obsahuje málo nenasycených mastných kyselin a hodně mononenasycených mastných kyselin. Celkový obsah nenasycených mastných kyselin je 98%, z těchto tvoří 14,5% esenciální mastné kyseliny. Šlechtěné odrůdy řepky olejky obsahují kolem 60% kyseliny olejové. Pro použití v teplé kuchyni se doporučuje teplota kolem 160 °C. Řepkový olej chutná zpravidla neutrálně a stejně tak i voní. V potravinářství lze využít mnoha způsoby a to od výroby margarínů, tak i majonéz a tatarských omáček. Jeho široké uplatnění je v teplé kuchyni, kde se využívá ke smažení, fritování, ale má i své opodstatnění ve studené kuchyni a to při přípravě různých salátů a již zmiňovaných studených omáčkách. Kvůli svému vysokému podílu jednoduchých nenasycených mastných kyselin je také ideální k fritování a delšímu smažení. Díky své neutrální chuti zvyrazňuje aroma ostatních přísad [2, 12, 29, 30, 31, 32, 33, 34].

### **3.1.2 Palmový olej**

Získává se z dužiny plodů palmy olejně, patří mezi jeden z mála olejů s vhodnými konzistenčními vlastnostmi. Frakcionuje na dvě základní frakce: palmolein (použití jako olej, výroby fritovacích olejů) a palmstearin (výroba strukturních tuků) Palmový olej a jeho frakce mají vynikající oxidační stabilitu. Obsah tuku je kolem padesáti procent hmotnostních. Palmový olej má vysoký podíl nenasycených mastných kyselin. V palmovém oleji je obsažena jak kyselina olejová, tak kyselina palmitová, dále obsahuje kyselinu laurovou a to kolem padesáti procent. Palmový olej bývá označován jako laurový olej, především pro vysoký obsah kyseliny laurové. Tento olej lze používat k tepelné úpravě do 180°C. Olej

získaný z dužniny je oranžové barvy. Olej obsahuje vysoký podíl provitaminu A, popřípadě alfa a beta karoten. Palmový olej lisovaný za studena neexistuje. Plody se sterilizují, uvaří a v šroubovém lisu nebo separátorech se oddělí olej. Poté se olej vysuší vakuem, jinak by nebyl skladovatelný.

Použití: potravinářství – pro svoji tepelnou stabilitu se používá k pečení, ale především pro smažení a fritování, ale také na dušení a marinování. Má také využití pro výrobu margarínů [12, 28, 33, 35, 36, 37].

### 3.1.3 Olivový olej

Důležitá olejnatá surovina je plod olivovníku – oliva. Zdrojem oleje je tedy plod, který obsahuje kolem 40% – 60% oleje. Olej se získává při teplotě 20°C – 25°C lisováním a to u dostatečně zralých plodů. Tímto způsobem se získává dostatečně kvalitní, tzv. panenský olej. Barva oleje je světle až tmavě žlutá. Zabarvení olivového oleje je dáno obsahem chlorofylu a feofytinu, tyto látky jej chrání před oxidací ve tmě. Karotenoidy také přispívají k zabarvení a zabraňují fotooxidaci oleje [36]. Olivový olej obsahuje 70% kyseliny olejové, většinou pod 10% nasycených kyselin, a neobsahuje kyselinu linoleovou. Toto složení zaručuje jeho čirost při nízkých teplotách a velkou trvanlivost, což obojí je příčinou velké obliby u spotřebitelů. Olivový olej má vynikající oxidační stabilitu. Aroma, čistota a kvalita olivového oleje je determinována také množstvím minoritních složek, mezi které se řadí především alkoholy, uhlovodíky, aldehydy, estery, ketony atd. Olivový olej má vysoký obsah mono nenasycených mastných kyselin a vitamínu E, největší předností olivového oleje je že je tepelně stálý, tudíž vhodný k pečení a smažení. Doporučená teplota je pod 180°C [ 22, 38, 39, 40].

### 3.1.4 Sójový olej

Sójový olej se získává z rozdrcených semen sóji, obvykle za studena, bez použití tepla. U získávání se používá extrakce. Sójový olej obsahuje 85 % nenasycených mastných kyselin, z toho tvoří 39 % esenciálních mastných kyselin. Olejnatost sójových bobů je kolem 20-23%. Tento olej je velmi cenným zdrojem polynenasycených mastných kyselin. Sójový olej je zpravidla bez chuti, sójový olej lisovaný za studena má vlastní charakteristickou chuť. Obsahuje vitamin E. Šlechtěné odrůdy se používají pro fritování, pečení, marinování, dušení, jinak mají tyto oleje také využití ve studené kuchyni. Sójový olej ponechává ostat-

ním přísadám jejich typické aroma. Stále častěji se používá i do omáček, salátových záli-vek nebo k nakládání zeleniny [12, 23, 33].

### 3.1.5 Podzemnicový olej

Tento olej je vyroben ze sta procent arašídů neboli burských oříšků. Tyto jsou plody podzemnice olejné. Olejnatost oříšků se pohybuje kolem 47 %. Podzemnicový olej se získává za studena z jader plodů. Obsahuje kolem 50-70 % kyseliny olejové, 20 % kyseliny linolové a z mastných kyselin kyselinu arachovou. Použití v potravinářství je jako salátový olej, kapalná složka tukových násad margarínů a pokrmových tuků. V našich obchodech nalezneme převážně rafinovaný podzemnicový olej. Existují ovšem i lisované podzemnicové oleje. Podzemnicový olej obsahuje kyselinu arachovou, behenovou, lignocerovou. Tyto tři kyseliny jsou zodpovědné za to, že při nízkých teplotách je tento olej zakalený a má konzistenci gelu. Rafinovaný olej má neutrální chuť. Pokud je lisovaný za studena zanechává na jazyku chuť po burských oříšcích. Rafinovaný podzemnicový olej je možno zahřívat na vysoké teploty. Proto se hodí především ke smažení, fritování a grilování [23, 33, 41].

### 3.1.6 Olej z kukuřičných klíčků

Tento olej se získává výhradně z kukuřičných klíčků. Olej z kukuřičných klíčků se prodává většinou rafinovaný. Přesto existuje i malý trh pro olej z kukuřičných klíčků lisovaný za studena. Ten se od rafinovaného liší svou zlatožlutou, jemně načervenalou barvou a obilnou chutí. Olej z kukuřičných klíčků se často používá k výrobě margarínů. Rafinovaný olej z kukuřičných klíčků zpravidla chutná neutrálně a také nijak nevoní.

Olej z kukuřičných klíčků se hodí ke smažení, pečení, dušení, marinování, fritování [33].

U rostlinných olejů jsou důležité dvojnásobné vazby mezi atomy uhlíku mastných kyselin, tyto se mohou katalyticky hydrogenovat. Tak vznikají nasycené tuhé nebo polotuhé tuky. Margarín a tuhé pokrmové tuky se připravují z arašídového, sójového, nebo bavlníkového oleje hydrogenací do požadovaného tuhnutí – konzistence, dojde tedy k tzv. ztužování tuků. Z výše uvedených olejů obsahuje olivový olej 80 %, arašídový 60 % důležité olejové kyseliny [42, 43].

Olivový a řepkový olej jsou vynikajícími zdroji zdravých tuků a antioxidantů. Olej je však choulostivý na nevhodné skladování a rychle žlukne a ztrácí antioxidanty.

### 3.1.7 Slunečnicový olej

Slunečnicový olej patří v České republice mezi nejpoužívanější olej, který má široké uplatnění především v teplé kuchyni, kdy se používá pro smažení a fritování pokrmů. Semena slunečnice obsahují kolem 35% - 40% tuku. Musíme vzít v potaz i to, že ne všechny druhy slunečnic obsahují stejné množství mastných kyselin [28].

Vzhledem ke složení mastných kyselin patří slunečnicový olej mezi oleje s vysokým obsahem esenciálních mastných kyselin. U semen je velmi důležitá doba sklizně. Olej se v semenech začíná hromadit až koncem vegetace. Semena slunečnice se zpracovávají na olej vynikajících dietetických vlastností, který svou jakostí daleko převyšuje olej olivový. Obsahem kyseliny linolové se vyrovná sójovému oleji, či jej dokonce předčí. Naopak nízký obsah kyseliny linolenové dává pak oleji podstatně větší trvanlivost. Lze říci, že slunečnicový olej je nejkvalitnější olej z masově vyráběných olejů a že tudíž slunečnicové semeno je nejcennější surovina na trhu olejnin.

Použití: potravinářství – salátový olej, kapalná složka tukových násad margarínů a pokrmových tuků. Vyšlechtěny odrůdy s vysokým obsahem kyseliny olejové až 85% tj. vysokou oxidační stabilitou – vhodné pro výrobu fritovacích olejů [12, 22, 29, 30].

## 3.2 Použití fritovacích olejů v gastronomii

Fritování je tepelná úprava pokrmu podobná smažení. Na rozdíl od smažení je pokrm při fritování celý ponořen do horkého oleje, jeho příprava je proto rychlejší a rovnoměrnější. Rovněž teplotu oleje lze regulovat, a tak nemusí docházet k nezdravému přepálení oleje. Optimální teplota je do 180°C. Teplota po vložení potraviny zprvu klesne o 20°C - 40 °C, během fritování začne stoupat. Podle druhu připravovaného pokrmu tento proces trvá od 2 do 10 minut. K tomuto procesu dochází z důvodu styku potraviny s přehřátým olejem a z povrchových vrstev se odpařuje voda ve formě vodní páry – tímto procesem dojde k ochlazení oleje. Množství fritované potraviny nesmí mít příliš velký objem, protože velkým objemem potraviny dojde k ochlazení oleje a fritování je z tohoto důvodu delší. Je-li teplota nižší, fritované potraviny se nasáknou tukem. Proto zahajujeme fritování až v momentě, kdy je olej zahřátý na předepsanou teplotu. Nenecháváme však fritovací olej zahřívát příliš dlouho, jelikož se snižuje jeho kvalita. Dalším úskalím je, že při úniku páry z fritovaného pokrmu dojde k tomu, že místem kudy z potraviny unikne pára se do tohoto

místa dostane fritovací olej, toto je důvod proč potraviny, které mají vysoký obsah vody jako jsou například houby během fritování nasáknou větším množstvím oleje.

Ke fritování se nejčastěji používá fritovací hrnec. Ke fritování by se měly používat jen fritovací oleje, které mají vyšší tepelnou odolnost a delší trvanlivost. Můžeme také fritovat na ztuženém tuku, který se před použitím nakrájí na kousky. Nikdy by se nemělo míchat více druhů oleje a tuku dohromady. Fritovací olej je nutné po čase vyměnit, poznáme podle změny barvy oleje a přítomnosti nečistot [45].

Smažit můžeme rozmanité potraviny – různé druhy masa, vnitřnosti, drůbež, ryby, sýry, zeleninu, brambory, houby, atp. Potraviny vkládáme do tuku rozpáleného na teplotu smažení, aby nepřijímaly příliš mnoho tuku a vytvořila se typická chuť. Ke smažení používáme tuk, který má vyšší výhřevnost. Potraviny smažíme syrové, nebo předem částečně upravené, blanširované, předvařené [46, 47].

#### **Podle množství použitého tuku rozeznáváme dva typy smažení:**

- 1) **Na tuku** – kdy se používá tuk v množství pět až deset procent hmotnosti smažené potraviny. Při použití menšího množství tuku se již používá pojmu opékání. Potraviny smažíme po obou stranách. Po usmažení určitého množství, kdy jsou v tuku částečky připálené potraviny a tuk pění, je třeba celý obsah oleje vyměnit.
- 2) **V tuku** – kdy hmotnostní poměr potraviny a tuku je zhruba 1:10. Tento způsob smažení se označuje jako fritování. Teplo je přenášeno na potravinu ze všech stran rovnoměrně, a proto není třeba potravinu obracet. Pokud jsou pokrmy tímto způsobem smažené, jsou kypré, šťavnaté, povrch je křehký. Fritování se provádí ve speciálních hrncích, kdy teplota je automaticky regulována a je zamezeno přístupu vzduchu. Pokud je fritovací hrnec používán jen občas, je vhodné tuk vylít a v uzavřené nádobě přechovávat v chladu, protože tuk, na kterém se již smažilo je citlivější k oxidaci vzdušným kyslíkem, zejména za teploty výrazně překračující 20°C, která kuchyních často bývá [48, 49, 50].

**Při fritování jídla je toto zcela obklopeno tukem nebo olejem a během krátké doby nastává řada různých dějů:**

- 1) dehydratace povrchu jídla,
- 2) absorpce tuku,
- 3) tvorba chuťových složek,
- 4) změna barvy povrchu atd.

Při fritování dochází v oleji k tvorbě degradačních produktů tuků. Tyto jsou absorbovány smaženým jídlem, tyto procesy mají vliv na kvalitu potravin a především na sensorické vlastnosti. Zde nastává opodstatněnost kvalitních olejů [51].

## 4 VLIV FRITOVANÝCH POKRMŮ NA VÝŽIVU A ZDRAVÍ ČLOVĚKA

Tuky v potravě představují kromě nejbohatšího energetického substrátu i zdroj některých vitamínů, provitaminů a esenciálních mastných kyselin.

Fritované pokrmy jsou velmi chutné, vzhledem k tomu, že při smažení vzniká velmi mnoho sensoricky příjemných látek. Z hlediska výživy nelze častou konzumaci potravin fritovaných doporučit. Obsahují velké množství tuku, jsou hůře stravitelné a obsahují více zdravotně rizikových látek, než pokrmy připravené jinými způsoby. Pro dietní stravování při onemocněních trávicího ústrojí je tato úprava potravin naprosto nevhodná – pokrmy jsou špatně stravitelné a obsahují látky dráždící trávicí ústrojí. Rovněž při redukčních dietách nelze smažení pokrmy doporučit, zde je hlavním omezením vysoký obsah tuku [47].

Smažením se značně zvyšuje energetická hodnota pokrmů. Racionálnější je smažení v konvektomatu, kdy se potravina tukem pouze potírá, a tak nedochází k žádnému přepalování tuků [48].

Během fritování nedochází jenom ke změně fritovacího oleje, ale mění se i smažená potravina. Změny živin mohou být značné, avšak k výraznějším změnám dochází v povrchových vrstvách. Typická změna, která probíhá, patří neenzymové hnědnutí aminokyselin s redukujícími sacharidy – Maillardova reakce, během které dochází k barevným změnám na povrchu smažených výrobků [55].

Maillardova reakce patří mezi nejčastěji se vyskytující chemické reakce probíhající během zpracování a skladování potravin. V důsledku reakcí vznikají hnědé pigmenty, melanomy, z těchto důvodů se tyto pochody označují jako reakce neenzymového hnědnutí. V některých případech je tato reakce žádoucí – (např. při pražení kávy nebo při pečení chleba), ale i nežádoucí – (při sušení potravin, mezi které patří např. mléko, ovoce, zelenina). Vznikají aromatické látky, mnohdy dojde ke snížení nutriční hodnoty, či vzniku toxických produktů [71].

K hnědnutí může docházet během reakcí oxidačních produktů fritovacího oleje s aminokyselinami jak volnými, tak vázanými v bílkovinách přítomných v potravě. Zde vznikají dusíkaté produkty, které mají pražné aroma. Během smažení dochází k rozkladu askorbové kyseliny, karotenu, vitamínu E a dalších vitamínů [55].



Při vyšší teplotě fritování vzniká u většiny tuků namodralý kouř, který je důsledkem hlubších chemických změn. Některé z látek, které při nich vznikají, jsou z hlediska zdravotního nebezpečné, proto se teplota kolem 190°C nemá překračovat. U fritéz je teplota automaticky regulována. K fritování je nejvhodnější v tomto směru olivový olej rafinovaný. Lze použít i kvalitní rafinovaný řepkový olej - pokud je starší objeví se při smažení rybí pach, který je způsobený rozkladnými produkty oleje. Zcela nevhodné jsou tuky obsahující vodu – margaríny (jsou měkké a polotuhé emulze, vyrobené z jedlých tuků emulgací s vodou nebo s upraveným mlékem) a další roztíratelné tuky. Nevhodné není ani máslo, i když se na něm smažilo a mnohdy ještě smaží [48, 52].

Pro dlouhodobější smažení se mají používat pouze tuky k tomu určené – pokrmové tuky, nebo fritovací oleje, případně vepřové sádlo. Tyto tuky neobsahují vodu a vysokou teplotou se rozkládají velmi omezeně.

Ztužené tuky – tyto se vyrábí ztužováním rostlinných, živočišných tuků a olejů nebo jejich směsí, při tomto procesu se změní jejich chemická struktura a jejich konzistence – oleje se obohacují za vyšší teploty a tlaku o vodík. Ke smažení se používají buď stoprocentní pokrmový tuk, nebo výrobek, do kterého bylo zašleháno 10-15 procent dusíku – tyto se označují jako šorteningy.

Sádlo má nevýhodu v tom, že obsahuje cholesterol, který za vysokých teplot oxiduje na produkty, které z hlediska srdečně – cévních onemocnění působí hůře než neoxidovaný cholesterol. Smažit lze také na tekutém margarínu s máselným aroma. [48, 52].

U fritování je nutné nastavit potřebnou teplotu tuku, kterou přístroj kontroluje a udržuje její přednastavenou teplotu, takže nedochází k přehřátí a přepálení, při němž se uvolňují zdraví škodlivé látky. A protože se teplota neustále během přípravy kontroluje, nedochází k znehodnocení, takže jej můžeme opakovaně používat.

Jinou výhodou fritování je, že můžeme ve stejném tuku smažit i výrazně rozdílné pokrmy, jako jsou například ryby a zelenina, hranolky, moučníky a podobně. Vysoká teplota tuku totiž brání přenosu specifických chutí jednotlivých pokrmů. Pokud fritujeme, musíme používat olej, který je určený výhradně pro fritování [53, 54].

## 4.1 Vliv fritování na nutriční hodnoty

Fritování má vliv na nutriční látky, které jsou důležité z hlediska výživy, jedná se zejména o tyto složky:

- 1) **Bílkoviny** – při fritování dochází jak k fyzikálním, tak chemickým změnám. Zejména dochází ke zvýšení stravitelnosti, a to z důvodu denaturace bílkovin, kdy tyto se stávají lépe stravitelné, protože dojde k zpřístupnění jednotlivých aminokyselin enzymům. Toto pravidlo tolik neplatí v případě živočišných bílkovin, kdy tyto jsou stravitelné i v syrovém stavu. Dalším pozitivem denaturovaných bílkovin je i to, že dojde k uzavření potravin vlivem denaturovaných bílkovin, čímž nedochází k úniku hodnotných látek a tyto zůstávají v potravíně. Mezi pozitivní vlivy patří i reakce bílkovin se sacharidy, kdy dochází k typickému zbarvení a vůni fritovaných potravin. Mezi negativa patří případy, kdy dojde vlivem velmi vysoké teploty k vzniku látek, které mohou mít karcinogenní, mutagenní, teratogenní účinky.
- 2) **Tuky** – nebezpečné jsou teploty, kdy na tuky působíme vyššími teplotami. Při těchto teplotách dochází k rozkladu tuků. Při vysokých teplotách vznikají z mastných kyselin polymery a oligomery. Velmi nebezpečné jsou teploty kolem 300°C, kdy dochází k rozkladu tuků a následného vzniku uhlovodíků. Při dosažení teploty kolem 200°C, dochází ke změně glycerolu na páchnoucí akrolein. Reakce dále probíhají tvorbou uhlovodíků. Z pozitivních vlastností tuků při fritování je jejich vliv na sensorické vlastnosti a to především na chuť, kdy je nositelem chuti.
- 3) **Cukry** – mezi nejvýznamnější z reakcí je karamelizace, ke které dochází při teplotě kolem 200°C. Dále sem patří neenzymové hnědnutí – chemická reakce mezi redukujícími cukry a bílkovinami – Maillardova reakce [47].

U solených potravin dochází k hydrolyze chloridu sodného a chloridu draselného a vzniká kyselina chlorovodíková. Denaturací bílkovin a volných aminokyselin, rozkladem vitamínů a minerálních látek dochází ke snížení výživové hodnoty fritovaných potravin [55].

Během fritování dochází i ke změnám stabilních látek, mezi které řadíme minerální látky, některé které jsou těkavější a mohou z potravin uniknout. V potravinách používaných ke fritování bývá mnoho chloridu sodného a draselného. Při fritování se postupně hydrolyzují a kyselina chlorovodíková částečně uniká. Vzniklý hydroxid sodný nebo draselný pak vy-

tvoří s volnými mastnými kyselinami alkalická mýdla. Ta podporují pění a tím i rychlou oxidaci oleje. Některé změny mohou být příznivé, dochází k vytěkání kontaminantů [47].

#### 4.1.1 Oleje a jejich vliv na zdraví

- 1) **Olivový olej** - olivový olej patří společně s olejem řepkovým k olejům nejbohatším na kyselinu olejovou. Kyselina olejová je zvláště významná pro prevenci oběhových onemocnění, dále zabraňuje některým škodlivým procesům, jako oxidaci lipidů způsobené volnými radikály.
- 2) **Palmový olej** - palmový olej obsahuje obzvláště vysoký podíl provitaminu A, případně alfa a beta karotenu.
- 3) **Sójový olej** - sójový olej obsahuje obzvláště vysoký podíl kyseliny linolové, která patří k esenciálním mastným kyselinám. Kyselina linolová má příznivý vliv na hodnoty krevního tuku.
- 4) **Slunečnicový olej** - slunečnicový olej má obzvláště vysoký podíl kyseliny linolové, která patří k esenciálním mastným kyselinám. Obsah vitamínu E je u slunečnicového oleje také extrémě vysoký.
- 5) **Olej z kukuřičných klíčků** - olej z kukuřičných klíčků obsahuje vysoký podíl kyseliny linolové a kyseliny olejové. Obě mají vliv na hodnoty tuku a cholesterolu v krvi [33].

#### 4.1.2 Nežádoucí chemické reakce při fritování

Na zdraví mají vliv i chemické reakce, které vznikají ve fritovacím oleji během fritování a tyto látky ovlivňují potravinu, jedná se o:

- 1) **Hydrolýza** – hydrolýzu triacylglycerolů způsobuje vodní pára, která se uvolňuje během fritování z potraviny a tato vodní pára působí na horký olej. Horký olej se rozkládá na glycerol a volné mastné kyseliny. Přeměnou glycerolu vzniká těkavý akrolein. Tato reakce je urychlována přítomností polárních látek, které způsobují pěnívost oleje. Hydrolýzou vznikají volné mastné kyseliny, které se absorbují do fritované potraviny, nebo dochází k jejímu uvolňování do ovzduší. Podstatou je tedy hydrolýza triacylglycerolů, která je urychlována za přítomnosti polárních látek - monoacylglycerolů a diacylglycerolů mastných kyselin. Hydrolýza probíhá nejrychleji u olejů, které obsahují nenasycené mastné kyseliny a mastné kyseliny

s krátkými řetězci a to z důvodu jejich snadné rozpustnosti ve vodě, na rozdíl od kyselin s dlouhými řetězci [3, 50, 55, 56].

- 2) **Oxidace** – při smažení dochází k oxidaci nasycených mastných kyselin. Jsou při teplotách fritování velmi rychlé. Kyslík, který je rozpuštěný v tuku se spotřebovává pomalu, rychlost se zvýší v případě, že tuk začne pění. Pěněním se zvětší plocha mezi vzduchem a tukem a při napěnění oleje dochází k zrychlení difuze kyslíku do oleje. Při oxidačních reakcích vznikají:
  - a) Primární produkty oxidace – hydroxiperoxidy – tyto se rozkládají na sekundární produkty
  - b) Sekundární produkty oxidace – aldehydy, uhlovodíky, oxokyseliny, tyto látky zčásti vytěkají a zčásti se kumulují v olejové lázni
  - c) Polymerační produkty hydroperoxidů
- 3) **Polymerační reakce** - tyto jsou způsobeny reakcemi mezi volnými radikály a interakcemi karboxylových skupin volných mastných kyselin s hydroxylovými a epoxydovými skupinami oxidovaných mastných kyselin tuku. Polymery dále urychlují degradaci oleje, zvyšuje se jeho pěnivost a viskozita a především se snižuje přenos tepla. Zapříčiňují také vysokou absorpci oleje do potravin a jsou i zdrojem nepřirozeného zbarvení. Čím více se olej používá, tím více se v oleji vyskytují polymery a tyto polymery jsou zodpovědné za degradaci, pěnivost a špatnou tepelnou vodivost [3, 59].
- 4) **Pyrolytické reakce** – Pyrolýza při běžných teplotách, které jsou během fritování, prakticky neprobíhá. Tvorba pyrolytických složek je tvořena až od teploty nad 200°C. Produkty oxidace polymerují a dále dehydratují a reagují s bílkovinami a dalšími složkami fritovaných potravin. Tímto vznikají sloučeniny odpovědné za aroma potravin a za jejich konečné zbarvení. Při dehydrataci dochází ke změně glycerolu na akrolein [3, 55].

Při opakovaném používání oleje dochází k hromadění oxidačních produktů. U čerstvého oleje je těchto degradačních produktů v oleji zanedbatelné množství. Během opakovaného používání oleje se v něm hromadí aroma, které se do oleje dostává z potravin. V určité hranici nahromadění působí tyto látky nepříjemně. Při stanovení toxicity se nepříznivě projevují cyklické dimery, především cyklohexanové deriváty. Oxidované oleje se hůře enzy-

mově štěpí a stravují. Zvýšený obsah hydroperoxidů způsobuje příznaky deficitu vitamínu E a esenciálních mastných kyselin. Při vyšším příjmu oxidovaných tuků se zvyšuje jejich množství v krevním séru a oxidované mastné kyseliny a volné radikály reagují s bílkovinami krevního séra za vzniku aterosklerotických usazenin [3].

V horkém oleji jsou hydroperoxy nestabilní, ale opět se utvářejí při chladnutí oleje při jeho skladování. V případě proniknutí do lidského organismu jsou velmi toxické. Při smažení se mění v sekundární látky. Vzniká mnoho látek, jako jsou aldehydy, uhlovodíky, ketony, epoxidy aj. Tyto látky se během fritování odpařují, vzhledem ke své těkavosti. Některé aldehydy se váží na triacylglycerol a tím se sníží jejich těkavost a ve fritované surovině zůstane. Nevýhodou je, že způsobují mutagenitu a kancerogennost. Z tohoto důvodu je dobré zmínit parciální hydrogenaci smažicích olejů, které zajistí zvýšení stability při i po fritování, ale dochází k navýšení koncentrace trans-nenasycených mastných kyselin [60, 61].

## 4.2 Některé nežádoucí sloučeniny vznikající při fritování

K rozvoji těchto látek dochází při vyšších teplotách, to znamená, že se s nimi nejvíce setkáme při používání nesprávného oleje a jeho špatným používáním. Tímto se do fritovaných potravin dostává velké množství karcinogenních a mutagenních sloučenin. Tyto sloučeniny se nazývají kontaminanty. Jejich množství je malé, ale jejich účinky se hromadí po řadu roků. To znamená, že způsob úpravy pokrmů je jedním z faktorů přispívajícím k nádorovým onemocněním [62, 63].

### 4.2.1 N-nitrosopyrrolidin a N-nitrosopiperidin

Při fritování nás nejvíce zajímá N-nitrosopyrrolidin a N-nitrosopiperidin, tyto látky se zvyšují tepelnou úpravou a vyskytují se zejména u smažených, tučných masných výrobků, které obsahují dusitany a dusičnany. Přímé negativní důsledky dusičnanů na lidský organismus nejsou prokázány. Jejich biologicky nepříznivé účinky se projevují zpravidla až po jejich přeměně na dusitany. Konzumace vyššího objemu dusitanů může vést k problémům jako jsou např. bolesti břicha, bolesti hlavy, pokles krevního tlaku, závratě. Pokud dusitany zreagují s krevním hemoglobinem, může vzniknout cyanóza - modré až modrobílé zbarvení kůže, sliznic a vývoj methemoglobinémie, která vyvolá sníženou schopnost přenášení kyslíku v krvi [64].

### 4.2.2 Akrylamid

Amid kyseliny akrylové jeho vznik je ovlivněn tepelnou úpravou. Jsou to především frito-  
vané hranolky a bramborové lupínky. To znamená, že vznik akrylamidu je ovlivněn obsa-  
hem škrobu v potravinách a působením vysokých teplot právě na tyto škroby. Teplota  
vzniku akrylamidu je kolem 140°C a více. Za hlavní mechanismus vzniku akrylamidu je vše-  
obecně považována reakce mezi volnou geneticky kódovanou neesenciální aminokyselinou  
asparaginem a karbonylovými sloučeninami, jako součást Maillardovy reakce. Akrylamid je  
nebezpečný kontaminant s karcinogenními účinky a jeho výskyt v potravinách, mechanismus  
jeho vzniku, možnosti jeho eliminace nebo možnost minimalizace v potravinách mají vysokou  
prioritu ve výzkumu po celém světě [65, 66, 67, 68].

### 4.2.3 Akrolein

Akrolein je typickou látkou vznikající při fritování potravin. Tento vznik je podmíněn vy-  
sokými teplotami při fritování. Důsledkem vysokých teplot se tuky rozkládají na glycerol a  
volné mastné kyseliny. Dehydratací se glycerol mění na nízkomolekulární aldehyd akro-  
lein, který je těkavý. Přitom uniká do ovzduší a dráždí oči a sliznice [69].

Nad tuto teplotu dochází ke vzniku nenasyceného aldehydu akroleinu z glycerolu, ke kte-  
rému dochází při tepelném rozkladu tuků. Glycerol, který je zahříváný odštěpuje vodu a  
mění se na akrolein. Charakteristická je pro něj bezbarvá až nažloutlá barva a dusivý zá-  
pach. Má vliv na kůži, sliznice a dýchací cesty. Při větších koncentracích může vyvolávat  
edémy plic, má i negativní vliv na jaterní buňky [72].

Výše uvedené látky vznikají v potravinách vlivem nesprávného používání olejů, který se  
používá opakovaně. Tímto opakovaným použitím olejů se v něm hromadí degradační pro-  
dukty. Nejdůležitější je doba, kdy má dojít k výměně oleje. K tomuto se využívají různé  
metody pozorování a měření fyzikálních a chemických vlastností oleje [73].

### 4.2.4 Heterocyklické aminy

Heterocyklické aminy vznikají v průběhu tepelné úpravy masa, ryb, drůbeže. Řadí se mezi  
nebezpečné chemické látky, které mohou být příčinou vzniku rakoviny. Vznik heterocyk-  
lických aromatických aminů je závislý na druhu potraviny, teplotě a délce tepelné úpravy  
[73].

#### 4.2.5 Glycidamid

Vědci z Technické univerzity v Mnichově prokázali přítomnost rakovinotvorné látky glycidamidu ve smažených hranolcích a chipsech. Glycidamid je látka, která vzniká při zahřívání produktů z brambor a je daleko nebezpečnější než v hranolkách objevený akrylamid v roce 2002. Glycidamid byl při tomto testu prokázán ve výrobcích ve velmi malém množství, od 0,3 po 1,5 mg/kg v deseti vzorcích bramborových lupínků a ve třech druhých hranolků. Glycidamid i akrylamid se uvolňují při vysokých teplotách během tepelného zpracování bramborových produktů. K tomu dochází přibližně při 120°C, ale daleko nebezpečnější látky vznikají při teplotách nad 180°C [74].

#### 4.2.6 Polycyklické heterocykly

Uvedenými interakcemi může docházet ke snížení výživové hodnoty. Toxické produkty v fritovaných pokrmech nevznikají v případě, že je dodržena předepsaná teplota. Nad fritovacím olejem může být teplota vyšší, v tomto případě se mohou z přítomných aminokyselin a bílkovin tvořit polycyklické heterocykly, které jsou karcinogenní. Jejich výskyt je v připálených usazeninách nad hladinou oleje. Přicházejí v úvahu spíše při smažení na tenké vrstvě tuku v pánvi nebo při záhřevu bez tuku než při použití fritéz [55].

### 4.3 Polární sloučeniny

Důležitý parametr, který rozhodne, zda se olej ve fritéze má vyměnit jsou celkové polární sloučeniny (TPM) a polymerované triglyceridy (PTG), proto se pro posuzování celkového stupně degradace fritovacího oleje používají dohodnuté, všeobecně uznávané parametry, které co nejlépe vystihují celkový obsah degradačních produktů. Těmito parametry jsou obsah polymerních triacylglycerolů (tj. veškeré polymery vzniklé reakcemi mezi mastnými kyselinami vázanými v různých molekulách triacylglycerolů – k reakcím mezi mastnými kyselinami téhož triacylglycerolu přitom dochází v mnohem menší míře a obsah veškerých polárních látek, přičemž za limitní se považuje obsah polymerních triacylglycerolů 10 % a obsah veškerých polárních látek 25% [75].

Při stupni degradace fritovacího oleje, tj. při obsahu 10% polymerních triacylglycerolů a nebo 25% veškerých polárních látek se celkový nutriční obsah přítomných mastných kyselin se snižuje přibližně o 20%, ale často i o více % proti původnímu tuku. Většina polymerních triacylglycerolů je součástí tzv. veškerých polárních látek. Veškeré polární látky lze považovat za degradační produkty společně s malým množstvím nepolárních degradač-

ních produktů. Do skupiny polárních látek se však řadí i hydrolytické produkty lipidů, jejichž využitelnost z hlediska výživy není narušena [75].

Vysoká teplota smažení urychluje tepelnou oxidaci a polymeraci olejů. Přerušované zahřívání a ochlazování olejů způsobuje zhoršení jejich vlastností kvůli zvýšené rozpustnosti kyslíku při poklesu fritovací teploty. Pokud jde o kvalitu fritovacího oleje, volné mastné kyseliny zvyšují tepelnou oxidaci oleje, jejich nenasycenost spíše nežli délka uhlíkatého řetězce vede k významným účinkům na termooxidační degeneraci. Zejména obsah kyseliny linolenové je rozhodující při smažení, neboť nejvíce ovlivňuje stabilitu oleje, a chuťovou kvalitu smažených pokrmů. Také typ fritézy může zhoršovat kvalitu oleje, neboť polymerizovaný tuk, který se v ní ukládá, způsobuje tvorbu pěny, tmavnutí oleje a další zhoršení jeho vlastností. Pro fritování (smažení ve vysoké vrstvě oleje) se doporučuje, aby byl co nejmenší poměr povrchu a objemu fritézy, aby se zajistil minimální kontakt oleje se vzduchem [76].



## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 CÍL PRÁCE

Cílem práce je, zjistit na jak kvalitním oleji jsou připravovány smažené pokrmy v různých typech stravovacího zařízení. Jsou zde popsány různé oleje, na kterých se připravují smažené potraviny, dále jsou zde uvedeny jednotlivá stravovací zařízení a jejich přístup k používání fritovacích olejů. Toto je důležité z hlediska kvality, která se následně odráží jak v organoleptických vlastnostech, tak ve zdravotních aspektech. Důležitost je tedy kladena na to kdy vyměnit fritovací olej za nový, jakou teplotu při smažení nastavovat, aby nedocházelo k předčasné degradaci oleje. V neposlední řadě je toto důležité i z hlediska ekonomického tzn. pokud, bychom vyměnili olej příliš brzy, tak zvyšujeme náklady kuchyně.

## 6 METODIKA

Měření jsem prováděl v Brně a okolí v 11 provozech veřejného stravování vždy od výměny do výměny oleje. Měřil jsem v těchto typech stravovacího zařízení:

- A. hotel\*\*\*\*\* v centru
- B. hotel\*\*\*\*\* 500metrů od centra
- C. hotel\*\*\*\*\* v rekreační oblasti
- D. pension 20km od Brna
- E. zážitková restaurace
- F. restaurace v centru
- G. restaurace v okrajové části
- H. restaurace v nákupním centru
- I. fast food stravovacího řetězce
- J. fast food
- K. motorest 25km od Brna

Měření probíhalo za provozu a vždy ve stejnou hodinu.

### 6.1 Přístroje a materiál

K měření oleje jsem používal, přístroj Testo 270.

Testo 270, je příruční měřicí přístroj, kterým se kontroluje kvalita fritovacího oleje. Výpověď o stárnutí fritovacího oleje ukazuje hodnota TPM – Total Polar Materials, kterou tímto přístrojem naměříme. Lze tedy velmi rychle a přesně změřit stupeň opotřebení fritovacích olejů. Velkou výhodou tohoto přístroje je jeho schopnost měřit kvalitu fritovacího oleje přímo v horkém oleji, což umožňuje jeho použití přímo za provozu. Další výhodou je možnost provádět více kontrolních měření za sebou aniž by se musel senzor zchlazovat.

Přístrojem Testo 270 lze provádět následující měření:

- Zobrazení teploty fritovacího oleje
- Zobrazení hodnoty TPM:

Indikátor stárnutí fritovacího oleje

Senzor je konstruován a pracuje na kapacitním základě a určuje jako měřenou hodnotu celkový podíl polarizovaných částic v procentech. Přístrojem Testo 270, nelze měřit volné mastné kyseliny, které jsou určeny k stanovení nezatížených olejů, především tzv. žluklosti.

Tab.1 Technická data k přístroji Testo 270

Charakteristika	Hodnoty
Měřicí rozsah	Teplota 40°C – 200°C TPM 0,5 – 40%
Přesnost	Teplota $\pm 1,5^\circ\text{C}$ TPM $\pm 2\%$
Rozlišení	Teplota $\pm 0,5^\circ\text{C}$ TPM $\pm 0,5\%$
Směrnice EU	2004/108/EU

#### Použité oleje ve stravovacích zařízeních kde bylo prováděno měření:

- 1) Slunečnicový jednodruhový olej, Oriole, Dodavatel: ŽLUVA IMPOEXPO s.r.o.
- 2) Řepkový olej jednopruhový, Vitol, Dodavatel: KaKa CZ s.r.o.
- 3) Rafinovaný řepkový olej, Dr. Oil's, Výrobce: AVENA s. r. o.
- 4) Rafinovaný bezerukový řepkový olej, Forte, Dodavatel: MASTER MARTINI CE s.r.o
- 5) Palmový olej, Vita Palm, Vyrobena: Indonésie, Dodavatel: TAE AgriCo s.r.o.
- 6) Fritovací olej směsný složení: řepkový olej, palmový olej, Forte, MASTER MARTINI CE s.r.o
- 7) Slunečnicový olej, Lukana, výrobce Lukana s. r. o.
- 8) Řepkový olej, CERESOL, Země původu: ČR

9) Rostlinný tuk Shortening, Vyrobeno: Německo

10) Řepkový olej, Vitae dóro, Vyrobeno: Německo

11) Magic Chef, Super frit, Dovoze: Nowaco

## 6.2 Metoda měření

Rozhodující parametry, které určují výměnu fritovacího oleje, jsou celkové polární sloučeniny TPM. TPM jsou produkty, které vznikají při rozkladu oleje.

Pravidelným pozorováním hodnoty TPM se využije fritovací olej v plném rozsahu. Olej můžeme díky tomuto využívat až k hraničním hodnotám stanovených zákonem. Zajistí se především kvalita fritovaných pokrmů. V podstatě můžeme měřit všechny oleje a tuky k fritování. Můžeme změřit například olej palmový, slunečnicový, olivový atd. Kromě olejů rostlinných můžeme měřit i tuky živočišného původu. Hodnota TPM se může lišit v závislosti na typu oleje. U přístroje je důležité vyloučení aditiv, které by mohli být přidávány do fritovacích olejů, toto může vest k odchylkám v měření.

V průběhu stárnutí oleje se navyšuje podíl polarizovaných složek. Tuk se dělí na polarizovanou a nepolarizovanou skupinu prostřednictvím chromatografie, kdy podíl polarizované skupiny ve fritovacím oleji se označuje jako hodnota procent TPM. Tato hodnota může být rozdílná v závislosti na nastavené dělicí hranici mezi polarizovanou a nepolarizovanou skupinou – toto platí u sloupcové chromatografie. Sloupcová chromatografie není schopná rozlišit nepatrné odchylky polarity v závislosti na druhu oleje. Oproti tomu přístrojem Testo 270, lze změřit celkovou polaritu fritovacího oleje a to jak skupinu polarizovanou a nepolarizovanou. V tomto může tato hodnota být vyšší nebo nižší než ta, kterou udává sloupcová chromatografie.

Přístrojem Testo 270, se měří celkový podíl polarizovaných částic ve fritovacím oleji, což je směrodatné pro posouzení míry zatížení oleje, jeho stáří.

**Pro získávání výsledků měření musíme dodržovat následující zásady:**

- 1) Z důvodů vlivu elektromagnetického pole musíme před měřením fritézu vypnout. Z důvodu elektromagnetického pole může dojít k chybnému měření. Doporučuje se vypnout fritézu, nebo odebrat vzorek fritovacího oleje.
- 2) Měření neprovádíme, pokud je ve fritéze fritovaná potravina, tuto musíme nejprve odstranit a vyčkat pět minut a následně provést měření.
- 3) Pokud provedeme více měření, musíme vždy provést očištění senzoru.
- 4) Při měření se nesmí senzor dotýkat kovových částí ve fritéze, jako jsou stěny a koš ve fritéze. Pokud by došlo k dotyku mohlo by dojít k ovlivnění měření. Doporučuje se minimální vzdálenost od kovových částí cca jeden centimetr.
- 5) V oleji mohou být teplotní proudy, které mohou vést k chybě v měření, z tohoto důvodu se doporučuje senzorem míchat.
- 6) Měření je dobré opakovat po pěti minutách, během této doby se nesmí fritovat, ale musíme olej udržovat při vysoké teplotě. Pokud je nová hodnota nižší, provede se opakované měření po dalších pěti minutách až je tato hodnota stabilní.
- 7) Od hodnoty 24 procent TPM musíme fritovací olej vyměnit.

**6.3 Výsledky Měření**

Měření jsem prováděl po zahřátí fritovacího oleje. Olej při měření musí mít min. teplotu 40°C max. teplota pro měření je 200°C. Po zapnutí přístroje jsem sondu ponořil do roze-  
hřátého oleje. Přístroj mi na displeji ukázal teplotu a hodnotu TPM. Měření jsem prováděl vždy 3krát cca po 5 minutách, výsledky jsem zaznamenal, zprůměroval a zpracoval do níže uvedených grafů. Měření bylo provedeno v jedenácti stravovacích zařízeních různého typu. Stanovili jsme hranici 24% TPM podle limitu stanoveného v Německu. Výsledky byly statisticky zpracovány pomocí programu Microsoft Excel 2003.

**Provoz A - hotel\*\*\*\*\* v centru**

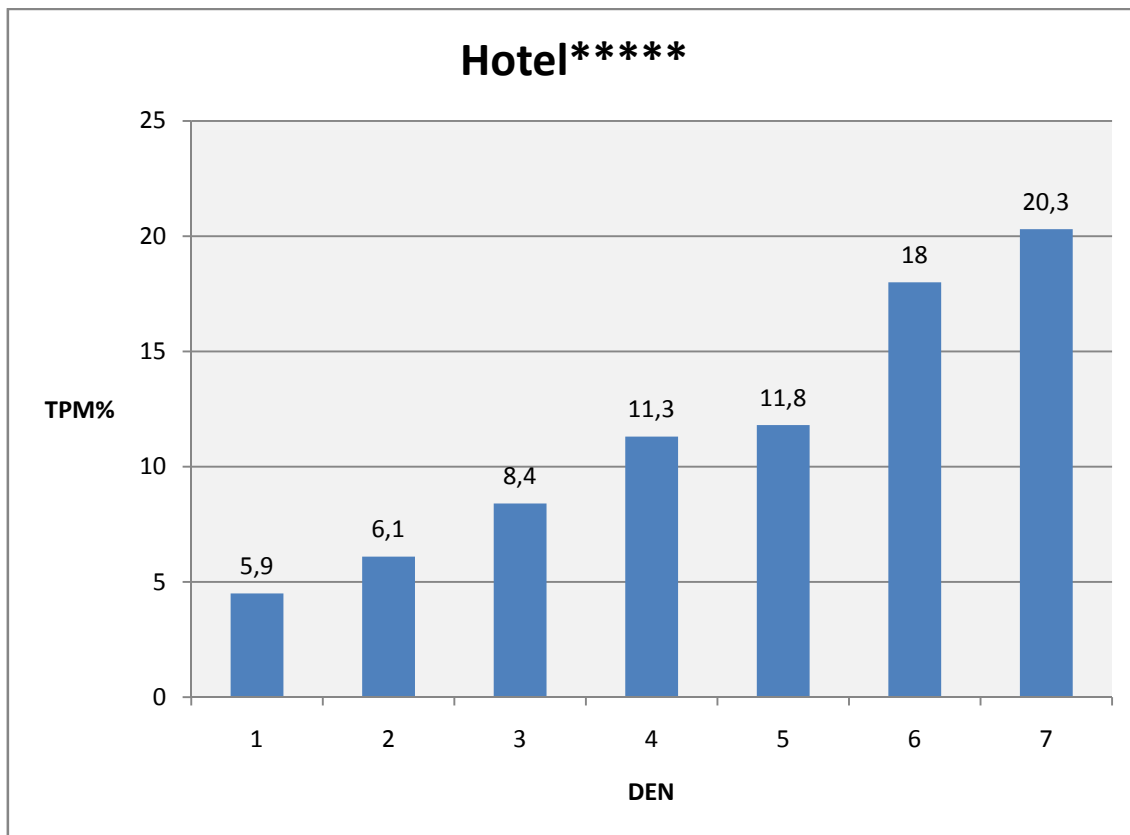
Použitý olej – slunečnicový jednodruhový olej LUKANA

Měření bylo prováděno 7 dnů. Hodnota TPM je v normě. V tomto stravovacím zařízení se připravují minutková jídla a to v době obědů a večeří, hotel má širokou nabídku moravských jídel. Provozovna také zajišťuje catering.

V první den výměny fritovacího oleje byla v době měření teplota oleje 160,4°C a hodnota TPM byla 5,9%.

Druhého dne byla naměřena při teplotě 170,8°C hodnota 6,1% TPM. V následujících dnech bylo v hotelu méně objednávek, co se týče fritovaných pokrmů. Šestý den olej měl při teplotě 170,3°C hodnotu TPM 18%. Posledního dne při výměně byla teplota oleje 60°C a hodnota TPM 20,3%. Hodnota TPM nebyla vysoká, ale olej byl tmavý.

*Graf 1 Graf naměřených hodnot TPM v závislosti na dnech*

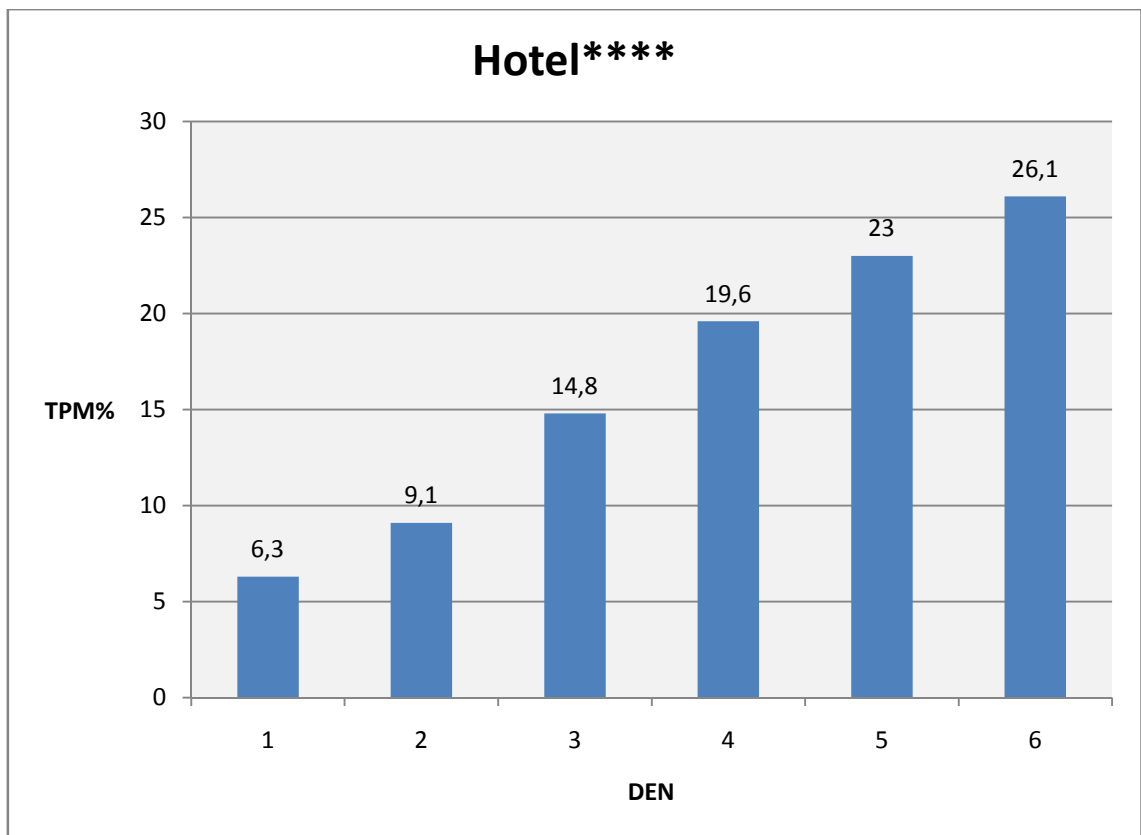


**Provoz B - hotel\*\*\*\* 500metrů od centra**

Použitý olej – Řepkový olej jednodruhový nízkoerukový LUKANA OIL

Měření bylo prováděno 6 dnů. Hodnota TPM byla překročena. V tomto stravovacím zařízení je přes obědy výběr ze tří druhů menu, z toho je vždy jedno jídlo smažené. Přibližně se zde v době obědů stravuje 50 osob. V době měření se zde 5 a 6 den dělal raut pro 650 osob. První den bylo při teplotě 165,8°C naměřeno 6,3% TPM. Poslední den byla z důvodu přípravy na raut překročena hodnota TPM, kdy při teplotě výměny měl olej 80°C a hodnota TPM byla 26,1%.

*Graf 2 Graf naměřených hodnot TPM v závislosti na dnech*



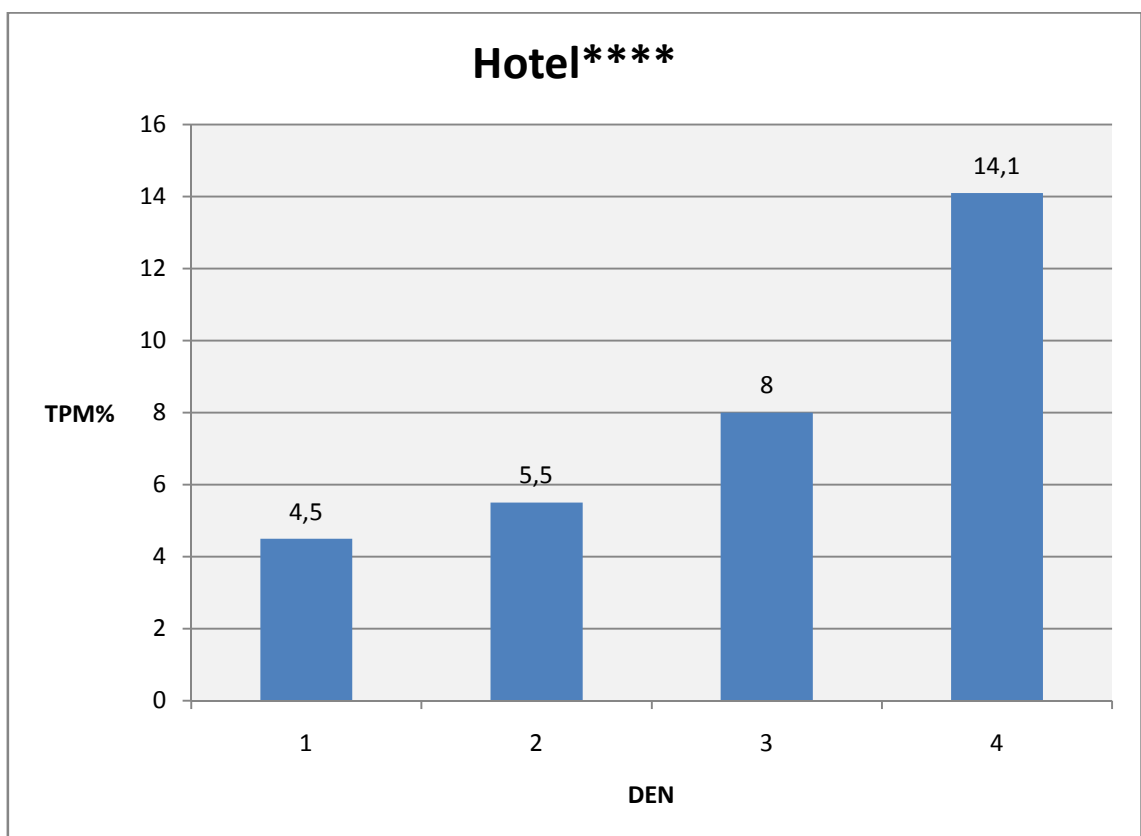


**Provoz C - hotel\*\*\*\*\* v rekreační oblasti**

Použitý olej – Rafinovaný řepkový olej

Měření bylo prováděno 4 dny. Hodnota TPM nebyla překročena. Olej byl vyměněn, dříve než bylo potřeba. Hotel je na okraji Brna v přírodě, konají se zde firemní večírky, svatby, oslavy. Fritované pokrmy se zde nejvíce dělají ve večerních hodinách. Z třetího dne na čtvrtý se připravovala svatba a bylo 23 smažených A la carte jídel. Prvního dne bylo při teplotě 166 °C dosaženo 4,5% TPM. V průběhu měření v následujících dnech nedocházelo k výraznému navýšení TPM. Olej byl vyměněn předčasně ve čtvrtý den, při výměně byla teplota oleje 55,3°C a hodnota TPM 14,1%.

*Graf 3 Graf naměřených hodnot TPM v závislosti na dnech*

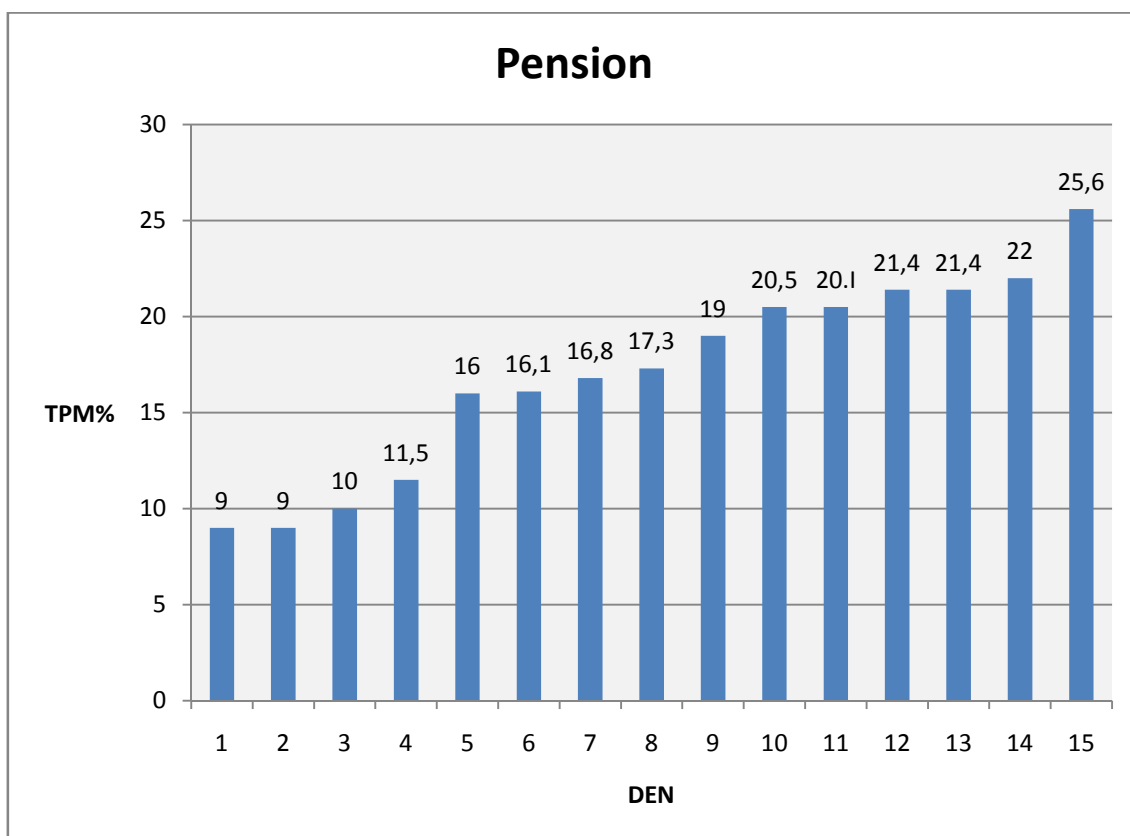


**Provoz D - pension 20km od Brna**

Použitý olej – rafinovaný bezerukový řepkový olej

Měření bylo prováděno 15 dnů. Hodnota TPM byla mírně překročena. Pension leží 20km od Brna. Návštěvnost tohoto zařízení je velmi malá. 1 a 2 den po výměně zde na smaženém jídle nikdo nebyl, proto při teplotě 50,2°C byly hodnoty TPM jsou stejné a to 9% TPM. Smažená jídla se nedělala ani 5 a 6 den a 10 a 11den. V tomto stravovacím zařízení se nejvíce smaží jídla v době obědů a o víkendu. Čtrnáctý den byla hodnota TPM 22% při teplotě oleje 168,9°C. Následný den byl olej vyměněn při teplotě 58°C a hodnota TPM byla 25,6%.

Graf 4 Graf naměřených hodnot TPM v závislosti na dnech

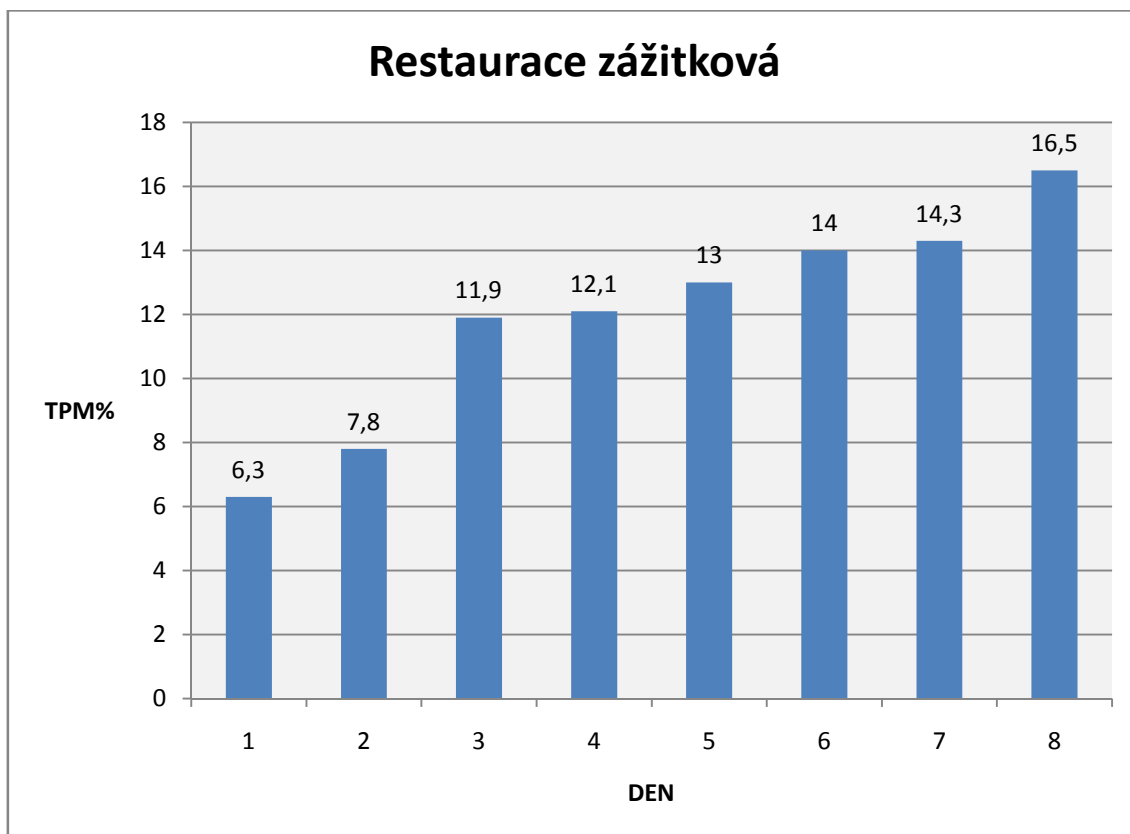


### Provoz E - zážitková restaurace

Použitý olej – Palmový olej

Měření probíhalo 8 dnů. Olej byl vyměněn předčasně. Restaurace nabízí týdenní obědové menu, degustační večery, cateringové služby, speciální akce. Nabízí českou kuchyni v moderní úpravě a mezinárodní kuchyni. Smažených jídel se v této restauraci moc nedělá. První den bylo při teplotě 165,2°C dosaženo TPM 6,3%, vzhledem k tomu, že olej byl vyměněn a následně cca po dvou hodinách změřen, byla tato hodnota vyšší a to vzhledem k tomu, že se jedná o palmový olej. V rozmezí třetího až šestého dne nedošlo k výraznému navýšení hodnoty TPM, a to vzhledem k nízkému využívání fritézy. V této restauraci není hojně využívána fritéza, spíše jsou zde používány technologické postupy, které fritézu vylučují. Olej byl vyměněn osmý den, ačkoliv vyměněn nemusel být. Výměna byla provedena při teplotě 45,6°C a hodnota TPM byla 16,5%. Mezi šestým a sedmým dnem bylo doloženo cca 1,2 litru oleje.

Graf 5 Graf naměřených hodnot TPM v závislosti na dnech

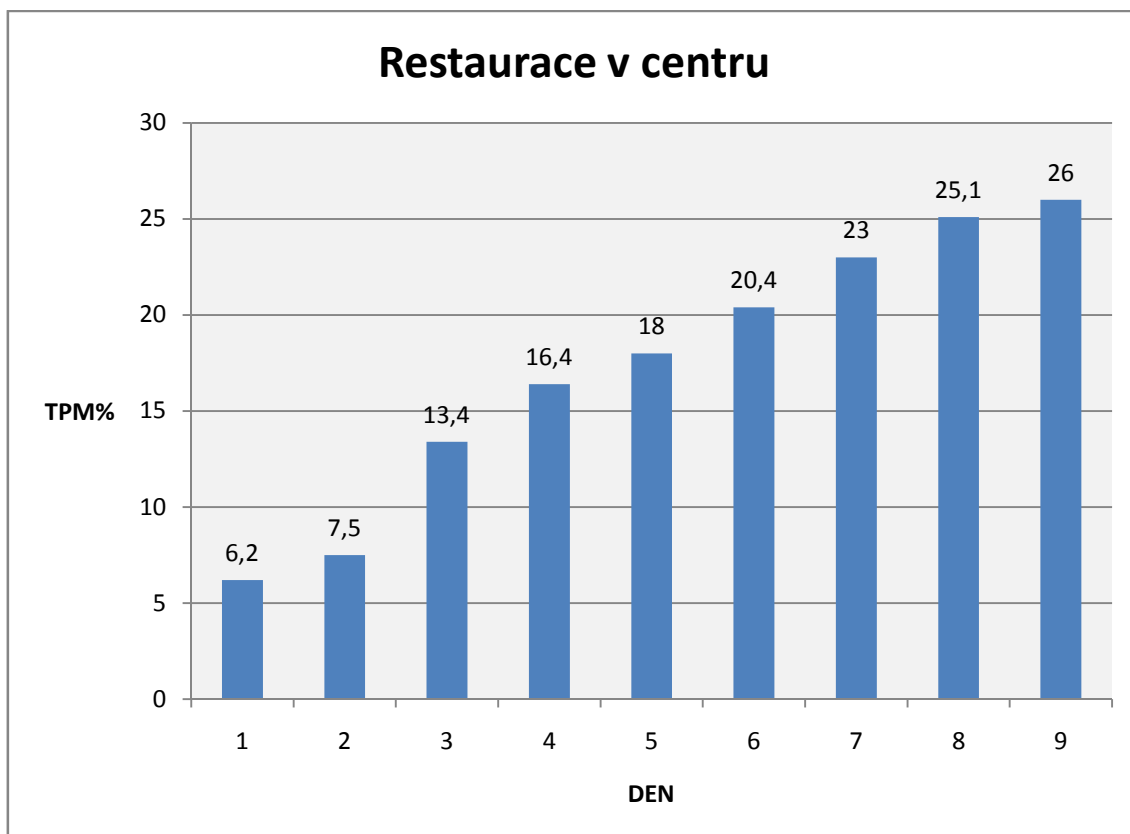


**Provoz F - restaurace v centru**

Použitý olej – Fritovací olej směsný Složení: řepkový olej, palmový olej

Měření probíhalo 9 dnů. Hodnoty TPM jsou překročeny. Restaurace pořádá gurmánské večery a firemní společenské akce. Na stálém jídelním lístku je 9 smažených pokrmů. První den byl olej měřen při teplotě 162,7°C a hodnota TPM dosahovala 6,2%. V následujících dnech se hodnota TPM postupně zvyšovala bez větších rozdílů. V této provozovně je nařízeno každodenní vypouštění a čištění fritézy. Na konci sedmého dne byla hodnota TPM překročena a byla doporučena jeho výměna. I přes toto doporučení olej byl nadále použit a tento byl vyměněn až devátý den, kdy tato hodnota při 189,5°C činila v dopoledních hodinách 25,5% TPM, tento následně vyměněn při zchladnutí ke konci devátého dne a teplotě 80,3°C a hodnotě TPM 26%.

Graf 6 Graf naměřených hodnot TPM v závislosti na dnech

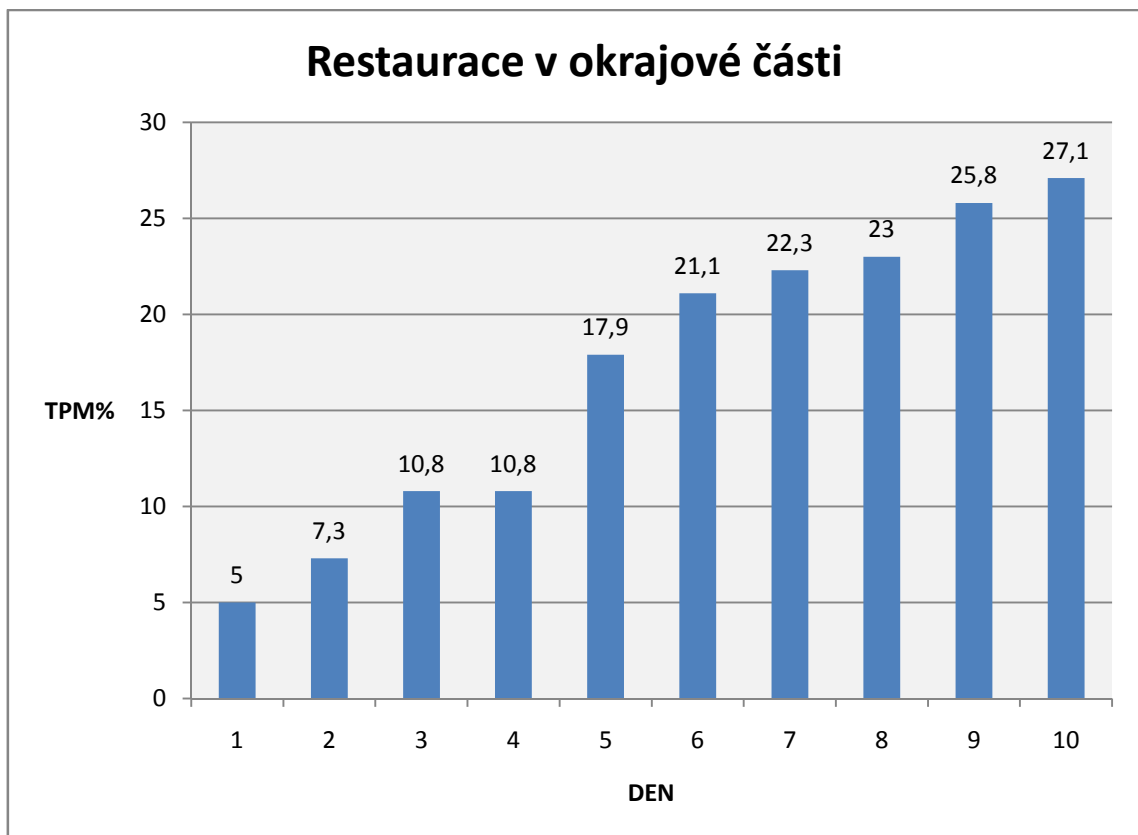


### Provoz G - restaurace v okrajové části

Použitý olej – Slunečnicový olej

Měření probíhalo 10 dnů. Restaurace je umístěna v okrajové části Brna uprostřed panelákového sídliště. Nabízí obědové menu v této době je zde také nevyšší návštěvnost díky okolním úřadům. V prvním dni po nalití čerstvého oleje byla hodnota TPM při teplotě oleje 40,6°C 5% TPM. K největšímu navýšení hodnot docházelo ve třetí, čtvrtý, pátý, šestý den a to z důvodu podávání menu, kdy tato restaurace má v nabídce tři jídla. Jedno z těchto jídel je po celý týden stejné a v tomto týdnu se jednalo o smažený sýr s hranolky, kdy tento byl hodně žádan. Čtvrtý den byl do fritézy dolit čerstvý olej, tím došlo k menšímu snížení teploty. Bylo dohromady přilito cca 5 litrů oleje. I tato restaurace přes doporučení pokračovala s úpravou pokrmů v oleji s hodnotou převyšující hodnotu 24% TPM. Výměna provedena desátý den, kdy při teplotě 65°C byla naměřena hodnota 27,1% TPM.

Graf 7 Graf naměřených hodnot TPM v závislosti na dnech



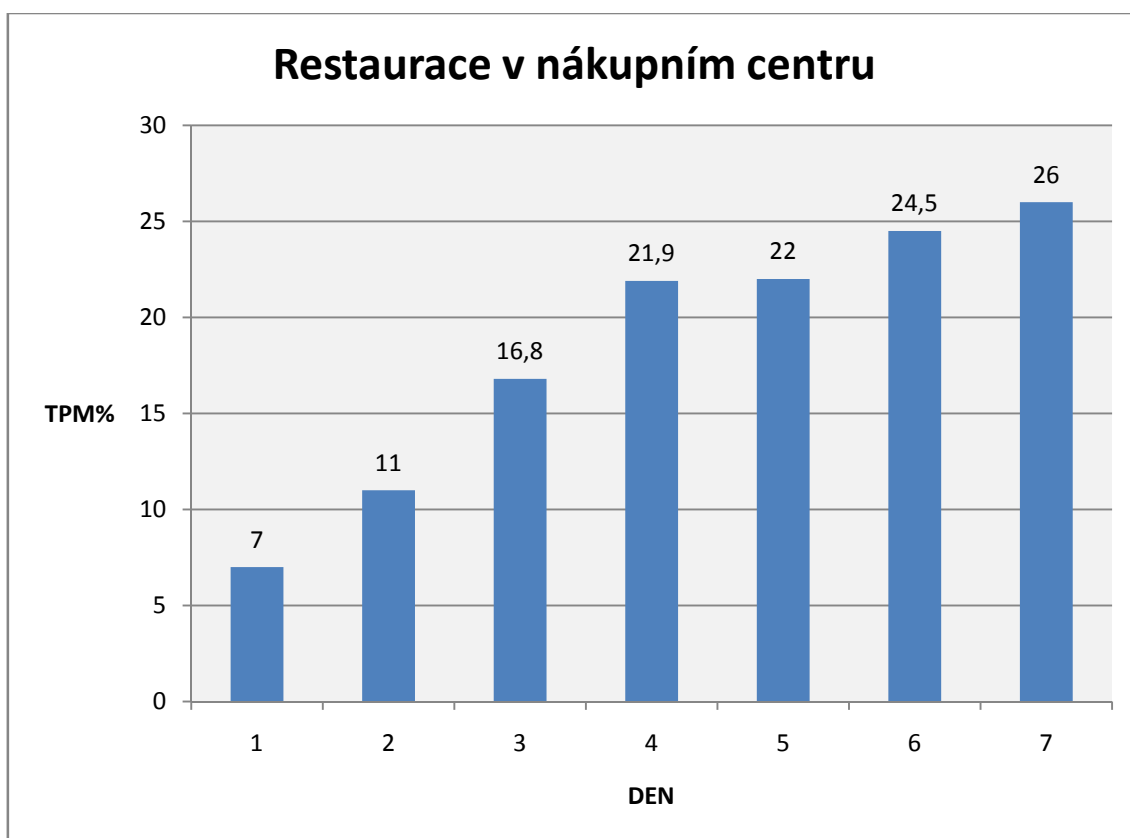
### Provoz H - restaurace v nákupním centru

Použitý olej - Řepkový olej

Měření probíhalo 7 dnů. Hodnoty TPM jsou lehce překročeny. Restaurace má na svém jídelním lístku 6 smažených jídel. Největší návštěvnost je zde pátek, sobota neděle. V této restauraci se mění olej každý týden vždy v neděli bez ohledu na kvalitu oleje. Tzn., že pokud by olej měl v neděli 16% TPM bude vyměněn stejně jako by měl 30% TPM. Takto je to v této restauraci nastaveno z důvodu pravidelnosti malého obratu jídel v prvních dnech týdne, a zvětšujícího se koncem týdne, kdy v nákupním středisku je hodně lidí a tato restaurace je hojně využívána. Zde byl olej vyměněn v neděli v noci, kdy jeho teplota byla 43,3°C a hodnota TPM 7%. Během týdne byla fritéza průběžně dolévána, kdy v průběhu sedmi dnů bylo dolito kolem čtyř litrů oleje. Fritéza byla také každý druhý den čištěna.

Sedmí den byl olej vyměněn při teplotě 95,3°C a hodnotě TPM 26%.

Graf 8 Graf naměřených hodnot TPM v závislosti na dnech



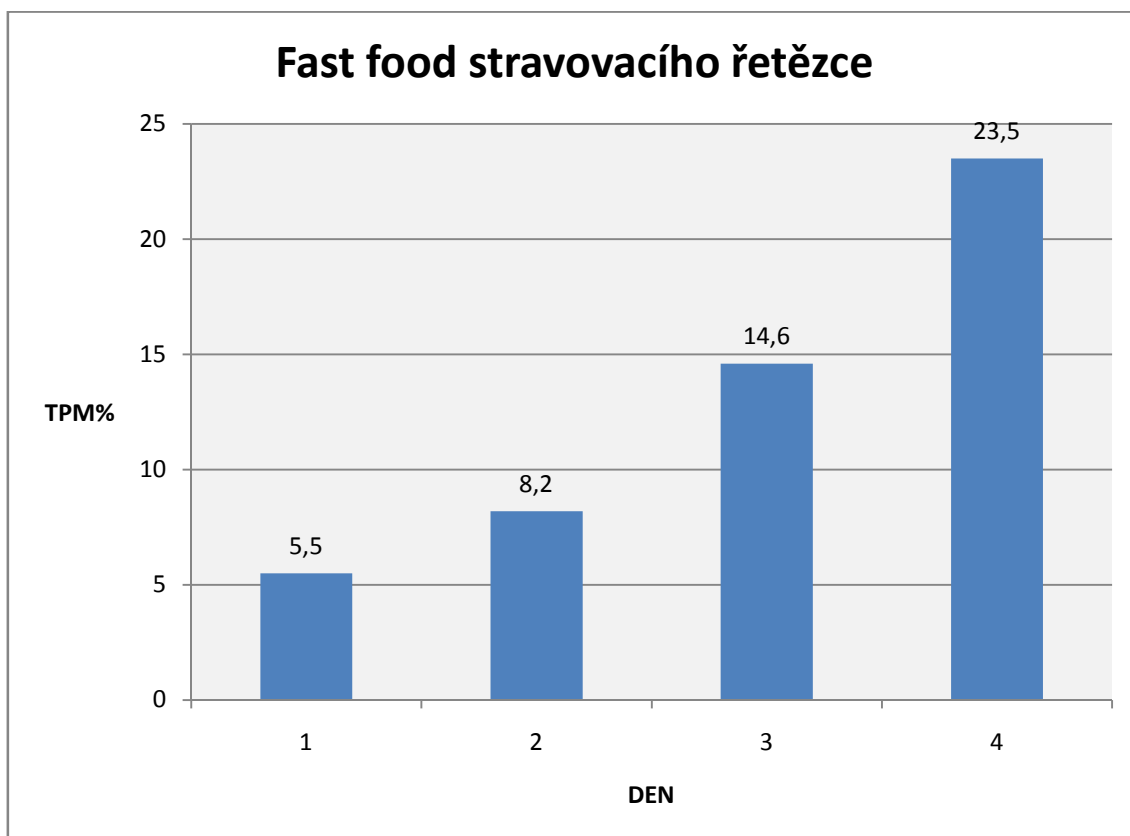
### Provoz I - fast food stravovacího řetězce

Použitý olej – Rostlinný tuk na smažení Shortening

Měření probíhalo 4 dny. Fast food je umístěn 10km od Brna. Z měřených stravovacích zařízení je tento fast food jediný, který si sám měří a hlídá hodnotu TPM. Tento podnik patří mezi nejvíce rozšířené stravovací zařízení v České republice. Zde je velmi dbáno na dodržování kvality oleje. V tomto fast foodu je kontrola oleje hlídána několika stupni i osobami.

Prvního dne byl olej vyměněn, kdy měl při 66°C hodnotu TPM 5,5%. Vzhledem k obratu byl olej vyměněn čtvrtého dne při teplotě 70,2°C a hodnotě 23,5% TPM. Zde jsou využívány tři fritézy.

Graf 9 Graf naměřených hodnot TPM v závislosti na dnech

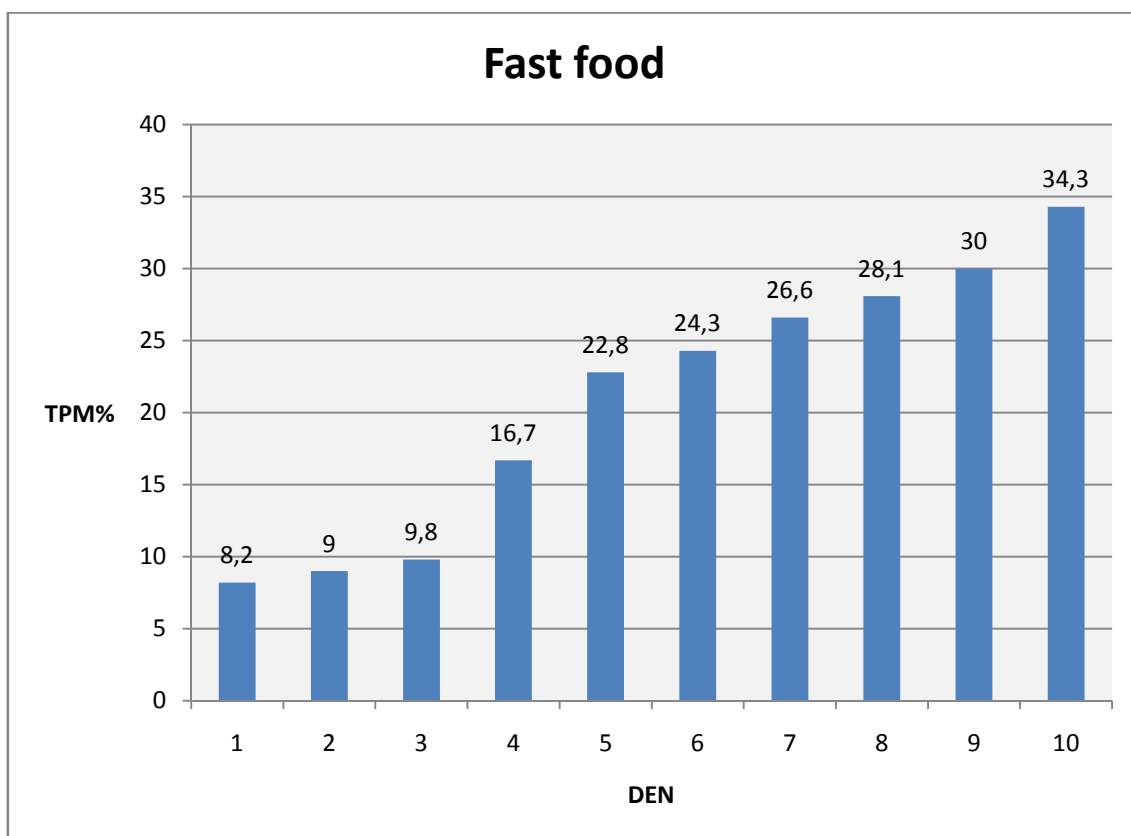


**Provoz J - fast food**

Použitý olej – Řepkový olej

Měření probíhalo 10 dnů. Hodnota TPM je překročena. Fast food je umístěn v centru Brna. V nabídce mají 50% smažených pokrmů. Tento fast food je v centru v blízkosti hlavního nádraží. Tento podnik nepatří mezi řetězce a je provozován cizinci. V první den výměny byla hodnota TPM 8,2% při teplotě 69,1°C. Hodnota TPM byla překročena již koncem pátého dne. Fritéza nebyla v průběhu deseti dnů čištěna, pouze byl doléván olej. Olej byl vyměněn až desátý den z důvodu pěnovosti a zakouření. V desátý den byl měněn při teplotě 82,6°C a teplota TPM byla dosažena kolem 34,3%.

Graf 10 Graf naměřených hodnot TPM v závislosti na dnech



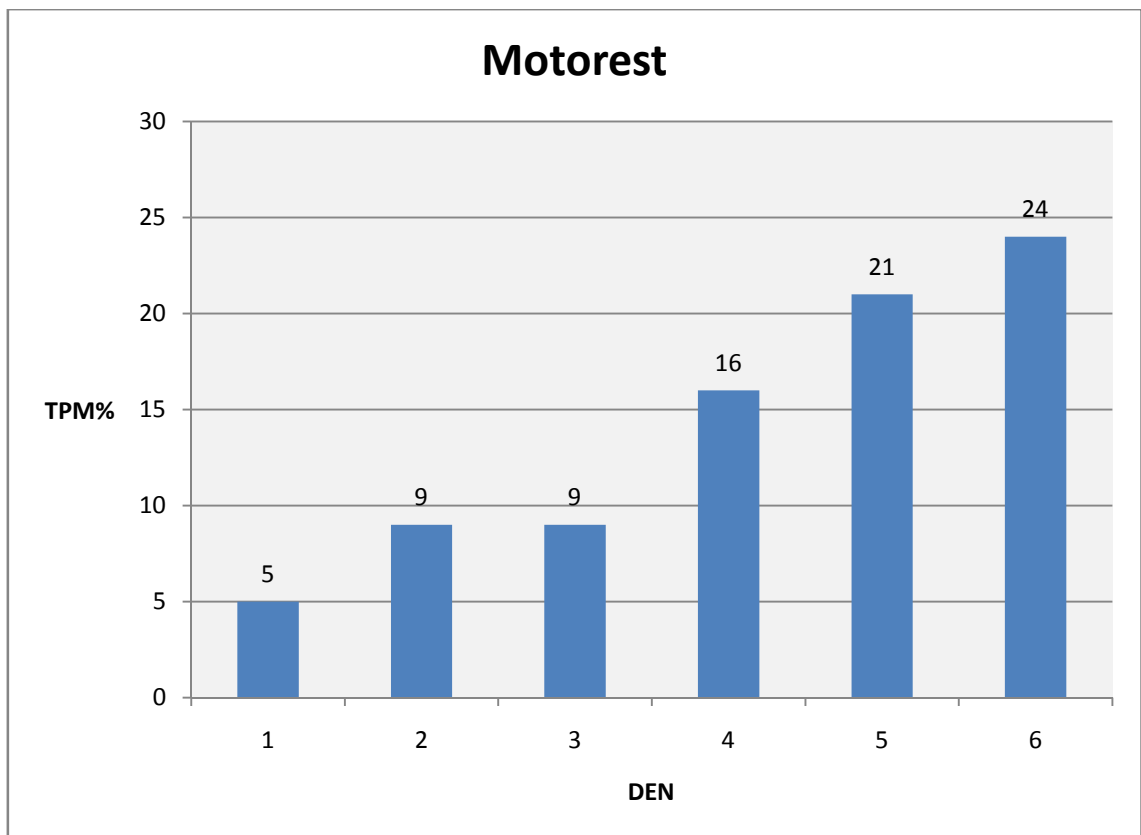


**Provoz K - Motocest**

Použitý olej – Magic Chef

Měření probíhalo 6 dnů. Hodnota TPM nebyla překročena. Motocest připravuje menu pro zájezdové autobusy, které zde mají zastávku na občerstvení. Měření bylo započato při teplotě oleje 135°C kdy hodnota TPM 5%. Následný den narostla teplota o čtyři procenta TPM. Mez třetím a čtvrtým dnem byla hodnota navýšena z důvodu příjezdu domluvených projíždějících zájezdů, kdy v čtvrtý den zde bylo kolem 350 strážníků. Olej byl vyměněn šestý den na doporučení z důvodu hranice 24% TPM. Olej byl vyměněn při teplotě 65°C.

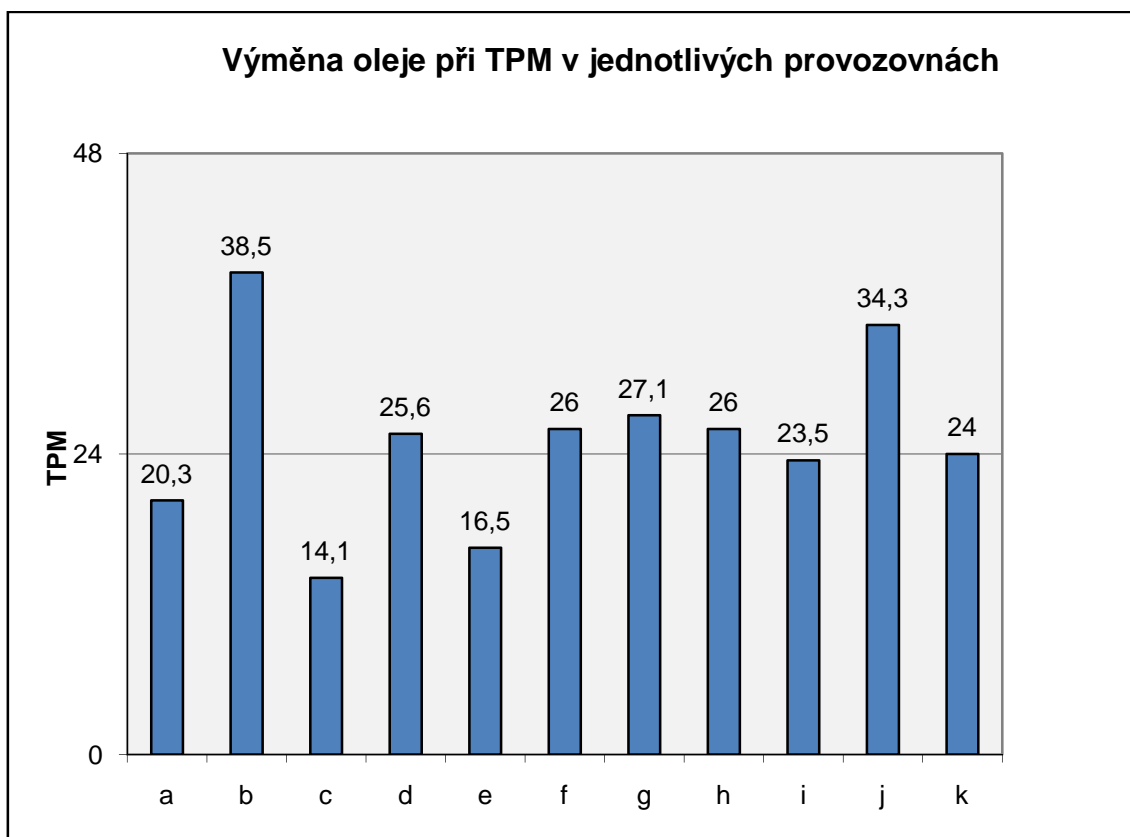
*Graf 11 Graf naměřených hodnot TPM v závislosti na dnech*



## 6.4 Zhodnocení výsledků

Výsledky budeme porovnávat s naměřenými hodnotami TPM, teplot a používání oleje ve fritéze během fritování mezi jednotlivými podniky, také zhodnotíme počet usmažených porcí jídla v jednotlivých provozech a závislost TPM na jednotlivé porce. Zaměříme se na dny, kdy se měl olej měnit a kdy se skutečně vyměnil.

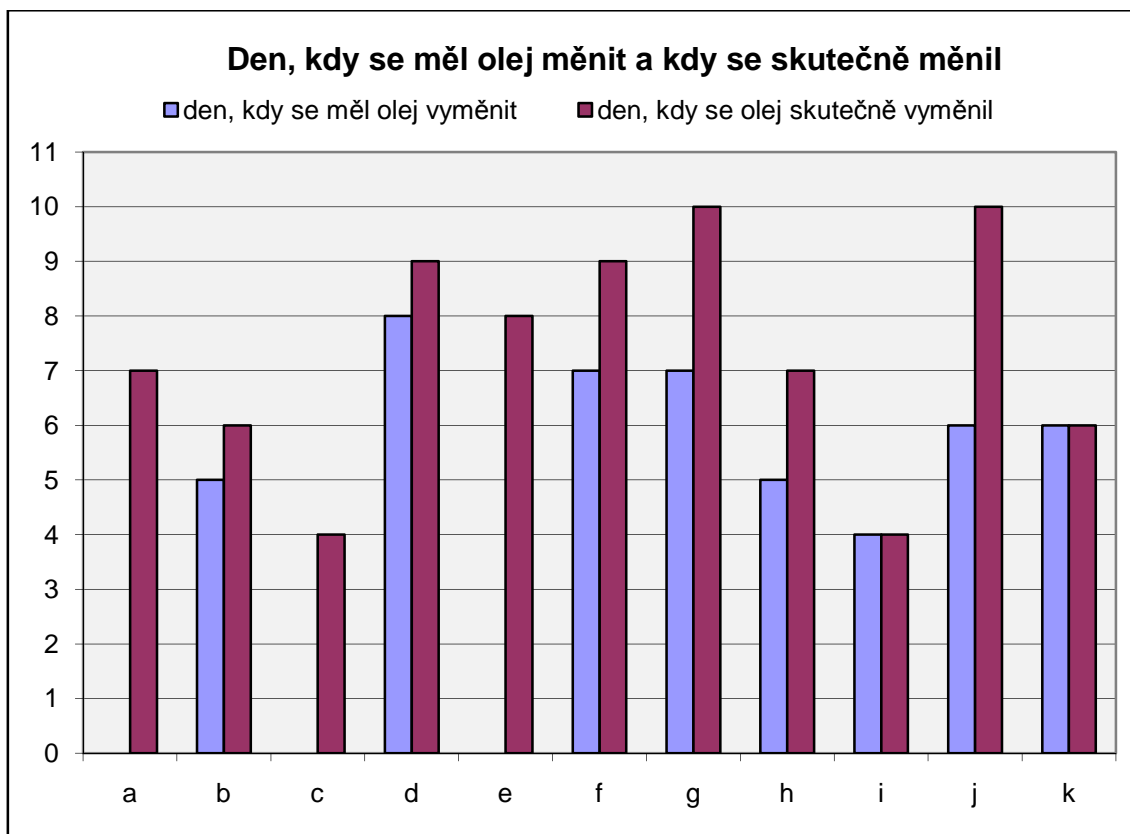
Graf 12 Výměna oleje při TPM v jednotlivých provozovnách



Nejlépeších výsledků hodnot TPM dosáhla provozovna C, která vyměnila olej předčasně, ač tak nemuseli. Hodnota TPM byla 14,1%. Mezi další provozovny, které nedosáhly na doporučenou hodnotu TPM 24% patřily tyto provozovny A, E, I, K. Provozovna A dosáhla hodnoty TPM 20,3%, výměna nebyla nutná z důvodu hodnot TPM, ale z důvodu ztmavnutí oleje. Provozovna E vyměnila olej z důvodu, dle obsluhy fritézy proto, že jsou zážitková restaurace a olej se jim zdál již dlouho používaný. Tato výměna byla provedena i přes to, že bylo doporučeno, aby olej měněn nebyl. Dalším podnikem, který nepřekročil hodnotu 24% TPM byla provozovna I, tato dosáhla hraničních hodnot 23,5% TPM, provozovna jako jediná z uvedených si hodnotu TPM hlídá. Posledním podnikem, který dosáhl hranice

24% TPM byla provozovna K. Provozovny, které překročily hodnotu TPM byly tyto podniky: B, D, F, G, H, J. Provozovna B přesáhla hodnotu o 2,1%. Další již překročily hodnotu TPM, v případě provozovny D o 1,6%, F 2%, G 3,1%, H 2%. Nejhuř dopadla provozovna J, která i přes doporučení, olej nevyměnila, a dále na oleji smažila.

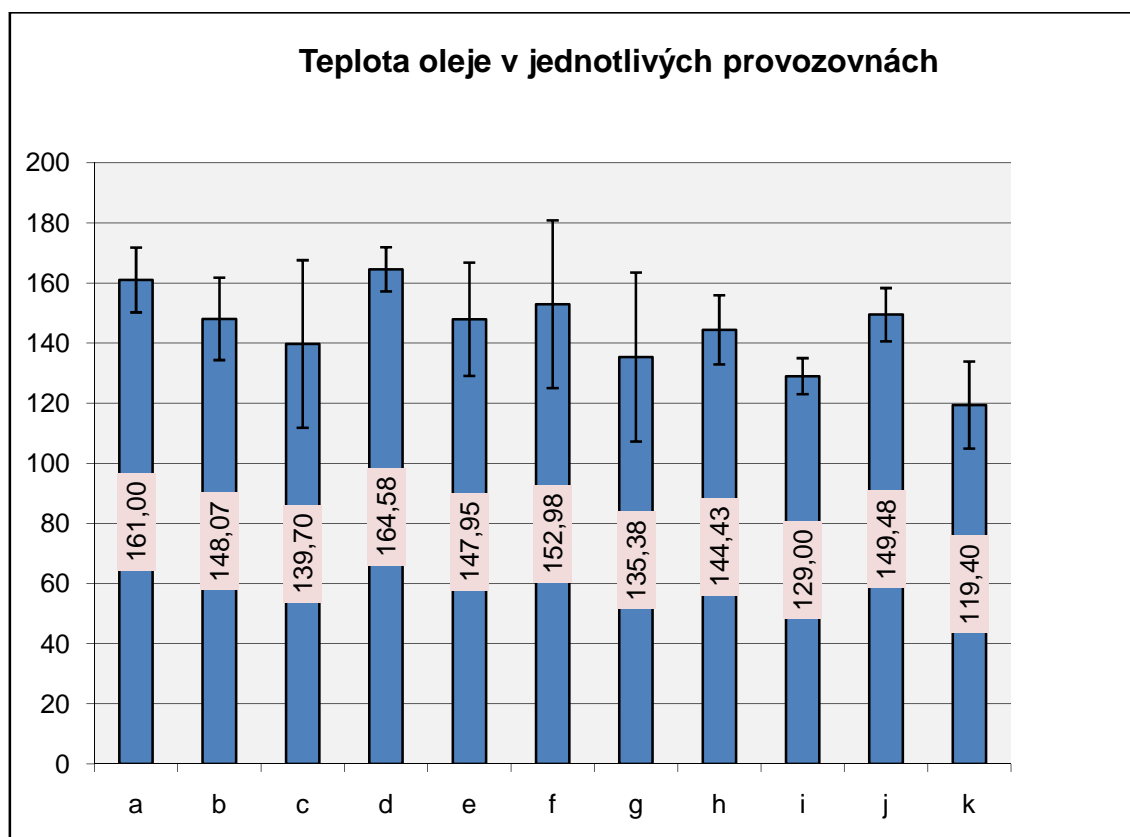
Graf 13 Výměna oleje při TPM v jednotlivých provozovnách



Z výše uvedených grafů vyplývá, že dvě provozovny, vyměnily olej včas, tedy nepřekročily stanovený limit 24% TPM. Další šest podniků překročilo stanovený limit a tři provozovny nedosáhly na hranici hodnoty 24% TPM. Toto bylo zhodnoceno na základě dosažené hodnoty 24% TPM v určitém dnu.

Dále bylo zjištěno, že provozovna B měla vyměnit olej pátého dne, ale tento vyměnili následujícího dne. Provozovna D měla olej vyměnit čtrnáctý den, taktéž další provoz F měl vyměnit, ale již sedmý den, v tomto ale měnily až devátý den. V podniku G měl být olej vyměněn osmý den, zde nakonec měnili až den desátý. V provozovně H měl být vyměněn na hranici pátého a šestého dne, nakonec proběhla výměna až dne sedmého. Nejhuře dopadla provozovna J, která měla vyměnit fritovací olej již pátého dne, ale i přes doporučení olej vyměnili až den desátý, kdy zřetelně překročili hranici 24% TPM.

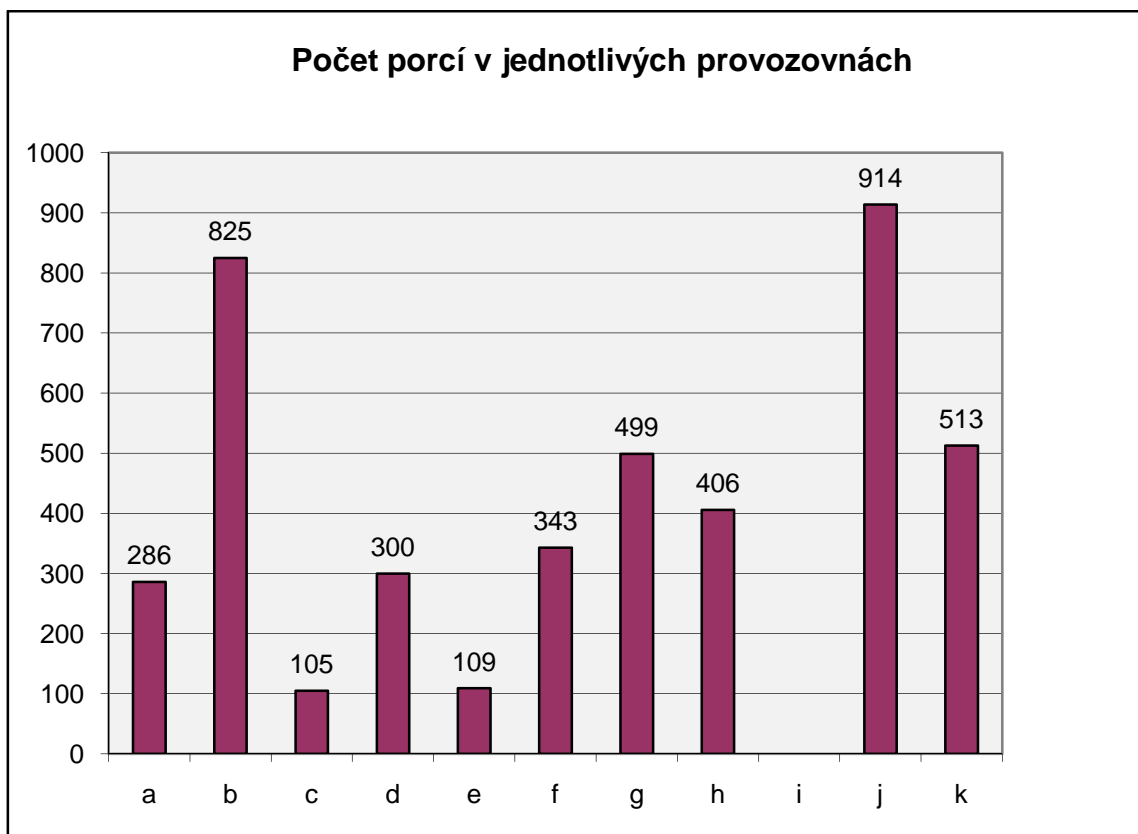
Graf 14 Teplota oleje v jednotlivých provozovnách



V jedenácti provozech byla dosažená teplota průměrná teplota 144,7°C se směrodatnou odchylkou  $\pm 12,7^\circ\text{C}$ . Nejvyšší dosažená průměrná teplota byla v provozovně D, kde bylo naměřeno 164,5°C se směrodatnou odchylkou  $\pm 7,3^\circ\text{C}$ . Naopak nejnižší průměrná teplota byla naměřena v provozovně K  $\pm 119,4^\circ\text{C}$  se směrodatnou odchylkou 14,5°C. Druhá nejmenší průměrná teplota byla v provozovně I 129,0°C se směrodatnou odchylkou  $\pm 6,0$ . V provozovně G byla průměrná teplota 135,3 °C a směrodatná odchylka  $\pm 28,2^\circ\text{C}$ . Provozovna C dosáhla průměrné teploty 139,7°C se směrodatnou odchylkou  $\pm 27,8^\circ\text{C}$ . V provozovně H průměrná teplota byla 144,4°C a směrodatná odchylka  $\pm 11,5^\circ\text{C}$ . V další provozovně s označením H průměrná teplota měla 147,9°C s odchylkou  $\pm 18,8^\circ\text{C}$ . Na pátém místě se umístil provoz B s průměrnou teplotou 148,0°C a směrodatnou odchylkou  $\pm 13,7^\circ\text{C}$ . Na čtvrtém místě je provozovna J s průměrnou teplotou 149,4°C a směrodatnou odchylkou  $\pm 8,8^\circ\text{C}$ . Poslední dvě provozovny měly průměrnou teplotu 152,9°C  $\pm 27,9^\circ\text{C}$  provozovna F, 161°C  $\pm 10,7^\circ\text{C}$  provozovna A. Maximální teplota při fritování se doporučuje 180°C. Při vyšších teplotách se podle (Rupricha), v přepálených tucích mohou vyskytovat různé polycyklické aromatické uhlovodíky, například benzo(a)pyren a benz(a)antracen, tyto látky jsou rakovinotvorné. Vznik těchto látek omezíme dodržováním

vhodné teploty smažení, která by neměla přesáhnout 180°C, a dále používáním tuků určených ke smažení a fritování, které jsou speciálně upravené tak, aby se za vyšších teplot nerozkládaly [77].

Graf 15 Počet porcí v jednotlivých provozovnách



Nejvyšší počet porcí vyrobila provozovna J, která je umístěna v centru Brna, tato provozovna překročila hodnotu TPM o 10% a olej neměnila 10 dní i přes to že je v této provozovně velký odběr smaženého jídla. Druhá nejvyšší hodnota počtu porcí jídla v provozovnách byla v provozovně B. Zde se 5 a 6 den připravovalo rautové občerstvení pro 650 osob, olej byl ihned po skončení příprav vyměněn, provozovna používá olej řepkový. Provozovna K měla hodnoty TPM v pořádku a porcí jídel vyrobila 513 na sojovém oleji. Nejmenší počet porcí vyrobila provozovna C a E. Obě provozovny vyměnily olej při nízkých koncentracích %TPM a způsobily tím zvýšení nákladu na provoz kuchyně v této provozovně, přičemž provozovna E používá kvalitní palmový olej, a podle měření jej mohla ještě používat. Provozovna C používá řepkový olej. Provozovna A používá slunečnicový olej, v této provozovně bylo usmaženo po dobu 7 dní 286 porcí jídla. Provozovna D jídla připravovala 15 dnů na řepkovém oleji, po tuto dobu vyrobila 300 porcí smaženého jídla. Provozovna F

používala směsný olej (řepkový, palmový) a podobu 9 dnů připravila 343 pokrmů. Zde byly hodnoty TPM překročeny a olej měl být vyměněn 7 den. Provozovna G na slunečnicovém oleji vyrobila 499 porcí jídla po dobu 10 dnů při překročení hodnot TPM, olej měl být vyměněn 8 den. Provozovna H usmažila 406 porcí jídla na řepkovém oleji po dobu 7 dnů. Provozovna I není analyzována z důvodů odmítnutí poskytnutí potřebných údajů k vyhodnocení statického zpracování.

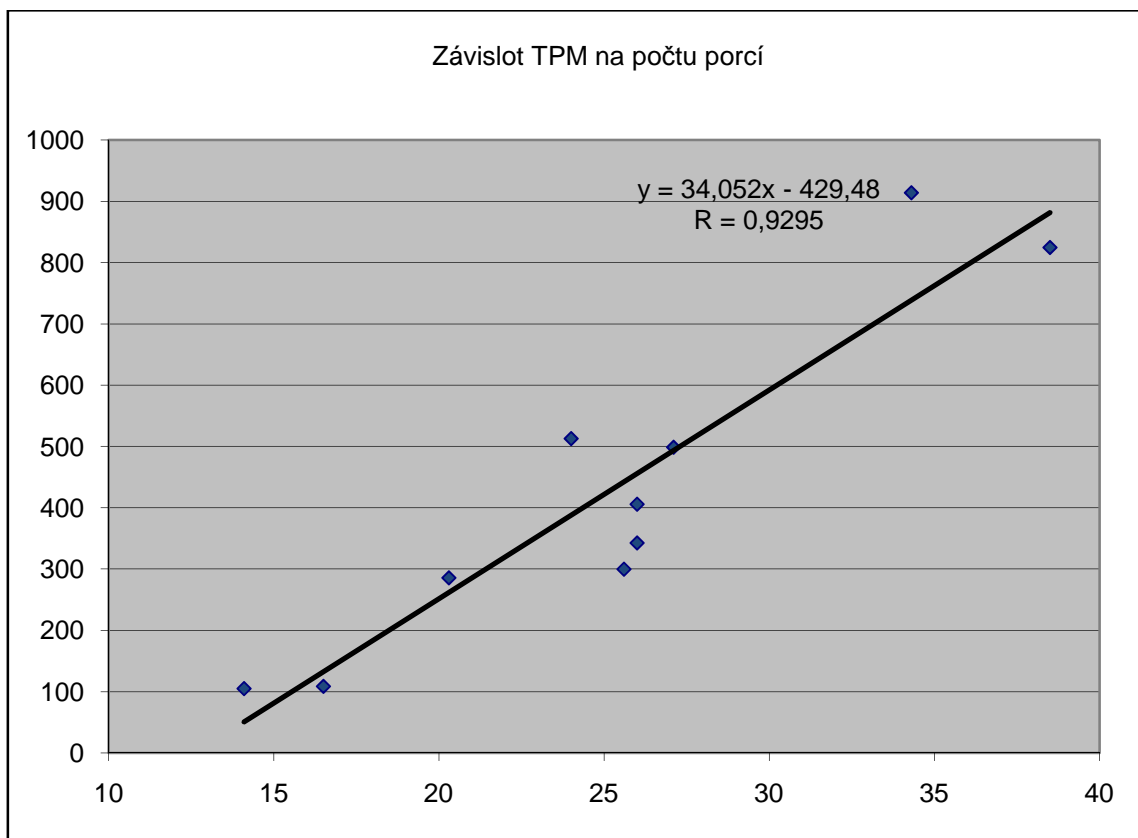
Při porovnání usmažených jídel z naměřenou hodnotou TPM oleje je na tom nejlépe provozovna K, která usmažila 513 smažených jídel, provozovna používá sójový olej Magic Chef, Super frit tento olej frituje při nejnižší možné teplotě a má vyšší dobu použitelnosti než běžné oleje.

Podle německé Společnosti pro výživu Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. v., řepkový olej patří k celosvětově nejzdravějším rostlinným olejům a je zcela jednoznačně doporučován ke každodenní konzumaci. Za největší klad řepkového oleje je konkrétně považován vysoký podíl kyseliny alfa-linolenové patřící do skupiny omega-3 mastných kyselin [78].

V našem hodnocení používaly řepkový olej provozovny B, C, D, H a J u těchto provozů se nedá s určitostí určit, který olej od kterého výrobce je lepší, protože provozovny smažily za různých podmínek, rozličné potraviny v jiných časových intervalech.

Kvalitní palmový olej používala pouze provozovna E, tento olej neobsahuje žádný cholesterol ani sacharidy má vysokou tepelnou stabilitu (300°C) je vhodný k několikanásobnému použití - nepřepaluje se ani neuvolňuje nepříjemný zápach.

Graf 16 Závislost TPM na počtu porcí



Podle tohoto grafu zjistíme jaká je závislost TPM na počtu usmažených porcí jídel v jednotlivých provozovnách. Když se podíváme na modře vyznačené body, které leží na přímce závislosti zjistíme, že počet porcí které se usmaží, ovlivňují hodnoty TPM. Je to způsobeno stárnutím oleje vlivem zvyšujících se teplot.

Podle statistického vyhodnocení kvalita použitého oleje ovlivňuje počet usmažených jídel např. v provozovně F používaly po dobu 9 dnů směsný olej a připravily na něm pouze 343 pokrmů přitom překročily hodnotu TPM o 8,3% . Pokud by olej vyměnily 7 den, kdy hodnoty TPM dosahovaly 23% jejich počet jídel by se ještě snížil. Oproti tomu provozovna K po dobu 6 dnů připravila 513 pokrmů na sojovém oleji hodnoty TPM nepřekročila. Z toho vyplývá, že provozovna K usmažila větší počet jídel v závislosti na době smažení.

Pro srovnání s jinými státy byl stanoven maximální limit TPM v Německu 24%. Ve Francii, Belgii a Španělsku byl stanoven maximální limit 25% TPM a ve Švýcarsku a Rakousku mají maximální limit ještě vyšší a to 27% TPM. Vědecký výbor pro potraviny ze státního zdravotního ústavu uvedl, že v české potravinářské legislativě nejsou tyto limity obsaženy a problematika doby používání fritovacích olejů bez nutnosti výměny není obecně dořešena [75].

## ZÁVĚR

Touto prací byl sledován vliv tepelného zatížení olejů během fritování a určení jeho kvality, která je rozhodující pro jeho následnou výměnu a jeho vliv na smažené potraviny a na zdraví spotřebitelů.

V prvních odstavcích této práce je popsáno rozdělení olejů, jejich složení z chemického hlediska, dále výroba různých druhů olejů určených pro fritování jejich druhy a použití v gastronomii. Jsou zde popsány např. mastné kyseliny, je zde vysvětleno, proč je důležitá kyselina olejová a jaké jsou nepříznivé vlivy kyseliny linolové na kvalitu olejů.

V závěru teoretické části je definován vliv fritovaných pokrmů na výživu a zdraví člověka.

V praktické části je popsáno zacházení s fritovacím olejem během jeho tepelného zatížení. Měření probíhalo pomocí přístroje Testo 270, který je z hlediska nenáročnosti na manipulaci a především použitelnosti v každodenním provozu hojně využíván. Během měření v kuchyních bylo zjištěno, že v 60% těchto zařízení obsluha fritéz využívá, přístroje Testo 270, které pořízují majitelé podniků z důvodů úspory finančních částek, které jsou nezanedbatelné a také proto, že kvalita olejů je značně sledována v rámci systému HACCP a kontrolována KHS. Toto měření nevyžaduje žádné přenášení oleje do laboratorních podmínek, ale lze provést přímo v provozu, kdy se může měřit i bez dlouhého přerušování práce. Byla zde měřena hodnota TPM, což je hodnota celkových polárních sloučenin, které vznikají během fritování v oleji.

Měření bylo prováděno celkem v jedenácti provozovnách, kde byl nastaven průřez restauracemi jak hotelového, fast foodového, ta i motorestového typu. Maximální teplota olejů během kulinářské úpravy by měla být do 180°C. Překročení této teploty během měření nebylo pozorováno.

Z výsledků lze také vyčíst, že jednorázové dolití většího množství oleje může snížit krátkodobě hodnotu TPM což se stalo u provozovny G. Jestliže, byl však olej dolován po menších dávkách v průběhu celého týdne, snížení hodnoty TPM se neprojeví. Toto se týkalo u provozovny H a J.

Ze všech podniků nejlépe skončila provozovna C, kde hodnota TPM činila 14,1% TPM. Tento olej nemusel být měněn, byl vyměněn pouze z důvodu návyku kuchařů v tomto hotelu. Nejhuře z měřených podniků dopadl fast food, tedy provozovna J, která je ve vlastnictví cizinců kde, byly naměřeny rekordní hodnoty TPM a to konkrétně 34,3% TPM. V této



provozovně se neřídí potravinářskými normami, v porovnání s fast foodem, který je provozován celosvětovým stravovacím řetězcem, který má vybudovaný svůj vlastní systém kontroly v souladu se stanoveným systémem kritických bodů.

Průměrná hodnota TPM byla v provozovnách 23,95% TPM. Denní průměr výměny oleje byl 8 den u všech provozoven. Z tohoto můžeme usoudit na relativně dobrou kvalitu fritovacích olejů v provozovnách ČR.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] HOLEČEK, M., *Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin*, Grada Publishing, a.s., Praha, 2006. 288s., ISBN-80547-1562-7, s-117,145
- [2] DUDÁŠ A KOLEKTIV, *Skladování a zpracování rostlinných výrobků*, Státní zemědělské nakladatelství v Praze 1981, 384s., 294 s., 295s., 296s.,
- [3] VELÍŠEK, J. a J. HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin 1*. 3.vyd. Tábor: OSSIS, 2009. 602 s. ISBN 978-80-86659-15-2.
- [4] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin*, 2.vyd. Tábor: OSSIS, 2009. 288 s., s-72, 73, ISBN 80-86659-01-1
- [5] HRABĚ, J., BUŇKA, F., HOZA, I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. 1.vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007, 190 s., 108 s., 109 s. ISBN 978-80-7318-520-6
- [6] HRABĚ, J., KOMÁR, A., *Technologie, zbožiznalství a hygiena potravin rostlinného původu*, VVŠ PV Vyškov 2003, 163s., 100s., 101s., ISBN 80-7231-107-7
- [7] DOBEŠ, M., HEJLOVÁ, Š., *Hygiena a technologie tuků a potravinářských polotovarů*. (učební texty). 1. vydání. Brno: ediční středisko VŠV, 1988. 175s.
- [8] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J., *Chemie potravin*, SNTL, Praha 1983, 632s., s-85,86
- [9] HRABĚ, J., VALÁŠEK, P., BŘEZINA, P., *Technologie výroby potravin živočišného původu*. 1.vyd. Zlín:UTB, 2006. 180 s. ISBN 80-7318-405-2.
- [10] RAHMAN, M. S. *Handbook of Food Preservation*. New York: CRC Press, 2007. 1068 s. ISBN 1-57444-606-1
- [11] BELITZ, H. D., GROSCH, W., SCHIEBERLE, P. *Food Chemistri* 4 ed. Heidelberg: Springer, 2009. 1070 s. ISBN 979-3-540-69933-0.
- [12] KADLEC, P., MELZUCH, K., VOLDŘICH, M. a kolektiv. *Co by jste měli vědět o výrobě potravin*. Key Publishing, Ostrava, 2009, 534 s. ISBN 978-80-7418-051-4
- [13] KRAJČOVÁ, J., *Zbožiznalství*. 3. Vydání. Praha: Vysoká škola hotelová, 2005, 251 s.
- [14] CHRISTIAN TEUBNER, *Food – všechno ze světa potravin*, 1. Vydání. Teuber Edition, 2006. 335 s.
- [15] GAJDUŠEK, S., J., OTOUPAL, P., *Společné stravování*. 1. Vydání. Mendelova

zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 1999. 113 s. s-31,32

[16] KUBÁŇ, V., KUBÁŇ, P., *Analýza potravin*. 1. Vydání. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007. 202 s. s-87. ISBN 978-80-7375-036-7

[17] ODSTRČIL, J., ODSTRČILOVÁ, M., *Chemie potravin*. 1. Vydání. Brno: Národní centrum NCO NZO, 2006. 164 s. ISBN 80-7013-435-6

[18] INGR, I., *Zpracování zemědělských produktů*. (Učební texty). 2.vydání. Brno: ediční středisko MZLU, 2003. 249 s.

[19] ŠMIDRKAL, J., FILIP, V., BĚLOHLAV, Z., ZÁMOSTNÝ, P., HONIG, V., *Současný stav a perspektivy využití rostlinných olejů*. Chemické listy. 2008. 984-991 s.

[20] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*. 2. Vydání. Tábor: OSSIS, 2002. 344 s. ISBN 80-86659-00-3

[21] VELÍŠEK, J., CEJPEK, K. *Biosynthesis of food components*. Tábor OSSIS, 2008. 497 s. ISBN 978-80-86659-12-1

[22] POKORNÝ, P., DUBSKÁ, L. *Technologie tuků*. Praha: SNTL, 1986. 453 s. 04-833-86

[23] ZAJÍC, J., BAREŠ, M., *Chemie a technologie tuků*. Praha. VŠCHT, 1987. 244 s.

[24] MIKEŠ, V. *Proč se klepou řízky*. Praha: Dokořán, s.r.o. 2008. ISBN 978-80-7363-143-7, 199 s. s-93,94

[25] CAVENDISH, M. *Cholesterol a tuky*. Svět poznání. 2001. Č. 207. s- 583-586

[26] DLOUHÝ, P., ANDĚL, M. *Margaríny a ateroskleróza*. Vesmír. 2006. č.85. s.686-688

[27] BLÁHOVÁ, K. *Olivový olej a další oleje*. 1.vydání. Praha: SUN, 2011. 88s. ISBN 78807371-351-5

[28] DRDÁK, Milan. *Základy potravinářských technologií spracovania rastlinných a živočíšnych surovín, cereálne a fermentačné technológie uchovávanie, hygiena a ekológia potravín*. 1. vyd. Bratislava: Malé Centrum, 1996, 511 s. ISBN 80-967- 0641-1.

[29] PELIKÁN, M. *Zpracování obilovin a olejnin*. 2.vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001, 148s. ISBN 80-7157-525-9

[30] ZIMOLKA, J., a kol. *Rostlinná výroba 1*. 1.vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská, Brno 1988, 217s.

- [31] VALÍČEK, P., a kol. *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. 1.vyd. Praha: Academia, 1989, 420s. ISBN 80-200-0000-3
- [32] Quality and Functions: of PALM OIL in FOOD APPLICATIONS [online]. 1.vyd. Malaysia, 2010 [cit.2013-04-30]. ISBN 978-983-9191-09-7. Dostupné z:[http://www.americanpalmoil.com/publications/Quality\\_And\\_Functions\\_of\\_PalmOil11.pdf](http://www.americanpalmoil.com/publications/Quality_And_Functions_of_PalmOil11.pdf)
- [33] IBURG, A. *Lexikon octů a olejů*. 1. Vydání, Dobřejovice: Rebo Productions CZ, spol. s.r.o. 2004. 280 s. ISBN 80-7234-382-3.
- [34] NAJMAN, L. *Hygiena vegetabilii*. 1.vydání. Praha: státní pedagogické nakladatelství 1989, 238s.
- [35] ČUBOŇ, J., HAŠÍK, p., KAČÍNIOVÁ, M., ARPÁŠOVÁ, H., PRÍVARA, Š. *Vply podávania biologicky účinných látok na technologické a nutričné vlastnosti vybraných produktov živočíšného pôvodu*. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2009. ISBN 978-80-552-0291-4.
- [36] WOLF, A., EMBERGER O., HORÁČEK, J. *Hygiena výživy: učebnice po lékařské fakulty*. 1. vyd. RNDr. Praha: Avicentrum zdravotnické nakladatelství, 1985, 384 s.
- [37] O'BRIEN, R. D., *Fats & Oils*, CRC Press, USA, 2004, ISBN 0-8493-1599-9
- [38] BLÁHOVÁ, K. *Olivový olej a další oleje*. 1. vyd. Praha: SUN, 2011. 88 s. ISBN 78-80-7371-351-5
- [39] KARLESKIND, A., *Oils & Fats manual-volume1*, Lavosier Publishing, Paris, 1996, ISBN 2-7430-00-87-2
- [40] ČEPIČKA, J. a kol., *Obecná potravinářská technologie*, Vysoká škola chemickotechnologická v Praze, 1995. ISBN 80-7080-239-1
- [41] HAMPL, B., a kol. *Obecná chemická technologie 3*. 1.vyd. Praha: SNTL, 1962, 456s.
- [42] MCMURRY, J. *Organic Chemistry*. Eighth Edition. Brooks/ Cole a Thomson Learning Company, USA Belmont. 2012. 1262 s. ISBN 13:978-0-8400-5444-9
- [43] WADE, L.G. *Organic Chemistry*. Eighth Edition. Pearson Education USA, 2013, 1258 s. ISBN-10:0-321-81139-9
- [44] READESRS DIGEST VÝBĚR. *Jídlo léčí*. 1.vydání. Praha 2010. 352 s. ISBN 978-80-7406-107-3

- [45] *Fritování* [online]. [cit.2013-04-30].Dostupné z:  
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Fritov%C3%A1n%C3%AD>
- [46] PITHUS, E.J., SAGUY, I. S. *Initial interfacial tension and oil uptake by deep – fat fried foods*. Czech Journal of Food Science. 1994. Vol. 59. P. 804-807
- [47] DOSTÁLOVÁ, J. *Co se děje s potravinami při přípravě pokrmů*. 1. Vydání. Praha Forsapi 2008. 53 s. ISBN 978-80-903820-8-4
- [48] TALIÁN, F. *Stroje a zařízení v gastronomii a technologie přípravy pokrmů*. 1. Vydání. Praha: nakladatelství Fortuna, 2000. 111s. ISBN 80-7168-719-7
- [49] BRENNAN, J. G. *Food Processing Handbook*. Weinheim: Wiley – VCH, 2006. 582 s. ISBN 978-3-527-30719-7
- [50] DANA, D., SAGUY I. *Frying of Nutritious Food: Obstacles and Feasibility*. Food Science and Technology Research. 2001. Vol. 7. p. 265 – 279. ISSN 1881- 3984
- [51] DOBARGANES, C., MÁRQUEZ-RUIZ, G., VELASCO, J., *Interactions between fat and food during deep-frying*, European Journal of Lipid Science and Technology, 102 (2000), 521-528
- [52] SEDLÁČKOVÁ, H., OTOUPAL, P. *Technologie přípravy pokrmů 1. 3. Vydání*. Praha: nakladatelství Fortuna, 2004. 88 s. ISBN 80-7168-912-2
- [53] PAVEL, M. *Fritujeme*. 1. Vydání. Praha: IZ. 2000. 110 s.
- [54] KOVÁČ, J., KAVÁČ, Š., FIŠERA, Ľ., KRUTOŠÍKOVÁ, A. *Organická chémia* 2. 1. Vydání. Bratislava: Alfa. 1992. 1294 s. ISBN 80-05-00766-3
- [55] POKORNÝ, J.; PARKÁNYIOVÁ, L., *Smažení potravin z pohledu chemika*, Chemické listy, 95 (2001), 616-620
- [56] CHOE, E., MIN, D. B. *Chemistry of Deep-Fat Frying Oils*. Journal of Food Science, Vol. 72, Nr. 5, 2007
- [57] MIN, D. B., SMOUSE, H., CHANG, S. S. *Flavor Chemistry of Lipid Foods*. The American Oil Chemists Society, USA, 1989, ISBN, 0935315241
- [58] AKOH, C. C., MIN, D.B. *Food Lipids-Chemistry, Nutrition and Biotechnology* CRC Press, USA, 2002, ISBN 0-8247-0749-4
- [59] BASTIDA, S., SANCHEZ-MUNIZ, F. J., *Thermal oxidation of olive oil*,

- sunflower oil and mix of both oils during forty discontinuous domestic fryings of *different foods*, Food Science and Technology, 7 (2001)
- [60] SKOG, K. Cooking Procedures and Food Mutagens: a Literature Review. *Food and Chemical Toxicology:Review Section*. 1993, roč. 31, č. 9, 655 – 675.
- [61] BILLEK, G. Health aspects of thermoxidized oils and fats. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 102 (2000), 587-593
- [62] SOŠKA, V. Poruchy metabolismu lipidů-diagnostika a léčba. Grada Publishing, 2001, ISBN 80-247-0234-7
- [63] KASTNEROVÁ, M. *Poradce pro výživu*. 1.vydání. České Budějovice: Nová forma. 2011. 377 s. ISBN 978-80-7453-177-4
- [64] NĚMEČKOVÁ, A. *Lexikon chemie a biochemie*. 1. Vydání. Praha: Avicenum, zdravotnické nakladatelství. 1991. 664 s. ISBN 80-201-0114-4
- [65] BÉZA, T. *Fyziologie a hygiena výživy*. Brno: Univerzita obrany. 2005. 146 s. ISBN 80-7231-033-X
- [66] NEJEDLÝ, B. *Proč zdravě jíst aneb jak dlouho žít*. Benešov: nakladatelství Start. 1997. 281s. ISBN 80-902005-6-7
- [67] KOMPRDA, T. *Základy výživy člověka*. 1. Vydání. Brno: MZLU. 2003. 164 s. ISBN 80-7157-655-7
- [68] CIESAROVÁ, Z. Minimalizace obsahu akrylamidu v potravinách, Bratislava: Výzkumný ústav potravinářský v Bratislavě, 2006
- [69] STRATIL, P., KUBÁŇ, V. *Princip karcinogeneze a přírodní karcinogenní sloučeniny v potravinách*. *Chemické listy*, 2004, č. 98, 379 – 387
- [70] SUKOVÁ, I. *Jak snížit akrylamid v potravinách*. *Agro navigátor* [online]. 2011, č.114668 . [cit.2013-04-30]. Dostupné z:  
<http://www.agro-navigator.cz/service.asp?act=print&val=114668>
- [71] MARMESAT, S., RODRIGUES, E., VELASCO J., DOBARGANES, C. *Quality of used frying fats and oils: comparison of rapid tests based on chemical and physical oil properties*. *International Journal of Food. Science and Technology*. 2007, č. 42, 601 – 6608. DOI: 10.1111/j. 1365-2621.2006.01284.x.
- [72] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*, Tábor: Osis, 1999. ISBN: 80-902391-3-7.

- [73] *Nebezpečné hranolky*, [online]. [cit.2013-04-30]. Dostupné z  
[http://www.tyden.cz/rubriky/apetit/nebezpecne-hranolky\\_76267.html](http://www.tyden.cz/rubriky/apetit/nebezpecne-hranolky_76267.html)
- [74] Toxicological Review Of Acrolein: In Support Of Summary Information On The Risk Information System, May 2003. US Environmental Protection Agency, Washington, DC, CAS No. 107-02-8.
- [75] *Použití odpadních rostlinných olejů*, [online]. [cit.2013-05-05]. Dostupné z:  
[http://czvp.szu.cz/vedvybor/dokumenty/stanoviska/stan\\_2003\\_1\\_deklas\\_oleje.pdf](http://czvp.szu.cz/vedvybor/dokumenty/stanoviska/stan_2003_1_deklas_oleje.pdf)
- [76] *ÚZEI*, [online]. [cit.2013-05-05]. Dostupné z:  
<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=13&typ=1&val=122931&ids=171>
- [77] *Ruprich*, [online]. [cit.2013-05-06]. Dostupné z:  
<http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?>
- [78] *Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. v.*, [online]. [cit.2013-05-06]. Dostupné z:  
<http://www.dge.de/index.php>

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

TPM Total Polar Materials

LDL Nízkodenzitní lipoprotein

HDL Vysokodenzitní lipoprotein

ČR Česká Republika

HCCP Hazard Analysis and Critical Control Points

KHS Krajská hygienická stanice



## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.1 Obecný vzorec glycerolu.....	14
------------------------------------	----

## SEZNAM TABULEK

Tab.1 Technická data k přístroji Testo 270.....	44
---	----

**SEZNAM GRAFŮ**

Graf 1 Graf naměřených hodnot TPM v závislosti na dnech.....	47
Graf 2 Graf naměřených hodnot TPM v závislosti na dnech.....	48
Graf 3 Graf naměřených hodnot TPM v závislosti na dnech.....	49
Graf 4 Graf naměřených hodnot TPM v závislosti na dnech.....	50
Graf 5 Graf naměřených hodnot TPM v závislosti na dnech.....	51
Graf 6 Graf naměřených hodnot TPM v závislosti na dnech.....	52
Graf 7 Graf naměřených hodnot TPM v závislosti na dnech.....	53
Graf 8 Graf naměřených hodnot TPM v závislosti na dnech.....	54
Graf 9 Graf naměřených hodnot TPM v závislosti na dnech.....	55
Graf 10 Graf naměřených hodnot TPM v závislosti na dnech.....	56
Graf 11 Graf naměřených hodnot TPM v závislosti na dnech.....	57
Graf 12 Výměna oleje při TPM v jednotlivých provozovnách.....	58
Graf 13 Výměna oleje při TPM v jednotlivých provozovnách.....	59
Graf 14 Teplota oleje v jednotlivých provozovnách.....	60
Graf 15 Počet porcí v jednotlivých provozovnách.....	61
Graf 16 Závislost TPM na počtu porcí.....	63