

Stanovení kvality fritovacích olejů ve vybraných restauracích

Bc. Jakub Kotůlek

Diplomová práce
2012

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jakub KOTŮLEK**
Osobní číslo: **T10406**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Stanovení kvality fritovacích olejů ve vybraných restauracích**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

- 1. Chemické složení tuků a olejů na smažení.**
- 2. Kvalita fritovacích olejů.**
- 3. Druhy olejů používaných k fritování.**
- 4. Způsob měření kvality fritovacích olejů.**

II. Praktická část

- 1. Analýza kvality fritovacích olejů ve vybraných restauracích.**
- 2. Vyhodnocení výsledků.**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. *Chemie potravin*, 3. vydání, OSSIS, Tábor 2009, ISBN 978-80-86659-15-2.

[2] ULLRICH, L., *Chémia a technológia hedľých tukov a olejov*, 1. vydání, SVTL, Bratislava 1963.

[3] ZAJÍC, J., BAREŠ, M. *Chemie a technologie tuků*, 1. vydání, MON, Praha 1988.

[4] ROSSELL, J. *Frying: improving quality*. Boca Raton, FL: CRC Press/Woodhead Pub, Dostupné z WWW:

<http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=544>. ISBN 978-1-85573-556-9.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jiří Mlček, Ph.D.

Ústav technologie a mikrobiologie potravin


Datum zadání diplomové práce:

1. února 2012

Termín odevzdání diplomové práce:

2. května 2012

Ve Zlíně dne 10. února 2012



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
ředitel ústavu

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 ¹⁾;
- 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 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ 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 ³⁾ 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 30. dubna 2012



.....

²¹⁾ 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 nevýdělečně 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 nahlázení 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.

²²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

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

³¹⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

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

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

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

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce je stanovení kvality fritovacích olejů. V teoretické části tato práce popisuje obecný pohled na tuky a oleje, kvalitu fritovacích olejů a změny probíhající během tepelné úpravy potravin. V praktické části se diplomová práce zabývá analýzou fritovacích olejů ve vybraných provozovnách Olomouckého kraje. Analýza je stanovena na základě polárních sloučenin v oleji (TPM).

Klíčová slova:

Tuky, oleje, smažení - fritování, TPM, teplota měření

ABSTRACT

The aim of this thesis is an assessment of frying oils quality. The theoretical part of this work describes a general view of the fats and oils, frying oils and quality changes occurring during heat treatment of foods. In the practical part of thesis deals with the analysis frying selected oils in the premises of the Olomouc region. The analysis is based on the value of Total Polar Materials (TPM).

Keywords:

Fats, Oils, Frying – deep Frying, TPM, measurement of temperature

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

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu této práce Ing. Jiřímu Mlčkovi, Ph.D. za odborné vedení, podporu, trpělivost a ochotu. Jeho připomínky mi byly nápomoci při vypracování diplomové práce. V poslední řadě děkuji své rodině, která mi byla podporou po celou dobu studia.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 TUKY A OLEJE	13
1.1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ TUKŮ A OLEJŮ NA SMAŽENÍ	13
1.2 MASTNÉ KYSELINY	14
1.3 ESTERY GLYCEROLU	16
1.4 TUKY A OLEJE VE VÝŽIVĚ	17
2 KVALITA FRITOVACÍCH OLEJŮ	19
2.1 ŽLUKNUTÍ TUKŮ A OLEJŮ	22
2.2 TVORBA AROMATICKÝCH LÁTEK PŘI SMAŽENÍ	23
2.3 STABILIZACE SMAŽENÉHO OLEJE PROTI OXIDACI	24
2.4 STABILIZACE USMAŽENÝCH VÝROBKŮ PRO DELŠÍ SKLADOVÁNÍ	25
2.5 ÚČINKY OXIDOVANÝCH LIPIDŮ NA LIDSKÉ ZDRAVÍ.....	25
3 SMAŽENÍ POTRAVIN, ZMĚNY PROBÍHAJÍCÍ BĚHEM TEPELNÉ ÚPRAVY	27
3.1 POTRAVINY URČENÉ KE SMAŽENÍ	28
3.2 DRUHY FRITOVACÍCH OLEJŮ	28
3.3 ZMĚNY PROBÍHAJÍCÍ V POTRAVINÁCH BĚHEM TEPELNÉ ÚPRAVY	29
3.3.1 Změny sacharidů při tepelné úpravě potravin	30
3.3.2 Změny tuků při tepelné úpravě potravin	30
3.3.3 Změny bílkovin při tepelné úpravě potravin	31
3.3.4 Změny vitamínů při tepelné úpravě potravin	32
3.3.5 Změny minerálních látek při tepelné úpravě potravin.....	32
3.3.6 Změny barviv při tepelné úpravě potravin	33
II PRAKTICKÁ ČÁST	34
4 CÍL PRÁCE	35
5 MATERIÁL A METODIKA	36
5.1 POUŽITÉ PŘÍSTROJE A POMŮCKY	36
5.1.1 Použité oleje a tuky v provozovnách.....	36
5.2 METODA MĚŘENÍ.....	36
5.3 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ.....	37
6 VÝSLEDKY A DISKUZE	38
7 SHRUTÍ	51
ZÁVĚR	55

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	56
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	62
SEZNAM OBRÁZKŮ	63
SEZNAM TABULEK.....	64
SEZNAM GRAFŮ	65
SEZNAM PŘÍLOH.....	66

ÚVOD

Tuky jsou nedílnou součástí výživy. Jsme zvyklí o nich slýchat i mluvit téměř denně. Informace jsou často protichůdné, plné polopravd, mýtů či elementárních neznalostí. Konzumace tuků přináší určitá pozitiva, ale někdy i negativa. Záleží, jaké tuky konzumujeme a v jakém množství. Tuky konzumujeme jako součást stravy, ne vždy se však podaří oddělit jednotlivé vedlejší vlivy klíčových nutrietů tak, aby závěry měly dostatečnou vypovídací schopnost.

Tuky patří mezi základní složky výživy, jsou významným zdrojem energie, pomáhají udržovat tělesnou teplotu a fungují jako mechanická ochrana vnitřních orgánů. Jsou důležité pro vstřebávání v tuku rozpustných vitamínů a nositelem různých ochranných látek (rostlinné steroly nebo antioxidanty). Neopomenutelná je konzumace esenciálních mastných kyselin pro zabezpečení důležitých buněčných funkcí. Více nenasycené mastné kyseliny jsou součástí buněčných membrán, bez jejich přítomnosti by buňka nemohla existovat (přijímat živiny a vylučovat metabolické produkty). Esenciální mastné kyseliny jsou základem pro vznik některých hormonů nebo napomáhají správnému využívání vitamínů rozpustných v tucích. Z praktického hlediska se tuky pozitivně podílejí na sensorickém vjemu potravin. Jsou důležitým teplotonosným médiem při smažení a pečení a v neposlední řadě se podílejí na texturních vlastnostech celé řady potravin.

Tuky obsahují více než dvojnásobek energie. S narůstajícím trendem výskytu nadváhy a obezity se v populaci stávají terčem kritiky. Zvýšená konzumace nasycených a *trans* mastných kyselin je spojována se zvýšeným rizikem výskytu kardiovaskulárních onemocnění. U *trans*-mastných kyselin se rovněž uvádí souvislost se vznikem diabetu II. typu. Nevhodně zvolený tuk pro tepelné úpravy potravin, případně podmínky (čas, teplota, přepalování) mohou vést ke vzniku oxidačních produktů, které jsou pro konzumaci nežádoucí. Běžná populace není dostatečně informována o tom, kolik a jakých tuků bychom měli sníst, jakým tukům je potřeba se vyhýbat a jaké je složení některých klíčových potravin, které jsme zvyklí pravidelně konzumovat. Nejsou tuky, či jejich konzumace, které odpovídají za nárůst nadváhy či obezity v populaci, ale porušení rovnováhy mezi příjmem na jedné straně a výdejem na straně druhé. Zároveň dochází ke zvyšování příjmu energie (potraviny s vysokou energetickou hodnotou, vyšší počet provozoven rychlého občerstvení, pokles tělesné aktivity, pasivní aktivity spojené s volným časem – televize, počítač).

U tepelných úprav pokrmů zaujímá z hlediska našeho zdraví fritování čtvrtou příčku (vaření, dušení, pečení, fritování, smažení, grilování). Fritování je jeden ze způsobů smažení. Jedná se o rychlou a rovnoměrnou přípravu pokrmů, kde pokrm je zcela ponořen do horkého oleje. Při fritování se používají fritovací hrnce tzv. fritézy, kde lze regulovat teplotu oleje a tím nemusí docházet k nezdravému přepalování. K fritování nebo celkově ke smažení by se měly používat tuky či oleje vhodné pro tuto tepelnou úpravu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TUKY A OLEJE

Tuky a oleje představují potravinářsky nejvýznamnější lipidy. Podle zastoupení mastných kyselin tuky a oleje dělíme:

- s převládajícím obsahem kyseliny laurové a myristové (kokosový a palmojádrový olej)
- s převládajícím obsahem kyseliny palmitové, stearové a olejové (palmový olej a tzv. rostlinná másla – kakaové máslo)
- oleje s převažující kyselinou linolovou a olejovou (slunečnicový, olivový olej a dále také sójový, řepkový, podzemnicový a bavlníkový olej)
- oleje s převažující kyselinou linolenovou (lněný a konopný olej) a oleje s převážně specifickými mastnými kyselinami (ricinový olej, čínský dřevný olej aj.)

Mezi nejvýznamnější živočišné tuky patří mléčný tuk, vepřové sádlo, hovězí lůj a kostní tuk. U všech živočišných tuků převažují mastné kyseliny palmitová, stearová a olejová [1].

1.1 Chemické složení tuků a olejů na smažení

Lipidy jsou významnou složkou potravin a ve výživě člověka tvoří jednu z hlavních živin, která je nezbytná pro zdraví a vývoj organismu. Obvykle bývají definovány jako přírodní sloučeniny, na které jsou estericky vázány mastné kyseliny o více než čtyřech atomech uhlíku v molekule [2].

Strukturně a funkčně jsou nesourodou skupinou přirozených látek rostlinného nebo živočišného původu. Z chemického hlediska jde o deriváty (estery nebo amidy) mastných kyselin a alkoholů. Společným rysem je proto hydrofobní charakter. Téměř všechny jsou ve vodě nerozpustné a rozpustné v nepolárních organických rozpouštědlech [3].

Dělení podle konzistence:

- vosky (tvrdé nemastící látky)
- tuky (látky plastické nebo kašovitě)
- oleje (kapalné látky) \Rightarrow vysychavé (olivový olej, řepkový olej, podzemnicový olej)

⇒ polovysychavé (mandlový olej, sezamový olej, bavlníkový olej, sojový olej)

⇒ nevysychavé (slunečnicový olej, makový olej) [4]

Dělení podle chemického složení:

- homolipidy ⇒ vosky
⇒ tuky a oleje
- heterolipidy ⇒ glycerofosfoaminolipidy (fosfolipidy)
⇒ glykoaminolipidy (cerebrozidy)
⇒ sulfolipidy
⇒ N-acetylneuraminové lipidy
⇒ glykolipidy
- komplexní lipidy
- doprovodné látky lipidů

Homolipidy jsou sloučeniny mastných kyselin a alkoholů, které se dále dělí podle navázaného alkoholu. Heterolipidy jsou lipidy, které ve své molekule kromě mastné kyseliny a alkoholu obsahují další kovalentně vázané sloučeniny, jako jsou např. kyselina fosforečná nebo D-galaktosa. V komplexních lipidech jsou přítomny jak homolipidy, tak i heterolipidy, ale kromě kovalentních vazeb se zde vyskytují také složky vázané pomocí vodíkových vazeb nebo hydrofobních interakcí. Doprovodnými látkami lipidů mohou být lipofilní vitamíny, některá barviva, přírodní antioxidanty a další lipofilní sloučeniny. Jejich chemická struktura je však odlišná a často ani vázané mastné kyseliny neobsahují [5].

1.2 Mastné kyseliny

Nejdůležitější a z hlediska výživy nejvýznamnější složkou tuků a olejů jsou mastné kyseliny. Podle názvosloví v organické chemii se mastné kyseliny označují jako karboxylové kyseliny s alifatickým uhlíkovým řetězcem. Mastné kyseliny vázané v tucích a olejích

se od sebe navzájem liší délkou uhlovodíkového řetězce, stupněm nenasycenosti, isomerií dvojných vazeb *cis* a *trans* a také přítomností dalších substituentů [2, 5, 6].

Mastné kyseliny dělíme:

- nasycené mastné kyseliny
- nenasycené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou (monoenuvé)
- nenasycené mastné kyseliny s několika dvojnými vazbami (polyenuvé)
- mastné kyseliny s trojnými vazbami a různými substituenty (rozvětvené, cyklické s kyslíkatými, sirnými nebo dusíkatými funkčními skupinami) [2]

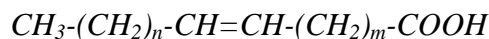
Nasycené mastné kyseliny obsahují 4 až 60 atomů uhlíku a zpravidla rovný nerozvětvený řetězec. V potravinách se nejčastěji vyskytuje kyselina palmitová a stearová. Tyto kyseliny mohou být i doprovázeny mastnými kyselinami s lichým počtem uhlíku, zejména kyselinou pentadekanovou a heptadekanovou (margarovou) [5, 6].

Obecný vzorec nasycené mastné kyseliny:



Nenasycené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou (monoenuvé) se liší navzájem počtem atomů uhlíku, polohou dvojně vazby a její prostorovou konfigurací.

Obecný vzorec mononenasycené mastné kyseliny:



Mnohé nenasycené monoenuvé mastné kyseliny mají své triviální názvy, které se běžně používají. Typickým příkladem je *cis*-oktadec-9-enová neboli kyselina olejová, která se alespoň v malém množství vyskytuje prakticky ve všech živočišných a rostlinných lipidech [2, 5].

Málo obvyklé monoenuvé mastné kyseliny se ve větším množství nachází jen v nevýznamných zdrojích lipidů a v potravinách jsou přítomny pouze ve stopách [6].

Polyenové mastné kyseliny v lipidech potravin mají dvě nebo více dvojných vazeb, které leží navzájem v izolované poloze. Mezi polyenovými kyselinami zaujímá zvláštní postavení skupina tzv. esenciálních mastných kyselin, které je nutno přijímat potravou, protože si je lidský organismus nedokáže syntetizovat [6, 7].

Nejvýznamnější dienovou mastnou kyselinou je kyselina linolová s 18 atomy uhlíku a dvěma dvojnými vazbami. Patří do řady n-6 mastných kyselin (tzn. první dvojná vazba je na 6 uhlíku). Z trienových mastných kyselin (tj. kyseliny se třemi dvojnými vazbami) se v potravinách rostlinného charakteru vyskytují nejčastěji kyseliny α -linolenová patřící do řady n-3 (tzn. první dvojná vazba je na 3 uhlíku) a γ -linolenová patřící do řady n-6.

Vzácně se vyskytují i kyseliny tetraenové z nichž je nejznámější kyselina arachidonová, která má čtyři dvojně vazby a patří do řady n-6. Kyselinou s pěti dvojnými vazbami řady n-3 je EPA - kyselina eikosapentaenová a kyselinou se šesti dvojnými vazbami řady n-3 je DHA – kyselina dokosaheptaenová [2, 8, 9].

Trans – nenasycené mastné kyseliny

Kyseliny s konfigurací *trans* se běžně nevyskytují v rostlinných olejích, vyskytují se v depotním tuku přežvýkavců. Vznikají i průmyslovou katalytickou hydrogenací nenasycených mastných kyselin, proto se vyskytují ve značném množství ve ztužených tucích a v tukových výrobcích z nichž připravených. Tvoří se při záhřevu tuků (teploty přes 240 °C) obsahujících polyenové mastné kyseliny [2].

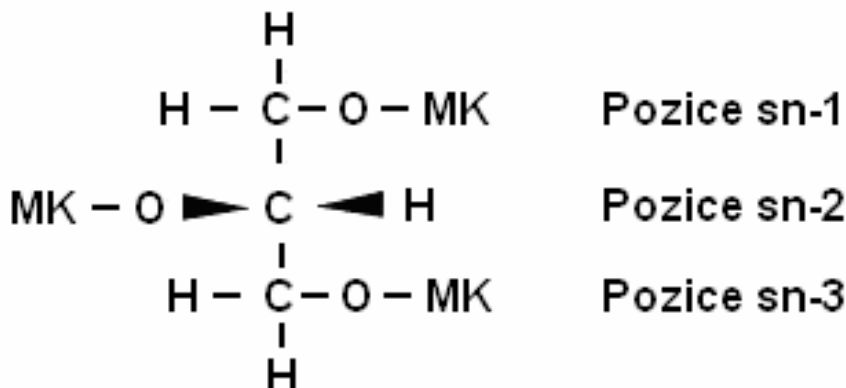
1.3 Estery glycerolu

V rostlinných olejích a živočišných tucích se vyskytují estery glycerolu a představují potravinářsky nejvýznamnější lipidy [2].

Na molekulu glycerolu může být vázána jedna mastná kyselina, pak jde o 1-monoacylglyceroly nebo 2-monoacylglyceroly. V potravinách převažují stabilnější 1-monoacylglyceroly. Pokud jsou na molekulu vázány dvě mastné kyseliny, vzniknou 1,2-diacylglyceroly nebo 1,3-diacylglyceroly, které v přírodních tucích převládají [5].

V přírodě je nejčastější případ, že jsou na jednu molekulu glycerolu vázány tři mastné kyseliny, jde o triacylglyceroly. Obecný vzorec triacylglycerolu viz (Obr. 1). Mastné kyseliny

vázané v triacylglycerolu mohou být stejné, a potom se jedná o jednoduché triacylglyceroly anebo mohou být různé (dvě nebo tři kyseliny) a jde o smíšené triacylglyceroly. Ty mohou být vázány na různých hydroxylových skupinách glycerolu [2, 5, 8].



Obr. 1 Obecný vzorec triacylglycerolu [10]

Pokud jsou v poloze 1 a 3 vázány různé mastné kyseliny, stane se uhlík v poloze 2 opticky aktivní, čímž se pestrost složení ještě víc zvyšuje. Ze tří různých mastných kyselin tak může např. vzniknout 27 různých smíšených triacylglycerolů [5, 9].

Přírodní tuky obsahují opticky aktivní triacylglyceroly, které vznikají esterifikací katalytickým působením hydrolas. Vzhledem k tomu, že vázané mastné kyseliny mají velmi podobné vlastnosti, neliší se tyto stereoisomery výrazně svou optickou otáčivostí, ale přesto je při přesném definování složení tuků nutné uvádět jejich sterickou strukturu [2].

1.4 Tuky a oleje ve výživě

Lipidy jsou pro organismy významným zdrojem energie, což je dáno jejich vysokou energetickou hodnotou. Dále jsou zdrojem esenciálních mastných kyselin, lipofilních vitamínů a dalších významných lipofilních látek. Ve výživě člověka tvoří jednu z hlavních živin nezbytnou pro zdravý vývoj organismu [6, 7].

Energetický obsah tuků je $38 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$. Tuky se v těle spalují buď přímo anebo se ukládají jako zásobní látky. Rovněž tvoří v těle ochranné vrstvy pro citlivé orgány a plní funkci tepelných izolátorů. Umožňují vstřebávání a jsou nositeli vitamínů rozpustných v tucích. Představují zdroj nenasycených mastných kyselin a slouží také jako zásoba výživného materiálu při zvýšené potřebě [11, 12].

V naší stravě jsou přítomny tuky živočišného i rostlinného původu, některé tuky jsou zjevné, ale zhruba stejné množství představují tuky skryté, obsažené již v surovinách.

Obecně se předpokládá, že by poměr nasycených (N), monoenových (M) a polyenových (P) mastných kyselin měl být $N:M:P = 1:1:1$. Dnes se spíše preferuje poměr 1:2:1. Příjem *trans*-nenasycených mastných kyselin by neměl přesáhnout 5g/den [13].

2 KVALITA FRITOVACÍCH OLEJŮ

Rafinované pokrmové oleje, které jsou připravované z olejnin, mají vysoký obsah polyenových mastných kyselin, převážně linolovou a linolenovou. Tyto oleje nejsou vhodné pro smažení, protože při vysokých teplotách oxidují. Pro smažení jsou vhodnější oleje s nasycenými mastnými kyselinami, protože hydrogenace podstatně redukuje polyenové kyseliny a tím proto mají větší stabilitu vůči oxidaci. Hydrogenací je mírně zvýšen obsah kyseliny stearové, která je neutrální nebo má malý účinek na LDL cholesterol. Hydrogenované rostlinné oleje mohou obsahovat *trans* nenasycené mastné kyseliny, které vznikají jako produkty dehydrogenace. Tyto kyseliny mohou být v určité míře zdraví škodlivé, poněvadž s nimi roste riziko chorob srdce a mrtvice [14, 15].

Stolní oleje mají převážně zlatožlutou barvu, popřípadě s mírným nazelenalým tónem. Důležitou úlohou při hodnocení jakosti olejů má jejich chuť a vůně. Oleje vysoké jakosti mají příjemnou, často slabě specifickou vůni podle druhu použité suroviny. Chuť, která úzce souvisí s vůní, musí být čistá, bez vedlejších příchutí, popřípadě neutrální. Oleje pro přímou spotřebu musí být i dokonale čiré – olej slunečnicový, sójový a řepkový olej bez kyseliny erukové. Tyto oleje jsou největším přirozeným zdrojem esenciálních mastných kyselin [16].

Přepálený olej neboli olej degradovaný má pozměněnou výživovou hodnotu a toxikologický profil ve srovnání s čerstvým olejem. K výměně oleje musí docházet v okamžiku, kdy olej není schopen splňovat požadavky na kvalitu smaženého výrobku. Žádoucí je používat stabilní oleje a tuky [17].

Vlivy na kvalitu fritovacích tuků

Faktory ovlivňující kvalitu tuků a olejů při smažení:

- doplnění nového oleje
- teplota a doba smažení
- druh vybraného tuku nebo oleje
- složení potravin
- druhy fritézy

- antioxidanty
- obsah kyslíku v tuku nebo oleji [18, 19]

Při smažení probíhá jednak přenos tepla ze smažícího oleje do smažené potraviny, jednak výměna tuku a vody mezi oběma substráty. Při styku s přehřátým olejem se z povrchových vrstev odpařuje voda, která uniká ve formě vodní páry. Tímto procesem se smažící olej ochlazuje, a proto nesmí být smažené potraviny příliš velké. Dochází k dlouhému smažení v důsledku velkého ochlazení tuku a pokrm je pak méně chutný. Důležitým procesem je výměna tuku, jde o absorpci, kterou usnadňují polární produkty ve smažícím oleji. Potraviny s vysokým obsahem vody (brambory, zelenina, houby) přiberou při smažení mnoho tuku. Tím jsou sice chutnější, ale z energetického hlediska nežádoucí. Potraviny s vyšším obsahem tuku (maso, uzeniny, tučné ryby) naopak část tuku ztrácí, anebo probíhá jen výměna se smažícím tukem [20, 21, 22].

Během smažení dochází v olejích a tucích k chemickým reakcím:

- hydrolyza
- oxidace
- polymerace
- pyrolytické procesy [9, 11]

Hydrolyza je způsobená vodní parou, která je uvolněna ze smažené potraviny. Je urychlována přítomností polárních látek v oleji, které přispívají k tvorbě jemné disperze, tím dochází ke zvětšení styčné plochy obou reaktantů. Reakce triacylglycerolů na diacylglyceroly a mastné kyseliny je pomalá, diacylglyceroly se hromadí na mezifázi disperze, takže se rychleji rozkládají na monoacylglyceroly, a ty ještě rychleji na volné mastné kyseliny a glycerol. Volné mastné kyseliny ovlivňují sensorickou jakost výrobku, ale částečně těkají s vodní parou, jejich množství stoupá jen pomalu a nepřesahuje obvykle 2 – 3 % hmotnosti oleje [23, 24]. Glycerol při záhřevu dehydratuje na akrolein, který je dráždivý pro oči a sliznici [25].

Důležité jsou **oxidační reakce**. Při záhřevu oleje před smažením reaguje rozpuštěný kyslík, který do oleje proniká difúzí z atmosféry. Oxidační reakce jsou rychlejší u používaných

olejů, kde přítomnost polárních produktů usnadňuje pění, a tím dochází ke zvětšení styčné plochy mezi vzduchem a olejem. Oxidačními reakcemi se z dvojných vazeb v triacylglycerolech tvoří hydroperoxydy, které mají stejný počet dvojných vazeb. Ty se při teplotách smažení rychle rozkládají. Část se rozkládá na netěkavé reakční produkty, částečně se při rozkladu štěpí na řetězce za vzniku těkavých sensoricky aktivních produktů (3 – 10 atomů uhlíku), které do značné míry s olejem také těkají. Ve smažicím oleji se také hromadí hydroxylové, epoxidové, karbonylové a karboxylové deriváty, které mají určitý vliv na sensorickou jakost. Jakmile obsah těchto polárních produktů dosáhne 25 % má se olej vyměnit za čerstvý [26, 27, 28, 29].

Polymerizace. Z polárních produktů dalšími reakcemi mohou vznikat estery a étery. Často se zvyšuje molekulová hmotnost a vznikají polymery. Obsah polymerů se během smažení postupně zvyšuje a při překročení 10 % by se měl olej vyměnit za čerstvý. Mezi koncentrací polárních látek a polymerů existuje průkazný vztah [30].

Pyrolytické procesy, např. dehydratace oxidačních produktů nebo jejich reakce s bílkoviny a jinými složkami smažené potraviny, při nichž vznikají sensoricky výrazně aktivní látky; k pyrolytickým reakcím patří rozklad glycerolu (uvolňovaného hydrolytickými procesy) na akrolein [9].

Nejdůležitějšími parametry, které mají rozhodnou, zda by se měl olej ve fritéze vyměnit jsou celkové polární sloučeniny (TPM), polymerované triglyceridy (PTG) a např. bod kouře.

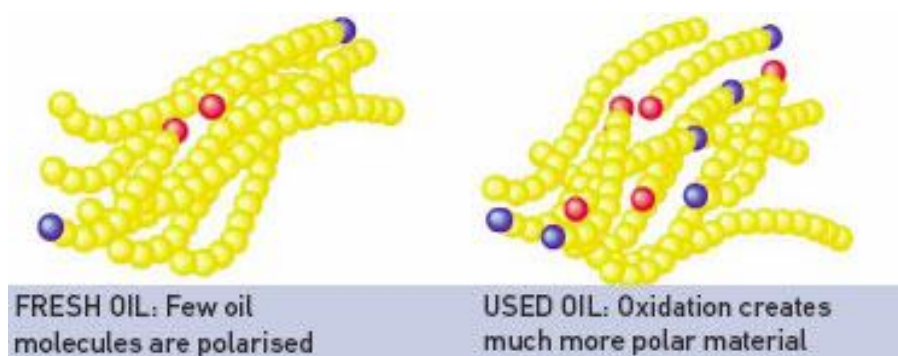
TPM jsou kombinované produkty vznikající při rozkladu oleje. Rozkladné produkty jiné než nepolární frakce se souhrnně nazývají jako polární frakce. Polární frakci jde v podstatě rozdělit do dvou skupin – polymery a produkty rozkladu. Polymery jsou produkty, které mají molekulovou hmotnost větší než triglyceridy v původním oleji (čerstvý olej s téměř 100 % triglyceridů). Produkty rozkladu mají molekulovou hmotnost nižší než triglyceridy [31, 32, 33, 34, 35].

Polymerované triglyceridy (PTG) se stále častěji používají k hodnocení kvality fritovacího oleje. Výsledky této metody jsou ve většině případů srovnatelné s hodnotou % TPM. PTG se vypočítá % TPM / 2 [32].

Bod kouře obecně označuje teplotu, při které se konkrétní olej nebo tuk začne rozkládat na glycerol a mastné kyseliny, a produkovat hustý namodralý kouř. Glycerol se pak dále rozkládá na akrolein, který se stává součástí kouře [25].

Jestliže obsah polárních látek vznikajících hydrolytickými a oxidačními reakcemi překročí 25 % a obsah polymerů 10 %, doporučuje se tuk vyměnit za čerstvý [9].

V čerstvém oleji je molekula oleje málo polarizována, na rozdíl od oleje již použitého vzniká oxidací více polárních sloučenin (Obr. 2).



Obr. 2 Polární sloučeniny v čerstvém a použitém oleji [36]

2.1 Žluknutí tuků a olejů

Žluknutí tuků a olejů je proces, při kterém dochází ke změně konzistence a celkového vzhledu, jde o zhoršení kvality především chutě a vůně. Rozlišujeme 4 typy žluknutí:

- *hydrolytické* \Rightarrow bývá chemického rázu (např. dlouhé vaření) nebo za pomoci enzymů (např. lipázy a fosfolipázy). Enzymová hydrolýza probíhá při skladovacích teplotách za přítomnosti dostatečného množství vody. Žluknutí se projevuje hořknutím a typickou mýdlovou chutí. Výsledkem je zvýšený obsah volných mastných kyselin [37].
- *oxidační* \Rightarrow je způsobeno oxidací tuků a olejů. Primární produkty nevyvolávají změnu organoleptických vlastností, vznikají těkavé sekundární produkty (aldehydy, ketony), které jsou nositeli žluklé chuti [38].
- *ketonické* \Rightarrow vykazují charakteristickou květinovou vůni, vzniká u potravin, kde lipidová složka obsahuje krátké a středně dlouhé řetězce mastných kyselin ($C_4 - C_{10}$).

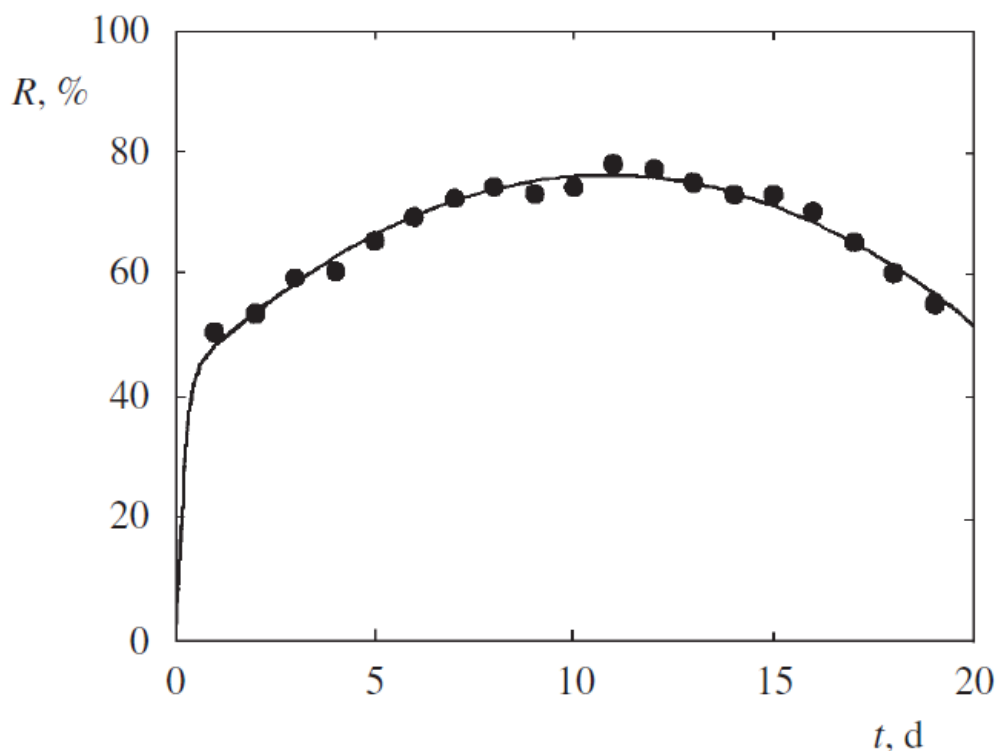
Žluknutí způsobují mikroorganismy, které degradují řetězce mastných kyselin na methylketony [39].

- *chuťová reverze* – charakteristická pro oleje s vyšším obsahem kyseliny linolové (řepkový, sojový). Projevuje se v době, kdy je v oleji malý výskyt hydroperoxidů mastných kyselin. Nositeli jsou sloučeniny, které vznikají rozkladem hydroperoxidů, typického pachu po trávě a fazolích. Tuto vadu lze odstranit rafinací, ale po čase se znovu objevuje [40].

2.2 Tvorba aromatických látek při smažení

Smažené pokrmy mají typické aroma, vyvolané hlavně rozkladnými produkty hydroperoxidů linolové kyseliny. Typickými představiteli jsou *cis*, *trans*- a *trans*, *trans*-2, 4-dekadienaly a některé nenasycené laktony, v menší míře alkenaly, alkenoly a alkenony. Použitý smažicí olej má tedy vliv na chuť a vůni smaženého produktu. Kromě těchto látek vznikajících z oleje má každý smažený pokrm ještě určité typické aroma, které je dáno smaženou potravinou a odlišuje smažené pokrmy navzájem. Typickou složkou je methionin vyskytující se u bramborových hranolků, vznikající rozkladem methioninu, a některé pyrony, vznikající reakcemi stop přítomné glukosy s volnými aminokyselinami. U smaženého masa se jedná o různé sирné a dusíkaté heterocykly [41, 42, 43].

Na počátku smažení se oxidační smažení (prekurzory aromatických složek) tvoří jen pomalu a postupně se hromadí oxidační produkty katalyzující další oxidaci. U čerstvého oleje je obsah 2,4-dekadienalů jen malý a smažené aroma slabé. Po několikanásobném použití oleje ke smažení dosáhne obsah pozitivních složek aromatu svého optima a po určitou dobu udržuje kvalita smažených produktů konstantní. Průběh je patrný z (Obr. 3), kde R = sensorická přijatelnost a t = doba smažení. Po delším používání obsah rozkladných produktů v oleji dosáhne takové výše, že začne působit nepříjemně a sensorická jakost smaženého produktu klesá. V této době je nutné smažicí olej vyměnit [43, 44].



Obr. 3 Vliv doby smažení na sensorickou jakost smažených bramborových hranolků [43]

Poznámka: R je sensorická přijatelnost a t je doba smažení (dny)

2.3 Stabilizace smaženého oleje proti oxidaci

Oxidaci smažicího oleje lze zmírnit použitím antioxidantů, které sice při teplotách smažení jsou méně účinné než při skladovacích teplotách, ale oxidaci přeci jen zpomalují. Musí se zvolit takové antioxidanty, které při smažení nevytěkají (antioxidanty BHT a BHA jsou neúčinné). Dříve byly doporučovány oligomerní syntetické antioxidanty nebo antioxidanty se substituovanými alkyly. V dnešní době se dává přednost přírodním antioxidantům (např. tokoferoly, β -karoten, fyllochinony nebo pryskyřicím z listů rozmarýny a šalvěje). Určitou antioxidační schopnost mají také některé steroly, skvalen a fosfolipidy. Výhodné jsou také adsorbenty, které jsou schopny vázat oxidační produkty s prooxidační účinností [43, 45, 46].

Velmi známou metodou a jednoduchou je přidání malého množství parafínu, silikonového oleje nebo siloxanových polymerů do smažicího oleje. Na povrchu se vytvoří tenká vrstva, která zabraňuje přístupu vzdušného kyslíku do smažicího oleje. Siloxany jsou střevní sliznicí nevstřebatelné a naprosto inertní. Jejich přísada je povolena jak u nás, tak i v EU [47, 48].

2.4 Stabilizace usmažených výrobků pro delší skladování

Některé hotové výrobky (např. smažené bramborové lupínky) se po usmažení nekonzumují ihned, ale až po delším skladování. Na jejich povrchu uplívá tenká vrstva smažicího oleje, která neobsahuje žádné přírodní nebo přidané antioxidanty a přítomné polární produkty katalyzují další oxidaci při nízkých teplotách. Vznikají těkavé látky vyvolávající žluknutí. Proto se smažené produkty skladují v inertním plynu nebo v evakuovaných obalech. Dalším řešením je použití antioxidantů. V dnešní době se dává přednost přírodním přísadám (např. rozemleté koření nebo jiná ochucovadla s antioxidačním účinkem) [43, 49].

2.5 Účinky oxidovaných lipidů na lidské zdraví

Oxidované lipidy mají jen nízkou akutní toxicitu, takže byl jejich účinek na zdraví podceňován.

U tuků použitých ke smažení nebyla toxicita bezpečně prokázána, proto stanovená hranice jejich použitelnosti na 25 % polárních látek a 10 % polymerů spíše indikuje, kdy se zhoršují funkční vlastnosti a smažený pokrm dostává horší chuť. Při stanovení chronické toxicity se nepříznivě projevíly cyklické dimery, zvláště cyklohexenové deriváty. Vyšší obsah hydroperoxidů vyvolává příznaky deficitu vitamínu E a esenciálních mastných kyselin. Zvyšuje se také propustnost pokožky pro vodu. Oxidované lipidy se rovněž hůře enzymově štěpí a obtížně se stravují.

V poslední době však bylo prokázáno, že se při vyšším příjmu oxidovaných tuků zvyšuje jejich hladina v krevním séru a oxidované mastné kyseliny nebo z nich vzniklé volné radikály reagují s některými bílkovinami krevního séra a cévních stěn za vzniku atherosklerotických usazenin. Oxidované steroly jsou v tomto směru zvláště aktivní. Podobné usazeniny se tvoří např. v nervové tkáni a některých dalších důležitých orgánech.

Oxidační produkty lipidů a jejich volné radikály mohou také reagovat s nukleovými kyselinami a jejich pozměněním mohou usnadnit vznik zhoubného nádorového bujení.

Z těchto důvodů se doporučuje při zvýšeném příjmu snadno oxidovatelných polyenových lipidů zvýšit hladinu přijímaných přirozených antioxidantů, hlavně tokoferolů a karotenů [9].

3 SMAŽENÍ POTRAVIN, ZMĚNY PROBÍHAJÍCÍ BĚHEM TEPELNÉ ÚPRAVY

Smažení je tepelná úprava potravin tukem na teplotu 150 – 190 °C. Při vyšších teplotách vzniká u většiny tuků namodralý kouř, který je důsledkem hlubších chemických změn. U fritéz je teplota automaticky regulována, ale u smažení na pánvi může docházet k překročení rizikové teploty velmi snadno. Při smažení je nutné používat vhodné druhy tuků a olejů (které jsou tepelně stabilní) [50].

Podle množství použitého tuku rozeznáváme dva typy smažení:

- na tuku (tzv. tenká vrstva) – tuk se používá v množství 5 – 10 % z hmotnosti smažené potraviny, kdy se potraviny smaží po obou stranách. Po usmažení určitého množství mohou být v tuku obsaženy částičky připálené potraviny a tuk pění, je třeba obsah vyměnit a nádobu, ve které se smažilo umýt. Zvýšíme tím bezpečnost konzumovaného pokrmu, ale také i jeho chuť a vůni [51].
- v tuku (tzv. lázeň) – hmotnostní poměr tuku a potraviny je 10:1 a tento způsob smažení je označován jako fritování. Teplo působí na potraviny ze všech stran rovnoměrně, pokrmy jsou kypré, šťavnaté a povrch je křehký. Fritování se provádí ve speciálních hrncích (tzv. fritézy), kdy je teplota automaticky regulována a je zamezeno přístupu vzduchu. Při delším používání smažící lázeň obsahuje vysoký podíl oxidačních produktů, které jsou z hygienického hlediska nebezpečné a je nutné celou lázeň vyměnit. Pokud jsou fritézy používány jen občas, je vhodné tuk vylít a přechovávat ho v chladu v uzavřené nádobě, protože tuk, na kterém se již smažilo je citlivější k oxidaci vzdušným kyslíkem [52, 53].

Smažené pokrmy jsou velmi chutné, vzniká při nich mnoho sensoricky příjemných látek a proto jsou u nás i ve světě velmi oblíbené. Z hlediska správné výživy není častá konzumace smažených pokrmů doporučována, protože obsahují velké množství tuků, jsou hůře stravitelné a obsahují více zdravotně rizikových látek než pokrmy připravované jiným způsobem. Smažení není vhodné pro dietní stravování např. onemocnění trávicího ústrojí, srdečně-cévní onemocnění a při redukčních dietách [54, 55].

3.1 Potraviny určené ke smažení

Smažit můžeme rozmanité potraviny (různé druhy masa, vnitřnosti, drůbež, ryby, sýry, zeleninu, brambory, houby, masové a zeleninové míšeniny, které lze kombinovat s obilovinami nebo luštěninami). Potraviny můžeme smažit syrové (např. maso) nebo částečně tepelně opracované (např. spařené, předvařené či uvařené do měkka – např. zelenina). Příprava před smažením je závislá na druhu potraviny, kdy potravinou před smažením obalujeme většinou v trojobalu (mouka, vejce, strouhanka) nebo v těstíčku (mouka, vejce, popř. mléko). Potraviny vkládáme do tuku zahřátého na teplotu smažení, aby nepřijímaly příliš mnoho tuku a vytvořila se typická chuť [56].

3.2 Druhy fritovacích olejů

Nejvhodnější jsou rostlinné oleje s vysokým obsahem linolové kyseliny, aby vzniklo co nejvíce těkavých oxidačních produktů se smaženou vůní. Takové oleje např. slunečnicový, sojový nebo řepkový vydrží krátkou dobu, musí se často vyměňovat a náklady na smažení jsou značně vysoké. Dobrou smaženou chuť mají výrobky smažené v sádle, ale ty jsou z hlediska správné výživy nepřijatelné [57].

Stabilní při záhřevu jsou částečně ztužené (hydrogenované) oleje, ale jejich nevýhodou je příliš nízký obsah kyseliny linolové a přítomnost nenasycených isomerních kyselin (např. *trans* kyseliny) [58].

Zcela nevhodné jsou tuky obsahující vodu – margaríny a další roztíratelné tuky. Vhodné není ani máslo, obsahuje jednak vodu, bílkoviny, které se za vysoké teploty rozkládají za vzniku sloučenin, které jsou ze zdravotního hlediska nevhodné [58].

Ideální složení má olivový olej, který obsahuje hlavně vázanou olejovou kyselinu a malé množství linolové kyseliny. Je při smažení stálý a výrobkům dodává příjemnou vůni. Je však velmi drahý, proto přicházejí v úvahu oleje jako sojový, slunečnicový, podzemnicový, řepkový, a lněný olej s vysokým obsahem olejové kyseliny a malým obsahem kyseliny linolové srovnatelný s olivovým olejem. Dalšími oleji na smažení, které jsou lehce stravitelné je již zmiňovaný olivový olej, pak následuje olej arašídový, sezamový a kukuřičný. Jedním z nejběžnějších rostlinných olejů, který snáší vysoké teploty je palmový olej, obsahující velké množství vitamínu E a přírodních karotenů. Hlavní složkou je kyselina laurová a palmitová. Pro dlouhodobější smažení lze používat pokrmové tuky např. Ceres soft,

Omega, Lukana na smažení. Tyto tuky neobsahují vodu a vysokou teplotou se rozkládají velmi omezeně [59].

Smažit lze také na tekutém margarínu s máselným aroma Rama Culinese, která je jediným výrobkem na našem trhu v této skupině [56].

V jižní Francii se používá také hroznový olej (vyrábí se ze semínek hroznového vína), který má zelenkavou barvu, jemnou chuť a hodí se jak ke smažení a fritování, tak k přípravě salátových záливоk. V severní Indii používají hořčičný olej, který má za studena silnou hořčičnou chuť, která se ohříváním ztrácí [60].

3.3 Změny probíhající v potravinách během tepelné úpravy

Při záhřevu probíhají větší či menší změny prakticky u všech složek potravin. Jejich rozsah závisí na výši teploty, složení potraviny, přítomnosti kyslíku, pH prostředí, přítomnosti vody a na dalších faktorech. Tyto změny mohou být z hlediska výživového, sensorického a hygienického pozitivní nebo negativní.

Pozitivní změny:

- zvýšená stravitelnost a využitelnost živin
- zlepšení hygienické jakosti
- žádoucí změna sensorických vlastností

Negativní změny:

- ztráty některých důležitých výživových faktorů
- zhoršená stravitelnost a využitelnost živin
- vznik nežádoucích látek z hygienického hlediska
- nežádoucí změna sensorických vlastností [56]

Při tepelné úpravě dochází ke změně hmotnosti potraviny (důsledek ztrát vody a tuku). Tepelné procesy probíhající při přípravě pokrmů mohou být konzervačními metodami, mohou se skladovat delší dobu než tepelně neupravené [43].

3.3.1 Změny sacharidů při tepelné úpravě potravin

Změny sacharidů (glukózy, sacharózy, škrobu, pektinu atd.) mají významný vliv na senzoryckou hodnotu (vůni, barvu) a na stravitelnost pokrmu a dají se podmínkami při úpravě potravin velmi ovlivnit [56].

Karamelizace – dochází k ní při teplotách nad 200 °C, kdy vzniká kulér, který se používá k barvení některých pokrmů (vývary, omáčky, sladkosti) nebo jako součást některých dezertů. Vlastnosti produktů karamelizace závisí především na druhu cukru, výši teploty, doby zahřívání, a látkách urychlující karamelizaci.

Neenzymové hnědnutí – Maillardovy reakce, jedná se o složitý systém chemických reakcí mezi redukcujícími cukry a bílkovinami za vzniku senzorycky významných těkavých látek a hnědě zbarvených pigmentů [61].

Mazovatění a hydrolýza škrobu – působením vlhkého tepla vzniká ze škrobu škrobový maz, který je snáze stravitelný (např. při kynutí a pečení pečiva nebo vaření brambor se štěpí pomocí enzymů na stravitelné dextriny, ty se dále štěpí na jednoduché cukry – maltózu a glukózu, které reagují s bílkovinami Maillardovými reakcemi za vzniku těkavých látek a hnědě zbarvených pigmentů, dále ke snížení výživové hodnoty bílkovin a vzniku zdravotně závadného akrylamidu) [43].

Vznik prazných dextrinů – hlavně při opékání pekařských a mlýnských výrobků

Rozpuštění některých složek vlákniny (hemiceluloz) – způsobuje měknutí ovoce a zeleniny při záhřevu [56].

3.3.2 Změny tuků při tepelné úpravě potravin

Tuky jsou jednou ze tří hlavních složek potravin. Změny tuku při nižších teplotách (dušení, vaření) nejsou velké. Při vyšších teplotách dochází k hlubšímu rozkladu tuků, proto bychom měli věnovat pozornost výši teploty (nepracovat nad 200 °C), době jejího působení a výběrem vhodného tuku. Látky, které vznikají z tuků při vysokých teplotách, ovlivňují

jakost a to buď pozitivně (vznik sensoricky významných látek, které podmiňují typickou chuť) či negativně [62].

Ztráta esenciálních mastných kyselin

Toxické a antinutriční látky – delším působením vysokých teplot vznikají z mastných kyselin oligomery a polymery, které jsou podezřívány z karcinogenního působení. Nejnebezpečnější produkty vznikají při teplotách nad 200 °C (akrolein), a při teplotách vyšší než 300 °C dochází k hlubokému rozkladu tuku za vzniku uhlovodíků. Při vyšších teplotách dochází k oxidaci látek provázejících tuky např. cholesterolu, který je nebezpečný z hlediska vzniku srdečně-cévních onemocnění [63].

Snížení stravitelnosti – dochází v důsledku vazeb oxidovaných tuků na bílkoviny, které se obtížně štěpí v trávicím ústrojí [56].

Snížení výživové hodnoty – důsledkem ztrát esenciálních aminokyselin (lysin)

Snížení sensorické hodnoty (pach) [62].

Ztráta některých vitamínů – při oxidaci tuků, ztrácí svou antioxidační a vitamínovou účinnost (vit. E, C, B₁, A a karoteny) [56].

3.3.3 Změny bílkovin při tepelné úpravě potravin

Dochází k fyzikálním i chemickým změnám, které mohou být velmi rozdílné v závislosti na podmínkách tepelného působení.

Zlepšení stravitelnosti – pozitivní změna, zejména u rostlinného původu. Denaturované bílkoviny se při záhřevu štěpí lépe, zlepšuje se dostupnost jednotlivých aminokyselin (syrných). U masa nedochází k výraznému zvýšení stravitelnosti, protože bílkoviny svaloviny jsou stravitelné i tepelně neupravené (např. tatarský biftek). Výjimkou je maso, obsahující vyšší podíl kolagenu, a proto působením zvýšené teploty přejde kolagen v želatinu, která je lépe stravitelná [63].

Tepelná inaktivace antinutričních látek – pozitivní změna, jde o inhibitory enzymů štěpících bílkoviny (proteáz), které snižují využitelnost bílkovin potravy a inhibitory amyláz (enzymy štěpící škrob), které snižují využitelnost škrobu [43].

Zlepšení sensorických vlastností – pozitivní změna, jde především o reakce bílkovin se sacharidy, vzniká velké množství rozmanitých těkavých látek, které podmiňují žádoucí

a typickou vůní, zároveň vznikají hnědě zbarvené pigmenty, které jsou základem zbarvení pečených a smažených pokrmů. Fyzikální změny bílkovin (hlavně denaturace) má velký vliv na texturu (měkkost, křehkost a jiné) tepelně opracovaných potravin s vyšším obsahem bílkovin zejména mas, drůbeže a ryb. Denaturované bílkoviny tvoří na povrchu masa málo propustnou vrstvu, která zabraňuje ztrátám extraktivních látek a tím maso je šťavnaté a chutné [62].

Snížení stravitelnosti – negativní změna, zahřevem se mění vazby mezi aminokyselinami a bílkovinou, vznikají vazby nové, které jsou obtížně štěpitelné v trávicím ústrojí a tím se snižuje stravitelnost pokrmu [56].

Snížení výživové hodnoty – negativní změna, nastává oxidací aminokyselin, změnou konfigurace a ztrátami esenciálních aminokyselin (lysin) [43].

Látky ze zdravotního hlediska nežádoucí – negativní změna, při vysokých teplotách mohou z bílkovin vznikat látky s toxickými, karcinogenními nebo mutagenními účinky (především bílkoviny živočišného původu) [56].

Nežádoucí změna sensorických vlastností – negativní změna, dochází při úpravách s nedodržením optimálních podmínek přípravy, anebo také u mas s vadou označovanou jako DFD (jde o vadu vznikající již na jatkách, která se projevuje tmavou barvou a suchým povrchem) [63].

3.3.4 Změny vitamínů při tepelné úpravě potravin

Většina vitamínů se rozkládá při vyšších teplotách pouze v přítomnosti kyslíku, světelného záření a je-li teplo přiváděno prostřednictvím vody. Nejcitlivějšími vitamíny jsou vitamín C (ztráta může někdy dosáhnout až 100 %) a B₁. Ztráty můžeme ovlivnit tím, že tepelnou úpravu zkrátíme na minimum, pokrm zbytečně nemícháme, pracujeme v zakrytých nádobách a po úpravě pokrm rychle zchladíme [56, 62].

3.3.5 Změny minerálních látek při tepelné úpravě potravin

Účinkem tepla se mění některé vazby minerálních látek, ty se uvolňují z různých nevyužitelných komplexů a stávají se pro člověka využitelnými, přechází na formy méně rozpustné nebo v lidském organismu nevyužitelné [64].

3.3.6 Změny barviv při tepelné úpravě potravin

Při tepelných úpravách některé potraviny mění barvu. Je to způsobeno změnou chemického složení barviv, reakcí barviva obsaženého v potravine s jinými složkami, nebo se mohou vytvořit nové barevné látky vzájemnými reakcemi složek potraviny. Nejvýznamnější změny barviv jsou chlorofylové (zelená barviva listové zeleniny, okurek, aj.) a hemových (červené krevní barvivo hemoglobinu a myoglobinu ve svazech), anthokyanů (červená barviva v ovoci a zelenině) a vznik hnědého zbarvení pečiva, masa a dalších potravin reakcemi neenzymového hnědnutí a karamelizací [62, 63].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo zjišťování kvality fritovacího oleje v provozovnách Olomouckého kraje. Po dobu cca jednoho měsíce jsem pravidelně docházel do vybraných provozoven. Na začátku listopadu jsem navštívil 12 provozoven, které mi umožnily přístup. Z důvodu obavy kontroly, v případě zjištění nežádoucích výsledků, chtěly zůstat v anonymitě. Analýza byla provedena za běžného provozu.

5 MATERIÁL A METODIKA

K zajištění dodržování kvality olejů a tuků během smažení byla provedena analýza v jednotlivých provozovnách.

5.1 Použité přístroje a pomůcky

- Fritézy
- TESTO 270 (Testo Lenzkirch, Germany) – obrázek viz (P I.)
- Oleje a tuky

5.1.1 Použité oleje a tuky v provozovnách

- 100 % Fritovací olej – Dr. Oil's (výrobce AVENA s. r. o.)
- Sunray – 100 % slunečnicový olej (dovozce HYGESIA s. r. o.)
- Rostlinný tuk na fritování – GOLD Pack – Palmový tuk (výrobce Holandsko, dovozce VOG s. r. o.)
- Rostlinný olej (výrobce AVENA s. r. o.)
- Lukana – fritovací olej vhodný pro fritování – rostlinný jedlý olej jednopruhový řepkový olej nízkoeurukový (výrobce LUKANA Oil a. s.)
- 100 % řepkový olej – Dr. Oil's (výrobce AVENA s. r. o.)
- Magic Chef – Super Frit (dovozce NOWACO, výrobce USA)
- Palmavas – 100 % palmový olej (země původu Malajsie)
- 100 % rostlinný tuk – ELENA Fat P/N (země původu Německo)
- Lukana – slunečnicový olej (výrobce LUKANA Oil a. s.)

5.2 Metoda měření

Analýza byla provedena pomocí přístroje měření kvality fritovacího oleje TESTO 270. Díky tomuto přístroji je možno velmi rychle kontrolovat stupeň opotřebení fritovacích olejů a tuků.

Fritovací olej má přímý vliv jak na kvalitu fritovaných potravin, tak také na náklady. Pokud se olej vymění příliš brzy, vznikají zbytečné náklady. Z toho důvodu je výhodné přeměřit hodnotu oleje a tím zajistit, že je olej používán efektivně. Ušetří se tak drahý fritovací olej a tím také peníze. Díky tomu jsou zákazníkům dodávány dokonale fritované pokrmy s maximální mírou chuti. Zároveň bez problému jsou dodržovány stanovené hraniční hodnoty.

V zásadě je možné měřit všechny oleje a tuky určené k fritování. Podíl polarizované skupiny ve zkoumaném celkovém množství fritovacího oleje se označuje jako hodnota % TPM (Total Polar Materials). Jiným typem měření oleje a tuku je sloupcová chromatografie. Přístroj TESTO 270 měří jak polarizované, tak nepolarizované částice, naproti tomu sloupcová chromatografie rozdělí tuk na polarizovanou a nepolarizovanou skupinu. Z toho důvodu může být v jednotlivých případech hodnota naměřená pomocí TESTO 270 vyšší nebo nižší než ta, kterou udává sloupcová chromatografie.

TESTO 270 je snadno použitelný v kantýnách, restauracích, a cateringu, v systémové gastronomii, v pekárnách, v potravinářském průmyslu.

Pro získání korektních výsledků měření musí být dodržovány určité zásady. Indukční fritězy jsou během měření vypnuté nebo se odebere vzorek fritovacího oleje, protože díky elektromagnetickému poli může dojít k chybným výsledkům měření. Během měření by neměly být ve fritěze žádné potraviny. V případě, kdyby fritěza byla používána, je nutné potravinu vyjmout a počkat cca 5 minut, jelikož by fritovaná potravina mohla ovlivnit výsledek měření. Před každým měřením nebo při přechodu z jedné fritovací nádoby do další je potřeba senzor očistit. Není vhodné se senzorem přístroje přibližovat ke kovovým částem fritězy (např. k fritovacímu koši, stěnám nádoby), poněvadž i to může ovlivnit výsledek měření. Dalším důvodem pro zajištění správného měření je pohyb senzoru vně fritězy a následné ustálení pro dokončení měření. Ke korektním výsledkům se používá opakované měření. V našem případě bylo měření provedeno 3krát. V případě překročení 24 % TPM je vhodné vyměnit fritovací olej.

5.3 Statistické zpracování

Výsledky byly statisticky vyhodnoceny pomocí programu Microsoft Excel® 2003.

6 VÝSLEDKY A DISKUZE

Analýza byla provedena ve 12 provozovnách Olomouckého kraje. Měření probíhalo po dobu cca 1 měsíce, kdy se do provozovny docházelo pravidelně v průměru po dobu 9-ti dnů. Pro korektnost výsledku bylo prováděno opakované měření. Naměřené hodnoty jednotlivých provozoven jsou vloženy v příloze (P II.). Postup zacházení s přístrojem viz metodika.

V současné době neexistují právní předpisy EU zabývající se kvalitou fritovacích olejů. Přesto, však některé jednotlivé země mají své vlastní právní předpisy nebo pokyny k řešení tohoto problému. Každá země si stanovila limity podle různých kritérií: teplota smažení, obsah volných mastných kyselin (FFA), bodu kouře, celkových polárních sloučenin (TPM) nebo polymerovaných triglyceridů (PTG). Přehled některých kritérií u vybraných zemí je uveden v následující tabulce (Tab. 1) [33, 65, 66].

Tab. 1 Předpisy týkající se opětovného použití smažících olejů

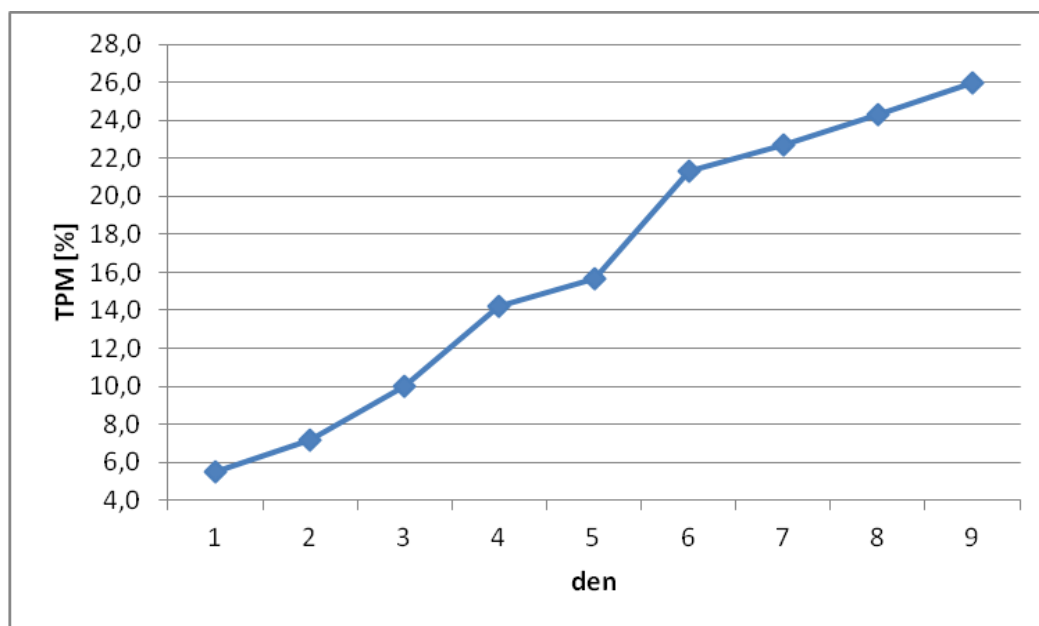
země	max. teplota smažení [°C]	FFA [%]	bod kouře [°C]	TPM [%]
Rakousko	180		170,0	27,0
Belgie	180	2,5	170,0	25,0
Chile		1,0	170,0	25,0
Francie	180			25,0
Německo			170,0	24,0
Maďarsko				25,0
Španělsko				25,0
Itálie				25,0
Japan		2,5	170,0	
Nizozemsko		4,5		27,0
Portugalsko				25,0
Švýcarsko			170,0	27,0
Thajsko				25,0
USA		2,0		

Naše analýza byla řízena předpisy pro Německo se stanoveným limitem hodnoty TPM 24 %.

Provozovna A

V provozovně A měření trvalo devět dnů. Po dobu trvání měření používali olej typu 100 % Fritovací olej – Dr. Oil's (výrobce AVENA s. r. o.) a Sunray – 100 % slunečnicový olej (dovozce HYGESIA s. r. o.).

Graf 1 Graf závislosti TPM na jednotlivých dnech v provozovně A

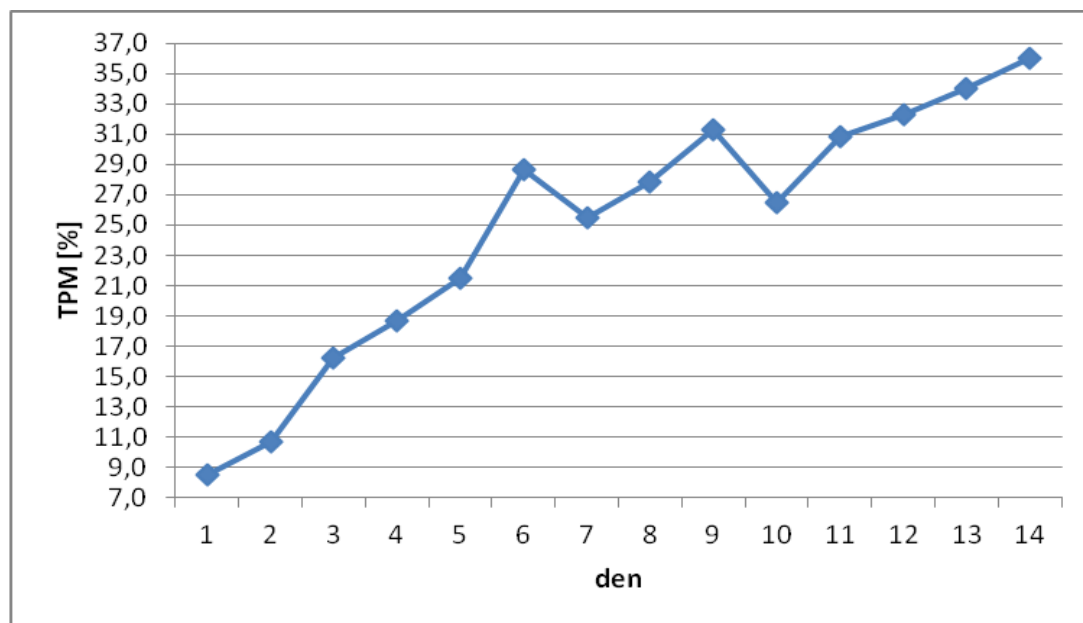


První den dosahovala teplota při měření 134,3 °C a hodnota TPM byla 5,5 %, této hodnoty bylo dosaženo díky tomu, že olej byl vyměněn zhruba hodinu před měřením. Ve fritéze byl použit olej 100 % Fritovací olej – Dr. Oil's. Druhého dne byla naměřena teplota 159,2 °C a hodnota TPM 7,2 %. V následujících třech dnech se pohybovala teplota v průměru 159,3 °C a hodnota TPM byla stanovena v rozmezí 10,0 – 15,7 %. Šestý den měření bylo dosaženo teploty 170,0 °C a hodnoty TPM 21,3 %. Rapidní zvýšení hodnoty TPM mohlo ovlivnit nadměrné používání fritézy během tohoto dne. Sedmého dne byl olej přelit do druhé fritézy a k tomuto oleji byl přilít cca 1,5 l druhého oleje (Sunray – 100 % slunečnicový olej). Tohoto dne byla naměřena teplota 157,7 °C a hodnota TPM 22,7 %. Následující den teplota dosahovala 171,7 °C a hodnota TPM 24,3 %. Posledního dne měření se olej vylíval při teplotě 50,3 °C a hodnotě TPM 26,0 %.

Provozovna B

V provozovně B měření trvalo dna týdny. Po dobu trvání měření používali olej Rostlinný tuk na fritování – GOLD Pack – Palmový tuk (výrobce Holandsko, dovozce VOG s. r. o.).

Graf 2 Graf závislosti TPM na jednotlivých dnech v provozovně B

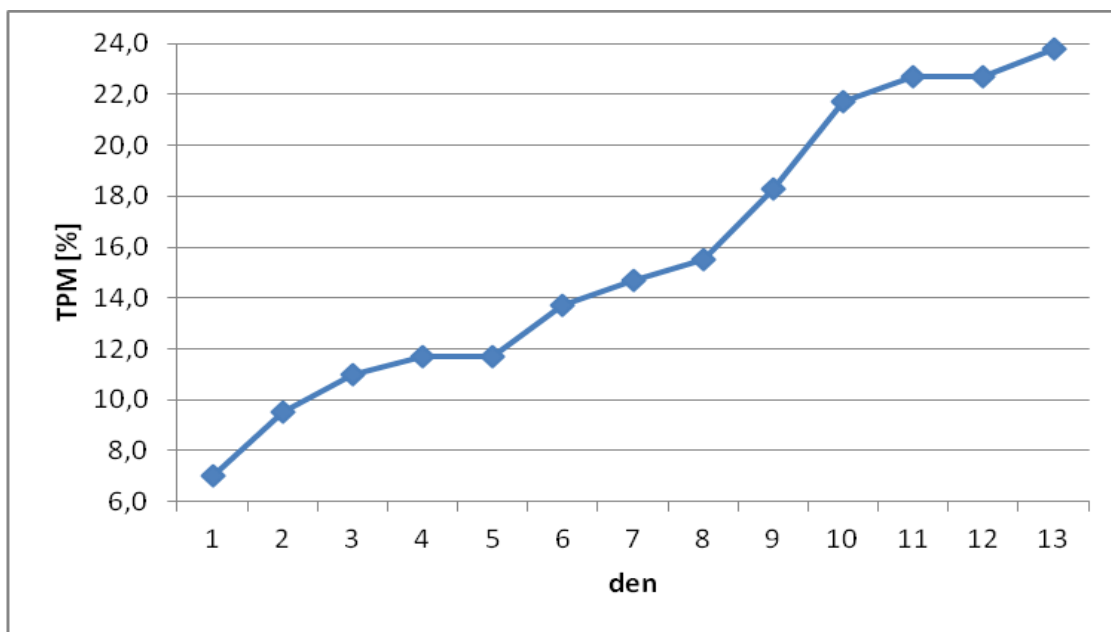


První den dosahovala teplota při měření 163,5 °C a hodnota TPM byla 8,5 %, i když byl olej vyměněn cca tři hodiny před měřením, tato hodnota byla vyšší z důvodu použití palmového tuku. V následujících čtyřech dnech se pohybovala teplota v průměru 151,9 °C a hodnota TPM byla stanovena v rozmezí 10,7 – 21,5 %. Šestý den měření bylo dosaženo teploty 154,8 °C a hodnoty TPM 28,7 %. Rapidní zvýšení hodnoty TPM mohlo ovlivnit nadměrné používání fritézy během tohoto dne. Sedmého dne bylo k oleji ve fritéze dolito cca 2,5 l palmového tuku. Tohoto dne byla naměřena teplota 147,3 °C a hodnota TPM 25,5 %. Ke snížení hodnoty TPM došlo v důsledku dolití čerstvého palmového tuku. V následujících dvou dnech byla průměrná teplota 159,9 °C a hodnota TPM se pohybovala v průměru 27,8 – 31,3 %. Desátého dne bylo ke stávajícímu oleji přidáno cca 3 l oleje stejného typu, což opět způsobilo snížení hodnoty TPM. Bylo dosaženo teploty 172,7 °C a hodnoty TPM 26,5 %. V navazujících třech dnech se pohybovala teplota v průměru 173,4 °C a hodnota TPM byla v rozmezí 30,8 – 34,0 %. Posledního dne měření se olej vy-líval při teplotě 76,0 °C a hodnotě TPM 36,0 %.

Provozovna C

V provozovně C měření trvalo třináct dnů. Po dobu trvání měření používali olej Rostlinný olej (výrobce AVENA s. r. o.).

Graf 3 Graf závislost TPM na jednotlivých dnech v provozovně C

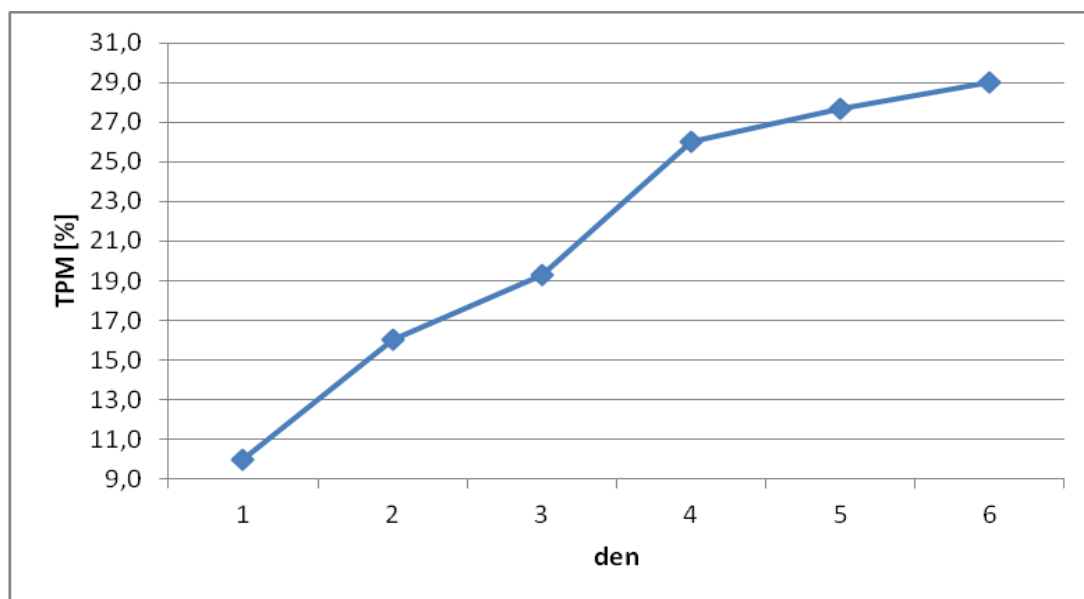


První den dosahovala teplota při měření 182,7 °C a hodnota TPM byla 7,0 %, i když se jedná o rostlinný olej, byl vyměněn v 9:20 hod., takže před měřením byl část dne hojně využíván. Druhého dne byla naměřena teplota 185,0 °C a hodnota TPM 9,5 %. V následujícím dnu bylo ke stávajícímu oleji přilito cca 1,5 l rostlinného oleje. Tohoto dne dosahovala teplota 143,0 °C a hodnota TPM byla 11,0 %. V dalších třech dnech, z nichž jeden bylo zavřeno se pohybovala teplota v průměru 176,4 °C a hodnota TPM byla stanovena v rozmezí 11,7 – 13,7 %. Sedmého dne bylo k oleji ve fritéze dolito cca 1,5 l oleje stejného typu. Měřením bylo dosaženo teploty 145,3 °C a hodnoty TPM 14,7 %. Následujícího dne bylo k oleji přidáno množství cca 1,0 l oleje. Tohoto dne byla naměřena teplota 186,3 °C a hodnota TPM 15,5 %. V dalších třech dnech byla průměrná teplota 159,9 °C a hodnota TPM se pohybovala v průměru 18,3 – 22,7 %. Dvanáctého dne byla provozovna zavřena. Poslední den měření se olej vylíval při teplotě 40,7 °C a hodnotě TPM 23,8 %. Takovýto hodnot provozovna dosáhla tím, že každý den olej cedila.

Provozovna D

V provozovně D měření trvalo šest dní. Po dobu trvání měření používali olej Lukana – fritovací olej vhodný pro fritování – rostlinný jedlý olej jednopruhový řepkový olej nízkoeurukový (výrobce LUKANA Oil a. s.).

Graf 4 Graf závislosti TPM na jednotlivých dnech v provozovně D

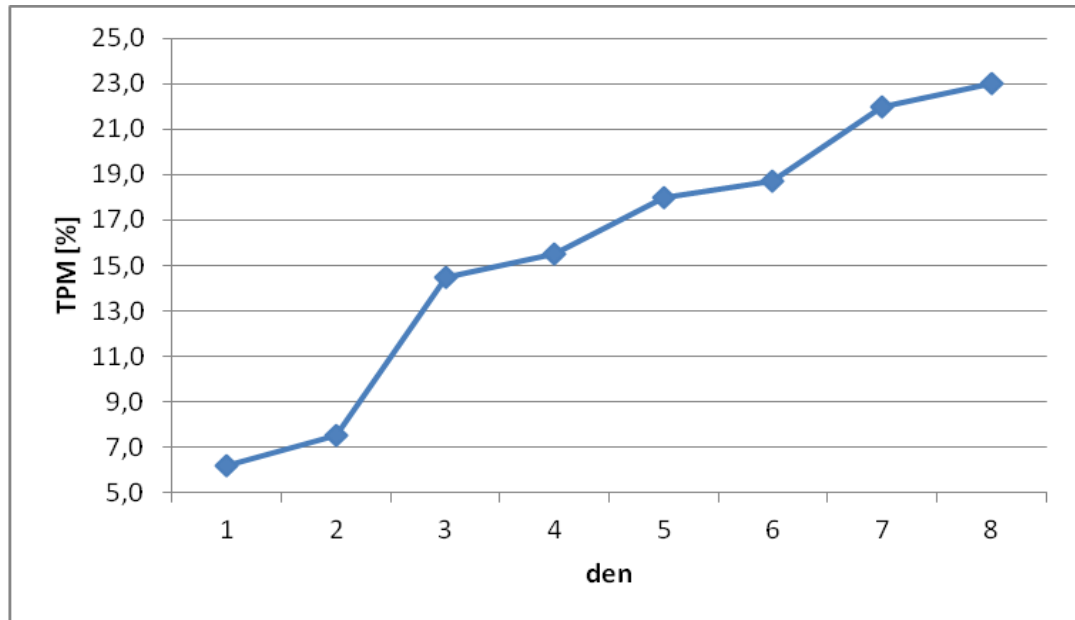


První den dosahovala teplota při měření 158,0 °C a hodnota TPM byla 10,0 %, i když se jedná o rostlinný olej, byl vyměněn v 10:00 hod., takže před měřením byl část dne hojně využíván. V dalších dvou dnech se pohybovala teplota v průměru 155,5 °C a hodnota TPM byla stanovena v rozmezí 16,0 – 19,3 %. Čtvrtého dne měření bylo dosaženo teploty 144,5 °C a hodnoty TPM 26,0 %. Rapidní zvýšení hodnoty TPM mohlo ovlivnit nadměrné používání fritézy během tohoto dne. Následujícího dne byla naměřena teplota 153,5 °C a hodnota TPM 27,7 %. Poslední den měření se olej vylíval při teplotě 98,2 °C a hodnotě TPM 29,0 %

Provozovna E

V provozovně E měření trvalo osm dní. Po dobu trvání měření používali olej 100 % řepkový olej – Dr. Oil's (výrobce AVENA s. r. o.).

Graf 5 Graf závislosti TPM na jednotlivých dnech v provozovně E

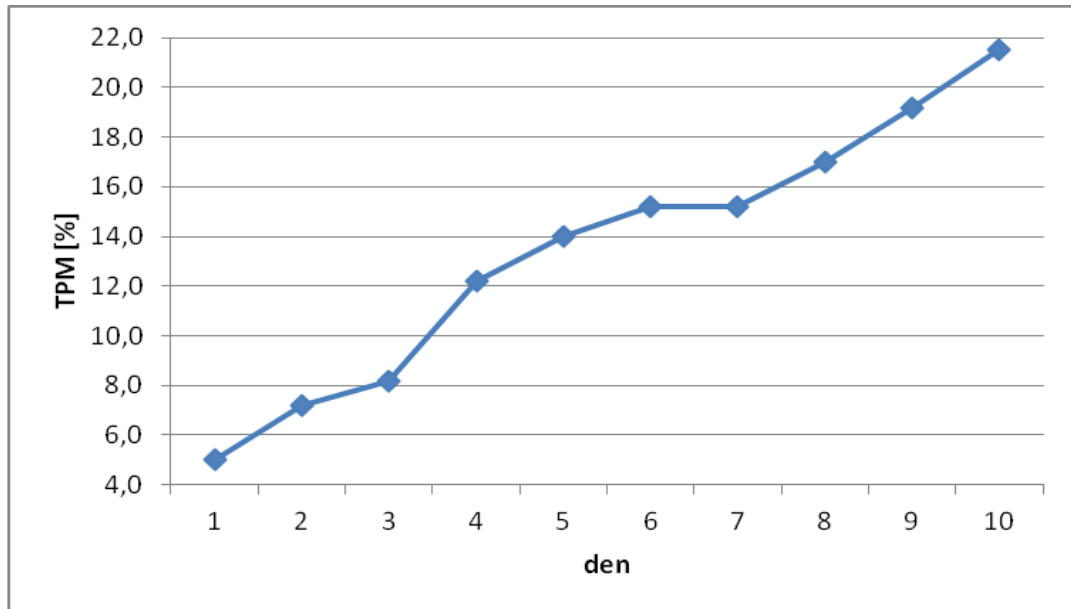


První den dosahovala teplota při měření 184,7 °C a hodnota TPM byla 6,2 %. V dalších dvou dnech byla naměřena teplota 167,6 °C a hodnota TPM byla stanovena v rozmezí 7,5 – 14,5 %. V následujícím dnu bylo ke stávajícímu oleji přilito cca 1,5 l řepkového oleje. Tohoto dne dosahovala teplota 166,8 °C a hodnota TPM 15,5 %. Pátého dne byla naměřena teplota 179,2 °C a hodnota TPM 18,0 %. Šestého dne byly k oleji ve fritéze dolity cca 2 l oleje stejného typu. Měřením bylo dosaženo teploty 176,7 °C a hodnoty TPM 18,7 %. Následujícího dne byla stanovena teplota 154,5 °C a hodnota TPM 22,0 %. Poslední den měření se olej vylíval při teplotě 53,2 °C a hodnotě TPM 23,0 %. Pátý den chtěla provozovna olej vyměnit, ale s ohledem na výsledky měření jí bylo doporučeno olej ponechat ve fritéze.

Provozovna F

V provozovně F měření trvalo deset dnů. Po dobu trvání měření používali olej 100 % řepkový olej – Dr. Oil's (výrobce AVENA s. r. o.).

Graf 6 Graf závislosti TPM na jednotlivých dnech v provozovně F

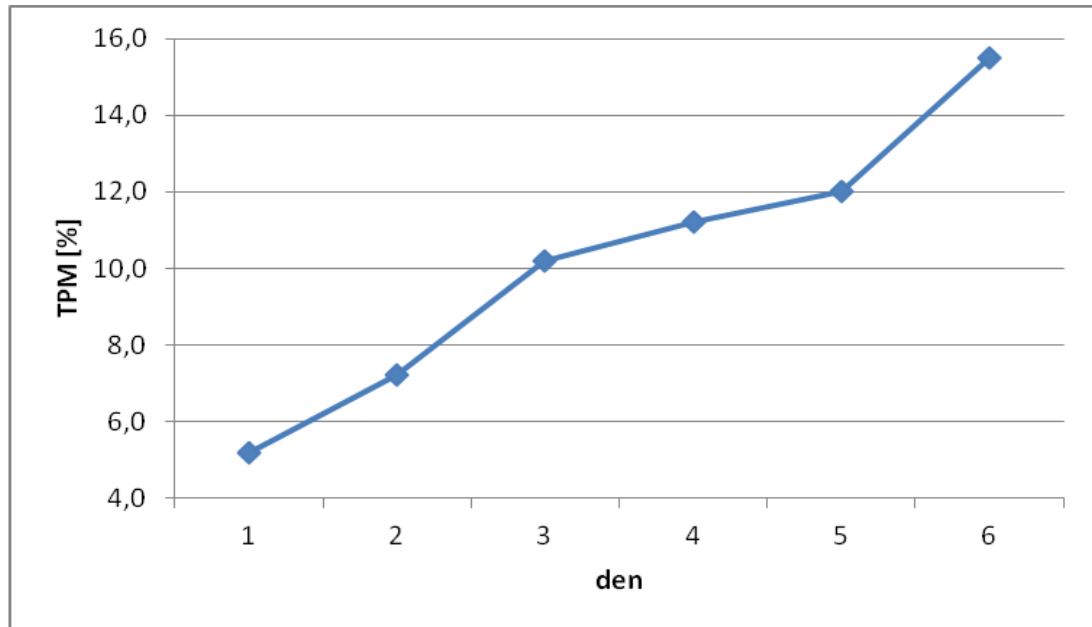


První den dosahovala teplota při měření 155,3 °C a hodnota TPM byla 5,0 %. V následujících třech dnech byla stanovena teplota průměrně 153,2 °C a hodnota TPM byla v rozmezí 7,2 – 12,2 %. V dalších dvou dnech se pohybovala teplota v průměru 156,0 °C a hodnota TPM byla stanovena v rozmezí 14,0 – 15,2 %. Sedmého dne byla provozovna uzavřena. Osmého a devátého dne byla naměřena průměrná teplota 157,8 °C a hodnoty TPM v rozmezí 17,0 – 19,2 %. Poslední den měření se olej vylíval při teplotě 61,2 °C a hodnotě TPM 21,5 %.

Provozovna G

V provozovně G měření trvalo šest dní. Po dobu trvání měření používali olej Magic Chef – Super Frit (dovozce NOWACO, výrobce USA).

Graf 7 Graf závislosti TPM na jednotlivých dnech v provozovně G

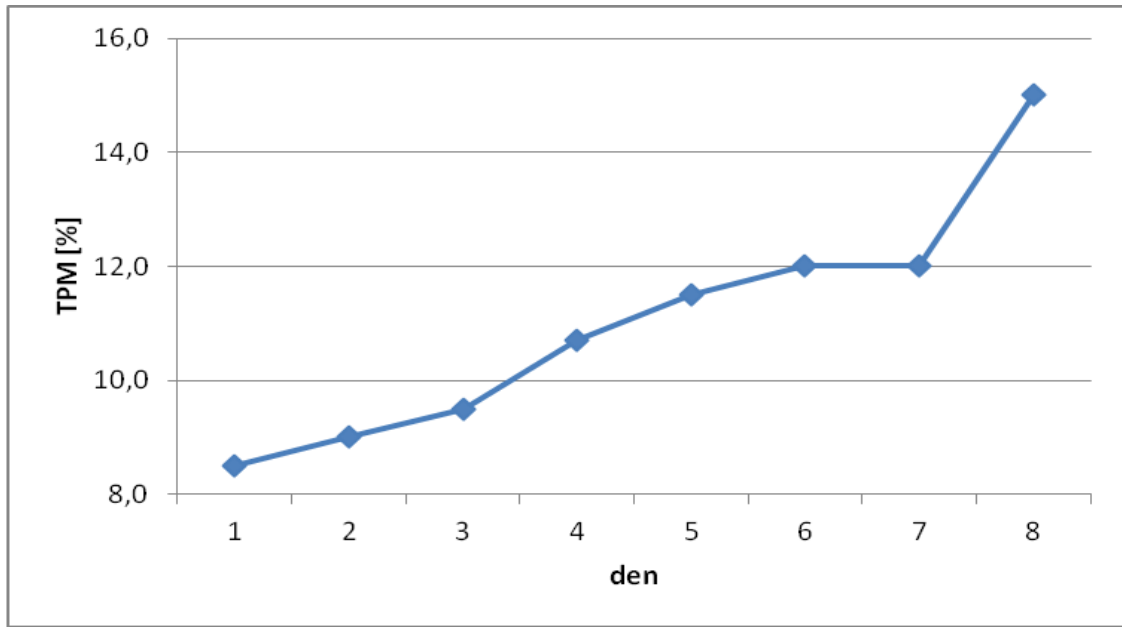


První den dosahovala teplota při měření 147,7 °C a hodnota TPM byla 5,2 %. V dalších třech dnech se pohybovala teplota v průměru 153,3 °C a hodnota TPM byla stanovena v rozmezí 7,2 – 11,2 %. Pátého dne měření bylo dosaženo teploty 145,2 °C a hodnoty TPM 12,0 %. Poslední den měření se olej vylíval při teplotě 125,2 °C a hodnotě TPM 15,5 %. I když hodnota TPM nebyla moc vysoká, i přesto měl olej hodně tmavou až černou konzistenci. Z tohoto důvodu měl být kontaktován dovozce tohoto oleje, ale distributor nebyl schopen na zadanou otázku odpovědět.

Provozovna H

V provozovně H měření trvalo osm dní. Po dobu trvání měření používali olej Palmavas – 100 % palmový olej (země původu Malajsie).

Graf 8 Graf závislosti TPM na jednotlivých dnech v provozovně H

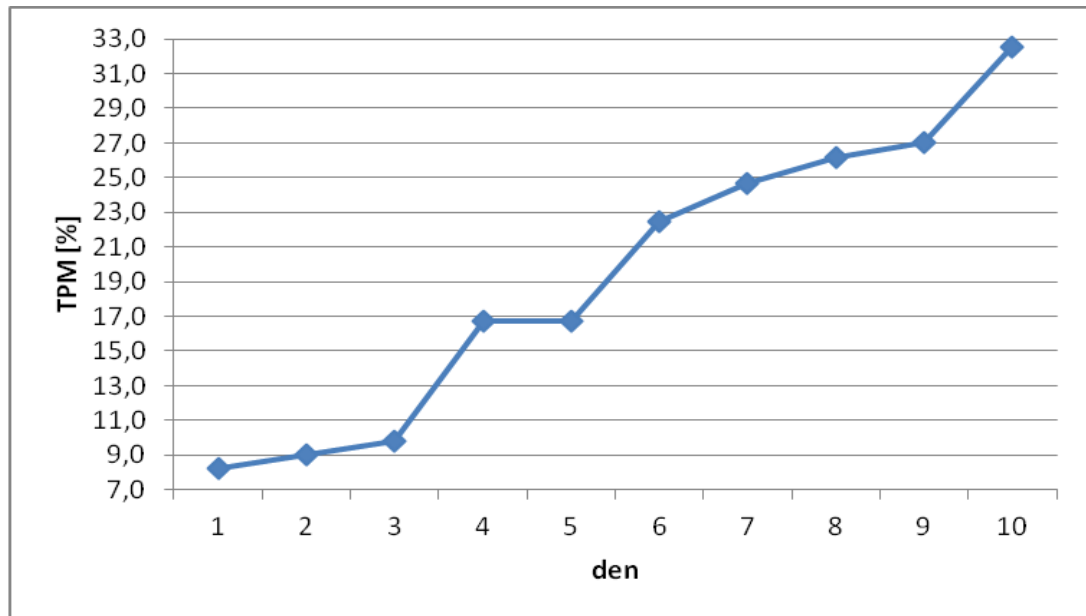


První den dosahovala teplota při měření 157,0 °C a hodnota TPM byla 8,5 %, i když byl olej vyměněn v dopoledních hodinách, tato hodnota byla vyšší z důvodu použití palmového oleje. Druhého dne byla naměřena teplota 162,3 °C a hodnota TPM 9,0 %. V následujících třech dnech dosahovala teplota průměrně 157,2 °C a hodnota TPM byla stanovena v rozmezí 9,5 – 11,5 %. Šestý den se pohybovala teplota okolo 159,3 °C a hodnota TPM 12,0 %. Sedmého dne byla provozovna uzavřena. Poslední den měření se olej vylíval při teplotě 41,0 °C a hodnotě TPM 15,0 %. I přesto že byla hodnota TPM tak nízká, provozovna ji vyměnila z důvodu začínajícího pění oleje ve fritéze.

Provozovna I

V provozovně I měření trvalo devět dnů. Po dobu trvání měření používali tuk typu 100 % rostlinný tuk – ELENA Fat P/N (země původu Německo) a Lukana – slunečnicový olej (výrobce LUKANA Oil a. s.).

Graf 9 Graf závislosti TPM na jednotlivých dnech v provozovně I

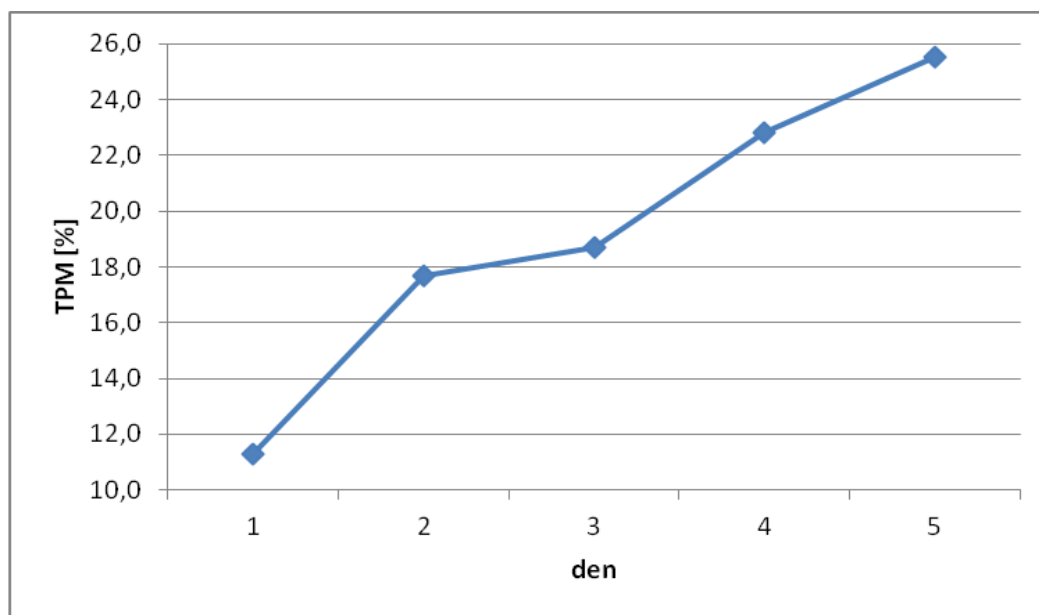


První den dosahovala teplota při měření 140,2 °C a hodnota TPM byla 8,2 %. Druhého a třetího dne byla naměřena teplota průměrně 157,8 °C a hodnota TPM v rozmezí 9,0 – 9,8 %. Čtvrtý den měření teplota dosahovala 170,2 °C a hodnota TPM 16,7 %. Rapidního zvýšení hodnota TPM mohla dosáhnout díky nadměrnému užívání fritézy během tohoto dne. Pátý den byla provozovna uzavřena. V následujících třech dnech byla stanovena průměrná teplota 172,0 °C a hodnota TPM v rozmezí 22,5 – 26,6 %. Devátého dne byl ke stávajícímu tuku přilít cca 1,0 l rostlinného oleje. Tohoto dne byla naměřena teplota 171,7 °C a hodnota TPM 27,0 %. Posledního dne měření byla směs tuku a oleje vyměněno při teplotě 68,8 °C a hodnotě TPM 32,5 %.

Provozovna J

V provozovně J měření trvalo pět dní. Po dobu trvání měření používali olej Lukana – fritovací olej vhodný pro fritování – rostlinný jedlý olej jednopruhový řepkový olej nízkoerukový (výrobce LUKANA Oil a. s.).

Graf 10 Graf závislosti TPM na jednotlivých dnech v provozovně J

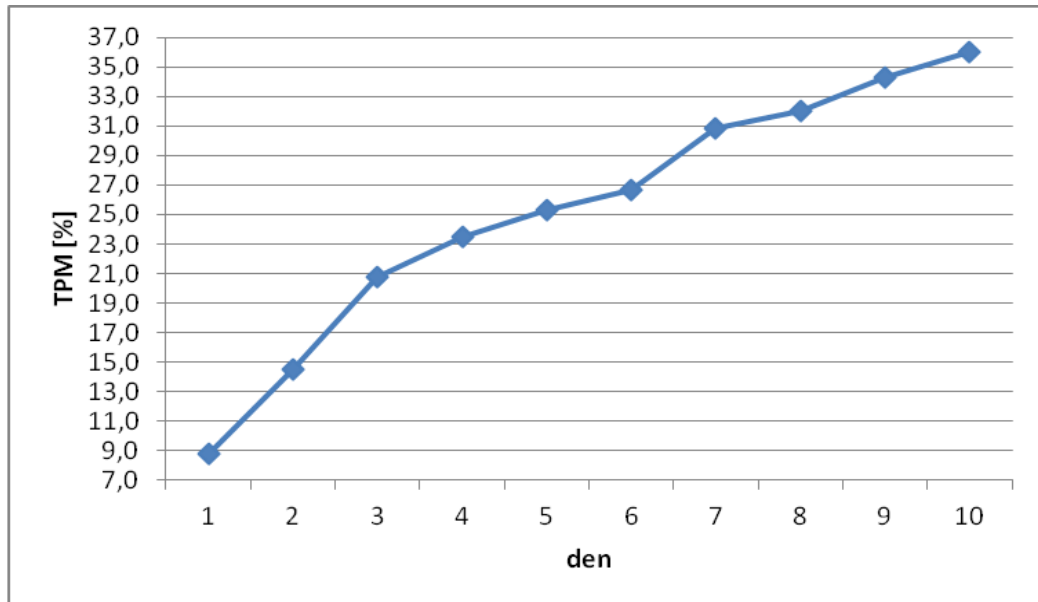


První den dosahovala teplota při měření 157,7 °C a hodnota TPM byla 11,3 %. I když se jedná o rostlinný olej, byl vyměněn v 10:00 hod., takže před měřením byl část dne hojně využíván. Druhého dne byla naměřena teplota 147,3 °C a hodnota TPM 17,7 %. Většího zvýšení hodnoty TPM mohlo být dosaženo díky nadměrnému užívání fritézy během tohoto dne. Následující den se pohybovala teplota okolo 177,0 °C a hodnota TPM byla stanovena 18,7 %. Čtvrtý den měření byla teplota 179,3 °C a hodnota TPM 22,8 %. Poslední den měření se olej vylíval při teplotě 70,8 °C a hodnotě TPM 25,5 %.

Provozovna K

V provozovně K měření trvalo deset dnů. Po dobu trvání měření používali olej typu 100 % Fritovací olej – Dr. Oil's (výrobce AVENA s. r. o.).

Graf 11 Graf závislosti TPM na jednotlivých dnech v provozovně K

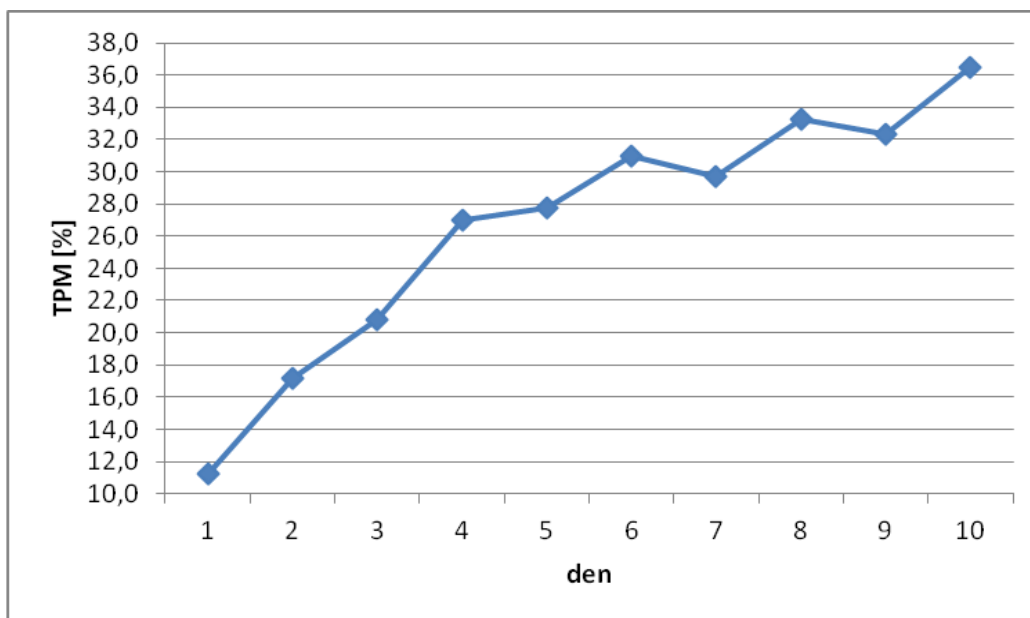


První den dosahovala teplota při měření 160,7 °C a hodnota TPM byla 8,8 %. Druhého dne byla naměřena teplota 160,3 °C a hodnota TPM 14,5 %. Následujícího dne se pohybovala teplota okolo 146,5 °C a hodnota TPM 20,8 %. Ke zvýšení hodnoty TPM mohlo dojít v důsledku toho, že v tento den byla fritéza hojně využívána. V dalších třech dnech bylo dosaženo průměrné teploty 164,8 °C a hodnota TPM byla stanovena v rozmezí 23,5 – 26,7 %. Sedmý den byla naměřena teplota 156,2 °C a hodnota TPM 30,8 %. V následujících dvou dnech byla stanovena teplota v průměru 153,6 °C a hodnota TPM v rozmezí 32,0 – 34,3 %. Posledního dne měření se olej vylíval při teplotě 42,0 °C a hodnotě TPM 36,0 %. Od sedmého dne olej nepříjemně zapáchal, ale i přesto v provozovně nedošlo k výměně tohoto oleje.

Provozovna L

V provozovně L měření trvalo deset dnů. Po dobu trvání měření používali olej Rostlinný tuk na fritování – GOLD Pack – Palmový tuk (výrobce Holandsko, dovozce VOG s. r. o.).

Graf 12 Graf závislosti TPM na jednotlivých dnech v provozovně L

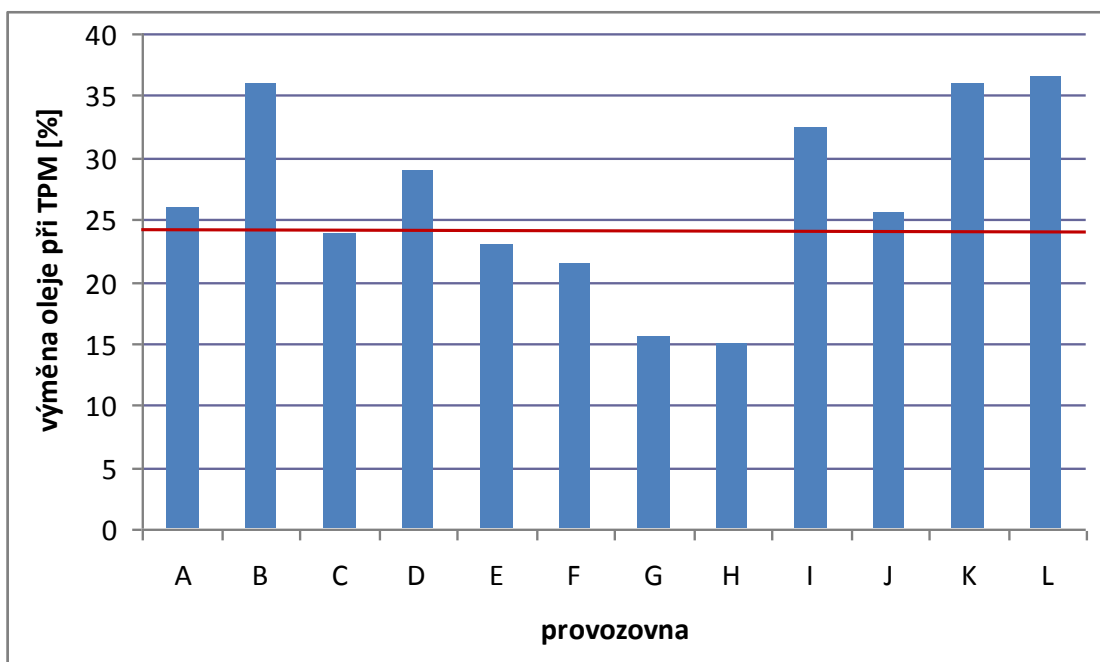


První den dosahovala teplota při měření 145,3 °C a hodnota TPM byla 11,2 %. I když byl olej vyměněn ráno, tato hodnota byla vyšší z důvodu použití palmového tuku. Následující den byla naměřena teplota 162,7 °C a hodnota TPM 17,2 %. Zvýšení hodnoty TPM mohlo ovlivnit nadměrné používání fritézy během tohoto dne. Třetího dne měření se teplota pohybovala okolo 157,3 °C a hodnota TPM 20,8 %. Čtvrtý den byla dosažena teplota 170,3 °C a hodnota TPM 27,0 %. K rapidnímu vzestupu hodnoty TPM mohlo dojít díky nadměrnému používání fritézy během tohoto dne. V následujících dvou dnech se pohybovala teplota v průměru 165,9 °C a hodnota TPM byla stanovena v rozmezí 27,8 – 31,0 %. Sedmý den bylo ke stávajícímu oleji přilito cca 1,5 l palmového tuku. V tento den dosáhla teplota 156,0 °C a hodnota TPM byla 29,7 %. Ke snížení hodnoty TPM došlo v důsledku dolití čerstvého palmového tuku. V následujícím dnu byl do fritézy přilít cca 1 l oleje stejného typu. Byla naměřena teplota 148,7 °C a hodnota TPM 33,3 %. Devátého dne bylo ke stávajícímu oleji přidáno cca 1,5 l nového oleje, což opět ovlivnilo mírné snížení hodnoty TPM. Teplota byla okolo 173,5 °C a hodnota TPM 32,3 %. Posledního dne měření se olej vylíval při teplotě 52,3 °C a hodnotě TPM 36,5 %.

7 SHRNU TÍ

V této kapitole bude řešeno porovnávání hodnoty TPM mezi jednotlivými provozovny, porovnání teplot oleje při smažení a délkou použití oleje ve fritéze.

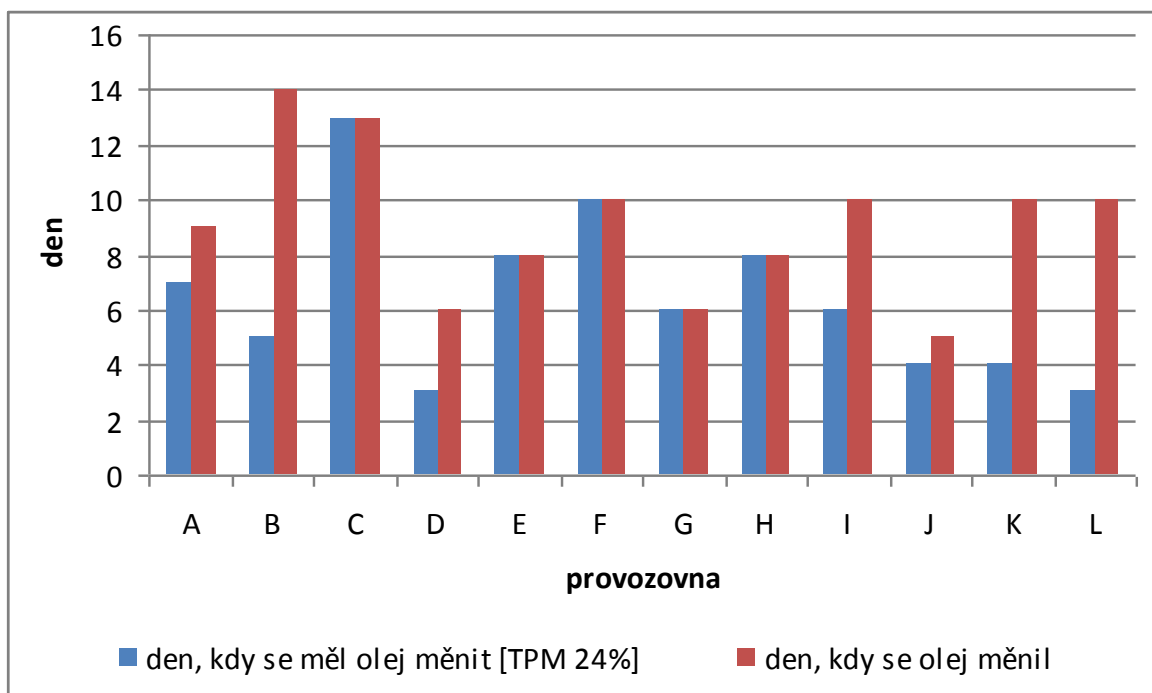
Graf 13 Graf výměny oleje při TPM v provozovně



Z grafu 13 vyplývá, že nejlepšími výsledky hodnot TPM dosáhla provozovna H z důvodu použití kvalitního palmového oleje. Provozovna by olej mohla i nadále používat, ale z důvodu toho, že olej ve fritéze začal pění, tak jej vyměnili. Mezi další provozovny, které nedosáhly hodnoty TPM 24 %, což je námi stanovený limit polárních sloučenin v oleji, patří provozovna G s hodnotou TPM 15,5 %, důvodem výměny oleje byla tmavá až černá konzistence použitého oleje, dále provozovna F s hodnotou TPM 21,5 %, která měla stejný problém jako provozovna G a provozovna E s hodnotou TPM 23,0 %. Tato provozovna chtěla olej ve fritéze již pátý den vyměnit, ale s ohledem na výsledky měření ji bylo doporučeno olej ve fritéze ponechat. Hraniční hodnoty TPM dosáhla provozovna C (TPM 23,8 %). Těsně nad hranicí hodnoty TPM 24 % dopadly provozovny J (TPM 25,5 %) a A (26,0 %). Mezi provozovny, které nedosáhly uspokojujících výsledků se řadí provozovna D s hodnotou TPM 29,0 %, provozovna I s hodnotou TPM 32,5 % a provozovny B a K s totožnou hodnotou TPM 36,0 %. Těchto neuspokojujících hodnot mohlo být dosaženo díky používání ne příliš kvalitních olejů, popřípadě častým fritováním.

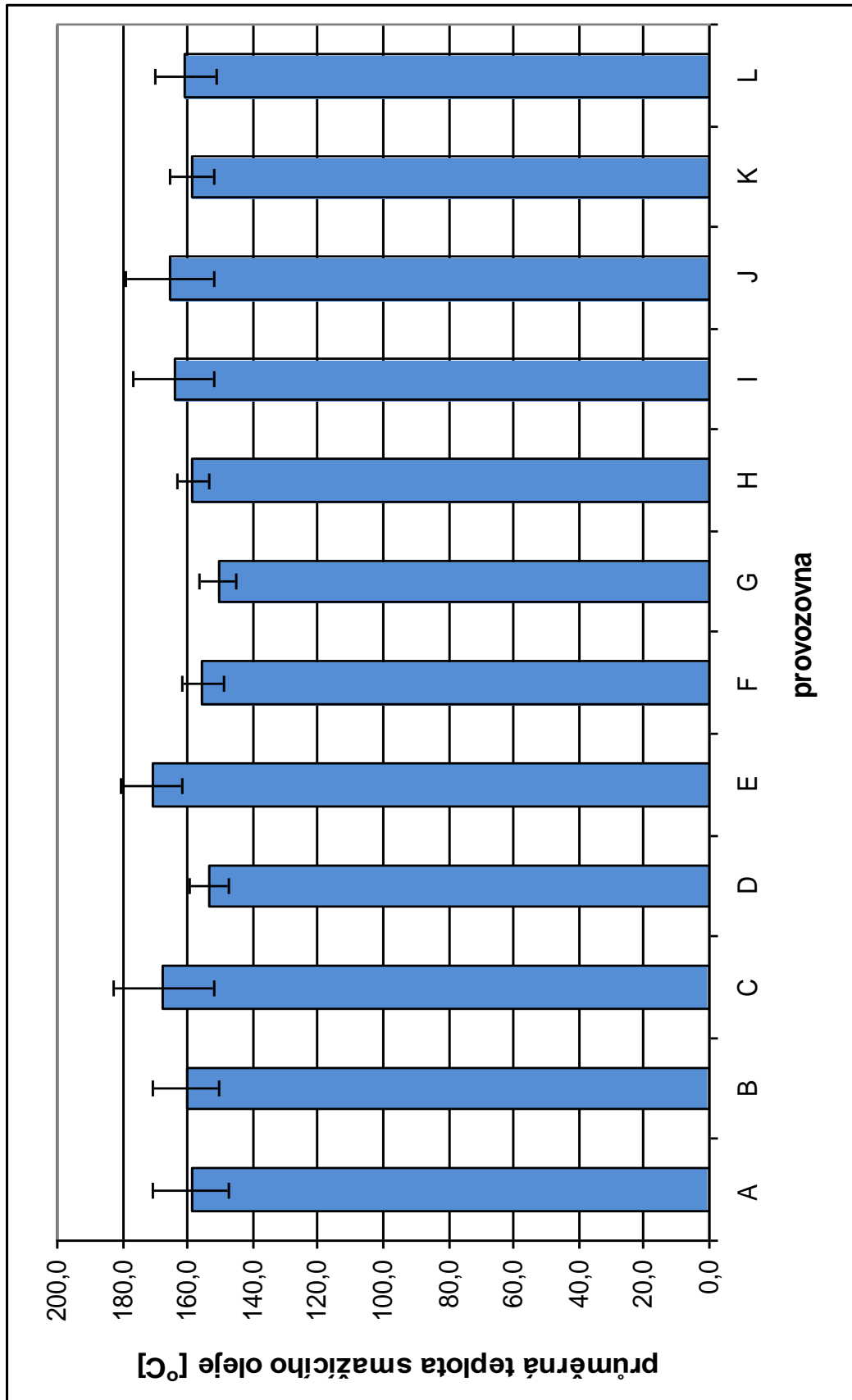
Nejhorších výsledků dosáhla provozovna L s hodnotou TPM 36,5 %. Z důvodu kolísání hodnot TPM, díky dolívání oleje, lze soudit, že provozovna nadměrně využívala fritézu.

Graf 14 Výměna oleje v jednotlivých provozovnách



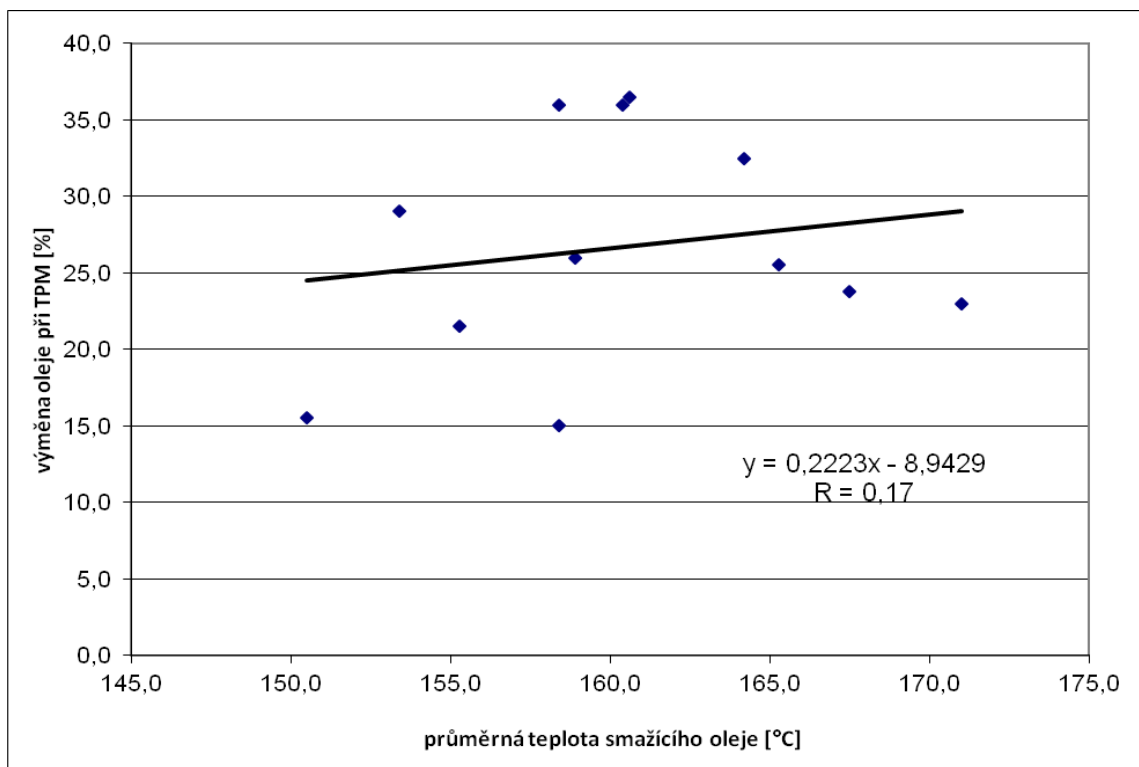
Z grafu 14 vyplývá, že pět provozoven vyměnilo olej včas, což odpovídá 41,67 % celkového počtu provozoven a zbývající provozovny překročily stanovený limit hodnoty TPM 24 %. Provozovna A měla olej měnit sedmého dne, ale vyměnila jej až dne devátého při hodnotě TPM 26 %. V provozovně B, která dopadla nejhůře, i přes upozornění, že olej není v pořádku si provozovna trvala na svém, že olej je v pořádku a nevyměnila jej. Z měření vyplývalo, že provozovna D měla měnit olej ve fritéze třetí den, což neučinila a vyměnila ho až o tři dny později při hodnotě TPM 29,0 %. Provozovna I měla olej vyměnit již šestý den, avšak k výměně došlo desátého dne, což mělo za následek, že hodnota TPM dosáhla 32,5 %. K mírnému překročení došlo v provozovně J, která olej vyměnila o den později, než měla. Z měření vyplývá, že provozovna K měla olej měnit již čtvrtý den, ale olej vyměnila až desátý den při hodnotě TPM 36,0 %. Provozovna L měla olej vyměnit již po třetím dnu, což se nestalo a olej používala třikrát déle. Podrobnější přehled výměny oleje viz příloha (P III.).

Graf 15 Teplota oleje v jednotlivých provozovnách



V deseti provozovnách bylo dosaženo průměrné teploty kolem 160,0 °C se směrodatnou odchylkou $\pm 9,64$. Nejvyšší průměrnou teplotu měla provozovna E 171,0 °C se směrodatnou odchylkou $\pm 9,70$. V provozovně G byla naměřena průměrná teplota 150,5 °C se směrodatnou odchylkou $\pm 5,63$. Podrobnější přehled naměřených teplot viz příloha (P IV.). Dále bylo zjišťováno, zda výše teploty ovlivní TPM (Graf 16).

Graf 16 Korelace průměrné teploty smažícího a hodnoty TPM



Z grafu 16 vyplývá, že teplota smažícího oleje v uvedených rozmezích a jednotlivých provozovnách neměla vliv na hodnoty TPM. Může to být způsobeno druhem použitého oleje a úzkým rozmezím používaných teplot. Pro konkrétnější výsledky je tedy třeba dalšího výzkumu.

Z celkové statistiky vyplývá, že průměrná hodnota TPM dosahovala hodnoty 26,69 % ve všech měřených provozovnách. V každé provozovně docházelo k výměně oleje v průměru devátý den, avšak ke splnění stanoveného limitu hodnoty TPM 24 % by měl být olej z fritézy vyměněn již po šesti dnech.

ZÁVĚR

Práce byla zaměřena na zjištění kvality fritovacích olejů ve vybraných restauracích. Jedním z cílů této práce bylo objasnění kvality fritovacích olejů, smažení potravin a změny probíhající během tepelné úpravy.

Ke zjištění kvality oleje existuje mnoho laboratorních metod, ale také rychlá metoda založená na principu dielektrické konstanty. Hlavním parametrem pomocí rychlé metody je hodnota celkových polárních sloučenin (TPM), které vznikají oxidací v oleji.

Celá analýza byla provedena ve 12 provozovnách Olomouckého kraje. Z dosažených výsledků bylo zjištěno, že nejlepších výsledků hodnot TPM dosáhla provozovna H (15 %) z důvodu použití kvalitního palmového oleje. Provozovna by olej mohla i nadále používat, ale z důvodu toho, že olej ve fritéze začal pěnit, tak jej vyměnili. Na druhou stranu nejhorších výsledků dosáhla provozovna L s hodnotou TPM 36,5 %. Z důvodu kolísání hodnot TPM, díky dolívání oleje, lze soudit, že provozovna nadměrně využívala fritézu.

Dle dalších výsledků bylo zjištěno, že 41,67 % z celkového počtu provozoven vyměnil olej včas a tím pádem nepřekročily stanovený limit hodnoty TPM 24 %. Průměrná teplota smažicího oleje ve všech provozovnách se pohybovala okolo 160,3 °C se směrodatnou odchylkou $\pm 9,3$. Dle propočtu se také zjistilo, že průměrná teplota smažicího oleje neměla vliv na hodnoty TPM.

Z celkové statistiky bylo zjištěno, že průměrná hodnota TPM dosahovala hodnoty 26,69 % ve všech měřených provozovnách. V každé provozovně docházelo k výměně oleje v průměru devátý den, avšak ke splnění stanoveného limitu hodnoty TPM 24 % by měl být olej z fritézy vyměněn již po šesti dnech.

Negativní účinky oxidovaných lipidů na lidské zdraví, vznikající při smažení potravin, jsou známy. Z těchto důvodů se doporučuje při zvýšeném příjmu smažených pokrmů zvýšit hladinu přijímaných přirozených antioxidantů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HRABĚ, J., O. ROP a I. HOZA. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. 1. vyd. Zlín: UTB, 2006. 178 s. ISBN 80-7318-372-2
- [2] VELÍŠEK, J. a J. HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin I*. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009. 602 s. ISBN 978-80-86659-15-2.
- [3] DOSTÁL, J. a P. KAPLAN. *Lékařská chemie II*. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 2003. ISBN 80-210-2731-2.
- [4] ULLRICH, L. *Chémia a technológia jedlých tukov a olejov*. 1. vyd. Bratislava: SVTL, 1963.
- [5] HOZA, I. a D. KRAMÁŘOVÁ. *Potravinářská biochemie I*. 1. vyd. Zlín: UTB, 2005. 168 s. ISBN 80-7318-295-5.
- [6] DAVÍDEK, J., G. JANÍČEK a J. POKORNÝ. *Chemie potravin*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1983. ISBN 04-851-83.
- [7] ODSTRČIL, J. a M. OSDTRČILOVÁ. *Chemie potravin*. 1. vyd. Brno: NCONZO, 2006. 164 s. ISBN 80-7013-435-6.
- [8] Vzdělávací portal Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. *Biochemie* [online]. CEPAC, © 2007 [cit. 2012-01-15]. Dostupné z:
http://utbfiles.cepac.cz/moduly/M0021_biochemie/distancni_text/M0021_biochemie_distancni_text.pdf
- [9] VELÍŠEK, J. a J. HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin* (soubor). 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009. 602 s. ISBN 978-80-86659-17-6.
- [10] KUBOV, S. The Influence of Positional Distribution of Fatty Acids in Native, Interesterified and Structure-specific Lipids on Lipoprotein Metabolism Andatherogenesis. *Elsevier Science Inc*. 1996. p. 530 – 541.
- [11] INGR, I. *Zpracování zemědělských produktů*. 2. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001. 249 s. ISBN 80-7157-520-8.
- [12] WOLF, A. a J. HORÁČEK. *Hygienu výživy*. Praha: Avicenum, 1985. 380 s.

- [13] MAROUNEK, M., P. BŘEZINA a J. ŠIMŮNEK. *Fyziologie a hygiena výživy*. 2. vyd. Vyškov: VVŠ PV, 2003. 148 s. ISBN 80-7231-106-9.
- [14] POKORNÝ, P. a L. DUBSKÁ. *Technologie tuků*. Praha: SNTL, 1986. 370 s.
- [15] ZAJÍC, J. a M. BAREŠ. *Chemie a technologie tuků*. 1. vyd. Praha: MON, 1988. 244 s.
- [16] ROSSELL, J. *Frying: improving quality*. Boca Raton, FL: CRC Press/ Woodhead Pub, 2001. 369 s. ISBN 978-85573-556-9
- [17] ŠALEK, M. Dobře utajené *trans*-tuky. *Týden*. 2006. č.43. s. 24 – 25
- [18] CHOE, E. a D. B. MIN. Chemistry of Deep-Fat Frying Oils. *Journal of Food Science*. 2007. Vol. 72 (5). p. 77 – 86. ISSN 0022-1147.
- [19] MIN, D. B. Importance of Lipid-derived Volatiles to Vegetable and Fruit Flavor. *Journal of American Oil Chemists: Buttery*. 1989. p. 156 - 165
- [20] BLUMENTHAL, M. A New Look at the Chemistry and Physics of Deep Fat Frying. *Food Technology*. 1991. Nr. 45. p. 68-71
- [21] KOZEMPEL, M. F., P. M. TOMASULA a J. C. CRAIN. Correlation of Moisture and Oil Concentration. *Technology*. 1991. Nr. 24. p. 445
- [22] BOSKOU, D. *Frying of Food*. Lancaster: Technomic, 1999. 183 s.
- [23] LEDAHUDEK, J. a J. POKORNÝ. Effect of Free Fatty Acids on the Flavour of Frying Oil. *Nahrung*. 1991. Nr. 35. s. 1071
- [24] GIL, B. a A. P. HANDEL. The Effect of Surfactants on the Interfacial Tension of Frying Oil. *Journal of the American Oil Chemists: Society*, 1995. Vol. 72 (8). p. 951 – 955.
- [25] MÁRQUEZ-RUIZ, G. a C. DOBARGANES. Fatty Acid Formation during Frying. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1996. Vol. 70. p. 120 – 126.
- [26] PERKINS, E. a M. ERICKSON. *Deep Frying*. Champaign: AOCS Press, 1996. 447 s.
- [27] BOSKOU, D. a I. ELMADFA. *Frying of food: oxidation, nutrient and non-nutrient antioxidants, biologically active compounds and high temperatures*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2010. ISBN 978-1-4398-0682-1.

- [28] *Sborník přednášek z XL. mezinárodní konference technologie a analytiky tuků. Harrachov 15. – 17. 5. 2002.* Ústí nad Labem: SETUZA, 2002. 170 s. ISBN 80-86238-22-9
- [29] HOUHOULA, D., V. OREOPOULOU, C. TZIA. The Effect of Process Time and Temperature in during Deep-fat Frying. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2003. Vol. 83. p. 314 – 319.
- [30] TOMPKINS, C. a E. PERKINS. Frying Performance of Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 2000. Vol. 77. p. 223 – 229.
- [31] ZAINAL, Z. a H. D. ISENGARD. Determination of Total Polar Material in Frying Oil using Accelerated solvent Extraction. *Lipid Technology: Wiley-VCH*, 2010. Vol. 22. P. 134 – 136.
- [32] TAKEUCHI, H., S. SEKINE, A. SETO a J. C. STANLEY. Lipids, Fats and Oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2009. Vol. 111.
- [33] BANSAL, G., W. ZHOU, P. J. BARLOW, P. S. JOSHI, H. L. LO a Y. K. CHUNG. Review of Rapid Tests Available for Measuring the Quality Changes in Frying Oils and Comparison with Standard Methods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2010. Vol. 50. Issue 6. p. 503 - 514.
- [34] SANLI, H., M. CANACKI a E. ALPTEKIN. Characterization of Frying Oils Obtained from Different Facilities. *Bioenergy Technology: World Renewable Energy Congress*. Linköping. 2011.
- [35] ZHENG, J. přednáška – Adsorbent Treatment of Frying Oil and the Impact on Health and Nutrition. Shangyu: Jiehua Chemical Co.
- [36] *Polární sloučeniny v čerstvém a použitém oleji* [online]. [cit. 2012-03-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.asiafoodjournal.com/article/testo-265-conserving-oil-quality/2331>>
- [37] HRABĚ, J., P. VALÁŠEK a P. BŘEZINA. *Technologie výroby potravin živočišného původu*. 1. vyd. Zlín: UTB, 2006. 180 s. ISBN 80-7318-405-2.
- [38] RAHMAN, M. S. *Handbook of Food Preservation*. New York: CRC Press, 2007. 1068 s. ISBN 1-57444-606-1

- [39] HRABĚ, J. a A. KOMÁR. *Technologie, zbožiznalství a hygiena potravin*. 1. vyd. Vyškov: VVŠPV, 2003. 163 s.
- [40] BELITZ, H. D., W. GROSCH a P. SCHIEBERLE. *Food Chemistry*. 4th ed. Heidelberg: Springer, 2009. 1070 s. ISBN 978-3-540-69933-0.
- [41] AKOH, C. C. a D. B. MIN. *Food Lipids – Chemistry, Nutrition and Biotechnology*. 2nd ed. New York: Marcel Decker, 2002. 1014 s. ISBN 0-8247-0749-4.
- [42] STIER, R. F. Chemistry of Frying and Optimization of deep-fat Fried Food Flavour. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2000. Vol. 102. Issue 8 – 9. p. 507 – 514.
- [43] POKORNÝ, J. a L. PARKÁNYIOVÁ. Smažení potravin z pohledu chemika. *Chemické listy*. 2001. č. 95. s. 616 – 620.
- [44] BLUMENTHAL, M. M. a R. F. STIER. Optimization of deep-fat Frying Operations. *Trends in Food Science and Technology*. 1991. Vol. 2. p. 144 – 148.
- [45] RÉBLOVÁ, Z., J. KUDRNOVÁ, L. TROJÁKOVÁ a J. POKORNÝ. Effect of Rosemary Extracts on the Stabilization of Frying Oil during deep-fat Frying. *Journal of Food Lipids*. 1999. Vol. 6. Issue 1. p. 13 – 23.
- [46] FRIEDMAN, B. Absorbent Antioxidant Provides Optimum Frying in Restaurant and Fast Food Fryers. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2000. Vol. 102. Issue 8 – 9. p. 560 – 565.
- [47] GERTZ, Ch., S. KLOSTERMANN a S. P. KOCHHAR. Testing and Comparing Oxidative stability of Vegetable Oils and Fats at Frying Temperature. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2000. Vol. 102. Issue 8 – 9. p. 543 – 551.
- [48] SIKORSKI, Z. E. a A. KOŁAKOWSKA. *Chemical and Functional Properties of Food Lipids*. 1st ed. Boca Raton: CRC Press, 2002. 388 s. ISBN 1-58716-105-6.
- [49] WU, Ch.-M. a S.-Y. CHEN. Volatile Compounds in Oils after deep Frying or stir Frying and Subsequent Storage. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 1992. Vol. 69. Issue 9. p. 858 – 866.

- [50] SEDLÁČKOVÁ, H. a P. OTOUPAL. *Technologie přípravy pokrmů*. 1. vyd. Praha: FORTUNA, 1998. 85 s. ISBN 80-716-8571-2
- [51] BRENNAN, J. G. *Food Processing Handbook*. Weinheim: Wiley – VCH, 2006. 582 s. ISBN 978-3-527-30719-7
- [52] DANA, D. a I. S. SAGUY. Frying of Nutritious Food: Obstacles and Feasibility. *Food Science and Technology Research*. 2001. Vol. 7. p. 265 – 279. ISSN 1881-3984
- [53] MOREIRA, R. G., M. E. CASTELL-PEREZ a M. A. BARRUFET. *Deep Fat Frying: Fundamentals and Applications*. Aspen: Aspen Publication, 1999. 350 s. ISBN 0-8342-1321-4.
- [54] NEJEDLÝ, B. *Proč zdravě jíst? aneb, jak déle žít*. Benešov: Start, 1997. 281 s. ISBN 80-902-0056-7.
- [55] POLLMER, U., C. HOICKE a H. U. GRIMM. *Víš co jíš? Co všechno se ukrývá v potravinách*. 1. vyd. Olomouc: FONTÁNA, 2006. 272 s. ISBN 80-7336-092-6
- [56] DOSTÁLOVÁ, J. *Co se děje s potravinami při přípravě pokrmů*. 1. vyd. Praha: Forsapi, 2008. 53 s. ISBN 978-809-0382-084.
- [57] CAVENDISH, M. Cholesterol a tuky. *Svět poznání*. 2001. č. 207. s. 583 - 586
- [58] DLOUHÝ, P. a M. ANDĚL. Margaríny a ateroskleróza. *Vesmír*. 2006. č. 85. s. 686 - 688
- [59] BLÁHOVÁ, K. *Olivový olej a další oleje*. 1. vyd. Praha: SUN, 2011. 88 s. ISBN 78-80-7371-351-5
- [60] NORMANOVÁ, J. *Oleje, octy a jiné přísady*. 2. vyd. Praha: SLOVART, 2004. 40 s. ISBN 80-7209-531-5
- [61] OBRETENOV, T. D., S. D. IVANOVA, M. J. KUNTCHEVA a G. T. SOMOV. Melanoidin formation in cooked meat products. *Journal of the Agriculture: Food Chemistry*. Vol. 41. 1993. p. 653
- [62] JANOTOVÁ, L., H. ČÍŽKOVÁ a M. VOLDŘICH. Smažení potravin a kvalita olejů používaných ve stravovacích službách. *Výživa a potraviny*. 2009. č. 6. s. 153 – 155. ISSN 1211-846X

- [63] POKORNÝ, J. a Z. RÉBLOVÁ. Effect of Food Components on Changes in Frying Oil. *Food Technology and Biotechnology*. 1999. Vol. 37. p. 139
- [64] BRATAKOS, M. S., T. F. ZAFIROPOULOS a P. A. SISKOS. Minerals Components lossen on Cooking Food. *International Journal of Food Science and Technology*. 1988. Vol. 25. p. 585 – 590.
- [65] STIER, R. F. Process Control – Ensuring the Safety and Quality of Fried Foods. *Food Safety Magazine*. 2007. Issue June/July.
- [66] GOODBURN, K. *EU Food Law – A Practical guide*. 1st ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2001. ISBN 1-85573-557-1.
- [67] *Přístroj TESTO 270* [online]. [cit. 2012-03-30]. Dostupný z WWW: <http://www.donwolf.com/struments-temperature-testo-270-cooking-oil-testerd41d.html>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

TPM	Total Polar Materials
EPA	kyselina eikosapentaenová
DHA	kyselina dokosahexaenová
BHT	Butylhydroxytoluen
BHA	Butylhydroxyanisol
EU	Evropská unie
DFD	Dark Firm Dry
FFA	Volné mastné kyseliny
PTG	Polymerované triglyceridy
USA	Spojené státy Americké

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Obecný vzorec triacylglycerolu	17
Obr. 2 Polární sloučeniny v čerstvém a použitém oleji	22
Obr. 3 Vliv doby smažení na sensorickou jakost smažených bramborových hranolků	24
Obr. 4 Přístroj měření TESTO 270	67

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Předpisy týkající se opětovného použití smažících olejů	38
Tab. 2 Naměřené hodnoty provozovny A	68
Tab. 3 Naměřené hodnoty provozovny B	68
Tab. 4 Naměřené hodnoty provozovny C	69
Tab. 5 Naměřené hodnoty provozovny D	69
Tab. 6 Naměřené hodnoty provozovny E	69
Tab. 7 Naměřené hodnoty provozovny F	70
Tab. 8 Naměřené hodnoty provozovny G	70
Tab. 9 Naměřené hodnoty provozovny H	70
Tab. 10 Naměřené hodnoty provozovny I	71
Tab. 11 Naměřené hodnoty provozovny J	71
Tab. 12 Naměřené hodnoty provozovny K	71
Tab. 13 Naměřené hodnoty provozovny L	72

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Graf závislosti TPM na jednotlivých dnech v provozovně A.....	39
Graf 2 Graf závislosti TPM na jednotlivých dnech v provozovně B.....	40
Graf 3 Graf závislost TPM na jednotlivých dnech v provozovně C.....	41
Graf 4 Graf závislosti TPM na jednotlivých dnech v provozovně D.....	42
Graf 5 Graf závislosti TPM na jednotlivých dnech v provozovně E.....	43
Graf 6 Graf závislosti TPM na jednotlivých dnech v provozovně F.....	44
Graf 7 Graf závislosti TPM na jednotlivých dnech v provozovně G.....	45
Graf 8 Graf závislosti TPM na jednotlivých dnech v provozovně H.....	46
Graf 9 Graf závislosti TPM na jednotlivých dnech v provozovně I.....	47
Graf 10 Graf závislosti TPM na jednotlivých dnech v provozovně J.....	48
Graf 11 Graf závislosti TPM na jednotlivých dnech v provozovně K.....	49
Graf 12 Graf závislosti TPM na jednotlivých dnech v provozovně L.....	50
Graf 13 Graf výměny oleje při TPM v provozovně.....	51
Graf 14 Výměna oleje v jednotlivých provozovnách.....	52
Graf 15 Teplota oleje v jednotlivých provozovnách.....	53
Graf 16 Korelace průměrné teploty smažícího a hodnoty TPM.....	54

SEZNAM PŘÍLOH

- P I TESTO 270
- P II Naměřené hodnoty provozoven
- P III Výměna oleje v jednotlivých provozovnách
- P IV Teplota oleje v jednotlivých provozovnách

PŘÍLOHA P I: TESTO 270



Obr. 4 Přístroj měření TESTO 270 [67]

PŘÍLOHA P II: NAMĚŘENÉ HODNOTY PROVOZOVEN

Tab. 2 Naměřené hodnoty provozovny A

provozovna		A		
den:	datum:	teplota [°C]:	TPM [%]:	PTG [%]:
1	9.12.2011	134,3	5,5	2,8
2	10.12.2011	159,2	7,2	3,6
3	11.12.2011	153,3	10,0	5,0
4	12.12.2011	169,3	14,2	7,1
5	13.12.2011	155,3	15,7	7,9
6	14.12.2011	170,0	21,3	10,7
7	15.12.2011	157,7	22,7	11,4
8	16.12.2011	171,7	24,3	12,2
9	17.12.2011	50,3	26,0	13,0

Tab. 3 Naměřené hodnoty provozovny B

provozovna		B		
den:	datum:	teplota [°C]:	TPM [%]:	PTG [%]:
1	29.11.2011	163,5	8,5	4,3
2	30.11.2011	149,7	10,7	5,4
3	1.12.2001	157,5	16,2	8,1
4	2.12.2011	144,5	18,7	9,4
5	3.12.2011	155,8	21,5	10,8
6	4.12.2011	154,8	28,7	14,4
7	5.12.2011	147,3	25,5	12,3
8	6.12.2011	162,5	27,8	13,9
9	7.12.2011	157,3	31,3	15,7
10	8.12.2011	172,7	26,5	13,3
11	9.12.2011	172,0	30,8	15,4
12	10.12.2011	178,0	32,3	16,2
13	11.12.2011	170,2	34,0	17,0
14	12.12.2011	76,0	36,0	18,0

Tab. 4 Naměřené hodnoty provozovny C

provozovna		C		
den:	datum:	teplota [°C]:	TPM [%]:	PTG [%]:
1	16.11.2011	182,7	7,0	3,5
2	17.11.2011	185,0	9,5	4,8
3	18.11.2011	143,0	11,0	5,5
4	19.11.2011	172,5	11,7	5,9
5	20.11.2011	zavřeno		
6	21.11.2011	180,5	13,7	6,9
7	22.11.2011	145,3	14,7	7,4
8	23.11.2011	186,3	15,5	7,8
9	24.11.2011	158,3	18,3	9,2
10	25.11.2011	163,3	21,7	10,9
11	26.11.2011	158,0	22,7	11,4
12	27.11.2011	zavřeno		
13	28.11.2011	40,7	23,8	11,9

Tab. 5 Naměřené hodnoty provozovny D

provozovna		D		
den:	datum:	teplota [°C]:	TPM [%]:	PTG [%]:
1	21.11.2011	158,0	10,0	5,0
2	22.11.2011	162,3	16,0	8,0
3	23.11.2011	148,7	19,3	9,7
4	24.11.2011	144,5	26,0	13,0
5	25.11.2011	153,5	27,7	13,9
6	26.11.2011	98,2	29,0	14,5

Tab. 6 Naměřené hodnoty provozovny E

provozovna		E		
den:	datum:	teplota [°C]:	TPM [%]:	PTG [%]:
1	21.11.2011	184,7	6,2	3,1
2	22.11.2011	173,0	7,5	3,8
3	23.11.2011	162,2	14,5	7,3
4	24.11.2011	166,8	15,5	7,8
5	25.11.2011	179,2	18,0	9,0
6	26.11.2011	176,7	18,7	9,4
7	27.11.2011	154,5	22,0	11,0
8	28.11.2011	53,2	23,0	11,5

Tab. 7 Naměřené hodnoty provozovny F

provozovna		F		
den:	datum:	teplota [°C]:	TPM [%]:	PTG [%]:
1	21.11.2011	155,3	5,0	2,5
2	22.11.2011	150,8	7,2	3,6
3	23.11.2011	151,2	8,2	4,1
4	24.11.2011	157,7	12,2	6,1
5	25.11.2011	145,2	14,0	7,0
6	26.11.2011	166,7	15,2	7,6
7	27.11.2011	zavřeno		
8	28.11.2011	155,3	17,0	8,5
9	29.11.2011	160,3	19,2	9,6
10	30.11.2011	61,2	21,5	10,8

Tab. 8 Naměřené hodnoty provozovny G

provozovna		G		
den:	datum:	teplota [°C]:	TPM [%]:	PTG [%]:
1	21.11.2011	147,7	5,2	2,6
2	22.11.2011	151,0	7,2	3,6
3	23.11.2011	147,7	10,2	5,1
4	24.11.2011	161,2	11,2	5,6
5	25.11.2011	145,2	12,0	6,0
6	26.11.2011	125,2	15,5	7,8

Tab. 9 Naměřené hodnoty provozovny H

provozovna		H		
den:	datum:	teplota [°C]:	TPM [%]:	PTG [%]:
1	22.11.2011	157,0	8,5	4,3
2	23.11.2011	162,3	9,0	4,5
3	24.11.2011	153,8	9,5	4,8
4	25.11.2011	151,7	10,7	5,4
5	26.11.2011	166,2	11,5	5,8
6	27.11.2011	159,3	12,0	6,0
7	28.11.2011	zavřeno		
8	29.11.2011	41,0	15,0	7,5

Tab. 10 Naměřené hodnoty provozovny I

provozovna		I		
den:	datum:	teplota [°C]:	TPM [%]:	PTG [%]:
1	23.11.2011	140,2	8,2	4,1
2	24.11.2011	147,3	9,0	4,5
3	25.11.2011	168,3	9,8	4,9
4	26.11.2011	170,2	16,7	8,4
5	27.11.2011	zavřeno		
6	28.11.2011	180,5	22,5	11,3
7	29.11.2011	165,3	24,7	12,4
8	30.11.2011	170,2	26,2	13,1
9	1.12.2011	171,7	27,0	13,5
10	2.12.2011	68,8	32,5	16,3

Tab. 11 Naměřené hodnoty provozovny J

provozovna		J		
den:	datum:	teplota [°C]:	TPM [%]:	PTG [%]:
1	24.11.2011	157,7	11,3	5,7
2	25.11.2011	147,3	17,7	8,9
3	26.11.2011	177,0	18,7	9,4
4	27.11.2011	179,3	22,8	11,4
5	28.11.2011	70,8	25,5	12,8

Tab. 12 Naměřené hodnoty provozovny K

provozovna		K		
den:	datum:	teplota [°C]:	TPM [%]:	PTG [%]:
1	25.11.2011	160,7	8,8	4,4
2	26.11.2011	160,3	14,5	7,3
3	27.11.2011	146,5	20,8	10,4
4	28.11.2011	159,8	23,5	11,8
5	29.11.2011	166,0	25,3	12,7
6	30.11.2011	168,7	26,7	13,4
7	1.12.2011	156,2	30,8	15,4
8	2.12.2011	158,2	32,0	16,0
9	3.12.2011	149,0	34,3	17,2
10	4.12.2011	42,0	36,0	18,0

Tab. 13 Naměřené hodnoty provozovny L

provozovna		L		
den:	datum:	teplota [°C]:	TPM [%]:	PTG [%]:
1	28.11.2011	145,3	11,2	5,6
2	29.11.2011	162,7	17,2	8,6
3	30.11.2011	157,3	20,8	10,4
4	1.12.2011	170,3	27,0	13,5
5	2.12.2011	161,3	27,8	13,9
6	3.12.2011	170,5	31,0	15,5
7	4.12.2011	156,0	29,7	14,9
8	5.12.2011	148,7	33,3	16,6
9	6.12.2011	173,5	32,3	16,2
10	7.12.2011	52,3	36,5	18,3

PŘÍLOHA P III: VÝMĚNA OLEJE V JEDNOTLIVÝCH PROVOZOVNÁCH

provozov- na	den, kdy se měl olej měnit (TPM 24 %)	den výměny oleje	TPM při výměně oleje [%]
A	7	9	26,0
B	5	14	36,0
C	13	13	23,8
D	3	6	29,0
E	8	8	23,0
F	10	10	21,5
G	6	6	15,5
H	8	8	15,0
I	6	10	32,5
J	4	5	25,5
K	4	10	36,0
L	3	10	36,5
průměr	6,42	9,08	26,69

PŘÍLOHA P IV: TEPLOTA OLEJE V JEDNOTLIVÝCH PROVOZOVNÁCH

provozovna	x [°C]	min [°C]	max [°C]	sx
A	158,9	134,3	171,7	11,44
B	160,4	144,5	178,0	10,06
C	167,5	143,0	186,3	15,40
D	153,4	144,5	162,3	6,35
E	171,0	154,5	184,7	9,70
F	155,3	145,2	166,7	6,12
G	150,5	145,2	161,2	5,63
H	158,4	151,7	166,2	4,92
I	164,2	140,2	180,5	12,62
J	165,3	147,3	179,3	13,37
K	158,4	146,5	168,7	6,75
L	160,6	145,3	173,5	9,26

Poznámka:

x – průměrná teplota oleje při smažení [°C]

min – minimální teplota oleje během smažení [°C]

max – maximální teplota oleje během smažení [°C]

sx – směrodatná odchylka