

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ
ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

FACULTY OF CHEMISTRY
INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

CHARAKTERIZACE MARGARÍNŮ PRO PEČENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. ANNA ŠTĚRBOVÁ

BRNO 2009



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ

ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

FACULTY OF CHEMISTRY

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

CHARAKTERIZACE MARGARÍNŮ PRO PEČENÍ

CHARACTERIZATION OF MARGARINS FOR BAKING

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

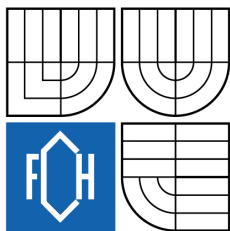
Bc. ANNA ŠTĚRBOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

RNDr. JAN ŠALPLACHTA, Ph.D.

BRNO 2009



Zadání diplomové práce

Číslo diplomové práce: **FCH-DIP0256/2008** Akademický rok: **2008/2009**
Ústav: Ústav chemie potravin a biotechnologií
Student(ka): **Bc. Anna Štěřbová**
Studijní program: Chemie a technologie potravin (N2901)
Studijní obor: Potravinářská chemie a biotechnologie (2901T010)
Vedoucí diplomové práce: **RNDr. Jan Šalplachta, Ph.D.**
Konzultanti diplomové práce:

Název diplomové práce:

Charakterizace margarínů pro pečení

Zadání diplomové práce:

Srovnání vybraných pekařských tuků pomocí chemické a senzorické analýzy.

- 1.Literární úvod
2. Analytické stanovení vybraných charakteristik u vybraných druhů tuků užívaných v pekárenství.
3. Senzorická analýza upečených produktů lišících se použitým tukem.
- 4.Vyhodnocení výsledků
- 5.Diskuze

Termín odevzdání diplomové práce: 22.5.2009

Diplomová práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu diplomové práce. Toto zadání je přílohou diplomové práce.

Bc. Anna Štěřbová
Student(ka)

RNDr. Jan Šalplachta, Ph.D.
Vedoucí práce

doc. Ing. Jiřina Omelková, CSc.
Ředitel ústavu

V Brně, dne 1.10.2008

doc. Ing. Jaromír Havlica, DrSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá chemickou analýzou margarínů a senzorickou analýzou pečiva. Bylo zanalyzováno 6 různých druhů margarínů a 1 vzorek palmitového tuku. Uvedené tuky poskytla společnost Lesaffre Česko a v jejímž pekařském centru z nich bylo vyrobeno pečivo pro senzorickou analýzu. Při chemické analýze tuků byl stanoven obsah celkového tuku, obsah vlhkosti, tuková čísla (číslo kyselosti, zmýdelnění, esterové, jodové, peroxidové a anisidinové číslo) a jejich oxidační stabilita.

ABSTRACT

Study deal with a chemical analysis of fats and a sensory analysis of rolls. Six different margarines and one palmy oil were analysed. The company Lesaffre Česko granted mentioned fats, and rolls were produced in its baker center from these fats. The content of total fat, moisture and fat values (acid, saponification, ester, iodine, peroxide and anisidine value) were determined as well as oxidative stability of fats.

KLÍČOVÁ SLOVA

tuky, margaríny, mastné kyseliny, autooxidace, pekárenství, senzorická analýza

KEYWORDS

fat, margarine, fatty acids, autooxidation, bakery, sensory analysis

ŠTĚRBOVÁ, A. *Charakterizace margarínů pro pečení*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2009. 70 s. Vedoucí diplomové práce RNDr. Jan Šalplachta, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Diplomová práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího diplomové práce a děkana FCH VUT.

.....
podpis studentky

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla poděkovat RNDr. J. Šalplachtovi, Ph.D. za vedení práce a také vřele děkuji společnosti Lesaffre Česko a jejím pracovníkům za technickou podporu.

OBSAH

ABSTRAKT	5
ABSTRACT	5
KLÍČOVÁ SLOVA	5
KEYWORDS	5
OBSAH	7
ÚVOD	9
I. TEORETICKÁ ČÁST	10
1. LIPIDY	10
1.1 Tuky a oleje	11
1. 1. 1 Mastné kyseliny	11
1. 1. 2 Omega 3 a 6 mastné kyseliny	12
1.2 Rozdělení tuků	12
1. 2. 1 Obecné dělení tuků	12
1. 2. 2 Rozdělení tuků z potravinářského hlediska	13
1.3 Žluknutí tuků	13
1. 3. 1 Oxidace MK	14
1. 3. 2 Metody stanovení oxidace lipidů	14
1. 3. 3 Nárůst hmotnosti vlivem oxidace	15
1. 3. 4 Oxidační stabilita tuků v závislosti na antioxidantu, teplotě a světle	15
1. 3. 5 Rancimat test	15
2. MARGARÍN	16
2.1 Historie margarínu	16
2.2 Výroba margarínu	16
2. 2. 1 Výroba margarínů - po chemické stránce	16
2. 2. 2 Výroba margarínů - prakticky	17
2.3 Margaríny a výživa	17
2. 3. 1 Pozitivní působení tuků	17
2. 3. 2 Negativní působení tuků	17
2. 3. 3 Trans-izomery mastných kyselin ve výživě	17
3. MARGARÍNY V PEKAŘSTVÍ	18
3.1 Pokrmové tuky v pekařství	18
3.2 Vliv tuků na technologické procesy a jakost pekařských výrobků	18
3.3 Technologický význam tuků v cukrářských výrobcích	18
4. CHARAKTERISTIKA TUKŮ	19
4.1 Tuková čísla	20
4. 1. 1 Číslo kyselosti	20
4. 1. 2 Číslo zmýdelnění	20
4. 1. 3 Esterové číslo	20
4. 1. 4 Jodové číslo	20
4. 1. 5 Peroxidové číslo	21
4. 1. 6 Anisidinové číslo	22
4.2 Stanovení celkového tuku extrakcí podle Soxhleta	22
4.3 Stanovení obsahu vody	23
4.4 Hodnoty tukových čísel u margarínů	23
II. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	24
5. CHEMICKÁ ANALÝZA	24
5.1 Vzorky margarínů	24

5. 2 Pomůcky a chemikálie	25
5. 3 Postupy	26
5. 3. 1 Stanovení čísla kyselosti	26
5. 3. 2 Stanovení čísla zmýdelnění	26
5. 3. 3 Esterové číslo	26
5. 3. 4 Stanovení jodového čísla podle Hanuše	26
5. 3. 5 Stanovení peroxidového čísla	27
5. 3. 6 Stanovení anisidinového čísla	27
5. 3. 7 Stanovení tuku podle Soxhleta	28
5. 3. 8 Stanovení obsahu vody	28
5. 4 Chemikálie a bezpečnost	29
5. 5 Statistické zpracování naměřených hodnot	29
5. 5. 2 Studentův test shodnosti výsledků mezi jednotlivými margaríny	30
5. 6 Výsledky chemické analýzy	31
5. 6. 1 Výsledky stanovení čísla kyselosti, zmýdelnění a esterového čísla	31
5. 6. 2 Výsledky stanovení jodového čísla	33
5. 6. 3 Výsledky stanovení peroxidového čísla	34
5. 6. 4 Výsledky stanovení anisidinového čísla	35
5. 6. 5 Výsledky stanovení tuku podle Soxhleta a vody	36
6. TESTOVÁNÍ OXIDAČNÍ STABILITY MARGARÍNŮ	38
6. 1 Oxidační křivky margarínů a tuku	39
6. 2 Srovnání začátku a konce oxidace margarínů	43
6. 3 Srovnání oxidace margarínů s naměřenými hodnotami tukových čísel	44
6. 3. 1 Anisidinová čísla a oxidace tuků	44
6. 3. 2 Jodová čísla a oxidace tuků	45
7. PEČENÍ ROHLÍKŮ	46
8. SENZORICKÁ ANALÝZA ROHLÍKŮ	46
8. 1 Výsledky senzorické analýzy	47
8. 2 Metoda součtu vektorů SV v senzorické analýze	60
8. 3 Stanovení měrného objemu pečiva	61
9. ZÁVĚR	63
SEZNAM ZKRATEK	65
SEZNAM GRAFŮ	65
SEZNAM TABULEK	66
SEZNAM OBRÁZKŮ	67
SEZNAM PŘÍLOH	67
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	67

ÚVOD

Potravinářské tuky jsou látky organického původu. Dělí se na rostlinné a živočišné. Margaríny jsou upravené rostlinné tuky.

Margarín je obecný pojem, používaný dnes pro mnoho typů náhražek másla. Název pochází od francouzského chemika Hippolyte Mège-Mouriése, který na svůj vynález získal patent v roce 1869 [39].

Margaríny jsou v podstatě emulze, tj. homogenní směs tukové a vodní fáze. Hlavní složkou tukové fáze je zpravidla ztužený olej a vodní fáze voda. Dalšími složkami bývají barviva, konzervační látky, chlorid sodný, vitamíny a aromatické látky.

Margaríny patří po chemické stránce mezi lipidy, které spolu se sacharidy a bílkovinami patří mezi základní živiny. Tuky mají ve výživě nezastupitelné postavení. Mají pozitivní i negativní vliv na zdraví. Dle odborných doporučení by tuky rostlinného původu (zahrnující také kvalitní margaríny) měly pokrývat 30 (max. 35) % denního příjmu energie [30].

Margaríny mají také uplatnění v pekařství. Výroba pečiva v České republice nejčastěji vychází z pšeničné mouky, vody, kvasnic, soli, cukru, margarínu a kyseliny askorbové. Tuky jsou většinou nepovinnou přísadou v pečivu. Zlepšují manipulaci s těstem, vzhled střídky a přispívají k charakteristické vůni. Také zlepšují měkkost, vlhkost a přispívají k lepší struktuře pečiva a ovlivňují trvanlivost potravin.

Český i zahraniční trh nabízí celou řadu margarínů pro různé účely.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1. LIPIDY

Lipidy jsou látky organického původu. Jsou to estery mastných kyselin a alkoholů nebo jejich derivátů [1, 4].

Jejich společným znakem jsou nepolární uhlovodíkové struktury v molekule, které jsou příčinou jejich nerozpustnosti ve vodě. Jsou rozpustné v nepolárních rozpouštědlech (např. v chloroformu, éteru, hexanu), a proto jimi mohou být extrahovány [3].

Chemicky se lipidy dělí na:

a) jednoduché lipidy:

- tuky a oleje = estery vyšších karboxylových kyselin a glycerolu
- vosky = estery vyšších alifatických kyselin a primárních nebo sekundárních alifatických alkoholů

b) složené lipidy:

- fosfolipidy = estery kyseliny fosforečné a různých derivátů glycerolu, sfingosinu, cholinu, ethanolaminu nebo serinu. Obsahují i dlouhé nepolární mastné kyseliny.
- glykolipidy - obdobné fosfolipidům, jen na sfingosin nebo glycerol je glykosidicky navázán oligo- nebo mono-sacharid
- lipoproteiny – vznikají spojením lipidů se specifickými bílkovinami. Jsou součástí např. buněčných membrán, cytoplazmy a krevní plazmy.

1.1 Tuky a oleje

Jsou to estery glycerolu a tzv. mastných kyselin (MK).

1. 1. 1 Mastné kyseliny

Jako mastné kyseliny se označují vyšší monokarboxylové kyseliny, které mají minimálně 8 uhlíkových atomů. Molekuly MK mohou obsahovat jednoduché i dvojnou vazby [5].

Podle charakteru vazeb rozeznáváme:

a) nasycené mastné kyseliny (saturated fatty acids, SAFA) - neobsahují v řetězci žádnou dvojnou vazbu. Tvoří dlouhé přímé řetězce. V živočišných tucích je velké množství nasycených mastných kyselin jako energetická rezerva (tuková tkáň). Vyskytují se také v rostlinných tucích, např. palmový olej, semena.

Příklady nasycených mastných kyselin:

kyselina laurová $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{10}\text{-COOH}$

kyselina palmitová $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{14}\text{-COOH}$

kyselina stearová $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{16}\text{-COOH}$

b) mononenasycené mastné kyseliny (mono-unsaturated fatty acids, MUFA) - obsahují ve svém řetězci jednu dvojnou vazbu. Většina nenasycených mastných kyselin se vyskytuje v konfiguraci cis. Trans izomery MK (trans fatty acids, TFA) se vyskytují především ve ztužených tucích [5].

Příklady mononenasycených mastných kyselin:

kyselina palmitolejová $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_5\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$

kyselina olejová - cis izomer $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_7\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$

kyselina elaidová - trans izomer $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_7\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$

c) polynenasycené mastné kyseliny (poly-unsaturated fatty acids, PUFA) - mají v řetězci více než jednu dvojnou vazbu.

Příklady polynenasycených mastných kyselin:

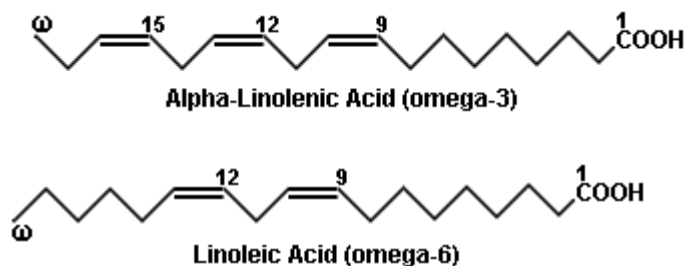
kyselina linolová $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$

kyselina α -linolenová $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$

kyselina γ -linolenová $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_4\text{-COOH}$

1. 1. 2 Omega 3 a 6 mastné kyseliny

Značení omega je jiné značení struktury polynenasycených mastných kyselin. Číslování uhlíků MK vychází od karboxylové skupiny, ale při označení omega se vychází od metylového konce – viz. následující vzorce. Rozdíl mezi omega 3 a omega 6 MK je v poloze první dvojné vazby – viz. následující vzorce.



Omega kyseliny mají pozitivní vliv na srdce a cévy – snižují srážlivost krve, snižují hladinu tuků v krvi - cholesterolu a triglyceridů. Snižují krevní tlak. Mají protizánětlivý účinek, chrání cévy, klouby, kůži [2].

1. 2 Rozdělení tuků

1. 2. 1 Obecné dělení tuků

- podle původu:
 - živočišné tuky – př. sádlo, máslo, loje
 - rostlinné tuky – př. slunečnicový olej, olivový olej, kakaové máslo
- podle konzistence:
 - tuhé tuky – př. lůj
 - mazlavé tuky – př. sádlo, máslo
 - kapalné tuky – př. různé druhy olejů

Kapalné tuky lze dále rozdělit na vysychavé, polovysychavé a nevysychavé.

Podle jiných kritérií lze tuky rozdělit na původní (oleje) a upravené (rafinované, hydrogenované, emulgované) tuky (margaríny, ztužené tuky). Dle použití mohou být rozděleny na tuky na výrobu potravin, technické tuky (např. na výrobu mýdla), tuky používané ve farmacii, kosmetice, apod.

1. 2. 2 Rozdělení tuků z potravinářského hlediska

Základní rozdělení je na tuky rostlinné a živočišné, které se od sebe liší obsahem mastných kyselin. Rostlinné tuky obsahují více nenasycených mastných kyselin než živočišné tuky, které obsahují více nasycených mastných kyselin.

Tabulka 1: Schéma rozdělení tuků z potravinářského hlediska

tuky	živočišné	tekuté	oleje teplokrevných zvířat se značným podílem olejové kyseliny oleje vodních zvířat s vyšším podílem kyseliny linolové a linolenové
		tuhé	tuky bohaté na prchlavé kyseliny, např. kys. máslovou
	rostlinné	tekuté	nevysychavé oleje – olivový, podzemnicový polovysychavé – řepkový, slunečnicový vysychavé – konopný
		tuhé	tuky s velkým obsahem stearínu – palmitový, kakaové máslo tuky s velkým podílem středních MK-palmovojaderný

Potravinářské tuky můžeme rovněž rozdělit na přírodní a rafinované (upravené). Do rafinovaných tuků zařazujeme mimo jiné i margaríny, což jsou tzv. ztužené rostlinné tuky. Vyrábí se hydrogenací rostlinných olejů, kdy dochází k nasycení dvojných vazeb. Současně dochází ke ztrátě vlastností nenasycených rostlinných tuků.

1. 3 Žluknutí tuků

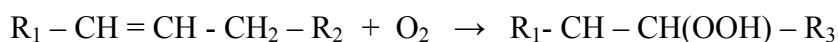
Žluknutí tuků je rozklad tuků způsobený atmosférickým kyslíkem, mikroorganismy, katalyzovaný např. kovy, světlem, teplem, enzymy nebo volnými radikály [57]. Při procesu žluknutí dochází k oxidaci násobných vazeb nenasycených mastných kyselin kyslíkem.

Nežádoucími produkty oxidace jsou zejména aldehydy a ketony. Mají negativní vliv na zdraví, mění chuť a vůni. Výsledkem oxidace je částečné nebo úplné znehodnocení potraviny.

1. 3. 1 Oxidace MK

Oxidaci MK můžeme rozdělit na autooxidaci a fotooxidaci. Autooxidace je nejběžnějším typem oxidačního žluknutí tuků. Je to samovolná reakce tuku s atmosférickým kyslíkem. Reakce může být urychlena upravením ostatních reakčních podmínek, např. zvýšením teploty, katalytickým působením kovů. Fotooxidace je reakce katalyzovaná světlem.

Při autooxidaci i fotooxidaci vznikají mimo jiné i hydroperoxy dle rovnice:



Hydroperoxy (primární produkty oxidace tuků) jsou nestabilní. Rozkládají se na aldehydy, ketony, alkoholy, uhlovodíky a těkavé organické kyseliny, což jsou sekundární produkty oxidace [56, 57].

Autooxidace je radikálová řetězová reakce, která má 3 fáze (iniciaci, propagaci a terminaci) [57]:

- iniciace $RH \rightarrow R^\bullet$
- propagace $R^\bullet + O_2 \rightarrow ROO^\bullet$
 $ROO^\bullet + RH \rightarrow ROOH + R^\bullet$
- terminace $R^\bullet, ROO^\bullet \rightarrow$ stabilní produkty

Složení směsi hydroperoxidů, které vznikají během autooxidace a fotooxidace, je proměnné. Závisí na druhu mechanismu reakcí a na výchozím složení tuku. Míra autooxidace roste s rostoucí nenasyčeností MK.

Stanovení oxidace tuků jsou založena na různých principech měření.

1. 3. 2 Metody stanovení oxidace lipidů

Metody stanovení oxidace potravin se dělí do pěti skupin dle toho co se měří [57]:

- absorpce kyslíku
- spotřeba počátečního substrátu
- tvorba volných radikálů
- tvorba primárních produktů oxidace
- tvorba sekundárních produktů oxidace

Metody měření oxidace potravin zahrnují stanovení změny hmotnosti tuku, různé metody pro měření absorpce kyslíku, chromatografické metody, metody infračervené spektrometrie, jodometrické titrační metody, metody stanovení peroxidového čísla a anisidinového čísla [6, 7, 8, 9], spektrometrie konjugovaných dienů a stanovení thiobarbiturového čísla. Dalšími technikami sledování oxidace tuků jsou kolorimetrie, nukleární magnetická rezonance (NMR) a Rancimat test .

K vyhodnocení žluklosti potravin se využívá i senzorická analýza.

1. 3. 3 Nárůst hmotnosti vlivem oxidace

Metoda nárůstu hmotnosti je jedna z nejstarších metod testování oxidace tuků. Je jednoduchá a nevyžaduje náročné vybavení laboratoře.

Provedení: Vzorky tuku jsou uloženy v termostatu při dané teplotě a jsou přístupné atmosférickému kyslíku. V pravidelných intervalech jsou váženy a hmotnost je zaznamenávána [57]. Při oxidaci vzrůstá hmotnosti tuku [11].

Nevýhodami metody jsou nesouvislý ohřev vzorku, delší interval měření a vliv lidského faktoru. Výhodami jsou nízké instrumentační náklady a vysoká kapacita.

Metodou nárůstu hmotnosti je možné testovat účinnost antioxidantu.

Studie [11] o změně hmotnosti během oxidace tuku byla impulsem pro praktickou část této diplomové práce.

1. 3. 4 Oxidační stabilita tuků v závislosti na antioxidantu, teplotě a světle

Důležitými vlastnostmi potravinových tuků na smažení je stálost aroma a oxidační stabilita. Na rychlost autooxidace má rozhodující vliv složení tuku, resp. druh triacylglycerolů (TAG) [18, 20]. Oxidační stabilita je ovlivněna přidávkem konzervačních (antioxidačních) látek, např. tokoferolu [12], β -karotenu [14]. Odolnost tuků vůči autooxidaci závisí na druhu a koncentraci antioxidantu [13]. Se snižujícím obsahem tokoferolů se snižuje i oxidační stabilita tuku [15]. β -karoten je efektivnější antioxidant než tokoferol [14]. Antioxidační účinky vykazují také rýžové otruby [16] a lecitin [17].

Oxidační stabilita se nestanovuje jen u olejů, ale již u surovin, ze kterých se olej vyrábí [22, 23]. Oxidační stabilita slouží také k posouzení probíhajících procesů během výroby a skladování olejů [21]. Faktorem ovlivňující oxidační stabilitu je i vlhkost prostředí [19].

Důležitými faktory při oxidaci tuků, kromě přítomnosti antioxidantů, jsou také teplota a světlo. Oxidace tuků probíhá rychleji v závislosti na světle než na teplotě [10].

1. 3. 5 Rancimat test

Rancimat je moderní, počítačově řízený analytický přístroj pro stanovení oxidační stability tuků, uváděné jako index stability oleje (Oil Stability Index, OSI), potravin a kosmetiky [24]. Výhodami jsou: spolehlivost, jednoduché operace, odhad skladovatelnosti produktů a široká databáze systému. Principem měření je oxidace vzorku procházejícím vzduchem ve vyhřívaném reaktoru. Nejprve se tvoří primární oxidační produkty, poté sekundární, které zahrnují nízkomolekulární organické kyseliny a další prchavé organické sloučeniny. Ty jsou přepravované v proudu vzduchu do nádoby obsahující destilovanou vodu, kde se nepřetržitě zaznamenává vodivost, která roste s obsahem organických kyselin. Po dosažení předem nastavené hodnoty vodivosti je čas oxidace přepočten na OSI.

2. MARGARÍN

Margarín je emulze vodné fáze v tuku, stabilizovaná emulgátory. Dalšími složkami bývají barviva, konzervační látky, chlorid sodný, vitamíny a aromatické látky [25, 26].

Český i zahraniční trh nabízí celou řadu margarínů. Podle druhu margarínů se jejich záruční doba pohybuje mezi 3 až 4 měsíci. Doporučená skladovací teplota je do 15°C.

2. 1 Historie margarínu

Margarín vznikl na objednávku císaře Napoleona III., který v dobách válek potřeboval vyrobit něco, čím by si vojáci mohli mazat pečivo. Máslo bylo příliš drahé a nedostupné.

Francouzský lékárník Hyppolyte Mege-Mouriés roku 1869 vypracoval recept na margarín.

Při jeho přípravě použil hovězí tuk. Margarín se ujal kvůli své nízké výrobní ceně. V průběhu doby se vyráběl z různých zbytků živočišných tuků. Následně se margarín začal vyrábět z rostlinných olejů postupným ztužováním [39].

2. 2 Výroba margarínu

Výroba margarínů se zakládá na vytvoření emulze, jejím rychlém ochlazení, mechanickém zpracování a bělení [27]. Základní surovinou pro výrobu jedlých tuků jsou rostlinné oleje, např. řepkový, sójový nebo slunečnicový.

2. 2. 1 Výroba margarínů - po chemické stránce

Při výrobě jedlých tuků se olej ztužuje částečnou katalytickou hydrogenací. Při hydrogenaci se do oleje vhání vodík za vysokého tlaku, vysoké teploty a za přítomnosti niklového katalyzátoru. Z nenasycených mastných kyselin vznikají nasycené mastné kyseliny a trans-izomery nenasycených mastných kyselin. Nasycené kyseliny i trans-izomery nenasycených kyselin mají vyšší bod tání. Jejich obsah určuje tuhost tuku. Takto vyrobený, částečně ztužený, tuk se používá pro výrobu emulgovaných tuků, resp. margarínů, pokrmových tuků, směsných tuků, speciálních margarínů do trvanlivého pečiva a dalších potravinářských výrobků.

Nižší obsah trans-izomerů MK se při výrobě margarínů dosahuje použitím novější technologie- interesterifikace. Při ní se nasycený tuk smísí s olejem. Za přítomnosti speciálních katalyzátorů dojde k výměnám mastných kyselin uvnitř molekul triacylglycerolů i mezi jednotlivými molekulami triacylglycerolů. Výsledný tuk má žádoucí vlastnosti a přitom neobsahuje trans-izomery mastných kyselin [25].

2. 2. 2 Výroba margarínů - prakticky

Postup výroby různých druhů margarínů je téměř stejný. Nejdříve se připraví směs rafinovaných rostlinných i živočišných tuků, tzv. tuková násada. Část těchto tuků se předem ztužuje, aby se dosáhlo žádoucí mazlavé konzistence. Tuková násada daného složení, které odpovídá druhu vyráběného margarínu se rozehřeje a přidají se další přísady dle dané receptury. Směs se vede do emulgačního zařízení, kde za zvýšené teploty a intenzivního míchání dochází k emulgaci. Vzniklá tuková emulze se dále chladí a promíchává v hnětacích strojích na homogenní tukovou hmotu. Tato hmota se dále zpracovává ve formovacích a plnicích strojích s následným balením do spotřebitelských obalů [28].

2. 3 Margaríny a výživa

Tuky patří spolu s bílkovinami a sacharidy mezi základní živiny. Organismus živočichů je přijímá jednak s potravou, jednak je schopen si je sám syntetizovat metabolickou přeměnou sacharidů.

2. 3. 1 Pozitivní působení tuků

Tuky jsou zdrojem energie potřebné k dějům probíhajícím v organismu. Tuky umožňují vstřebávání a využití vitamínů rozpustných v tucích (A, D, E, F, K). Vrstva tuku chrání důležité orgány (např. ledviny) před nárazy, chladem, atd. Tuky dodávají potravě lepší vůni a chuť [38].

2. 3. 2 Negativní působení tuků

Negativní působení tuků se projevuje především při jejich nadměrné konzumaci. Platí to hlavně u lidí se sedavým zaměstnáním, starších lidí a lidí trpících chorobou související s metabolismem tuků (choroby žlučníku, jater, cévních a srdečních chorob, osob se zvýšenou hladinou krevního cholesterolu) [38].

2. 3. 3 Trans-izomery mastných kyselin ve výživě

Nejnámější trans-izomery MK jsou : kyselina elaidová, hexadecenová, vakcenová a konjugovaná kyselina linolová [29].

Podle doporučení Mezinárodní margarínové asociace by roztíratelné margaríny měly obsahovat nejvýše 1 % trans-kyselin [60]. Zdravotní otázky o možné škodlivosti margarínů, resp. trans-izomerů mastných kyselin se stále zkoumají. Zveřejněné studie [30-35] jednoznačně neprokazují vliv trans-MK na onemocnění kardiovaskulárního systému.

3. MARGARÍNY V PEKAŘSTVÍ

Suroviny využívané v pekařství jsou nejčastěji: pšeničná mouka, voda, kvasnice, sůl, cukr, margarín a kyselina askorbová [36].

3. 1 Pokrmové tuky v pekařství

Pokrmové tuky jsou nepovinnou přísadou v pečivu. Mohou zlepšit manipulaci s těstem, zlepšují vzhled střídky a přispívají k charakteristické vůni. Hrají důležitou roli během výroby a zvětvávání pečiva. Tuky přispívají k elastickým vlastnostem lepku, požadovaného pro expanzi a zachycení plynu během kynutí. Zlepšují také kvalitu, měkkost, vlhkost a strukturu pečiva [37]. Začlenění tuku do těsta na chléb má za následek lepší kvalitu chleba, větší objem bochníku, ale méně křehkou kůrku [25].

3. 2 Vliv tuků na technologické procesy a jakost pekařských výrobků

Prakticky každé těsto a pečivo obsahuje určité množství tuku, protože do mouky přechází tuk z obilného zrna. Kromě toho se velká část pekařského sortimentu připravuje s přísadou tuku, a to v množství od 1% do 20% na hmotnost mouky.

Přítomnost malého množství tuku v mouce je technologicky potřebná. Tuky a fosfolipidy při míchání a zrání těsta vytvářejí komplex s lepem a podmiňují jeho bobtnání.

Vyšší dávky tuku, zejména tuku přidaného jako surovina, naopak omezuje bobtnání moučných bílkovin, a tím i vznik těsta. Kynutí těst se vyššími dávkami tuku zpomaluje. Tenké tukové filmy obalují kvasnicové buňky, čímž omezují fyziologickou činnost kvasinek. Proto se při kypření masnějších těst používá větší dávky droždí, a to až 8% na hmotnost mouky oproti běžným 4-5%. Výrobky s větším obsahem tuku méně vysychají, jsou tedy delší dobu vláčnější. Mikrobiologická stálost výrobku vzhledem ke žluknutí tuků je menší [28].

3. 3 Technologický význam tuků v cukrářských výrobcích

Tuky patří mezi základní suroviny cukrářských výrobků. Jsou dominantními složkami většiny polotovarů, a to přímo nebo jako složky jiných surovin, např. ořechů, smetany. Použité tuky ovlivňují chuť mnoha cukrářských výrobků. Například při výrobě listového těsta je přídavek margarínu rozhodující.

Polotovary bohaté na tuky jsou:

- a) korpusy - z těst lineckých, vaflových, listových, pálených a těžkých třených hmot. V těchto hmotách jsou tuky zastoupeny až do 40% z celkové hmotnosti. Při pečení tuky s ostatními složkami (především s cukry a bílkovinami) vytváří barevné, aromatické a chuťové látky, které jsou znakem kvalitních výrobků.
- b) náplně - převážná část náplní je založena na bázi tukových hmot. Zde působí jako chuťová složka, dále jako spojovací a dekorační prvek. Důležitým kritériem pro volbu použitého tuku je fyzikálně-chemická a mikrobiální stabilita.

- c) polevy – tuky jsou původní součástí kakaových a čokoládových polev. Používají se ztužené pokrmové tuky s obsahem vody max. 0,5% [26].

4. CHARAKTERISTIKA TUKŮ

Mezi základní charakteristiky tuků a olejů patří tzv. tuková čísla: peroxidové číslo (peroxid value, PV), jodové číslo (iodine value, IV), číslo kyselosti (Čk), číslo zmýdelnění (Čz), esterové číslo (Če), anisidinové číslo (anisidine value, AV). Uvedená stanovení jsou zakotvena v českých státních normách (ČSN) a v International Organization for Standard (ISO normy) [43].

U tuků se rovněž sledují: celkový obsah tuků, jednotlivé zastoupení MK a dalších přidaných látek (vitamíny, barviva).

Přehled norem týkajících se analýzy olejů a tuků je uveden v Tabulce 2. Výběr byl zúžen pouze na stanovení, kterými se zabývá tato diplomová práce. Ostatní normy jsou uvedeny v přehledu norem [40].

Tabulka 2: Přehled vybraných norem pro tuky a oleje

<i>Označení normy</i>	<i>Účinnost</i>	<i>Název normy</i>
ČSN EN ISO 5555	2002-08-01	Živočišné a rostlinné tuky a oleje - Odběr vzorků
ČSN EN ISO 661	2006-04-01	Živočišné a rostlinné tuky a oleje - Příprava vzorku k analýze
ČSN EN ISO 3657	2004-03-01	Živočišné a rostlinné tuky a oleje - Stanovení čísla zmýdelnění
ČSN EN ISO 3961	2000-02-01	Živočišné a rostlinné tuky a oleje - Stanovení jodového čísla
ČSN EN ISO 660	1997-09-01	Živočišné a rostlinné tuky a oleje - Stanovení čísla kyselosti a kyselosti
ČSN EN ISO 3960	2005-07-01	Živočišné a rostlinné tuky a oleje - Stanovení peroxidového čísla
ČSN EN ISO 6885	2008-02-01	Živočišné a rostlinné tuky a oleje - Stanovení anisidinového čísla

4. 1 Tuková čísla

4. 1. 1 Číslo kyselosti

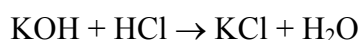
Číslo kyselosti udává obsah volných mastných kyselin v tuku. Vyjadřuje se jako hmotnost hydroxidu draselného v mg potřebná k neutralizaci 1 g tuku.

Jedná se o jednoduché a rychlé stanovení, založené na alkalimetrické metodě odměrné analýzy. Vzorek rozpuštěný za horka v ethanolu se titruje odměrným roztokem hydroxidu draselného na indikátor fenolftalein [44, 46, 47].

Stárnutím tuků se TAG štěpí, uvolňují se MK a hodnota čísla kyselosti stoupá.

4. 1. 2 Číslo zmydlnění

Číslo zmydlnění udává obsah všech (volných i vázaných) mastných kyselin v tuku. Číslo zmydlnění je uváděno jako hmotnost hydroxidu draselného v mg potřebná k neutralizaci volných i vázaných mastných kyselin v 1 g tuku. Stanovení se provádí zpětnou acidimetrickou metodou odměrné analýzy. Vzorek se nejdříve zmydlní varem s nadbytkem alkoholického roztoku hydroxidu draselného. Nezreagovaný hydroxid je stanoven titrací kyselinou chlorovodíkovou na indikátor fenolftalein [44, 46, 47] dle rovnice:



4. 1. 3 Esterové číslo

Esterové číslo je hmotnost hydroxidu draselného v mg potřebná k neutralizaci estericky vázaných kyselin v 1 g tuku [44, 47]. Vypočítá se z rozdílu čísla zmydlnění a čísla kyselosti dle rovnice:

$$\check{C}_e = \check{C}_z - \check{C}_k$$

4. 1. 4 Jodové číslo

Jodové číslo je mírou obsahu dvojných vazeb v tuku [44, 46, 47]. Slouží k posouzení čistoty tuku, k identifikaci známých tuků a k posouzení použitelnosti tuku pro různé účely.

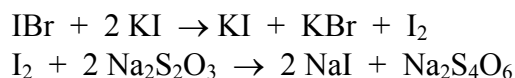
Jodové číslo udává hmotnost jodu v gramech, který se aduje na 100 g tuku za podmínek metody [41].

Stanovuje se jodometrickou metodou odměrné analýzy. Protože existuje více modifikací stanovení jodového čísla, je nutné uvádět použitou metodu.

Stanovení jodového čísla podle Hanuše:

Vzorek se rozpustí v organickém rozpouštědle a následně se přidá reakční činidlo jodmonobromid. Nezreagovaný jodmonobromid se přidáním roztoku jodidu draselného

převeďte na jod, který se stanoví titrací thiosíranem sodným na indikátor škrobový maz dle rovnic:

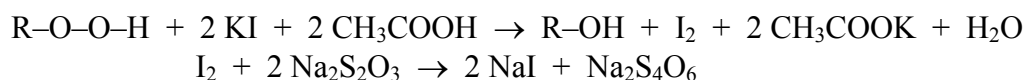


Metoda je vhodná ke stanovení nenasyčenosti běžných tuků. Není vhodná pro stanovení nenasyčenosti oxidovaných a polymerovaných tuků. Za stejných podmínek (teplota, tlak, obsah vlhkosti) je konzistence tuků přímo úměrná obsahu nenasyčených MK. Tuky s vyšší hodnotou jodového čísla jsou tekutější. Jodové číslo je také ukazatelem žluknutí tuků. Čím je nižší hodnota IV, tím je tuk čerstvější.

4. 1. 5 Peroxidové číslo

Definice: Peroxidové číslo je látkový obsah atomů aktivního kyslíku chemicky vázaného ve funkčních skupinách lipofilních hydroperoxidů jako primárních produktů oxidace tuků, olejů případně jiných lipidů, v 1 kg vzorku [42].

PV je jednou z nejstarších a nejběžněji používaných charakteristik pro zjištění rozsahu oxidace tuků [42, 47]. Udává obsah primárních metabolitů oxidace tuků. K jeho stanovení se používá standardní jodometrická metoda odměrné analýzy. Vzorek tuku se rozpustí ve směsi organického rozpouštědla a kyseliny octové. Přidá se roztok jodidu draselného. Jod vzniklý oxidačním působením aktivního kyslíku uvolněného z funkčních skupin lipofilních hydroperoxidů se titruje roztokem thiosíranu sodného na indikátor škrobový maz dle rovnic:



Ke stanovení PV se také používá kolorimetrická metoda založená na oxidaci iontů Fe^{2+} na ionty Fe^{3+} [18].

Mezi instrumentální techniky stanovení PV patří např. blízká infračervená spektrometrie (NIR) a infračervená spektrometrie s Fourierovou transformací (FTIR).

PV lze vyjádřit ve třech různých jednotkách [42].

Vzorec pro výpočet PV v mmol/kg:

$$PV = \frac{1000 \cdot (V - V_0) \cdot c}{m}$$

V ... spotřeba odměrného roztoku thiosíranu sodného při vlastním stanovení (ml)

V_0 ...spotřeba odměrného roztoku thiosíranu sodného při slepém pokusu (ml)

c ...koncentrace odměrného roztoku thiosíranu sodného (mol/l)

m ...hmotnost navážky tuku (g)

Takto vypočtené PV lze převést na jiné jednotky vynásobením koeficientem uvedeným v Tabulce 3. Získá se číselná hodnota PV vyjádřená v příslušných jednotkách

Tabulka 3: Přepočet číselných hodnot PV podle použitých jednotek

<i>Elementární entita aktivního kyslíku</i>			<i>Vyjádření peroxidového čísla</i>		<i>Přepočítávací koeficient</i>
<i>Název</i>	<i>Vzorec</i>	<i>Molární hmotnost (g/mol)</i>	<i>Veličina</i>	<i>Jednotka</i>	
Atom	O	16	Látkový obsah atomů aktivního kyslíku v 1 kg vzorku	mmol/kg	1
Chemický ekvivalent	½ O	8	Látkový obsah chemických ekvivalentů aktivního kyslíku v 1 kg vzorku	miliiekvivalent/kg mval/kg	2
Atom	O	16	Hmotnostní zlomek mg aktivního kyslíku v 1 kg vzorku	mg/kg µg/g	16

4. 1. 6 Anisidinové číslo

Anisidinové číslo je definováno jako stonásobek absorbance roztoku obsahujícího 1 g zkoušené látky ve 100 ml směsi rozpouštědla a činidla při tloušťce vrstvy 10 mm. Vzorek se rozpustí v rozpouštědle a následně se přidá činidlo - roztok kyseliny octové s p-anisidinem. Po dané době se měří absorbance při vlnové délce 350 nm [45].

Anisidinové číslo je dáno obsahem netěkavých sekundárních metabolitů oxidace tuků. Je nepřímě úměrné čerstvosti tuků.

4. 2 Stanovení celkového tuku extrakcí podle Soxhleta

Principem této metody je extrakce lipidů ze vzorku nepolárním rozpouštědlem. Po oddestilování rozpouštědla a vysušení se tuk zváží [49]. Při extrakci jde prakticky o získání jedné nebo více látek ze směsi. Často jde o izolace z pevných látek. Rozpouštědla, která se používají pro extrakci: n-hexan, n-pentan, petroleter nebo dietyleter. Výsledky jsou závislé na použitém rozpouštědle. Proto je nutné uvádět, jakým rozpouštědlem bylo extrahováno [44, 47].

Metoda je vhodná pro stanovení obsahu tuku v olejninách a ve většině potravin. Nehodí se pro pečivo a jiné výrobky s vysokým obsahem sacharidů.

4. 3 Stanovení obsahu vody

Voda je obsažena prakticky ve všech potravinách v různém množství a různých formách. Stanovení vody (vlhkosti) může být významným ukazatelem jakosti a trvanlivosti výrobku, případně ukazatelem porušování jakosti potravin. Jednou z nejběžněji používaných metod je sušení vzorku při teplotě 105°C do konstantní hmotnosti [41]. U materiálů tvořících škráloupy se může vzorek smíchat se známým množstvím vysušeného písku [51].

4. 4 Hodnoty tukových čísel u margarínů

Maximální hodnoty čísla kyselosti a peroxidového čísla u margarínů jsou dány vyhláškou č. 328/1997 Sb. [50]. Jsou uvedeny v Tabulce 4.

Tabulka 4: Tukové charakteristiky margarínu platné ve vyhlášce

	Obsah tuku % hmotn.	Číslo kyselosti (mg KOH /g tuku)	Číslo peroxidové (mekv. per. kysl. /kg)
Margarín	80,0 - 90,0	max. 2,0	max. 10,0
Margarín se sníženým obsahem tuku	60,0 - 62,0		
Margarín s nízkým obsahem tuku	39,0 - 41,0		
Tuk s bližším určením účelu použití x %	<39,0 >41,0 - <60,0 >62,0 - <80,0		

II. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

5. CHEMICKÁ ANALÝZA

Postupy analýz jsou čerpány ze skript [44, 51], publikací [46, 52], a z postupu ČSN [45].

5.1 Vzorky margarínů

Tuky pro analýzu poskytla společnost Lesaffre Česko, a to 6 vzorků různých druhů margarínů a 1 vzorek 100% palmitového tuku.

Tabulka 5: Seznam vzorků margarínů a tuku pro analýzu

<i>Název</i>	<i>Doba min. trvanlivosti</i>	<i>Poznámky</i>
Milla Zieh	5. 12. 2008	80% margarín
Milla Creme	9. 12. 2008	80% margarín
Milla Back	8. 1. 2009	80% margarín
Favorit	19. 3. 2009	80% margarín
Accento	2. 6. 2009	80% margarín
Kruszwica	23. 2. 2009	80% margarín
Golden Goose	21. 5. 2010	100% palmitový tuk

5. 2 Pomůcky a chemikálie

Tabulka 6: Přehled analýz, pomůcek a chemikálií

<i>Název metody</i>	<i>Stanovujeme</i>	<i>Chemikálie</i>	<i>Pomůcky</i>
Tuky podle Soxhleta	obsah celkového tuku	petroléter	váhy, extraktor podle Soxhleta, topné hnízdo, destilační aparatura, exikátor
Číslo zmýdelnění	obsah volných i vázaných mastných kyselin v 1 g tuku	0,5 M KOH v ethanolu 0,5 M HCl 1% fenolftalein	váhy, topné hnízdo, destilační baňka, zpětný chladič, byreta, pipeta
Číslo kyselosti	obsah volných mastných kyselin v 1 g tuku	96%ethanol neutralizovaný na fenolftalein, 1% fenolftalein, 0,1 M KOH v 96% ethanolu	váhy, elektrický vařič, titrační baňka, byreta, odměrný válec
Esterového číslo *	obsah esterově vázaných kyselin v 1 g tuku	×	×
Jodového číslo	obsah dvojných vazeb v tuku, posouzení čistoty	chloroform, 0,1 M thiosíran sodný, 10% KI, škrobový maz, roztok jodmonobromidu	váhy, elektrický vařič, zábrusová Erlenmayerova baňka+zátky byreta, 25 ml odměrný válec 25 ml pipeta
Peroxidového číslo	množství peroxidu v tuku, je měřítkem stupně oxidace tuku	směs konc. kys. octové a chloroformu 1:3, nasc. roztok KI, škrobový maz, 0,01 M thiosíran sodný	váhy, zábrusová Erlenmayerova baňka+zátky byreta, 100 ml odměrný válec, 1 ml pipeta
Anisidinové číslo	stanovení sekundárních produktů oxidace tuků, čerstvost oleje	isooktan, Na ₂ SO ₄ , p-anisidin, kyselina octová	spektrometr s 10 mm kyvetami 25 ml odměrná baňka 1 ml zkumavky se sklen. zátkami, pipety 1 ml, 5 ml
Stanovení vlhkosti	obsah vody v margarínu	mořský písek	vysoušečky, sušárna

* esterové číslo bylo stanoveno výpočtem

5. 3 Postupy

5. 3. 1 Stanovení čísla kyselosti

Do titrační baňky byly naváženy 2 g vzorku margarínu (tuku) s přesností na 0,0001 g. Bylo přidáno 100 ml etanolu. Směs v titrační baňce byla zahřána na elektrickém vařiči k varu a promíchána. Byly přidány 3 kapky fenolftaleinu. Za horka bylo titrováno 0,1 M odměrným roztokem hydroxidu draselného do růžovofialového zbarvení stálého 30 s.

Slepý pokus byl proveden stejným postupem, ale bez vzorku margarínu (tuku).

Každý vzorek margarínu (tuku) byl stanoven 6 krát.

Výpočet

Ze spotřeby odměrného roztoku hydroxidu draselného bylo vypočteno množství KOH v mg KOH na gram tuku.

5. 3. 2 Stanovení čísla zmýdelnění

Do destilační baňky bylo naváženo 2 - 3 g vzorku margarínu (tuku) s přesností na 0,0001 g. Bylo přidáno 25 ml 0,5 M hydroxidu draselného a varné kuličky. Obsah baňky byl zmýdelňován po dobu 30 minut pod zpětným chladičem. Po zmýdelnění musel být obsah baňky čirý. Do horkého roztoku byly přidány 3 kapky fenolftaleinu. Bylo titrováno 0,5 M odměrným roztokem kyseliny chlorovodíkové do odbarvení indikátoru.

Slepý pokus byl proveden stejným postupem, ale bez vzorku margarínu (tuku).

Každý vzorek margarínu (tuku) byl stanoven 6 krát.

Výpočet

Ze spotřeby odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové bylo vypočteno množství KOH v mg KOH na gram tuku.

5. 3. 3 Esterové číslo

Esterové číslo bylo vypočteno z rozdílu čísla zmýdelnění a čísla kyselosti.

5. 3. 4 Stanovení jodového čísla podle Hanuše

Do zábrusové Erlenmeyerové baňky bylo naváženo 0,5 g tuku s přesností na 0,0001 g. Bylo přidáno 10 ml chloroformu a tuk byl rozpuštěn zahřáním. K roztoku bylo napipetováno 25 ml jodmonobromidového roztoku. Baňka byla uzavřena zabroušenou zátkou ovlhčenou v roztoku jodidu draselného, aby byl zadržen unikající jod. Obsah baňky byl promíchán a ponechán 1 hodinu v temnu. Poté byla zátka opláchnuta destilovanou vodou do baňky. Bylo přidáno 25 ml 10% roztoku jodidu draselného a po 1–2 minutách bylo přidáno 100 ml vody. Bylo titrováno 0,1 M odměrným roztokem thiosíranu sodného do žlutého zbarvení. Poté byly přidány 3–5 ml škrobového roztoku a titrováno do odbarvení vodné fáze.

Slepý pokus byl proveden stejným postupem, ale bez vzorku margarínu (tuku).

Každý vzorek margarínu (tuku) byl stanoven 6 krát.

Výpočet

Ze spotřeby thiosíranu byla vypočtena hmotnost adovaného jodu v gramech na 100 g vzorku.

5. 3. 5 Stanovení peroxidového čísla

Do zábrusové Erlenmeyerové baňky bylo naváženo 2 – 3 g vzorku margarínu (tuku) s přesností na 0,0001 g. Rozpuštěno v 50 ml směsi kyseliny octové a chloroformu. po přidavku 1 ml nasyceného roztoku jodidu draselného promícháno. Baňka byla uzavřena a ponechána v temnu. po 20 minutách bylo do baňky přidáno 100 ml vody. Bylo titrováno 0,01 M odměrným roztokem thiosíranu sodného do žlutého zbarvení. po přidání 1 ml škrobového mazu byla směs dotitrována do odbarvení vodní vrstvy. Slepý pokus byl proveden stejným postupem, ale bez vzorku margarínu (tuku). Každý vzorek margarínu (tuku) byl stanoven 6 krát.

Výpočet

Ze spotřeby odměrného roztoku thiosíranu bylo vypočítáno peroxidové číslo v mmol/kg.

5. 3. 6 Stanovení anisidinového čísla

Margaríny byly před stanovením vysušeny pomocí síranu sodného (2 g Na₂SO₄ do 10 g margarínu) a přefiltrovány.

Anisidinový roztok: 0,125 g p-anisidinu bylo rozpuštěno v ledové kyselině octové v 50 ml odměrné baňce.

Roztok vzorku tuku: 4 g tuku byly rozpuštěny v isooktanu v 25 ml odměrné baňce.

Do zkumavky bylo napipetováno 5 ml roztoku vzorku a přidán 1 ml ledové kyseliny octové = nereaktivní činidlo.

Do další zkumavky bylo nepipetováno 5 ml roztoku vzorku. Přidán 1 ml anisidinového roztoku = reaktivní činidlo.

Do zkumavky napipetováno 5 ml isooktanu, přidán 1 ml anisidinového roztoku = blank.

Všechny zkumavky byly zazátkovány, promíchány a ponechány 10 minut v temnu. Byla změřena absorbance při 350 nm.

Každý vzorek margarínu (tuku) byl stanoven 3 krát.

Výpočet

Výpočet byl proveden dle vzorce:

$$AV = \frac{100QV}{m} \cdot (1,2(A_1 - A_2 - A_0))$$

V...objem, ve kterém byl vzorek rozpuštěn (25 ml)

m...hmotnost naváženého vzorku (g)

Q... množství vzorku v měřeném roztoku ke kterému se vztahuje anisidinové číslo (Q=0,01 g/ml)

- A_1 ...absorbance reaktivního činidla
- A_0 ...absorbance nereaktivního činidla
- A_2 ...absorbance blanku
- 1,2... faktor pro zředění činidla s 1 ml reagentu nebo led. kys. octové

5. 3. 7 Stanovení tuku podle Soxhleta

3 g vzorku margarínu (tuku) byly naváženy s přesností na 0,0001 g do extrakční patrony. Patrona byla nahoře utěsněna odtučenou vatou a vložena do střední části extrakčního přístroje. Suchá baňka i s kuličkami byla zvážena. Do baňky bylo nalito 150 ml petroléteru. Po sestavení extrakčního přístroje byla baňka zahřívána na topném hnízdě tak, aby rozpouštědlo mírně vřelo. Vzorek byl extrahován po dobu 3 hodin. Poté bylo rozpouštědlo oddestilováno. Baňka byla sušena v sušárně 30 minut při teplotě 105 °C. Po ochlazení v exsikátoru byla baňka zvážena.

Výpočet

Hmotnost extraktu byla vztažena na hmotnost vzorku a výsledek byl vyjádřen v hmotnostních procentech dle vzorce:

$$w = \frac{m_{\text{extraktu}}}{m_{\text{vzorku}}} \cdot 100$$

m_{extraktu} ...hmotnost extraktu (g)

m_{vzorku} ...hmotnost navážky vzorku (g)

5. 3. 8 Stanovení obsahu vody

Do plechové misky bylo naváženo 20 g mořského písku. Miska s pískem a párátkem (na zamíchání) byly sušeny v sušárně při teplotě 105°C po dobu 1 hodiny. Poté byla miska zchlazena v exsikátoru a zvážena. Do misky byly naváženy 3 g vzorků margarínů (tuku) a byla sušena v sušárně při teplotě 105°C po dobu 2,5 hodiny. Potom byla miska ponechána zchladnout v exsikátoru a zvážena. Sušení za stejných podmínek bylo opakováno. Vzorek v misce byl převažován po 30 minutách tak dlouho dokud rozdíl mezi 2 po sobě jdoucími váženími byl max. 0,001 g. Jestliže hmotnost vzorku po opakovaném vysušení vzrostla, bralo se pro výpočet předchozí vážení.

Výpočet

Obsah vody v % byl vypočten dle vzorce:

$$x = \frac{(a - b)}{m} \cdot 100$$

x ...obsah vody v %

a ...hmotnost misky se vzorkem před sušením (g)

b ...hmotnost misky se vzorkem po vysušení (g)

m ...navážka vzorku (g)

5. 4 Chemikálie a bezpečnost

Tabulka 7: Bezpečnost používaných chemikálií

<i>název chemikálie</i>	<i>vzorec</i>	<i>symboly nebezpečnosti</i>
p-anisidin	C ₇ H ₉ NO	T, N
kyselina octová	CH ₃ COOH	C
síran sodný	Na ₂ SO ₄	-
isooktan	C ₈ H ₁₈	F, Xn, N
jodid draselný	KI	-
chloroform	CHCl ₃	Xn
thiosíran sodný	Na ₂ S ₂ O ₃	-
etanol	C ₂ H ₅ OH	F
kyselina chlorovodíková	HCl	C
fenolftalein	C ₂₀ H ₁₄ O ₄	F
petroléter	-	F+, Xn, N
jodobromid	BrI	C
kyselina sírová	H ₂ SO ₄	C
kyselina šťavelová	C ₂ H ₂ O ₄	Xn
dichroman draselný	K ₂ Cr ₂ O ₇	T+, N, O
uhličitan sodný	Na ₂ CO ₃	Xi
hydroxid draselný	KOH	C

Vysvětlivky:

C...žiravý

F...hořlavý

Xi...dráždivý

N...nebezpečný pro životní prostředí

T...toxický

F+...extrémně hořlavý

O...oxidující

T+...vysoce toxický

Xn...zdravý škodlivý

5. 5 Statistické zpracování naměřených hodnot

Naměřená data z chemické analýzy byla statisticky zpracována [53, 54, 55] na hladině statistické významnosti 95%.

Byly použity následující vzorce:

▪ Aritmetický průměr:
$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

▪ Směrodatná odchylka:
$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

▪ Interval spolehlivosti:
$$\bar{x} \pm t_{\alpha, \nu} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Výpočty byly provedeny v programu Microsoft Office Excel.

5. 5. 1 Grubbsův test odlehlosti u jednotlivých margarínů

Pro testování odlehlosti výsledků byl použit Grubbsův test odlehlosti.

Výpočet testovacích hodnot:
$$T = \frac{|\bar{x} - x_i|}{s}$$

Vypočtené testovací hodnoty T byly porovnávány s kritickou tabelovanou hodnotou $T_\alpha \rightarrow$ když $T \geq T_\alpha$ je výsledek odlehlý. Odlehlé výsledky byly vyloučeny a test byl proveden znovu bez odlehlých výsledků.

Tabelovaná hodnota $T_{0,05, 6} = 1,996$.

5. 5. 2 Studentův test shodnosti výsledů mezi jednotlivými margaríny

Byly testovány vždy 2 margaríny mezi sebou.

Výpočet:
$$t = \frac{|\bar{x}_A - \bar{x}_B| \cdot \sqrt{n-1}}{\sqrt{s_A^2 + s_B^2}}$$

Vypočtené hodnoty t byly porovnány s kritickou tabelovanou hodnotou $t_\alpha \rightarrow$ když $t \geq t_\alpha$ je rozdíl výsledků statisticky významný.

Tabelovaná hodnota $t_{0,05, 11} = 2,228$.

5. 6 Výsledky chemické analýzy

5. 6. 1 Výsledky stanovení čísla kyselosti, zmýdelnění a esterového čísla

Tabulka 8: Čísla zmýdelnění, kyselosti a esterová čísla tuků

<i>tuk</i>	Čz <i>(mg KOH/g tuku)</i>	Čk <i>(mg KOH/g tuku)</i>	Če <i>(mg KOH/g tuku)</i>
Golden Goose	195,7 ± 1,6	0,3 ± 0,0	195,4
Milla Back	158,7 ± 0,7	0,4 ± 0,0	158,3
Milla Creme	178,6 ± 1,7	0,5 ± 0,0	178,1
Milla Zieh	158,8 ± 0,9	1,0 ± 0,0	157,8
Favorit	153,0 ± 0,9	0,3 ± 0,0	152,7
Accento	152,3 ± 0,7	0,3 ± 0,0	152,0
Kruszwica	155,5 ± 1,1	0,6 ± 0,0	154,9

Pozn.: Výsledky jsou uváděny v jednotkách na gram tuku, tj. na gram vzorku.

Číslo zmýdelnění udává obsah všech MK (volných i vázaných) v tuku. Největší podíl MK obsahoval tuk Golden Goose. Zjištěná data odpovídají koncentraci tuku ve vzorcích, která je u Golden Goose 100% a ostatních margarínů 80%. Z analyzovaných margarínů má největší obsah MK margarín Milla Creme a nejmenší mají margaríny Accento a Favorit.

Při srovnávání čísla zmýdelnění bylo zjištěno, že na hladině statistické spolehlivosti 95% jsou shodné margaríny: Accento, Favorit a Kruszwica. Druhá skupina vzájemně statisticky shodných margarínů zahrnuje Milla Zieh a Milla Back.

Při stanovení čísla kyselosti jsem stanovovala obsah volných MK. Největší obsah volných MK se nacházel v margarínu Milla Zieh, nejmenší v margarínu Accento, Favorit a tuku Golden Goose.

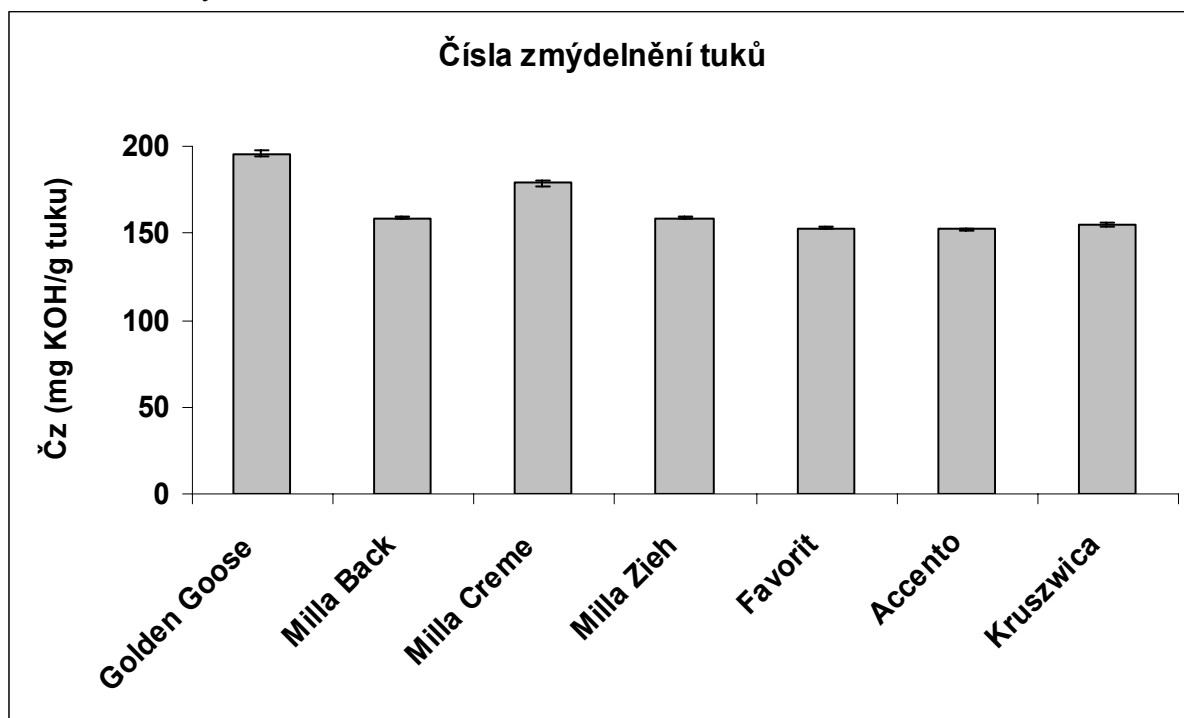
Na základě statických výpočtů bylo zjištěno, že čísla kyselosti margarínů Accento, Favorit a tuku Golden Goose jsou shodná na hladině statistické spolehlivosti 95%.

Všechny analyzované margaríny vyhovovaly vyhlášce [50], která stanovuje max. hodnotu čísla kyselosti 2,0 mg KOH/g tuku.

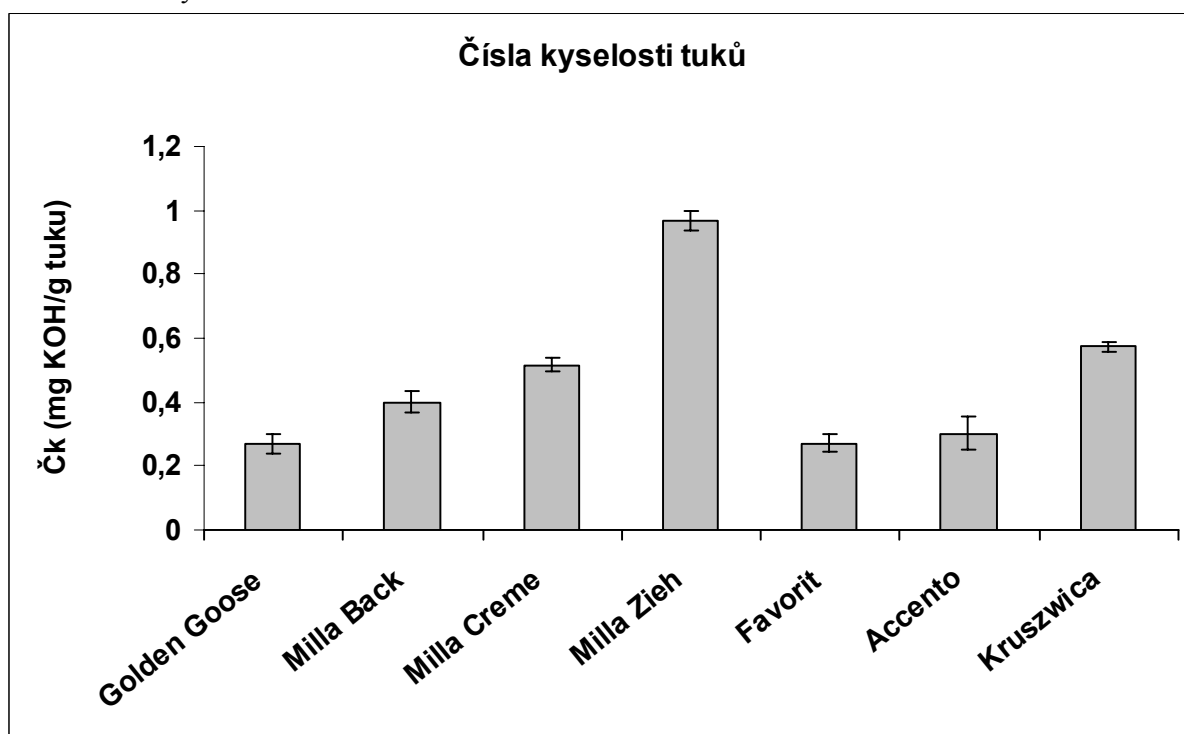
Esterové číslo udává obsah estericky vázaných MK v tuku. Protože se vypočítává z čísel zmýdelnění a kyselosti, neprováděla jsem statistické zpracování.

Největší obsah vázaných MK se nacházel v tuku Golden Goose, zatímco nejmenší v margarínech Favorit a Accento.

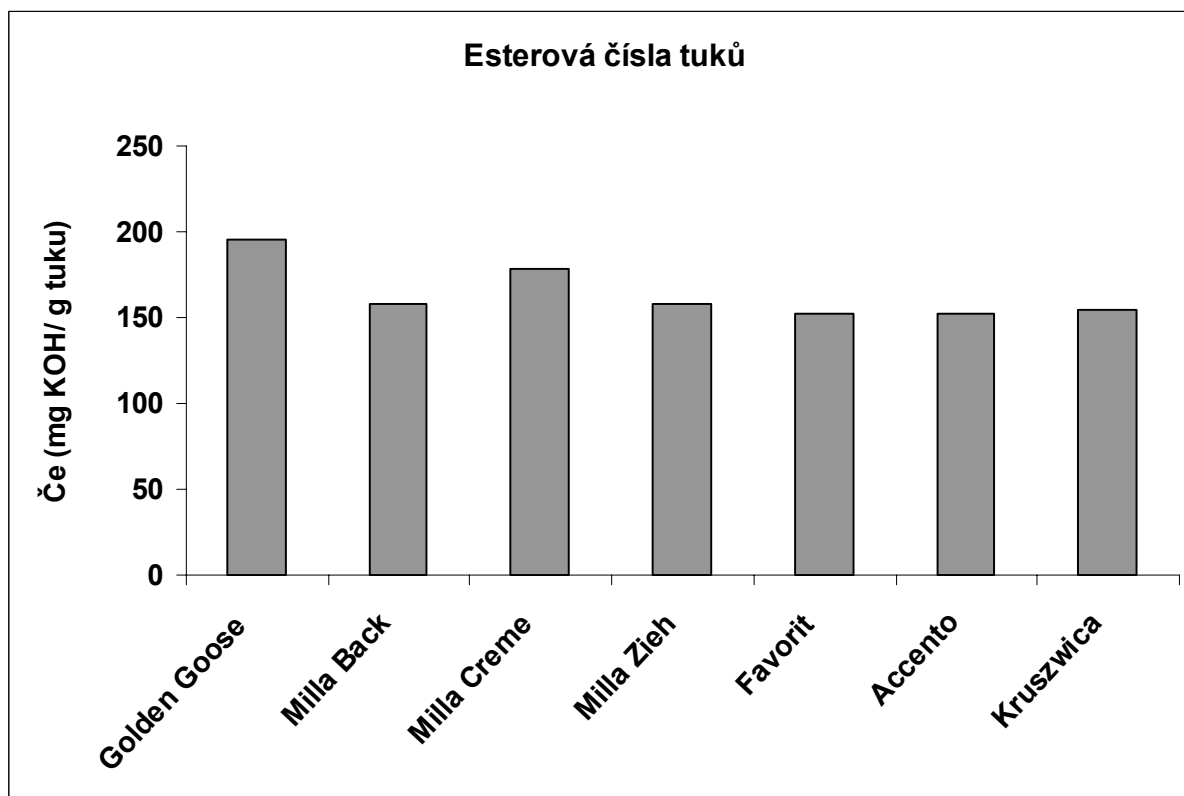
Graf 1: Čísla zmýdelnění tuků



Graf 2: Čísla kyselosti tuků



Graf 3: Esterová čísla tuků



5. 6. 2 Výsledky stanovení jodového čísla

Tabulka 9: Jodová čísla tuků

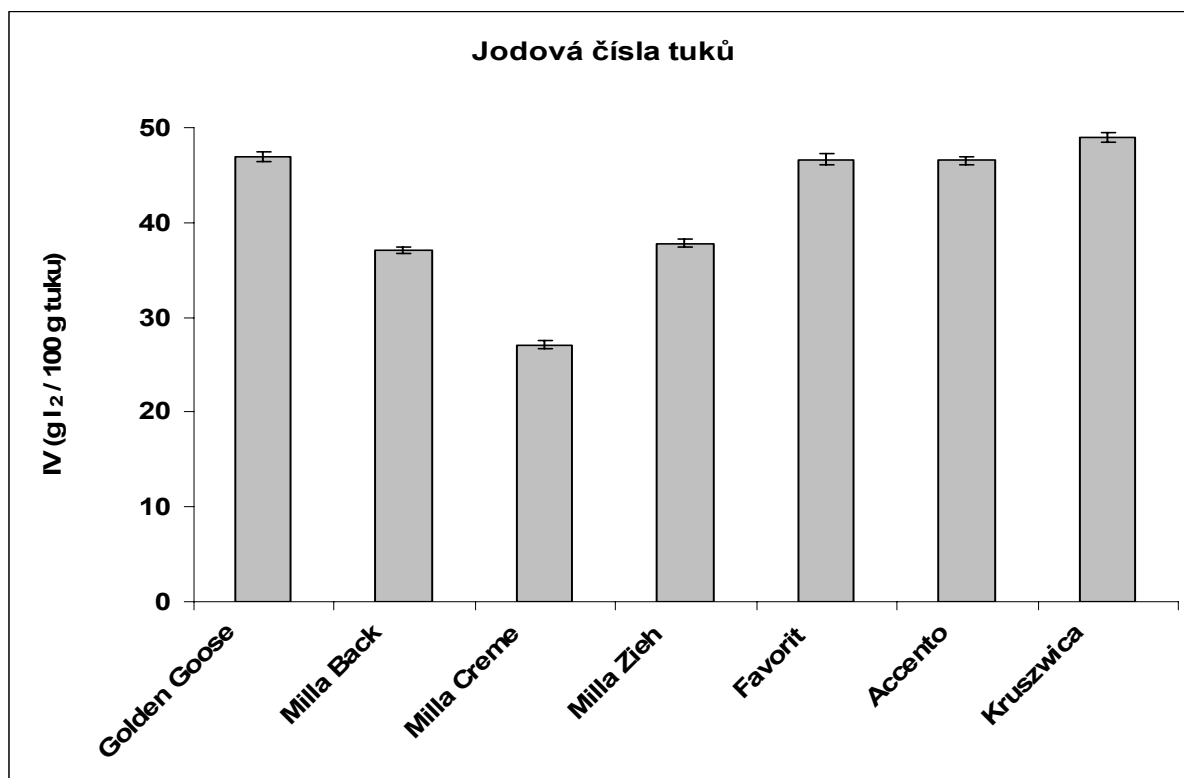
<i>tuk</i>	<i>Čj (g I₂/100 g tuku)</i>
Golden Goose	47,0 ± 0,6
Milla Back	37,1 ± 0,3
Milla Creme	27,1 ± 0,4
Milla Zieh	37,8 ± 0,4
Favorit	46,7 ± 0,6
Accento	46,5 ± 0,4
Kruszwica	49,0 ± 0,6

Pozn.: Výsledky jsou uváděny v jednotkách na gram tuku, tj. na gram vzorku.

Jodové číslo udává obsah dvojných vazeb přítomných ve vzorku. Nejvíce dvojných vazeb z analyzovaných vzorků měl margarín Kruszwica. Nejmenší obsah nenasycených MK byl stanoven v margarínu Milla Creme.

Na základě statických výpočtů bylo zjištěno, že jodová čísla tuku Golden Goose a margarínů Favorit a Accento jsou shodná v míře nenasycenosti tuku na hladině spolehlivosti 95% .

Graf 4: Jodová čísla tuků



5. 6. 3 Výsledky stanovení peroxidového čísla

Tabulka 10: Peroxidová čísla tuků v různých jednotkách

<i>tuk</i>	<i>PV</i> (mmol/kg)	<i>PV</i> ($\mu\text{gO}_2/\text{g tuku}$)	<i>PV</i> (mekv. O ₂ /kg)
Golden Goose	4,2 ± 0,1	71,9 ± 1,8	8,5
Milla Back	0,5 ± 0,0	9,1 ± 0,2	1,1
Milla Creme	3,6 ± 0,1	60,4 ± 1,9	7,1
Milla Zieh	1,3 ± 0,1	21,7 ± 1,3	2,6
Favorit	2,8 ± 0,0	46,9 ± 0,3	5,5
Accento	1,9 ± 0,1	32,9 ± 1,5	3,9
Kruszwica	0,5 ± 0,0	7,7 ± 0,7	0,9

Pozn.: Výsledky jsou uváděny v jednotkách na gram tuku, tj. na gram vzorku.

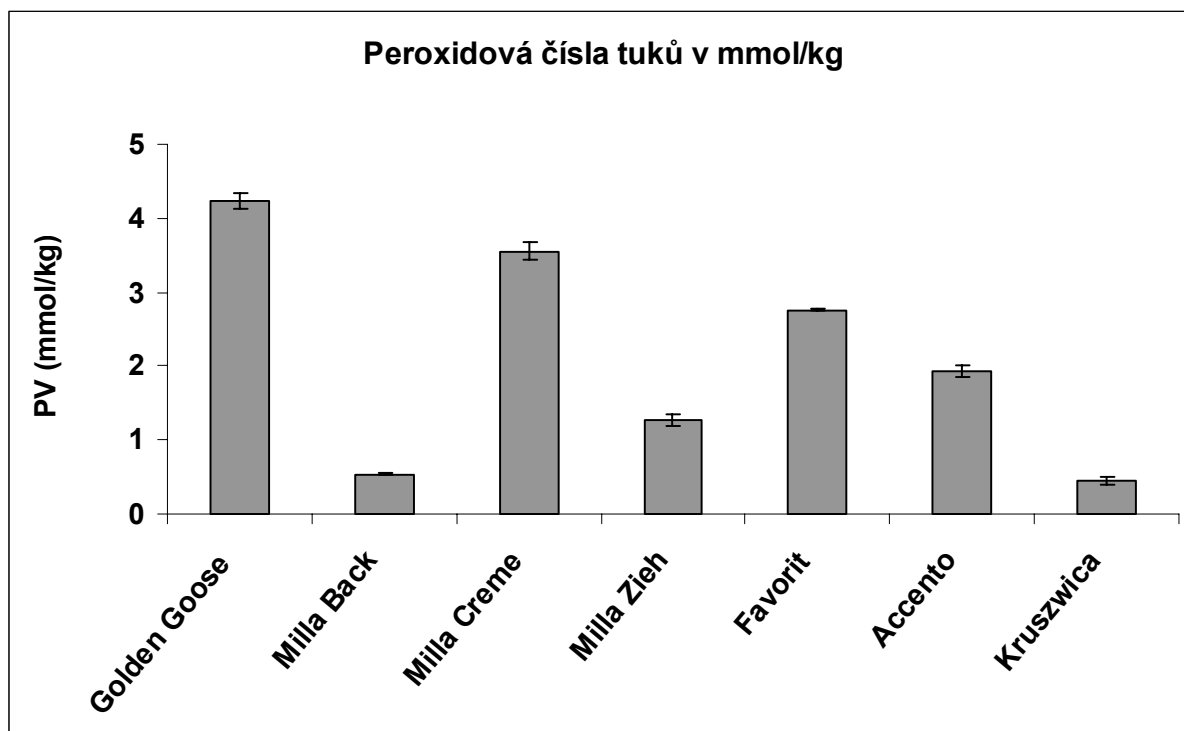
Hodnoty v jednotkách mekv. O₂/kg jsou přepočteny z PV v jednotkách mmol/kg na základě Tabulky 3.

Z teorie vyplývá, že čím menší je peroxidové číslo, tím menší je obsah primárních produktů oxidace. Nízké hodnoty PV prokázaly dobrou jakost tuku a margarínů. Během uskladnění nedošlo ke žluknutí.

Na hladině významnosti 95% peroxidová čísla jednotlivých margarínů a tuku nejsou shodná.

Všechny margaríny vyhověly vyhlášce [50], ve které je uvedeno max. PV 10,0 mekv. O₂/kg.

Graf 5: Peroxidová čísla tuků



5. 6. 4 Výsledky stanovení anisidinového čísla

Tabulka 11: Anisidinová čísla tuků skladovaných 133 dnů při teplotě 50°C a 3°C

<i>tuk</i>	<i>AV</i> <i>při 50°C (termostat)</i>	<i>AV</i> <i>při 3 °C (lednice)</i>
Golden Goose	6,7	-1,5
Milla Back	6,7	-4,8
Milla Creme	17,5	-0,8
Milla Zieh	26,2	-1,8
Favorit	36,9	-3,4
Accento	37,3	-2,3
Kruszwica	58,4	-3,3

Anisidinové číslo bylo stanoveno u vzorků tuků uskladněných po dobu 133 dnů:

- v lednici při teplotě 3°C
- v termostatu při teplotě 50°C (oxidace vzdušným kyslíkem)

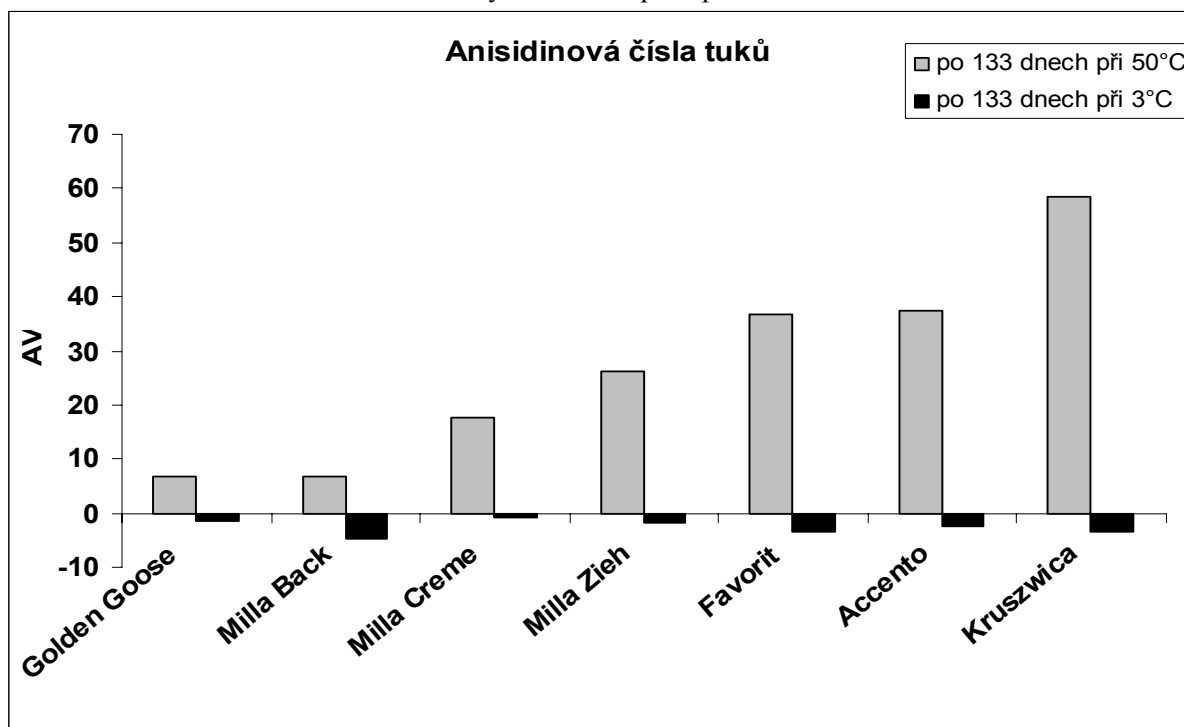
Analýzy byly uskutečněny v průběhu po sobě následujících 2 dnů. Z každého vzorku bylo provedeno troje měření (malé množství vzorků z termostatu). U výsledků nebyla provedena statistika pro nedostačující počet měření.

AV je mírou obsahu sekundárních metabolitů oxidace tuků. Je nepřímo úměrné čerstvosti tuku.

AV po 133 dnech při teplotě 50°C: Nejvíce sekundárních produktů obsahoval margarín Kruszwica. Nejméně margarín Milla Back a tuk Golden Goose.

AV po 133 dnech při teplotě 3°C: Můj předpoklad byl, že tuky z lednice nebudou obsahovat sekundární produkty. Naměřená data potvrdila předpoklad.

Graf 6: Anisidinová čísla tuků skladovaných 133 dnů při teplotě 50°C a 3°C



5. 6. 5 Výsledky stanovení tuku podle Soxhleta a vody

Tabulka 12: Výsledky stanovení tuku dle Soxhleta a vlhkosti

<i>tuk</i>	<i>obsah tuku (%)</i>	<i>obsah vody (%)</i>
Golden Goose	99,7	0,3 ± 0,0
Milla Back	81,1	19,6 ± 0,2
Milla Creme	82,0	19,8 ± 0,1
Milla Zieh	80,9	20,0 ± 0,2
Favorit	80,6	20,7 ± 0,5
Accento	81,0	20,3 ± 0,2
Kruszwica	80,6	19,9 ± 0,2

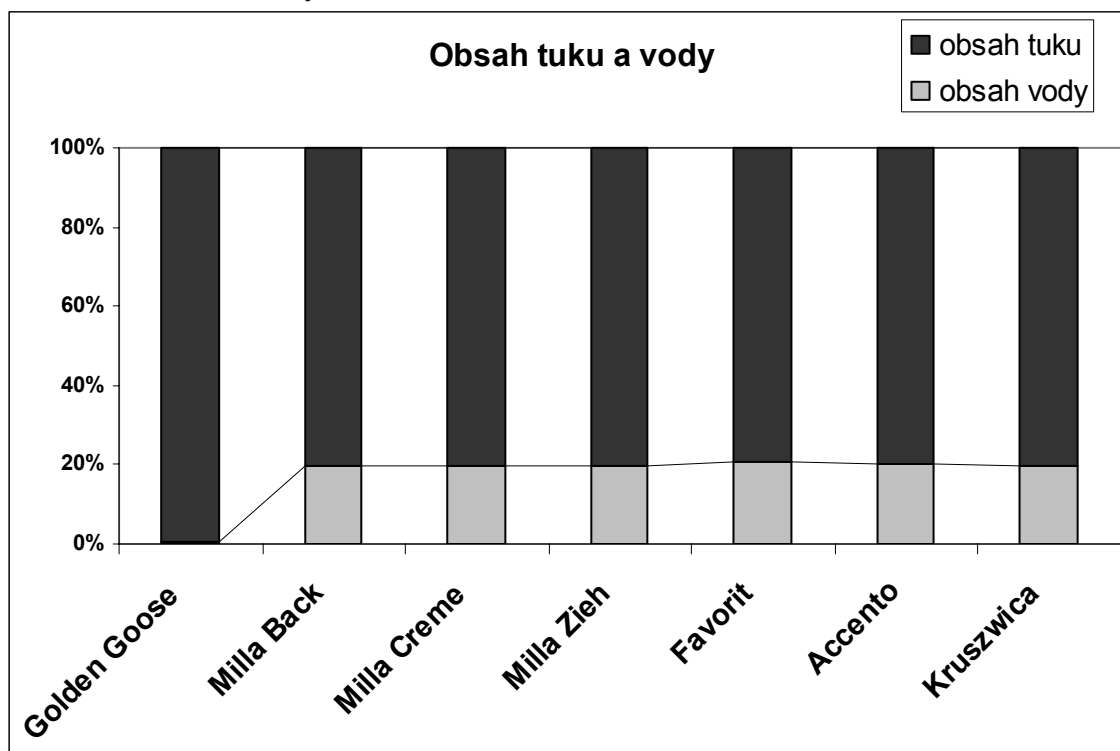
Pozn: Z časových důvodů bylo provedeno stanovení u každého tuku jen 2 krát. To je nedostačující počet výsledků pro statistické zpracování a proto je uveden pouze průměr. Stanovení vlhkosti bylo provedeno 6 krát a výsledky byly statisticky zpracovány.

Výsledky stanovení % tuku metodou podle Soxhleta jsou uváděny jako % tuku ve vzorku.

Všechny margaríny obsahují kolem 80% tuku ve vzorku. Tuk Golden Goose obsahoval 99,7% tuku, což odpovídá deklaraci pro 100% potravinářský tuk. Obsah vody byl v margarínech kolem 20% a v tuku Golden Goose 0,3%.

Po statistickém zpracování shodnosti výsledků bylo zjištěno, že margaríny Milla Back, Milla Creme, Milla Zieh, Favorit, Accento i Kruszwica jsou shodné na hladině spolehlivosti 95%.

Graf 7: Obsah tuku a vody



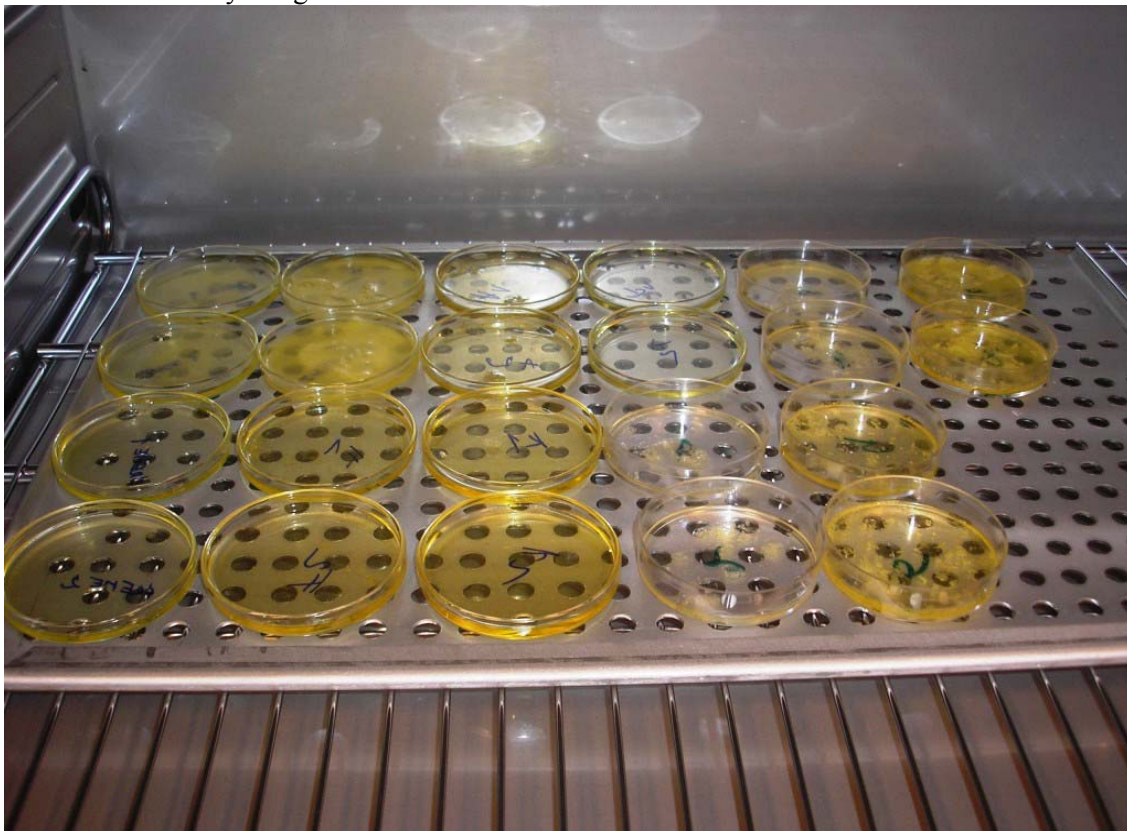
6. TESTOVÁNÍ OXIDAČNÍ STABILITY MARGARÍNŮ

Součástí diplomové práce bylo i sledování oxidace margarínů metodou nárůstku hmotnosti.

Do skleněných Petriho misek (vnitřní průměr 5,7 cm), bylo naváženo po 4 g tuku s přesností na 0,0001 g. Misky byly inkubovány v termostatu při teplotě 50°C. Nárůst, příp. úbytek hmotnosti byl zaznamenáván převažováním misek.

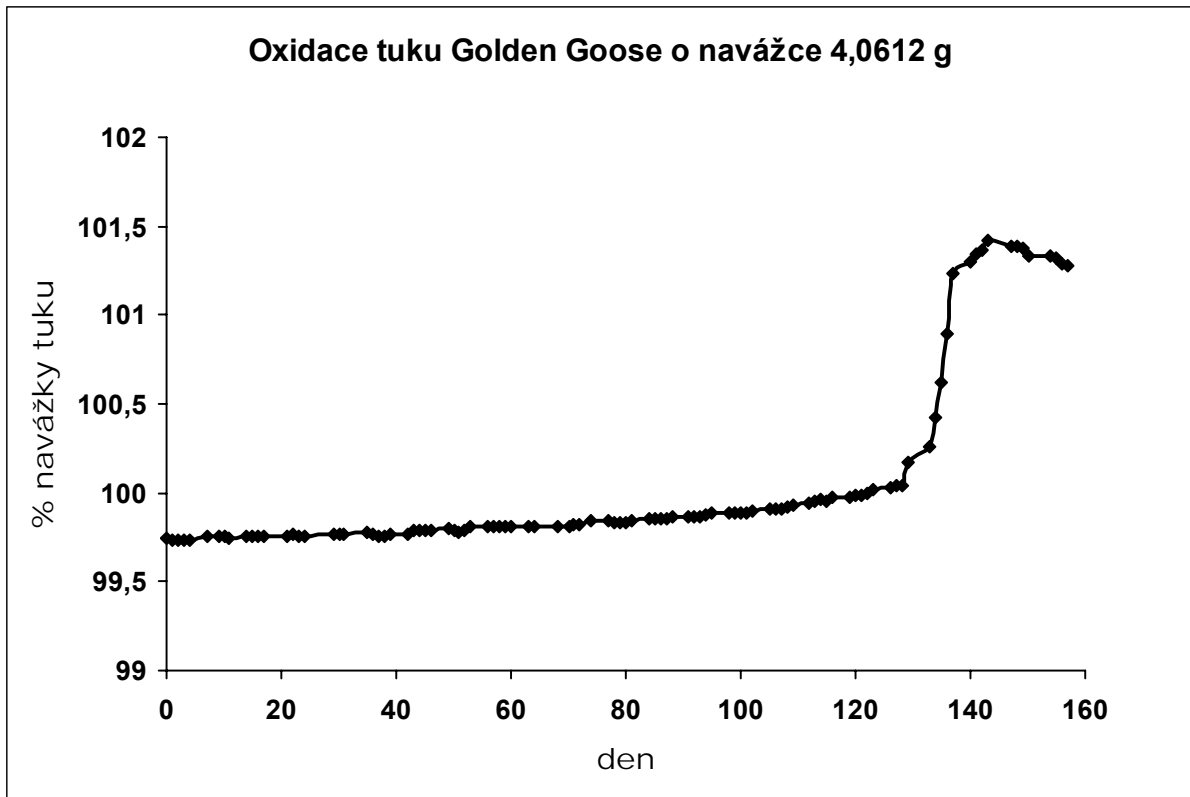
Navážené hodnoty byly převedeny do grafů č. 8 -16.

Obrázek 1: Vzorčky margarínů a tuku v termostatu

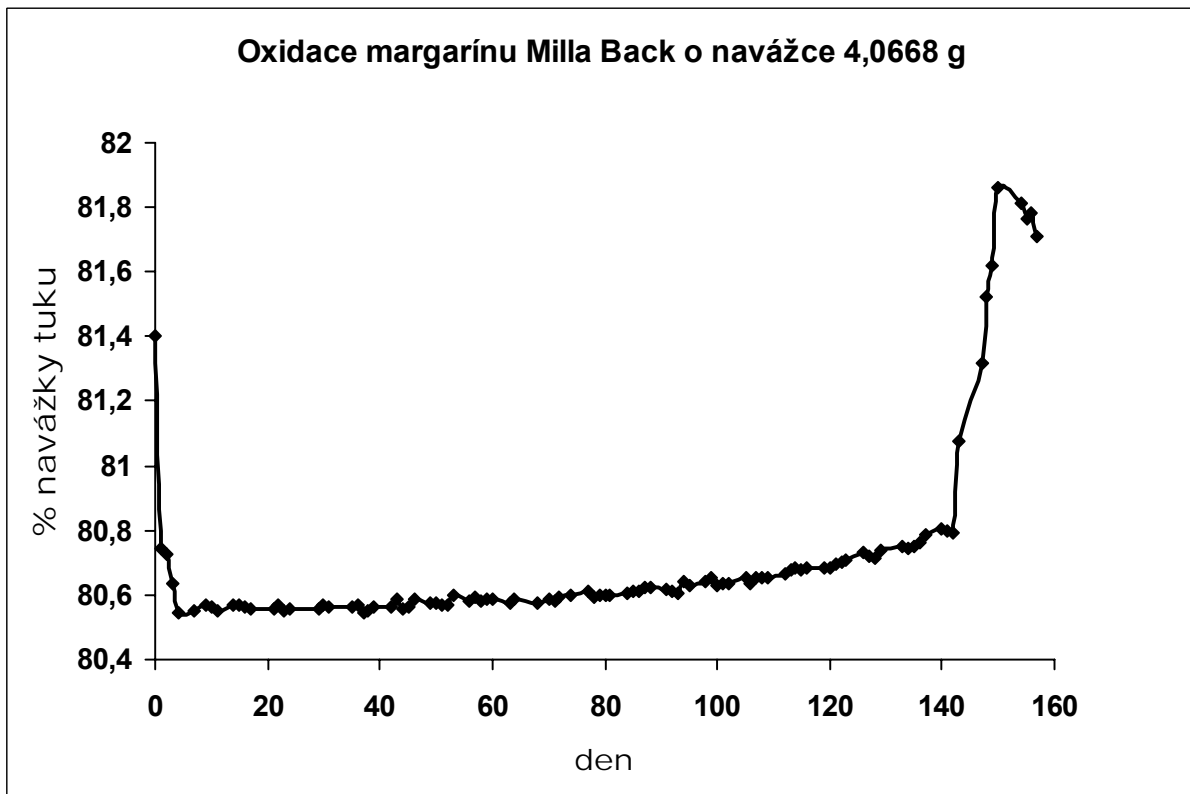


6. 1 Oxidační křivky margarínů a tuku

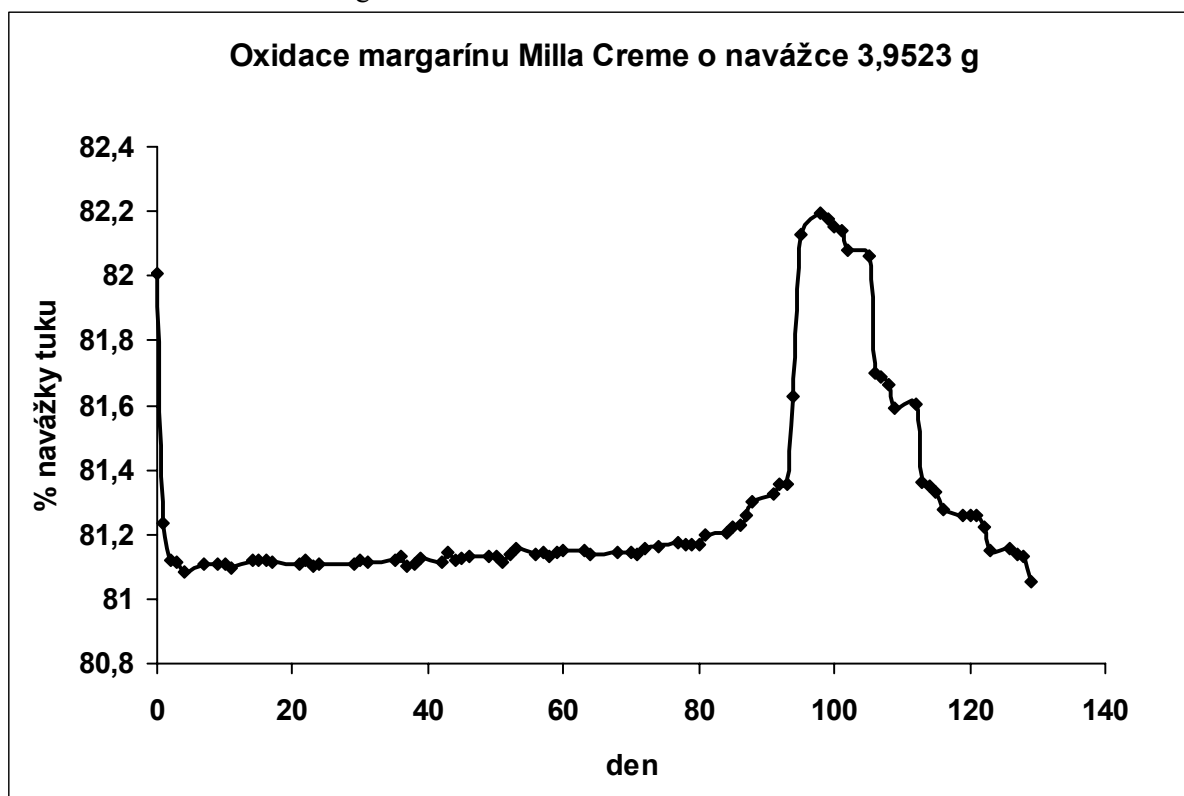
Graf 8: Oxidační křivka 100% palmitového tuku Golden Goose



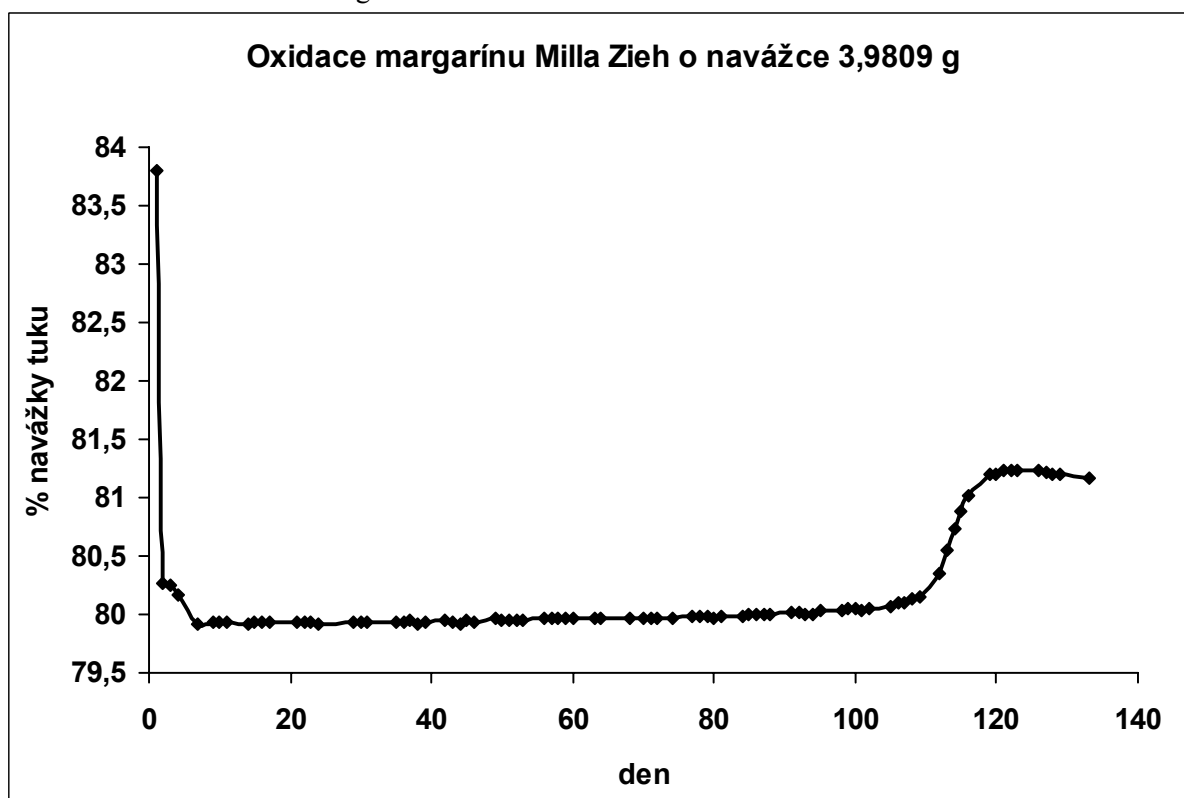
Graf 9: Oxidační křivka margarínu Milla Back



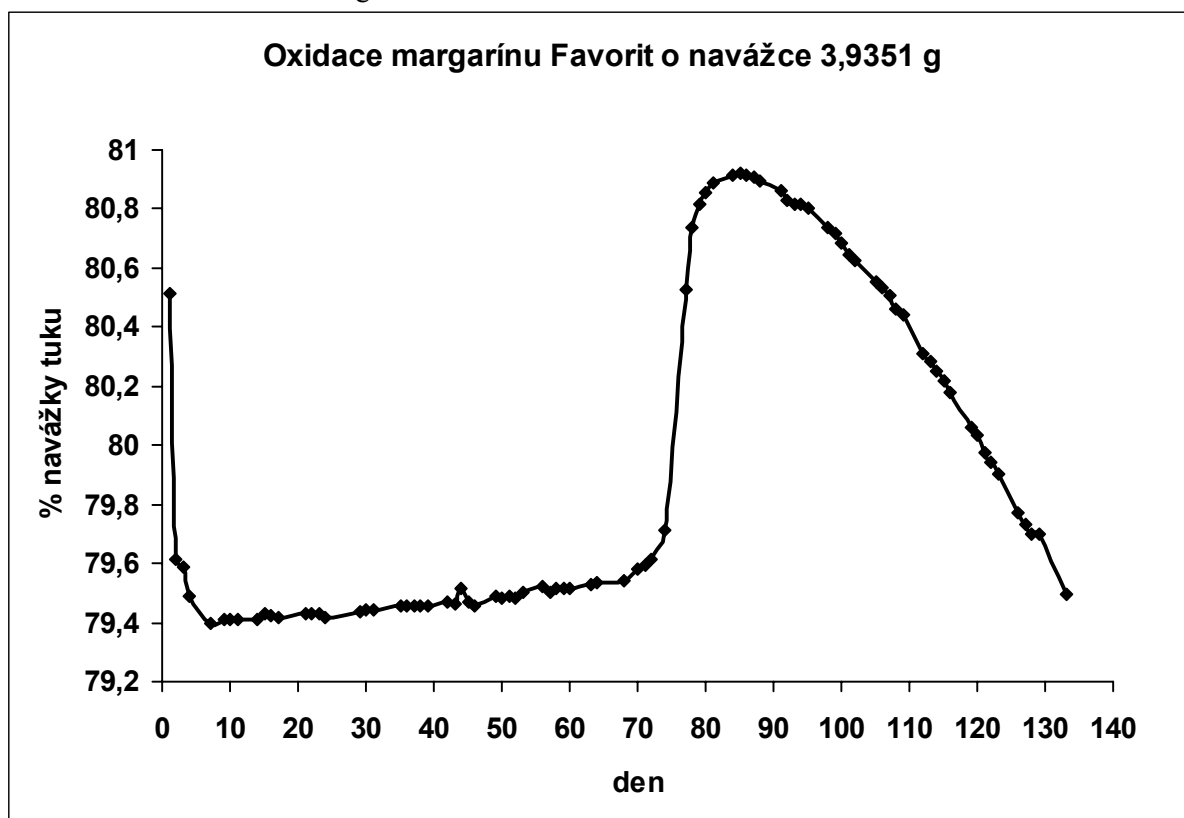
Graf 10: Oxidační křivka margarínu Milla Creme



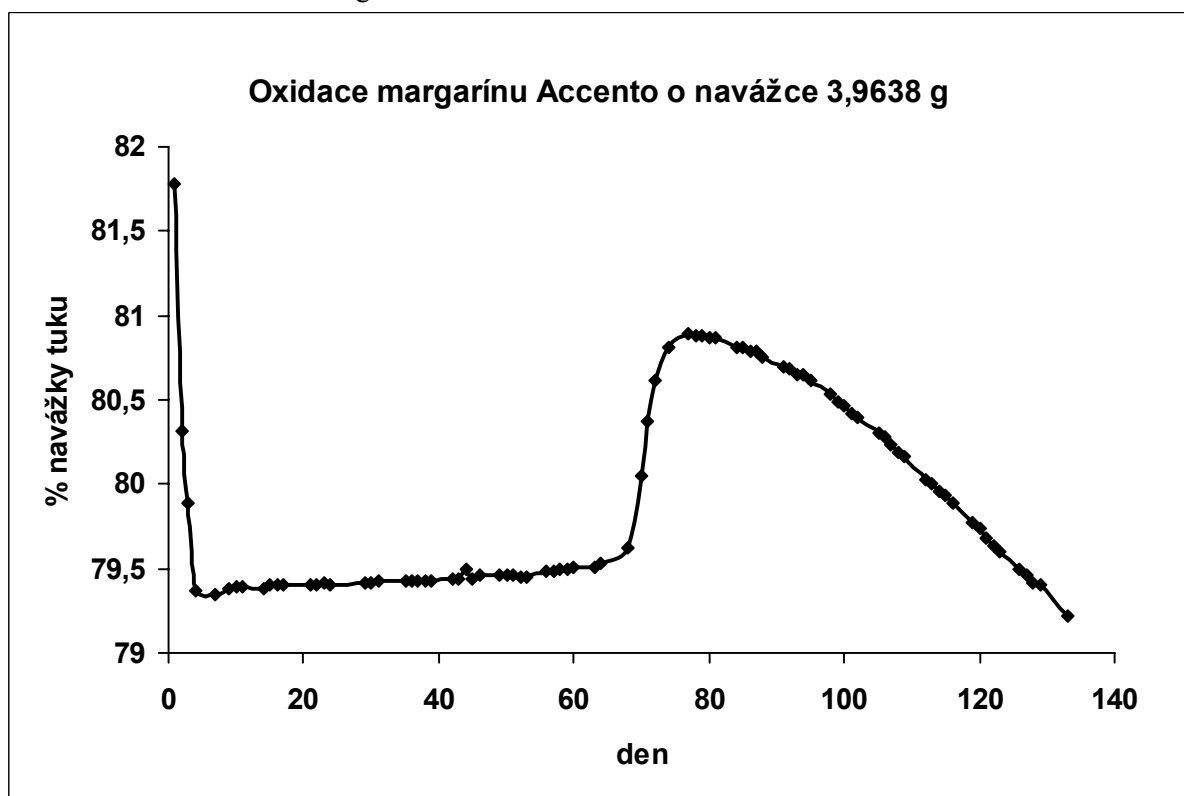
Graf 11: Oxidační křivka margarínu Milla Zieh



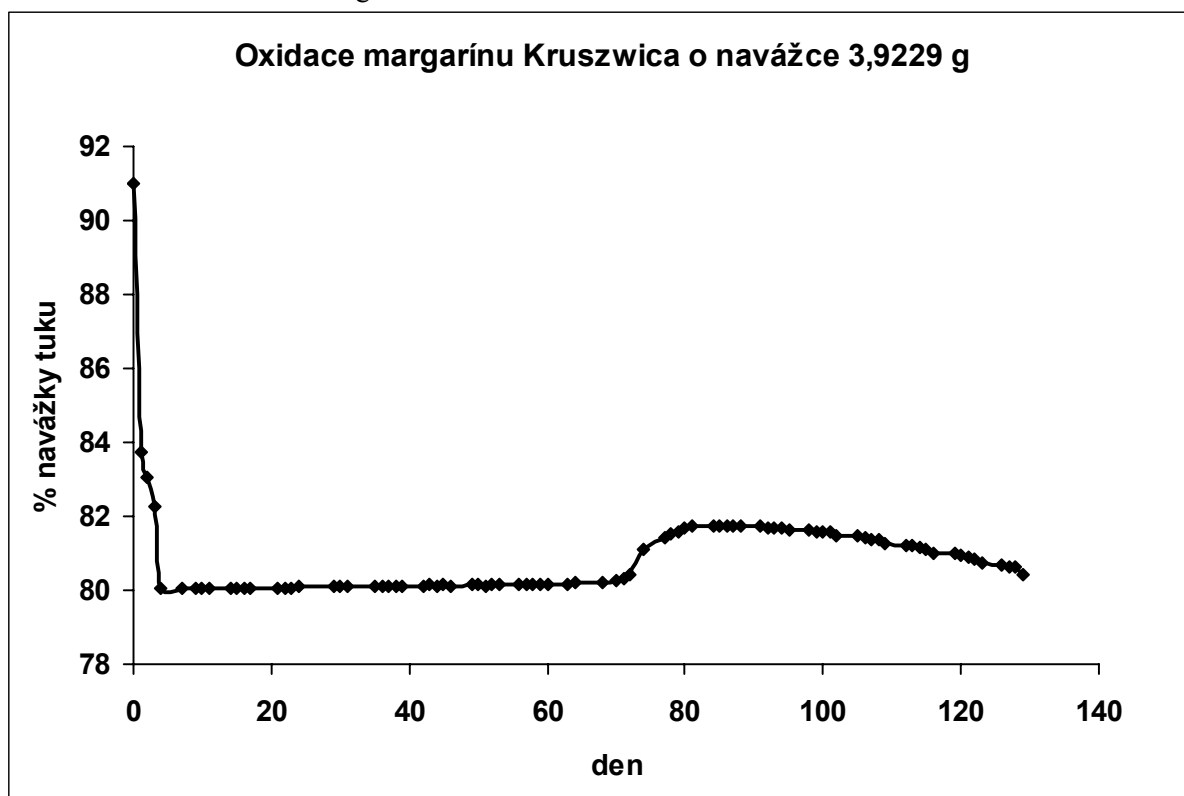
Graf 12: Oxidační křivka margarínu Favorit



Graf 13: Oxidační křivka margarínu Accento



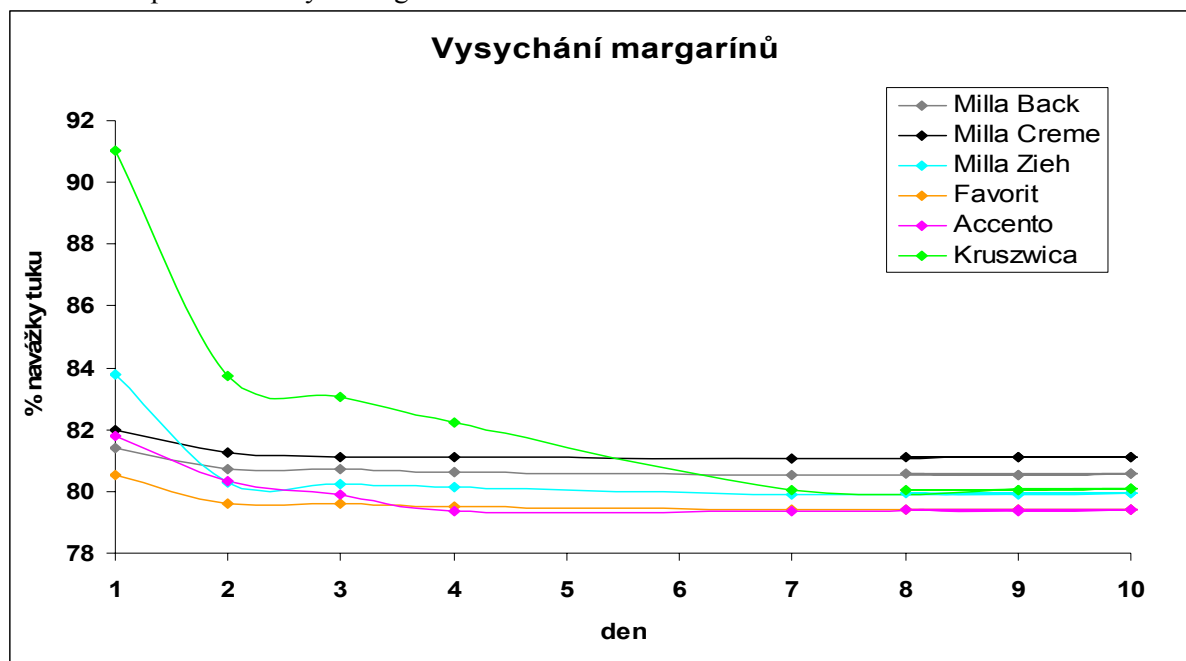
Graf 14: Oxidační křivka margarínu Kruszwica



U všech margarínů docházelo při počáteční inkubaci v termostatu při 50°C k poklesu hmotnosti. U tuku Golden Goose k poklesu hmotnosti nedošlo. Protože margaríny obsahovaly cca 20% vody a tuk Golden Goose byl 100% tuk, lze pokles hmotnosti vysvětlit odpařováním vody obsažené v margarínech.

Po odpaření vody došlo k relativnímu stagnování křivky s následným nárůstem hmotnosti při tvorbě oxidačních produktů. Po konci oxidace došlo opět ke stagnování křivky nebo k jejímu poklesu, což přičítám těkavosti oxidačních produktů.

Graf 15: Odpařování vody u margarínů



Vysychání margarínů probíhalo obdobně s výjimkou margarínů Kruswica a Accento. U margarínů Milla Back, Milla Creme, Milla Zieh a Favorit došlo k odpaření vody během 2 dnů. Margarín Accento potřeboval na vyschnutí 4 dny a Kruswica až 7 dní. Odlišný průběh grafů u margarínů Kruswica a Accento ve srovnání s ostatními je možné vysvětlit odpařováním jiných těkavých látek.

6. 2 Srovnání začátku a konce oxidace margarínů

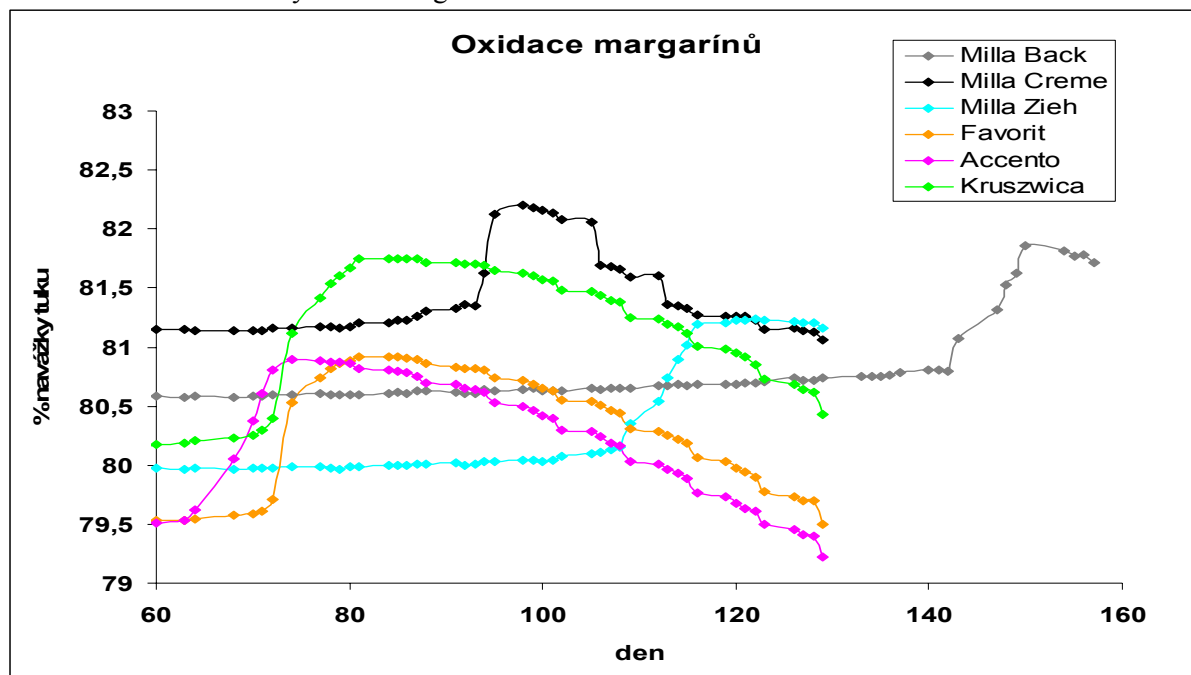
Tabulka 13: Srovnání začátku a konce oxidace margarínů a palmitového tuku

<i>tuk</i>	<i>den začátku oxidace</i>	<i>den konce oxidace</i>	<i>celkový počet dní oxidace</i>
Golden Goose	128	143	15
Milla Back	142	150	8
Milla Creme	84	98	14
Milla Zieh	109	120	11
Favorit	72	84	12
Accento	68	77	9
Kruszwica	72	81	9

Dny začátku a konce oxidace margarínů byly odečteny z grafů oxidací příslušných margarínů. Za začátek oxidace byl brán den, který je před dnem začátku stoupání křivky. Za konec oxidace byl brán den, kdy křivka začíná stagnovat, popřípadě klesat.

Všechny margaríny i palmitový tuk oxidovaly v rozmezí 8-15 dnů.

Graf 16: Oxidační křivky všech margarínů



Za stejných podmínek (50°C, termostat, skleněná Petriho miska, navážka 4 g tuku) začal nejdříve oxidovat margarín Accento (68. den). Následně oxidovaly margaríny Favorit a Kruszwica (72. den), dále Milla Creme (84. den), Milla Zieh (109. den), tuk Golden Goose (128. den). Naposledy začal oxidovat margarín Milla Back (142. den).

6. 3 Srovnání oxidace margarínů s naměřenými hodnotami tukových čísel

6. 3. 1 Anisidinová čísla a oxidace tuků

U margarínů a tuku, které byly inkubovány v termostatu při teplotě 50°C, bylo stanoveno anisidinové číslo po 133 dnech inkubace. Tuky, které ještě nebyly zoxidovány (Milla Back a Golden Goose) byly zanalyzovány po 161 dnech inkubace.

Tabulka 14: Anisidinová čísla a dny inkubace

<i>tuk</i>	<i>den začátku oxidace</i>	<i>den měření AV</i>	<i>AV</i>	<i>den měření AV</i>	<i>AV</i>
Golden Goose	128	133	6,7 ²	161	16,2 ³
Milla Back	142	133	6,7 ¹	161	97,8 ³
Milla Creme	84	133	17,6		
Milla Zieh	109	133	26,2		
Favorit	72	133	36,9		
Accento	68	133	37,3		
Kruszwica	72	133	58,4		

¹ v den měření ještě neoxidoval, ² v den měření začínal oxidovat, ³ měřeno po oxidaci

Margaríny Favorit a Kruszwica začaly oxidovat ve stejný den. Jejich AV se ale lišila. Z rozdílu jejich hodnot AV usuzují, že margarín Kruszwica (AV= 58,4) obsahoval více oxidačních produktů než margarín Favorit (AV= 36,9).

Margarín Milla Zieh začal oxidovat nejpozději z margarínů (kromě Milla Back) a je tedy předpoklad, že oxidační produkty se nestihly vypařit. I přesto měl jedno z nejnižších AV.

U margarínu Milla Back a tuku Golden Goose se v průběhu oxidace zvyšovala hodnota AV. Na začátku oxidace bylo AV 6,7. Po oxidaci narostlo AV na 97,8 u Milla Back a na 16,2 u Golden Goose.

6. 3. 2 Jodová čísla a oxidace tuků

Jodová čísla byla stanovena u čerstvých tuků, tedy před vložením tuku do termostatu.

Tabulka 15: Srovnání začátku oxidace a naměřených jodových čísel u čerstvých tuků

<i>tuk</i>	<i>den začátku oxidace</i>	<i>Čj (g I₂/100 g tuku)</i>
Golden Goose	128	47,0± 0,6
Milla Back	142	37,1 ± 0,3
Milla Creme	84	27,1± 0,4
Milla Zieh	109	37,8 ± 0,4
Favorit	72	46,7 ± 0,6
Accento	68	46,5 ± 0,4
Kruszwica	72	49,0± 0,6

Margaríny Favorit, Accento a tuk Golden Goose mají shodná jodová čísla. Obsahují tedy stejný poměr nenasyčených vazeb. Je proto možné předpokládat, že se budou oxidovat stejným způsobem. Jejich oxidace však neměla stejný průběh. První začal oxidovat margarín Accento, druhý margarín Favorit (o 4 dny později než Accento) a třetí tuk Golden Goose (o 60 dnů později než Accento).

Obdobná jodová čísla mají i margaríny Milla Zieh a Milla Back, ale jejich začátky oxidací se lišily o 33 dnů.

Rozdíly v oxidacích přisuzují složení tuku, přítomnosti antioxidantů a katalyzátorů oxidace, které jsem nestanovila.

7. PEČENÍ ROHLÍKŮ

Pečení rohlíků proběhlo v pekařském centru firmy Lesaffre Česko v Olomouci dne 15. 12. 2008, kterého jsem se také zúčastnila.

Z každého tuku bylo dle receptury upečeno 60 ks rohlíků, které byly dále použity k senzorické analýze a stanovení objemové hmotnosti.

Receptura je uvedena v Příloze 1.

Postup výroby rohlíků:

- rozvážení surovin dle receptury
- zadělání těsta
- míchání – 3 minuty pomalu (promíchání surovin), 2 minuty rychle (provzdušnění těsta a vytvoření lepkové sítě)
- odležení těsta
- vyválení na rozvalovačce
- dělení na děliče
- převažování na hmotnost 56 g
- vytvarování v tzv. rohlíkáči
- kynutí při 37°C po dobu 10 minut
- pečení v rotační peci při 220°C po dobu 12 minut
- vychladnutí

8. SENZORICKÁ ANALÝZA ROHLÍKŮ

Senzorická analýza byla provedena dne 15. a 16. 12. 2008 v laboratoři senzorické analýzy fakulty chemické VUT v Brně. V den upečení (1. den) se hodnotily čerstvé rohlíky.

Následující den po upečení (2. den) se hodnotily den staré rohlíky. Rohlíky byly uskladněny v potravinových mikrotenových sáčcích.

Vybavení senzorické laboratoře odpovídalo nařízení dle ČSN ISO 8589 [58].

Oba dva dny se hodnocení zúčastnilo 15 hodnotitelů. Každý hodnotitel dostal ták s naservírovanými vzorky pečiva – viz. Obrázek 2 a formulář – viz. Příloha 2. Vždy bylo předloženo 7 vzorků, které byly označeny čísly.

Vyplněné formuláře byly zpracovány a výsledky uvedeny v %, viz. Tabulky č. 16 - 24. Výsledky byly graficky zpracovány.

Obrázek 2: Vzorčky servírované k senzoričkému hodnocení



1...rohlík upečený z tuku Golden Goose, 2... Milla Back, 3...Milla Creme, 4...Milla Zieh, 5...Favorit, 6...Accento, 7...Kruszwica

8. 1 Výsledky senzoričké analýzy

Tuky použité na výrobu rohlíků: Golden Goose (GG), Milla Back (MB), Milla Creme (MC), Milla Zieh (MZ), Favorit (F), Accento (A) a Kruszwica (K).

Tabulka 16: Výsledky senzoričké analýzy barvy kůrky v %

	<i>Barva kůrky v %</i>													
	<i>1. den</i>							<i>2. den</i>						
	<i>GG</i>	<i>MB</i>	<i>MC</i>	<i>MZ</i>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>K</i>	<i>GG</i>	<i>MB</i>	<i>MC</i>	<i>MZ</i>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>K</i>
světlá	6,7	13,3	6,7	0,0	6,7	6,7	6,7	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
zlatavá	33,3	40,0	20,0	26,7	6,7	0,0	20,0	40,0	20,0	0,0	6,7	0,0	0,0	6,7
žlutohnědá	33,3	40,0	46,7	33,3	20,0	26,7	46,7	46,7	73,3	53,3	33,3	20,0	33,3	46,7
hnědá	26,7	6,7	26,7	26,7	26,7	60,0	6,7	13,3	0,0	40,0	33,3	66,7	46,7	40,0
příliš tmavá	0,0	0,0	0,0	13,3	40,0	6,7	20,0	0,0	0,0	6,7	26,7	13,3	20,0	6,7

Tabulka 17: Výsledky senzoričké analýzy vzhledu kůrky v %

<i>Vzhled kůrky v %</i>														
	<i>1. den</i>							<i>2. den</i>						
	<i>GG</i>	<i>MB</i>	<i>MC</i>	<i>MZ</i>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>K</i>	<i>GG</i>	<i>MB</i>	<i>MC</i>	<i>MZ</i>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>K</i>
neporušený	66,7	66,7	33,3	40,0	46,7	46,7	33,3	53,3	66,7	46,7	60,0	40,0	53,3	46,7
málo popraskaný	6,7	20,0	46,7	40,0	40,0	26,7	46,7	46,7	33,3	46,7	33,3	46,7	46,7	53,3
popraskaný	13,3	6,7	13,3	13,3	6,7	20,0	13,3	0,0	0,0	6,7	6,7	13,3	0,0	0,0
hodně popraskaný	13,3	6,7	6,7	0,0	6,7	6,7	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
příliš popraskaný	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabulka 18: Výsledky senzoričké analýzy pórovitosti střídky v %

<i>Pórovitost střídky v %</i>														
	<i>1. den</i>							<i>2. den</i>						
	<i>GG</i>	<i>MB</i>	<i>MC</i>	<i>MZ</i>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>K</i>	<i>GG</i>	<i>MB</i>	<i>MC</i>	<i>MZ</i>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>K</i>
nepórovitá	6,7	13,3	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	6,7	13,3	0,0	13,3	0,0
spíše malé póry	40,0	26,7	66,7	33,3	33,3	53,3	33,3	66,7	60,0	73,3	73,3	60,0	66,7	66,7
střední póry	26,7	33,3	13,3	46,7	40,0	33,3	26,7	20,0	26,7	20,0	13,3	33,3	20,0	20,0
i větší póry	13,3	26,7	20,0	20,0	26,7	6,7	33,3	13,3	13,3	0,0	0,0	6,7	0,0	13,3
velké póry	13,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabulka 19: Výsledky senzoričké analýzy vzhledu střídky v %

<i>Vzhled střídky v %</i>														
	<i>1. den</i>							<i>2. den</i>						
	<i>GG</i>	<i>MB</i>	<i>MC</i>	<i>MZ</i>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>K</i>	<i>GG</i>	<i>MB</i>	<i>MC</i>	<i>MZ</i>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>K</i>
pravidelná	20,0	13,3	6,7	20,0	26,7	13,3	26,7	13,3	40,0	20,0	20,0	6,7	20,0	20,0
spíše pravidelná	46,7	46,7	46,7	40,0	13,3	46,7	26,7	60,0	33,3	73,3	60,0	46,7	66,7	53,3
menší trhliny	26,7	26,7	40,0	26,7	53,3	20,0	20,0	20,0	13,3	6,7	20,0	46,7	13,3	26,7
větší trhliny	6,7	13,3	0,0	13,3	6,7	20,0	20,0	6,7	13,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
velké trhliny	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabulka 20: Výsledky senzoričké analýzy vůně v %

<i>Vůně – čichová zkouška v %</i>														
	<i>1. den</i>							<i>2. den</i>						
	<i>GG</i>	<i>MB</i>	<i>MC</i>	<i>MZ</i>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>K</i>	<i>GG</i>	<i>MB</i>	<i>MC</i>	<i>MZ</i>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>K</i>
nakyslá	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	0,0	20,0	20,0	6,7	20,0	0,0	6,7	6,7
nasládlá	66,7	40,0	40,0	53,3	46,7	40,0	33,3	53,3	26,7	33,3	20,0	26,7	46,7	26,7
karamelová	0,0	6,7	13,3	0,0	6,7	0,0	13,3	0,0	13,3	13,3	20,0	26,7	6,7	6,7
pšeničná	20,0	46,7	40,0	40,0	33,3	40,0	53,3	20,0	26,7	40,0	33,3	40,0	33,3	53,3
chemická	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
zatuchlá	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	13,3	0,0	0,0	6,7	0,0	6,7	0,0	0,0	6,7

Tabulka 21: Výsledky senzoričké analýzy příjemnosti vůně v %

<i>Vůně – celkový vjem v %</i>														
	<i>1. den</i>							<i>2. den</i>						
	<i>GG</i>	<i>MB</i>	<i>MC</i>	<i>MZ</i>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>K</i>	<i>GG</i>	<i>MB</i>	<i>MC</i>	<i>MZ</i>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>K</i>
příjemná	60,0	40,0	26,7	53,3	40,0	26,7	46,7	40,0	26,7	46,7	33,3	40,0	33,3	33,3
spíše příjemná	20,0	33,3	20,0	13,3	33,3	33,3	26,7	46,7	40,0	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7
neutrální	20,0	13,3	33,3	26,7	13,3	33,3	26,7	13,3	26,7	20,0	33,3	33,3	40,0	26,7
spíše nepříjemná	0,0	13,3	20,0	6,7	13,3	0,0	0,0	0,0	6,7	6,7	6,7	0,0	0,0	13,3
nepříjemná	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabulka 22: Výsledky senzoričké analýzy textury po skousnutí v %

<i>Textura po skousnutí v %</i>														
	<i>1. den</i>							<i>2. den</i>						
	<i>GG</i>	<i>MB</i>	<i>MC</i>	<i>MZ</i>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>K</i>	<i>GG</i>	<i>MB</i>	<i>MC</i>	<i>MZ</i>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>K</i>
křehká	13,3	0,0	0,0	6,7	6,7	6,7	0,0	13,3	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	13,3
křupavá	0,0	6,7	0,0	6,7	0,0	6,7	13,3	0,0	6,7	0,0	0,0	6,7	6,7	0,0
drobivá	6,7	6,7	6,7	0,0	13,3	13,3	6,7	20,0	6,7	0,0	20,0	20,0	6,7	20,0
vláčná	66,7	60,0	46,7	60,0	46,7	60,0	60,0	46,7	60,0	53,3	40,0	53,3	53,3	33,3
gumovitá	6,7	20,0	40,0	13,3	20,0	13,3	13,3	6,7	6,7	20,0	26,7	6,7	13,3	20,0
lepivá	0,0	6,7	6,7	13,3	13,3	0,0	6,7	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	6,7	6,7
tuhá	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,3	20,0	20,0	13,3	6,7	13,3	6,7

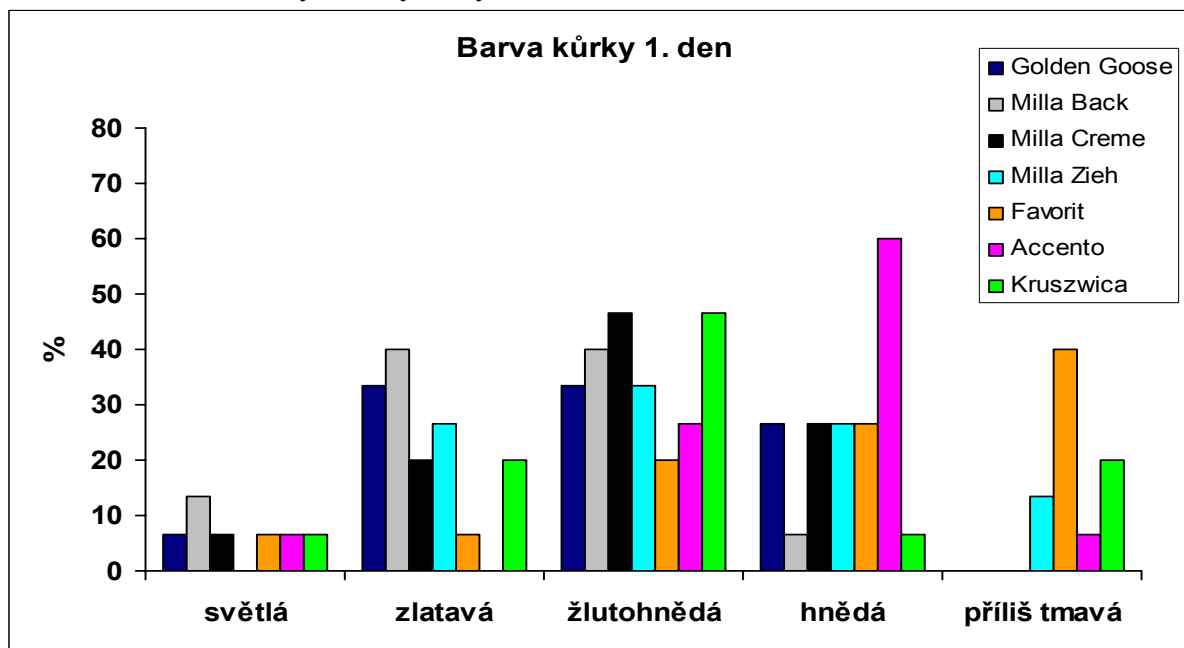
Tabulka 23: Výsledky senzoričké analýzy chuťového profilu v %

<i>Chuťový profil po skousnutí v %</i>														
	<i>1. den</i>							<i>2. den</i>						
	<i>GG</i>	<i>MB</i>	<i>MC</i>	<i>MZ</i>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>K</i>	<i>GG</i>	<i>MB</i>	<i>MC</i>	<i>MZ</i>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>K</i>
nasládlá	66,7	86,7	66,7	46,7	66,7	66,7	73,3	73,3	73,3	80,0	73,3	80,0	73,3	80,0
slaná	0,0	6,7	0,0	13,3	13,3	13,3	6,7	6,7	0,0	6,7	0,0	0,0	6,7	6,7
pšeničná	20,0	26,7	20,0	20,0	26,7	26,7	33,3	33,3	33,3	40,0	26,7	20,0	26,7	33,3
nahořklá	0,0	0,0	0,0	6,7	6,7	6,7	6,7	0,0	13,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
chemická	0,0	0,0	6,7	0,0	6,7	0,0	6,7	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0
nakyslá	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
karamelová	0,0	0,0	6,7	0,0	13,3	6,7	0,0	13,3	0,0	6,7	13,3	0,0	6,7	0,0
máslová	40,0	20,0	33,3	53,3	6,7	26,7	13,3	46,7	46,7	26,7	26,7	33,3	26,7	33,3
olejová	0,0	6,7	6,7	0,0	0,0	6,7	6,7	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0
zatuchlá	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0

Tabulka 24: Výsledky senzoričké analýzy příjemnosti chutě v %

<i>Chuť – celkový vjem v %</i>														
	<i>1. den</i>							<i>2. den</i>						
	<i>GG</i>	<i>MB</i>	<i>MC</i>	<i>MZ</i>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>K</i>	<i>GG</i>	<i>MB</i>	<i>MC</i>	<i>MZ</i>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>K</i>
velmi chutná	6,7	6,7	13,3	0,0	6,7	13,3	13,3	20,0	6,7	6,7	13,3	6,7	33,3	26,7
chutná	66,7	60,0	33,3	80,0	66,7	60,0	73,3	60,0	66,7	60,0	46,7	46,7	53,3	53,3
střední, neutrální	26,7	26,7	53,3	20,0	20,0	20,0	13,3	20,0	26,7	26,7	33,3	33,3	13,3	20,0
nechutná	0,0	6,7	0,0	0,0	6,7	6,7	0,0	0,0	0,0	6,7	6,7	13,3	0,0	0,0
velmi nechutná	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

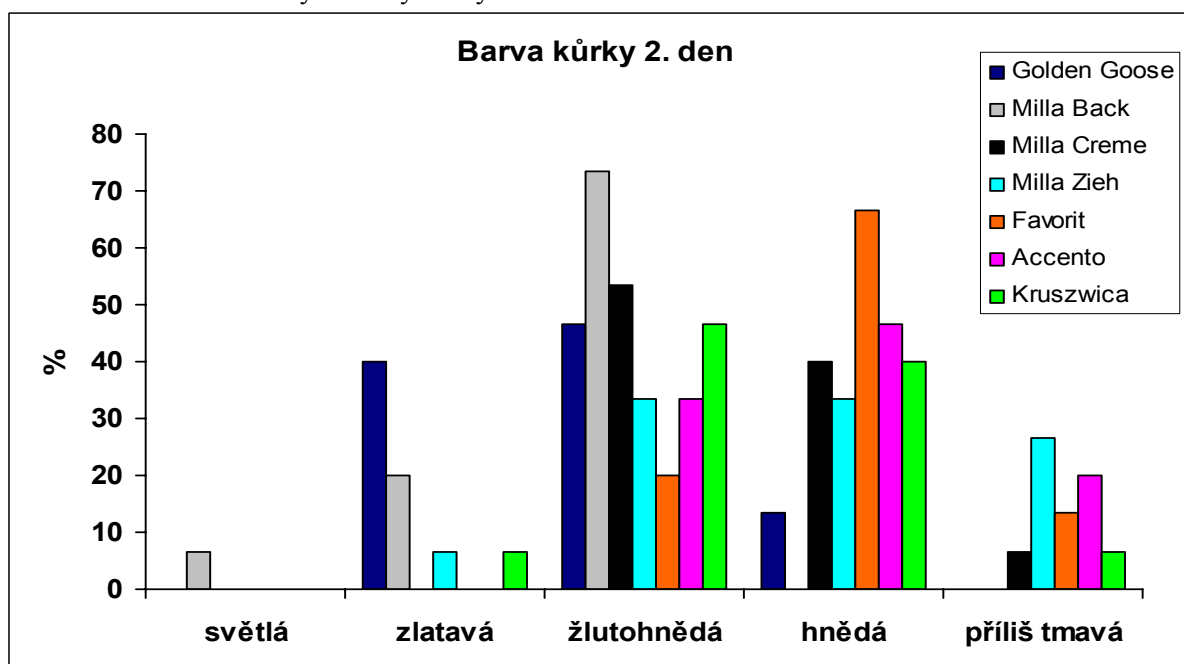
Graf 17: Senzorická analýza barvy kůrky hodnocená 1. den



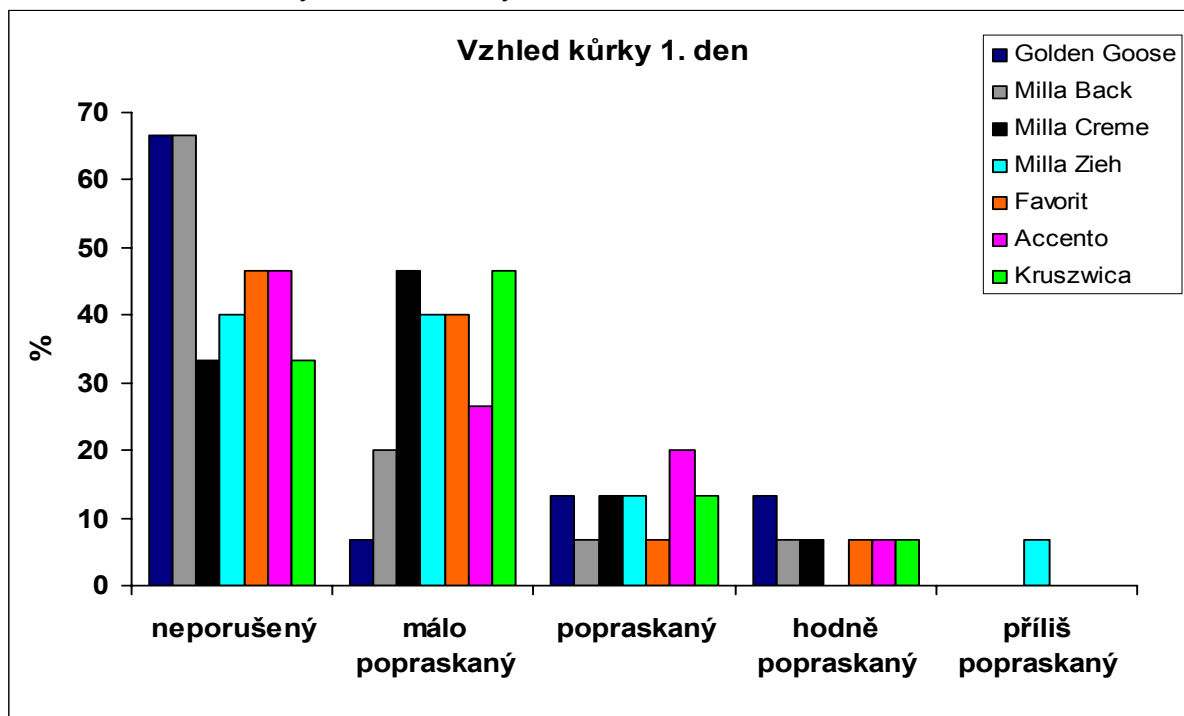
Barva kůrky rohlíků 1. den z margarínu Accento byla vyhodnocena jako hnědá až žlutohnědá. U rohlíků z margarínu Favorit, Kruszwica byla žlutohnědá-zlatavá a příliš tmavá. U rohlíků vyrobených z margarínu Milla Creme byla barva kůrky vyhodnocena jako zlatavá-žlutohnědá-hnědá, z margarínu Milla Back zlatavá až žlutohnědá, z Milla Zieh a Golden Goose zlatavá-žlutohnědá-hnědá.

Druhý den byla barva kůrky rohlíků ze všech druhů margarínů vyhodnocena jako žlutohnědá-hnědá. Výjimkou byly jen rohlíky z tuku Golden Goose, které byly vyhodnoceny jako zlatavé-žlutohnědé.

Graf 18: Senzorická analýza barvy kůrky hodnocená 2. den

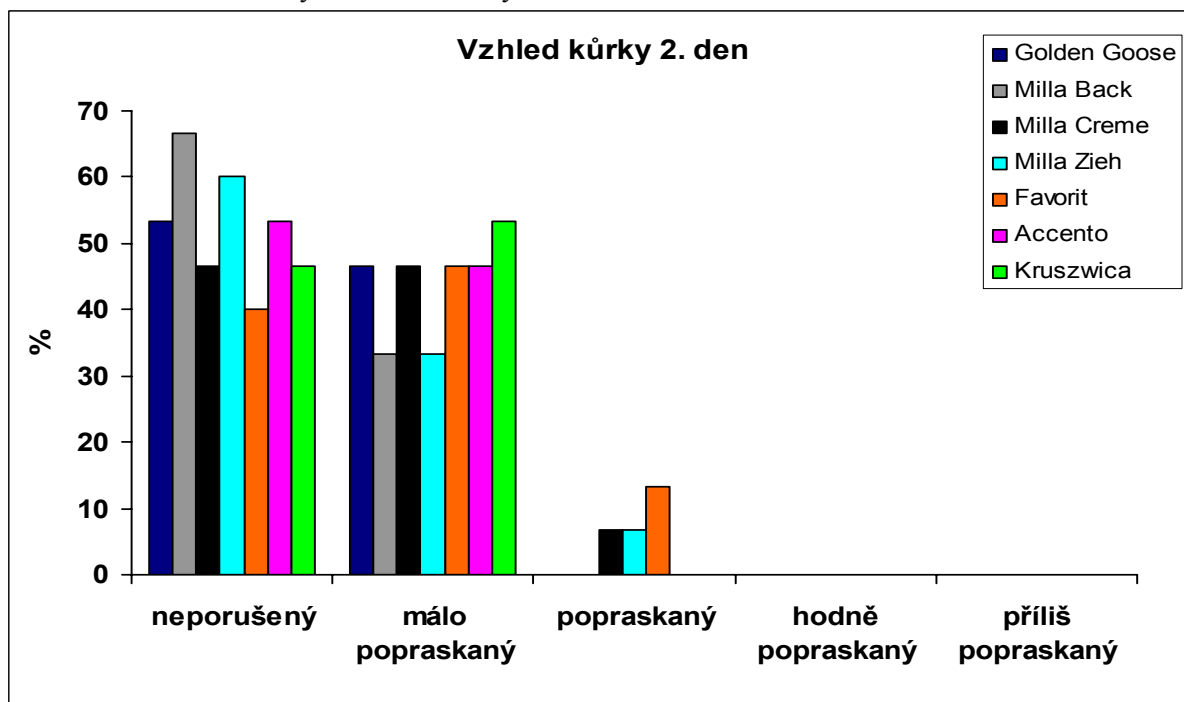


Graf 19: Senzorická analýza vzhledu kůrky hodnocená 1. den

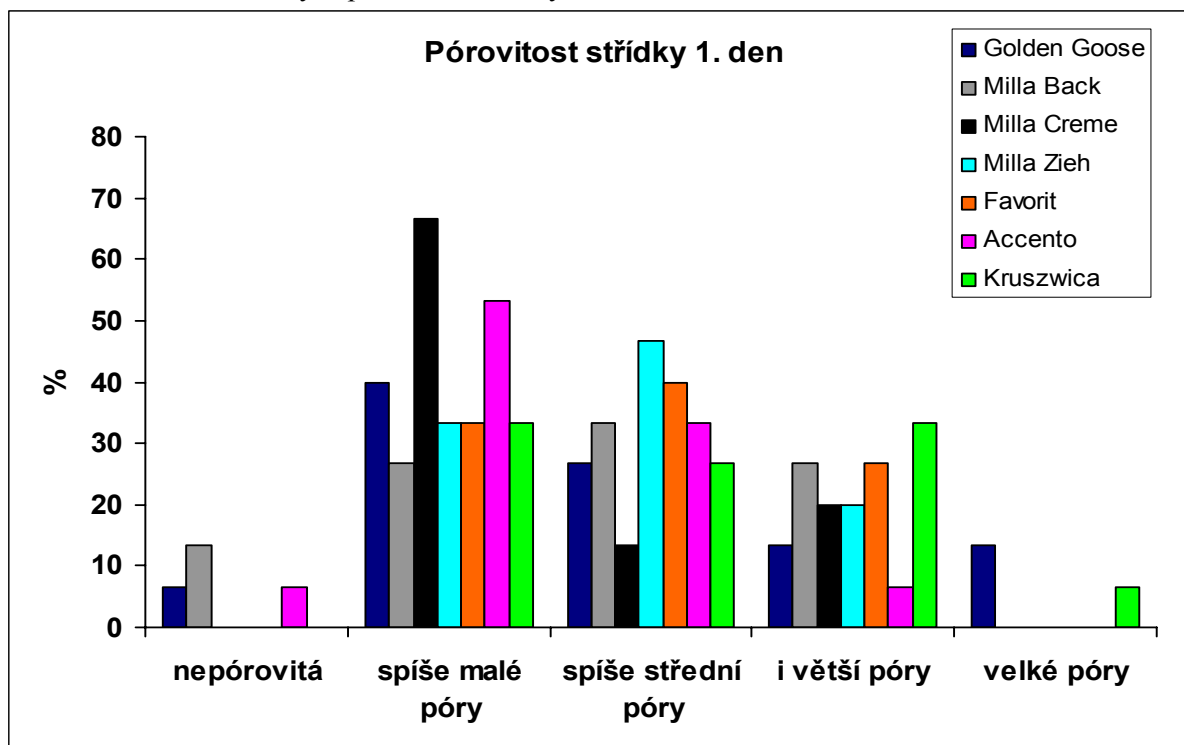


Vzhled kůrky rohlíků 1. i 2. den byl u většiny rohlíků upečených z daných značek margarínů vyhodnocen jako neporušený až málo popraskaný.

Graf 20: Senzorická analýza vzhledu kůrky hodnocená 2. den



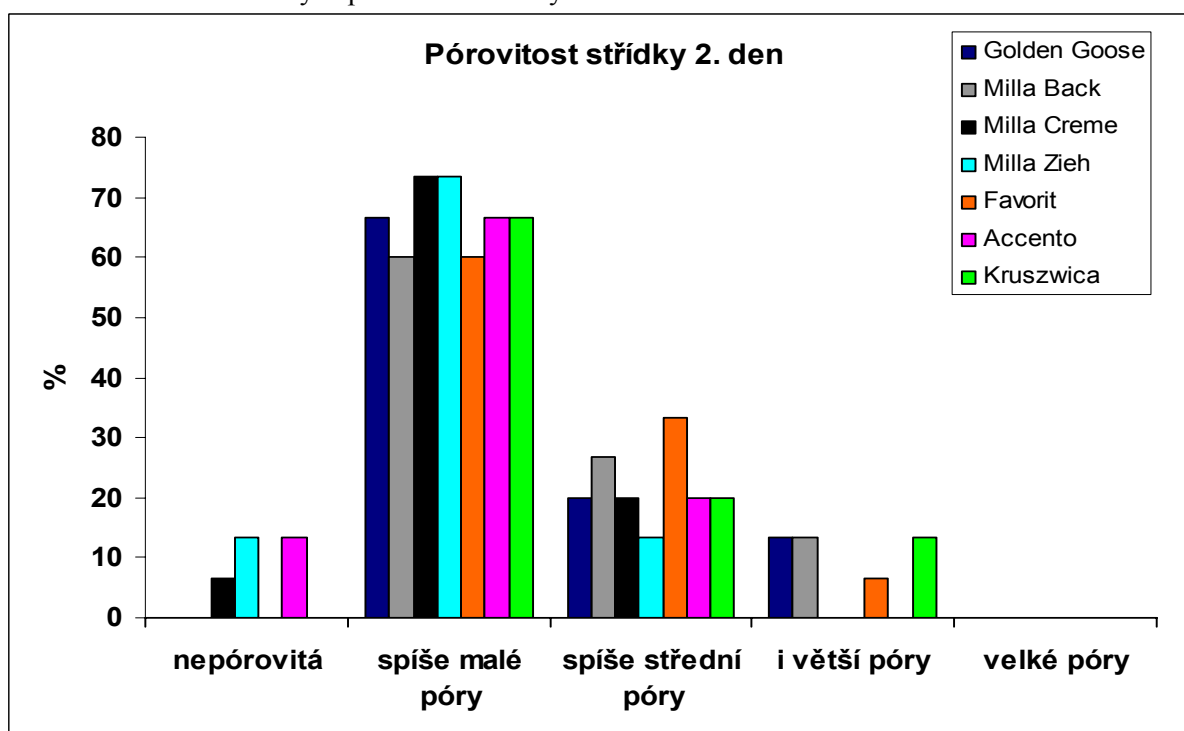
Graf 21: Senzorická analýza pórovitosti střídky hodnocená 1. den



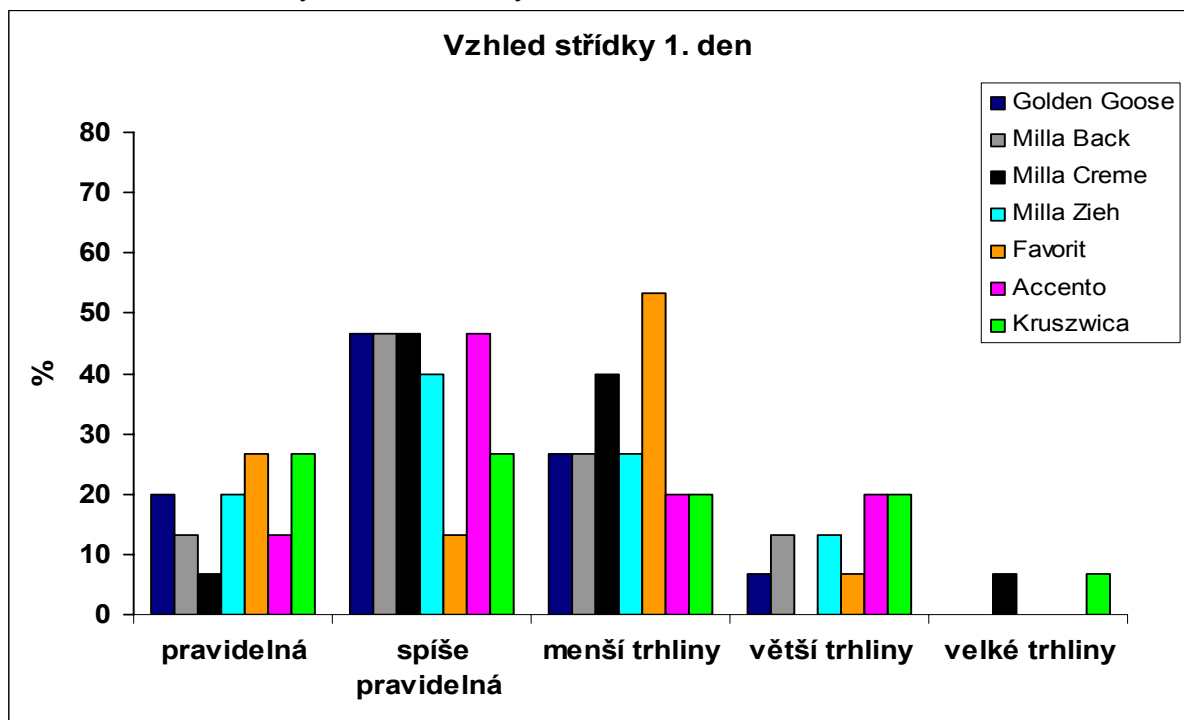
1. den byly póry u většiny rohlíků upečených ze všech druhů tuků vyhodnoceny jako malé, střední i větší.

2. den u rohlíků ze všech druhů tuků převyšovaly spíše malé póry.

Graf 22: Senzorická analýza pórovitosti střídky hodnocená 2. den



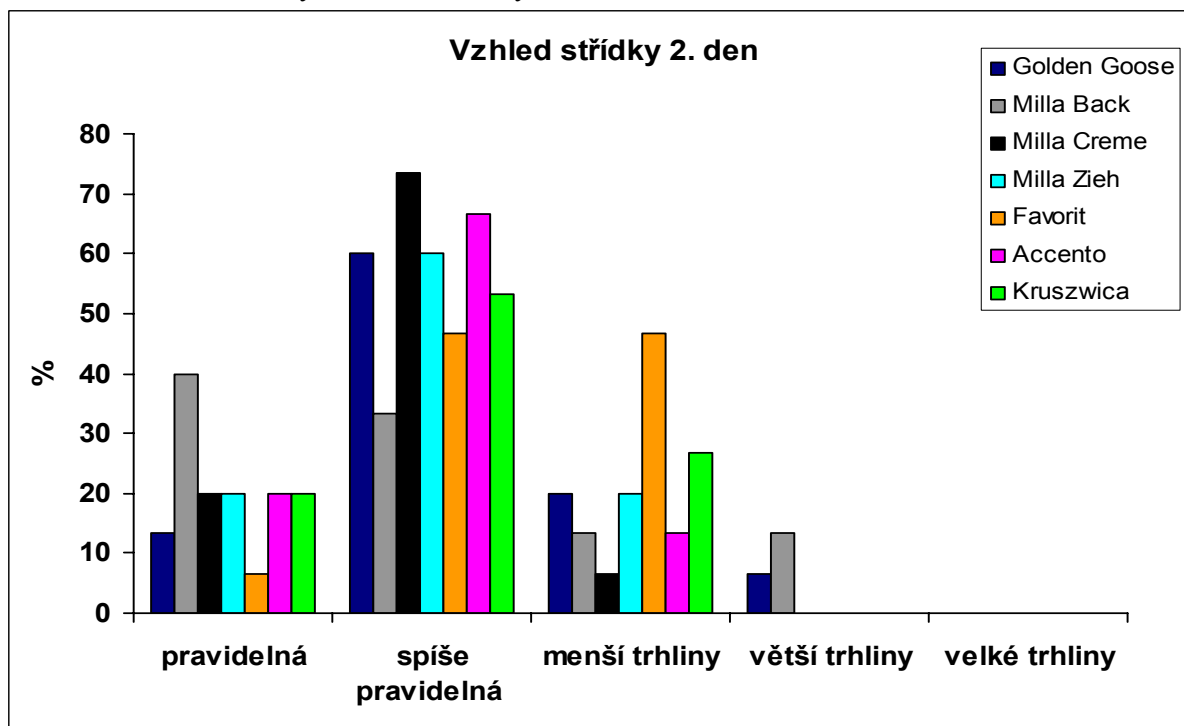
Graf 23: Senzorická analýza vzhledu střídky hodnocená 1. den



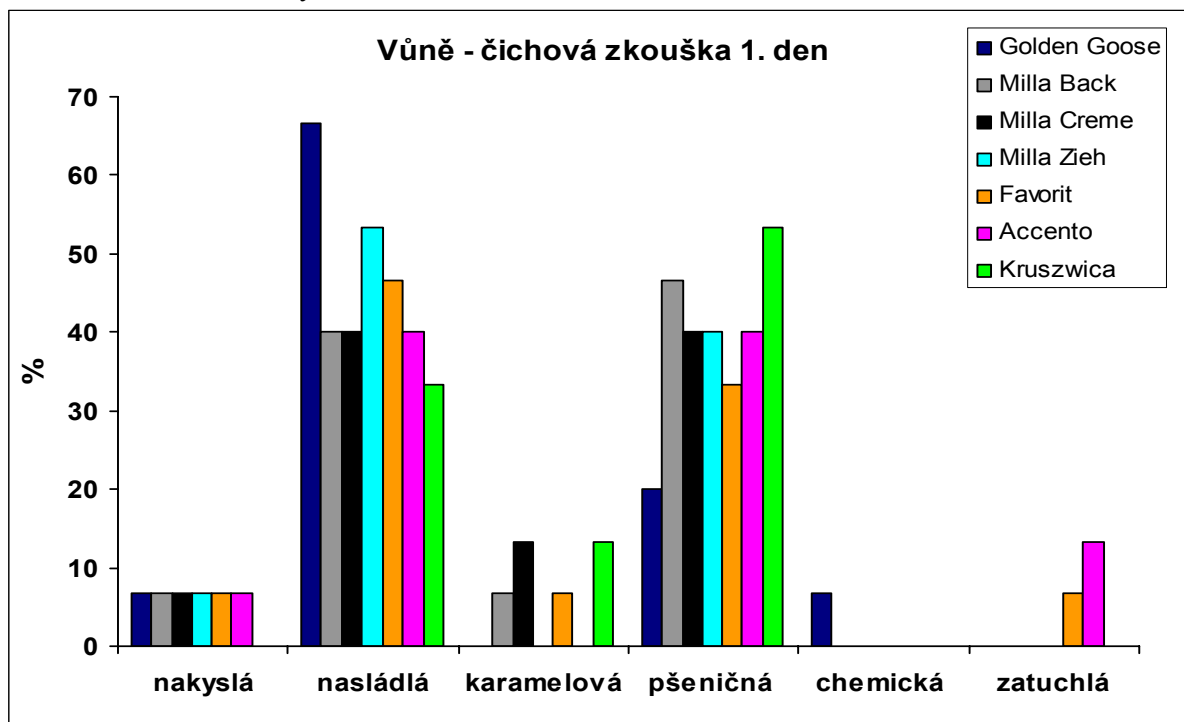
Střídky byla 1. den vyhodnocena jako spíše pravidelná s výskytem menších trhlin u většiny rohlíků ze všech druhů tuků.

Při hodnocení 2. den převažovala střídky u většiny rohlíků spíše pravidelná kromě rohlíků z margarínu Milla Back (pravidelná-spíše pravidelná) a z margarínu Favorit (spíše pravidelná s menšími trhlinami).

Graf 24: Senzorická analýza vzhledu střídky hodnocená 2. den

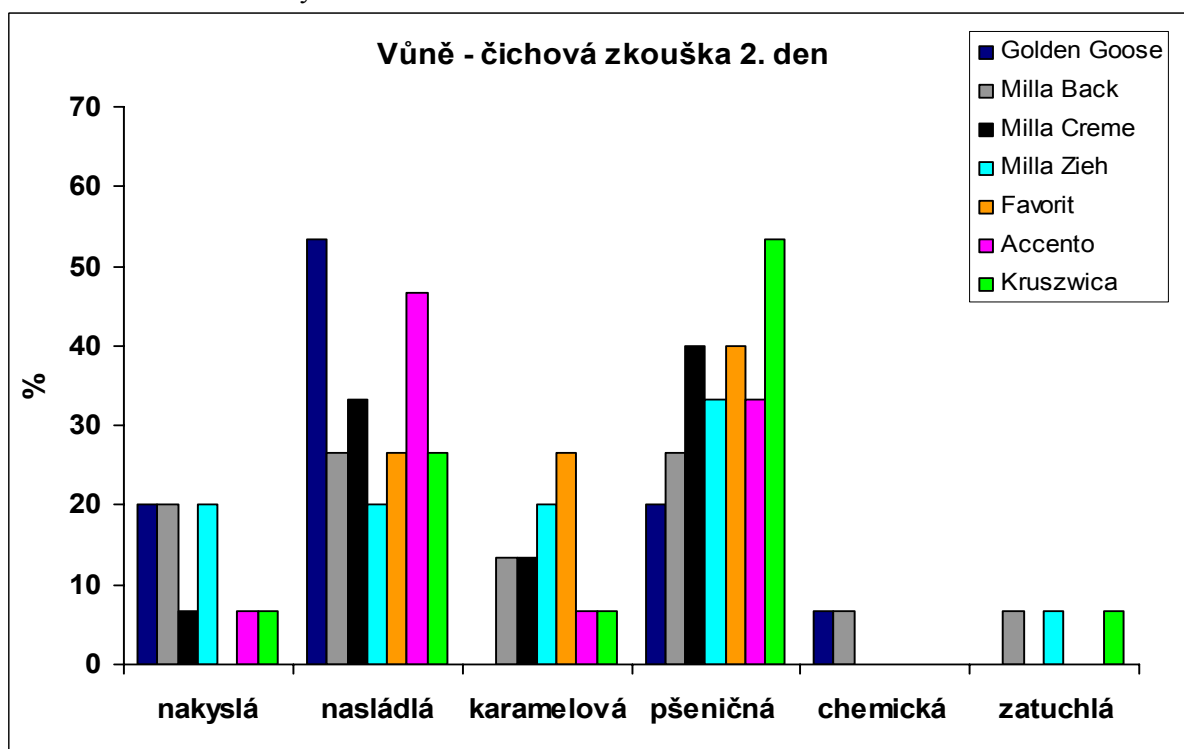


Graf 25: Senzorická analýza vůně hodnocená 1. den

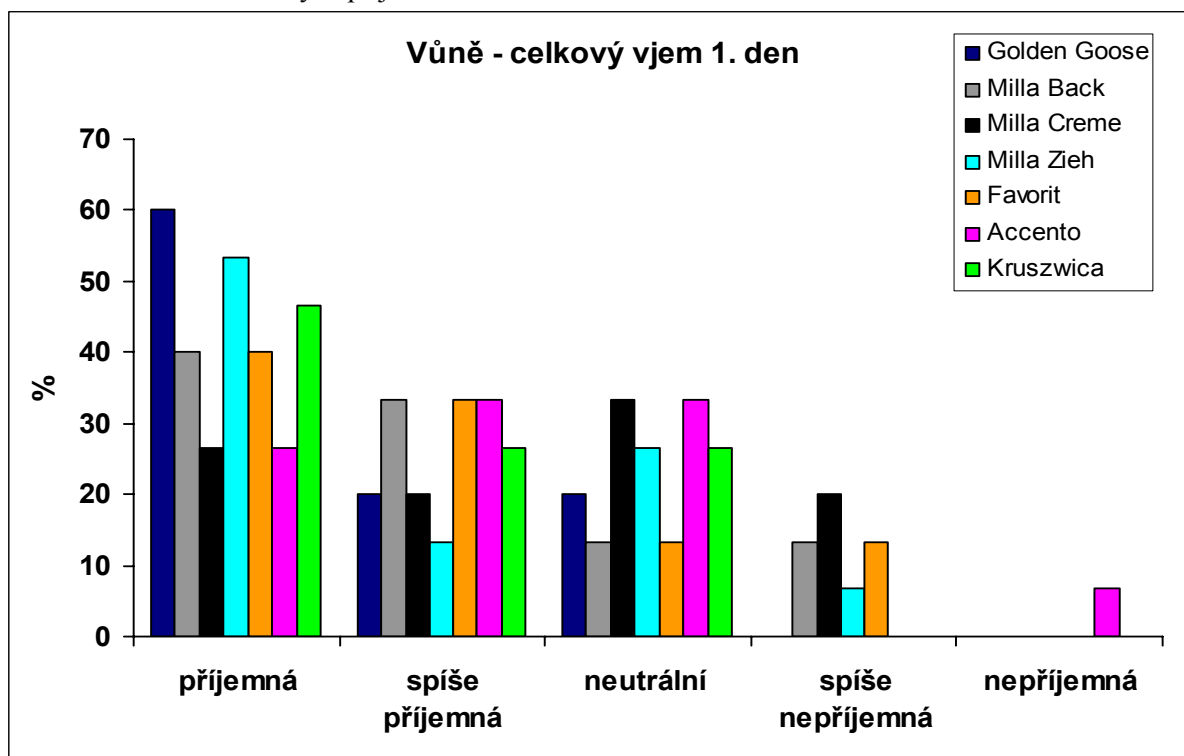


Vůně většiny rohlíků se všemi druhy tuků byla 1. i 2. den vyhodnocena jako nasládlá a pšeničná.

Graf 26: Senzorická analýza vůně hodnocená 2. den

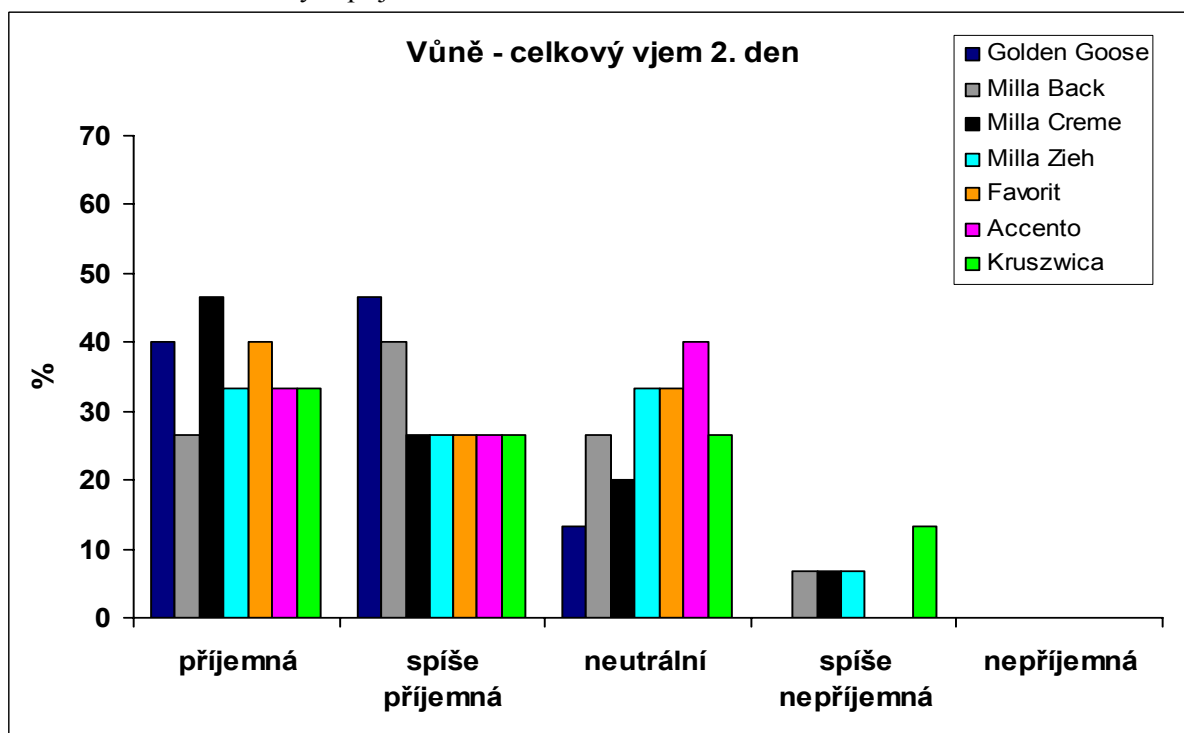


Graf 27: Senzorická analýza příjemnosti vůně hodnocená 1. den

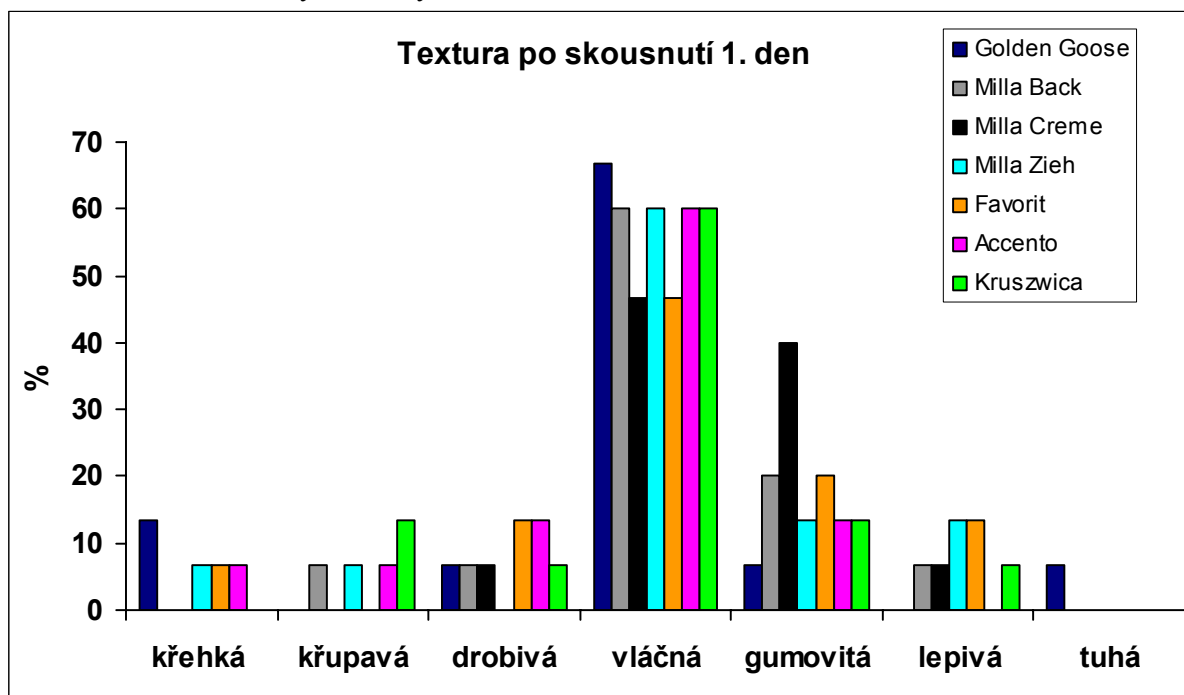


Oba dva dny byla vůně u většiny rohlíků vyhodnocena jako příjemná až neutrální. Nejvíce příjemnou vůni (nad 50%) měly rohlíky z tuku Golden Goose a margarínu Milla Zieh.

Graf 28: Senzorická analýza příjemnosti vůně hodnocená 2. den

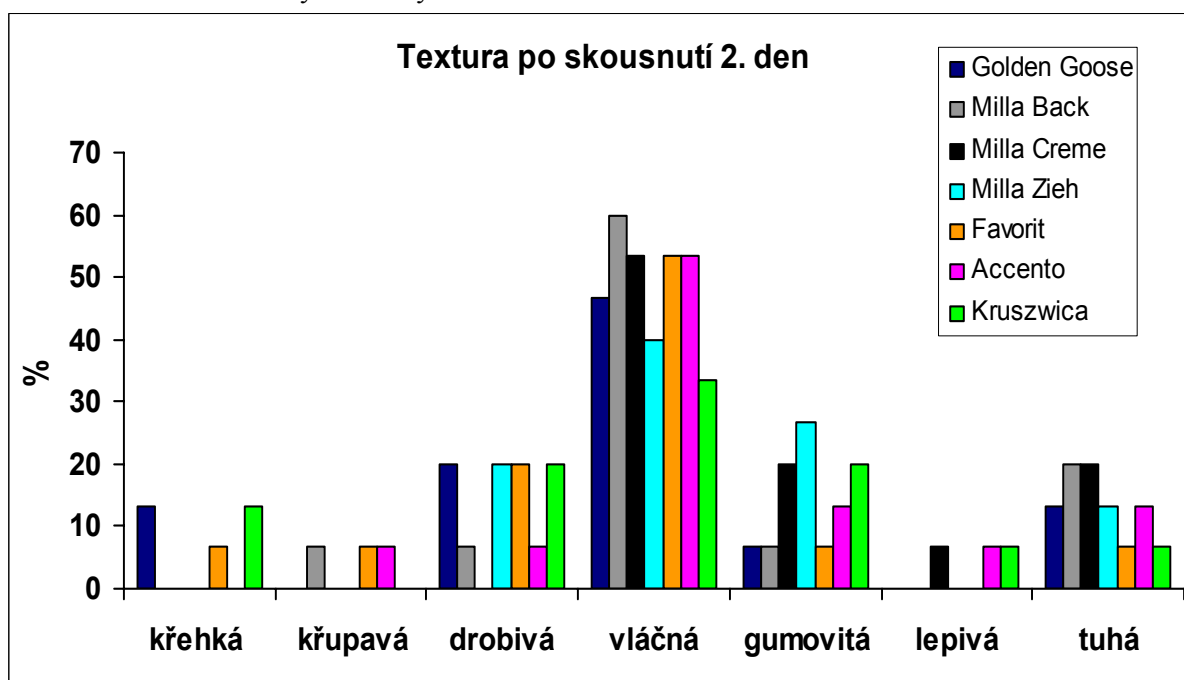


Graf 29: Senzorická analýza textury hodnocená 1. den

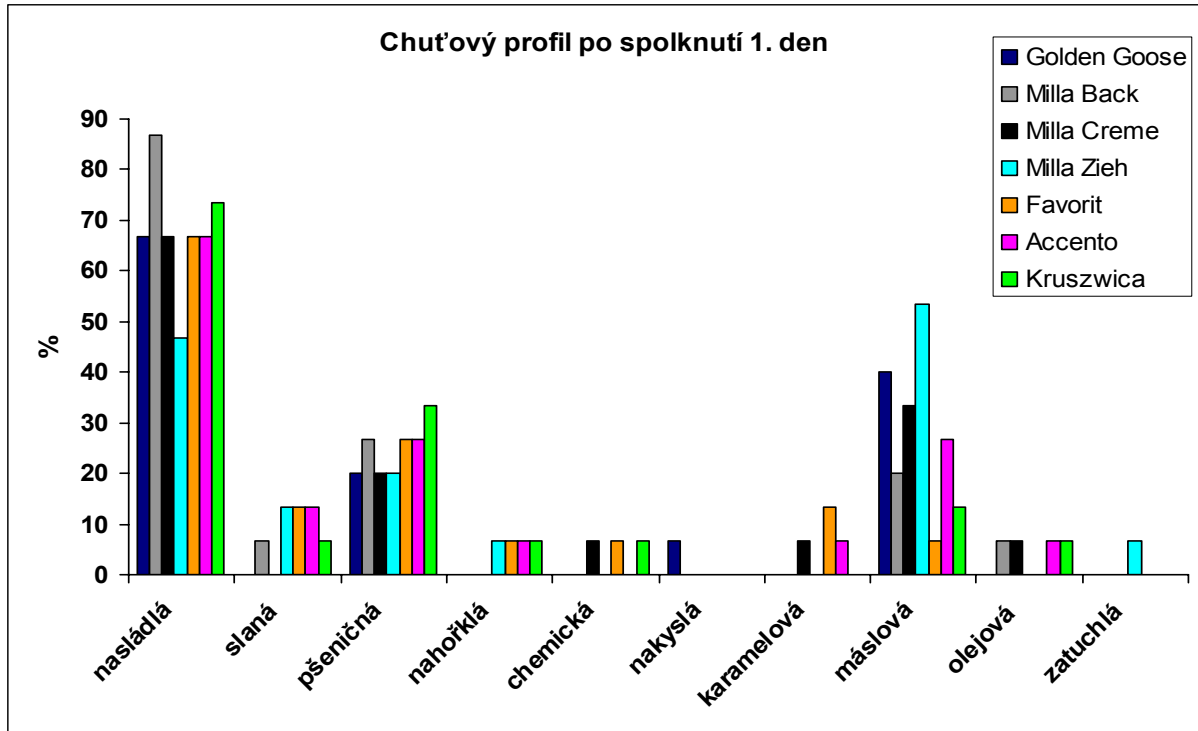


1. den i 2. den byla textura vyhodnocena převážně jako vláčná u všech druhů rohlíků. V malém množství byly zastoupeny i ostatní nabízené deskriptory.

Graf 30: Senzorická analýza textury hodnocená 2. den

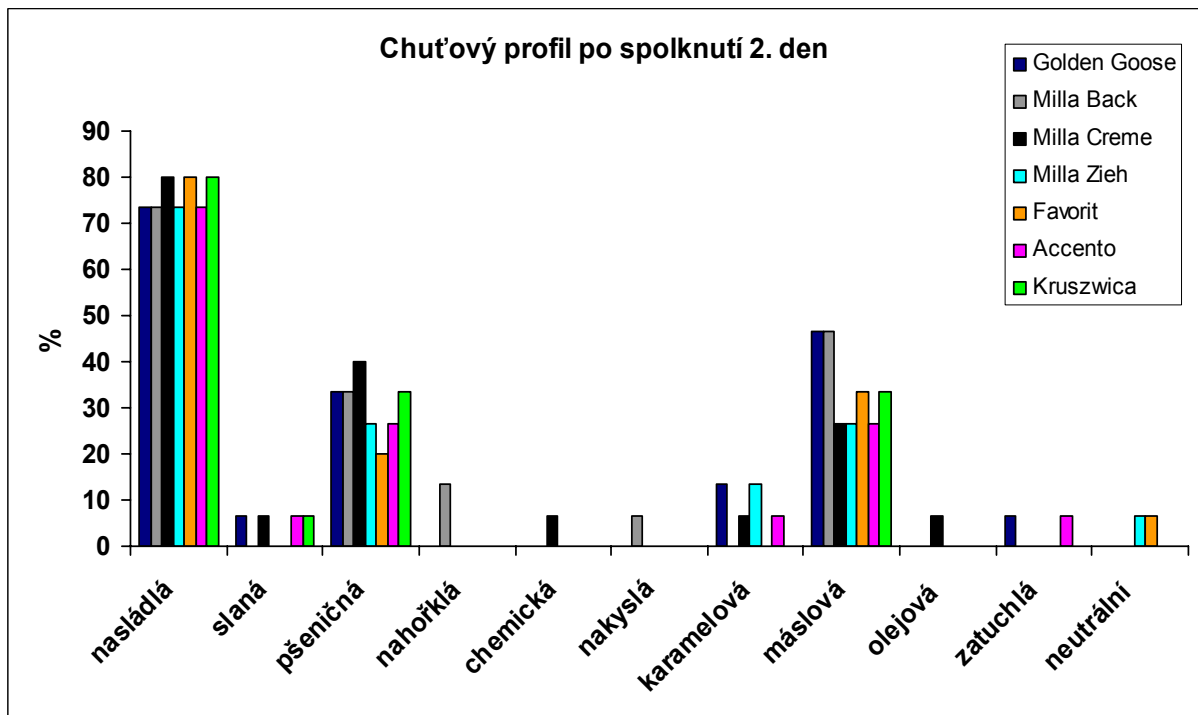


Graf 31: Senzorická analýza chuťového profilu hodnocená 1. den

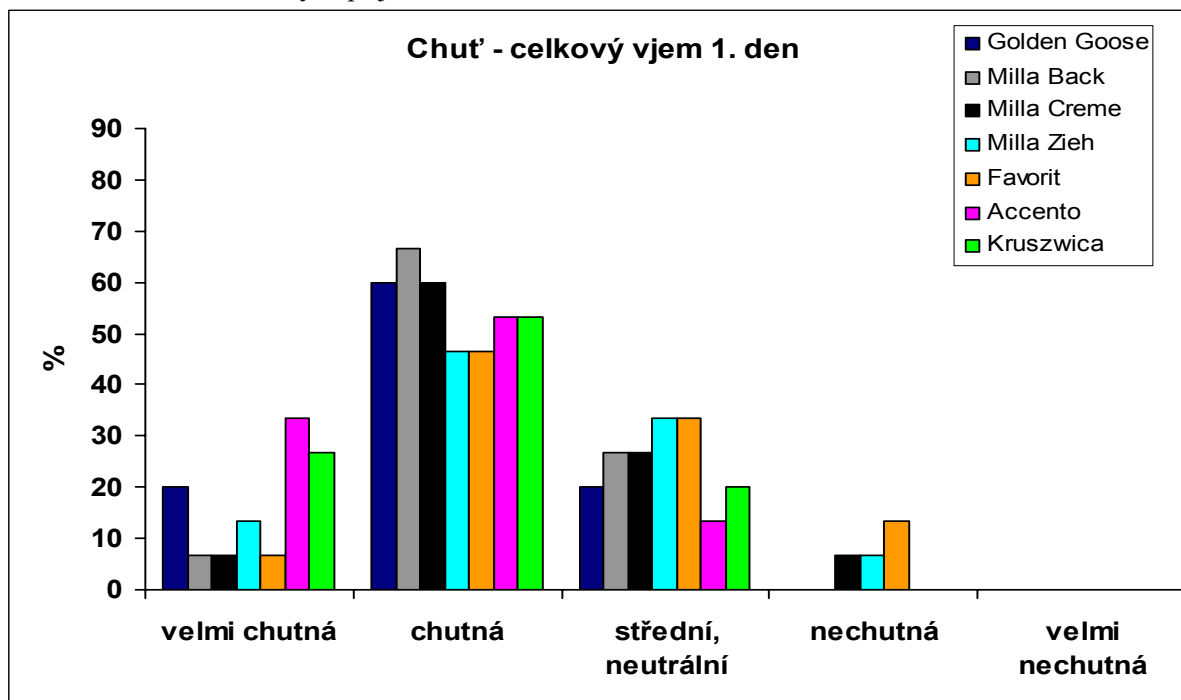


1. i 2. den byly nejvíce zastoupeny tyto chutě: nasládlá, pšeničná a máslová.
 1. den v nasládlé chuti vedly rohlíky z margarínu Milla Back a v máslové chuti rohlíky z margarínu Milla Zieh.
 2. den byly nasládlé chutě skoro vyrovnané u všech rohlíků, máslová byla výraznější u rohlíků z margarínu Milla Back a z tuku Golden Goose.

Graf 32: Senzorická analýza chuťového profilu hodnocená 2. den



Graf 33: Senzorická analýza příjemnosti chuti hodnocená 1. den



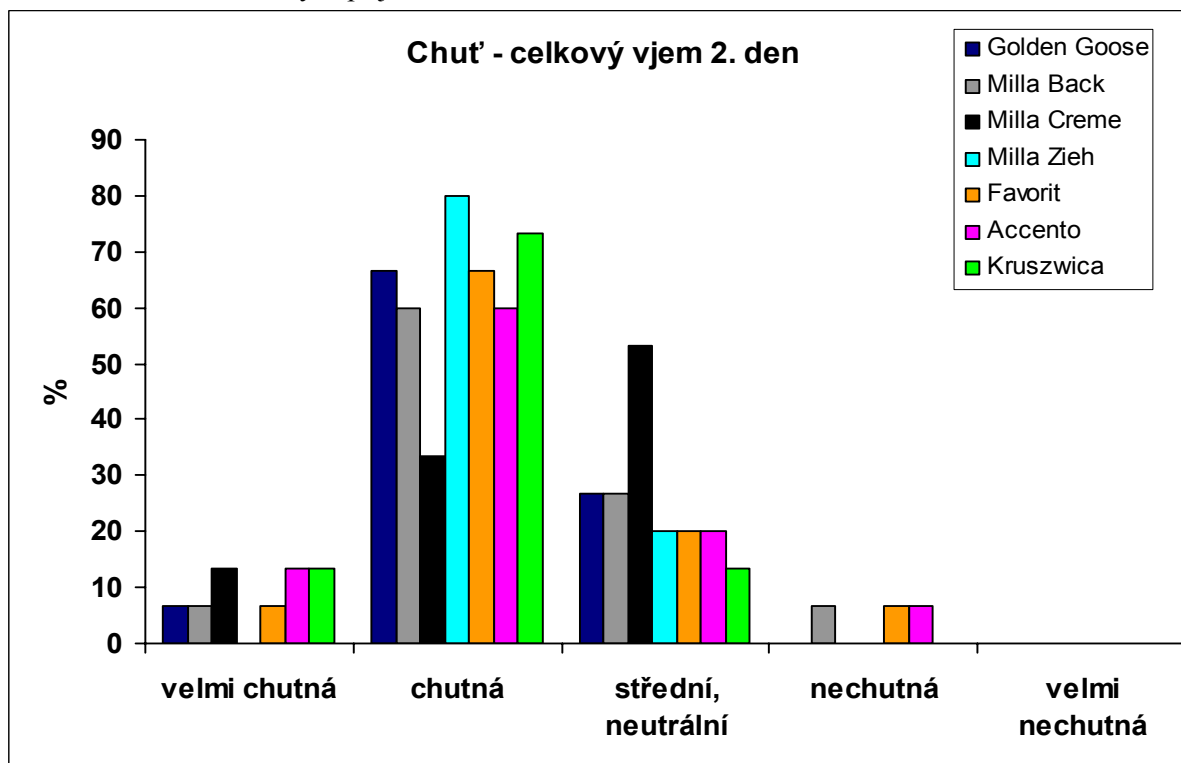
V rozmezí stupnice příjemnosti chuti od velmi chutná až velmi nechutná se hodnotitelé shodli v oba dva dny, že jim rohlíky, upečené ze všech druhů tuků, chutnají.

1. den nejvíce chutnaly rohlíky z Golden Goose, Milla Back a Milla Creme.

2. den převažovaly rohlíky z Milla Zieh, Kruszwica.

Oba dva dny zcela chybí deskriptor velmi nechutná.

Graf 34: Senzorická analýza příjemnosti chuti hodnocená 2. den

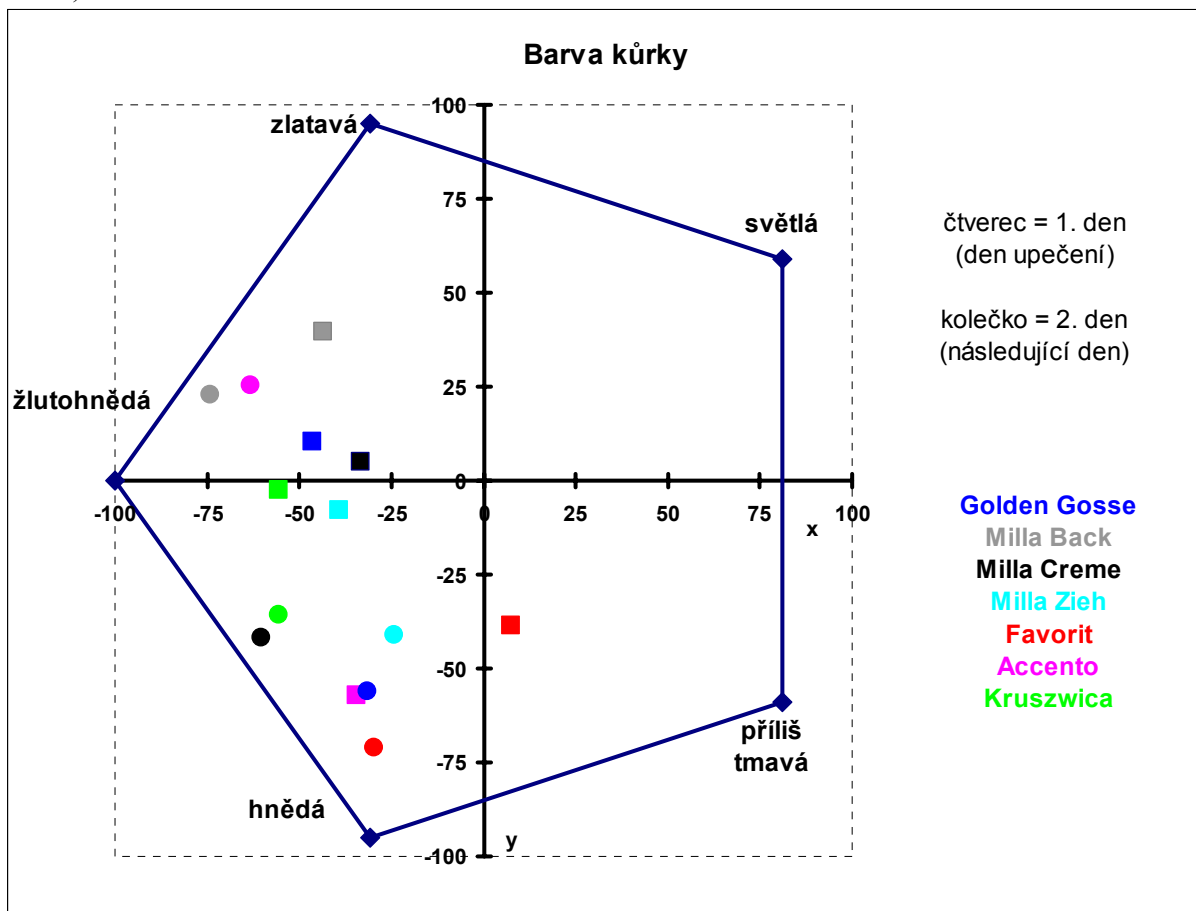


8. 2 Metoda součtu vektorů SV v senzoričké analýze

Metoda součtu vektorů SV je matematický postup založený na součtu vektorizovaných veličin. Umožňuje zpřehlednit a vyhodnotit větší soubory dat tří a více veličin (podle použitého modelu SV). Ve své diplomové práci jsem data ze senzoričké analýzy „barva kůrky“ hodnotila v základním modelu SV5 (světlá, zlatavá, žlutohnědá, hnědá, příliš tmavá). V pravidelném pětiúhelníku (graf 35) mají vektory jednotlivých veličin (vlastností) počáteční bod v průsečíku os (tzv. vázané vektory), směřují do vrcholů pětiúhelníku (dle konvence, viz graf 35) a velikost daného vektoru odpovídá relativní hodnotě veličiny (vlastnosti). Součtem vektorů je dán výsledný vektor, jehož poloha koncového bodu v prostoru pravidelného pětiúhelníku je charakteristická pro základní data.

Čím blíže se koncový bod vyskytuje u daného vrcholu, tím je tato veličina (vlastnost) více zastoupena. V průsečíku os (bod 0) jsou všechny veličiny (vlastnosti) zastoupeny rovnoměrně [61]. Předpokládala jsem, že data ze senzoričké analýzy znázorněná metodou SV zjednoduší a zpřehlední grafické znázornění a umožní jejich snazší vyhodnocení mezi dvěma dny – viz. Graf 35.

Graf 35: Hodnocení barvy kůrky, základní model SV5 (světlá, zlatavá, žlutohnědá, hnědá, příliš tmavá).



U rohlíků z tuku Golden Goose a Milla Zieh nastala změna barvy kůrky ze žlutohnědé (1. den) na hnědou (2. den). U rohlíků z margarínů Milla Creme a Kruszwica se barva změnila ze žlutohnědé (1. den) na žlutohnědou-hnědou (2. den). Kůrka rohlíků z margarínu Milla Back byla vyhodnocena 1. den jako zlatavá-žlutohnědá a 2. den jako žlutohnědá. Lze konstatovat, že rohlíky z těchto tuků během uskladnění ztmavly.

Výjimkou byly rohlíky upečené z margarínů Favorit a Accento, u kterých byl posun barvy ke světlejšímu odstínu. U rohlíků z margarínu Accento nastala změna barvy kůrky z hnědé (1. den) na žlutohnědou (2. den) a z margarínu Favorit z příliš tmavé-tmavé (1. den) na hnědou (2. den).

8. 3 Stanovení měrného objemu pečiva

Měrným objemem se rozumí objem vzorku přepočtený na 100 g [51, 59].

Objem vzorku byl stanoven pomocí odměrného válce a hořčičných semínek. Nejdříve byl do válce vložen vzorek a zbylý prostor se vyplnil semínky. Byl odečten objem. Potom byl vzorek vyndán a byl změřen objem pouze použitých semínek. Rozdíl mezi naměřenými objemy odpovídá objemu vzorku.

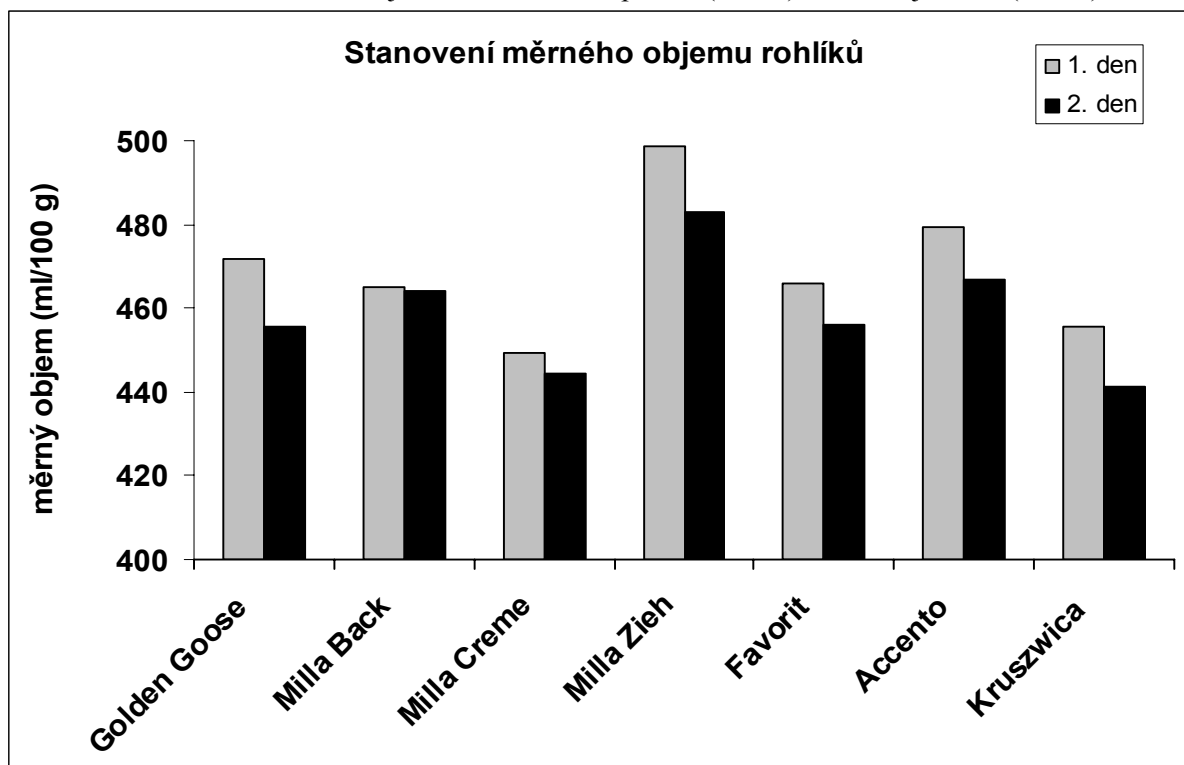
Měrný objem x v ml na 100 g vzorku byl vypočten dle vzorce:
$$x = \frac{\Delta V}{m} \cdot 100$$

ΔV ... naměřený objem vytlačených semen, resp. objem rohlíku (ml)
 m hmotnost rohlíku (g)

Tabulka 25: Stanovení měrného objemu rohlíků

<i>rohlíky s tukem</i>	<i>měrný objem (ml/100 g)</i>		<i>změna objemu za den (%)</i>
	<i>1. den</i>	<i>2. den</i>	
Golden Goose	472 ± 28	456 ± 18	3,4
Milla Back	465 ± 26	464 ± 17	0,1
Milla Creme	449 ± 17	444 ± 14	1,1
Milla Zieh	499 ± 37	483 ± 34	3,2
Favorit	466 ± 31	456 ± 23	2,1
Accento	479 ± 28	467 ± 30	2,6
Kruszwica	455 ± 23	441 ± 15	3,1

Graf 36: Stanovení měrného objemu rohlíků v den upečení (1. den) a následující den (2. den)



Při uskladnění se zmenšil měrný objem u všech druhů rohlíků. Nejmenší změna měrného objemu nastala u rohlíků upečených z margarínu Milla Back (0,1%), největší u rohlíků upečených z Golden Goose (3,4%), Milla Zieh (3,2%) a Kruszwica (3,1%).

9. ZÁVĚR

V teoretické části diplomové práce jsem se zabývala teorií týkající se lipidů, jejich rozdělením a oxidací tuků (žluknutí). Dále jsem vysvětlila pojem margarín, popsala jeho výrobu po chemické i průmyslové stránce. Také jsem se zabývala výživovými vlastnostmi margarínů a jejich úlohou v pekařství. Byla popsána i charakteristika tuků pomocí tzv. tukových čísel.

Cílem praktické části diplomové práce bylo porovnat dodané vzorky tuků. Byla provedena chemická analýza 6 vzorků margarínů a 1 vzorku 100% palmitového tuku. U čerstvých tuků bylo stanoveno číslo kyselosti, zmýdelnění, esterové číslo, peroxidové a jodové číslo. Dále byl stanoven celkový obsah tuku a obsah vody.

Obsah tuku u margarínů byl stanoven v rozmezí 80,6-82,0% a obsah vody 19,6-20,7%. Výsledky potvrzují, že se jedná o 80% pokrmové tuky. Na základě statistických výpočtů lze konstatovat, že se jedná o shodné margaríny (v obsahu tuku a vody). U tuku Golden Goose byl stanoven obsah tuku 99,7% a obsah vody 0,3%, což odpovídalo deklaraci na 100% pokrmový tuk.

Číslo zmýdelnění byla stanovena v rozmezí 152,3-195,7 mg KOH/g tuku. Bylo zjištěno, že margaríny Accento, Favorit a Kruszwica jsou shodné v obsahu všech mastných kyselin.

Druhá skupina vzájemně statisticky shodných margarínů zahrnuje Milla Zieh a Milla Back.

Číslo kyselosti byla stanovena v rozmezí 0,3-1,0 mg KOH/g tuku a vyhovují vyhlášce (max. 2 mg KOH/g tuku). Zanalyzovaná data dokumentují, že margaríny Accento, Favorit a tuk Golden Goose jsou shodné v obsahu volných mastných kyselin.

Vypočtená esterová čísla nabývala hodnot v rozmezí 152,0-195,4 mg KOH/g tuku.

Jodová čísla byla stanovena v rozmezí 27,1-49,0 g I₂ /100 g tuku. Bylo zjištěno, že margaríny Accento, Favorit a tuk Golden Goose jsou shodné v míře nenasyčenosti tuku.

Peroxidová čísla všech tuků, která byla stanovena v rozmezí 0,9-8,5 mekv. O₂/kg, vyhovují vyhlášce (10 mekv. O₂/kg). Nízké hodnoty peroxidových čísel prokázaly dobrou jakost a že během uskladnění nedošlo ke žluknutí.

Lze konstatovat, že nejčastější shodu ve většině tukových čísel (Čz, Čk, IV) vykazují margaríny Accento a Favorit.

Oxidační stabilita tuků byla sledována metodou nárůstu hmotnosti. Tuky byly inkubovány v termostatu při teplotě 50°C po dobu 133 dnů. Protože všechny margaríny obsahovaly cca 20% vody a vrstva tuku byla stejná předpokládala jsem, že se budou vypařovat obdobně. Stejný průběh vypařování vody nastal u margarínů Milla Back, Milla Creme, Milla Zieh a Favorit. Odlišný pozvolnější průběh vypařování měly margaríny Accento a Kruszwica. U tuku Golden Goose odpařování v takové míře jako u margarínů nenastalo, protože vzorek byl téměř 100% tuk.

Začátky oxidací tuků byly rozdílné. První začal oxidovat margarín Accento (68. den).

Následně oxidovaly margaríny Favorit a Kruszwica (72. den), dále Milla Creme (84. den), Milla Zieh (109. den), tuk Golden Goose (128. den). Jako poslední začal oxidovat margarín Milla Back (142. den). Lze tedy konstatovat, že nejlepší oxidační stabilitu měl margarín Milla Back a nejhorší margarín Accento.

U zoxidovaných tuků bylo stanoveno anisidinové číslo. Stanovení anisidinového čísla bylo provedeno i u tuků skladovaných stejnou dobu v lednici při teplotě 3°C. Analytická data potvrdila, že teplota a přístup kyslíku ovlivňují oxidaci tuku (žluknutí). U zoxidovaných tuků bylo anisidinové číslo naměřeno v rozmezí 6,7-58,4. U tuků z lednice naměřená data potvrdila, že u tuků nedošlo k oxidaci. Lze tedy konstatovat, že zvýšená teplota urychluje oxidaci tuků.

Analyzované tuky byly použity pro výrobu rohlíků, následně byla provedena senzorická analýza. Byla hodnocena barva, vzhled kůrky, pórovitost, vzhled střídky, textura, vůně a chuť. Sensorická analýza byla provedena v den upečení rohlíků (1. den) a druhý den po upečení (2. den). Cílem bylo srovnání různých druhů tuků a jejich vliv na kvalitu produktu.

Výsledky naznačily, že použitý druh tuku ovlivňuje vizuální, čichový i chuťový profil rohlíků.

Barva u všech druhů rohlíků byla vyhodnocena v rozmezí zlatavá-žlutohnědá-hnědá v závislosti na použitém tuku.

Ukázka využití metody součtu vektorů SV v senzorické analýze byla demonstrována na vyhodnocení změny barvy kůrky rohlíků během uskladnění. Data dokumentují, že rohlíky upečené z margarínů Milla Creme, Milla Zieh, Milla Back, Kruszwica a z tuku Golden Goose během uskladnění ztmavly. Výjimkou byly rohlíky upečené z margarínů Favorit a Accento, u kterých byl posun barvy ke světlejšímu odstínu.

Vzhled kůrky rohlíků 1. i 2. den byl u většiny rohlíků upečených z daných značek margarínů vyhodnocen jako neporušený až málo popraskaný. 1. den v neporušenosti kůrky převažovaly rohlíky upečené z margarínu Milla Back a tuku Golden Goose.

Póry u většiny rohlíků upečených ze všech druhů tuků byly 1. den vyhodnoceny jako malé, střední i větší, 2. den převážně jako malé. Zmenšení velikosti pórů během uskladnění může souviset se zmenšením měrného objemu rohlíků.

Střídka byla 1. i 2. den vyhodnocena jako spíše pravidelná s výskytem menších trhlin u většiny rohlíků ze všech druhů tuků.

Vůně většiny rohlíků se všemi druhy tuků byla 1. i 2. den vyhodnocena jako nasládlá a pšeničná.

Oba dva dny byla vůně u většiny rohlíků vyhodnocena jako příjemná až neutrální. Nejvíce příjemnou vůni (nad 50%) měly rohlíky z tuku Golden Goose a margarínu Milla Zieh.

Textura po oba dva dny byla vyhodnocena převážně jako vláčná u všech druhů rohlíků.

V hodnocení chuti byly po oba dva dny nejvíce zastoupeny tyto chutě: nasládlá, pšeničná a máslová. 1. den v nasládlé chuti převažovaly rohlíky z margarínu Milla Back a v máslové chuti rohlíky z margarínu Milla Zieh. 2. den byly nasládlé chutě skoro vyrovnané u všech rohlíků, máslová byla výraznější u rohlíků z margarínu Milla Back a z tuku Golden Goose.

Při hodnocení příjemnosti chutí 1. den nejvíce chutnaly rohlíky z Golden Goose, Milla Back a Milla Creme, 2. den rohlíky z Milla Zieh a Kruszwica.

U čerstvých a den starých rohlíků byl stanoven měrný objem. Bylo zjištěno, že při stejných podmínkách uskladnění se zmenšil měrný objem pečiva v závislosti na použitém druhu tuku. Nejmenší změna měrného objemu nastala u rohlíků upečených z margarínu Milla Back (0,1%), největší u rohlíků upečených z Golden Goose (3,4%), Milla Zieh (3,2%) a Kruszwica (3,1%).

SEZNAM ZKRATEK

AV.....	anisidinové číslo (z anglického anisidine value)
Če.....	číslo esterové
Čk.....	číslo kyselosti
ČSN.....	Česká státní norma
Čz.....	číslo zmýdelnění
FTIR.....	infračervená spektrometrie s Fourierovou transformací
ISO.....	mezinárodní standardy (International Organization for Standard)
IV.....	jodové číslo (z anglického iodine value)
LDL.....	nízko-molekulární lipoprotein (z anglického low density lipoprotein)
MK.....	mastná kyselina
MUFA.....	mononenasycené mastné kyseliny
NIR.....	blízká infračervená spektroskopie (z anglického Near Infrared Spectroscopy)
NMR.....	nukleární magnetická rezonance
OSI.....	index stability oleje (z anglického Oil Stability Index)
PV.....	peroxidové číslo(z anglického peroxide value)
RP-HPLC....	vysokoúčinná kapalná chromatografie s obrácenou fází
SAFA.....	nasycené mastné kyseliny
TAG.....	triacylglycerol
TFA.....	trans-mastná kyselina (z anglického trans-fatty acid)

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Čísla zmýdelnění tuků	32
Graf 2: Čísla kyselosti tuků.....	32
Graf 3: Esterová čísla tuků	33
Graf 4: Jodová čísla tuků.....	34
Graf 5: Peroxidová čísla tuků.....	35
Graf 6: Anisidinová čísla tuků skladovaných 133 dnů při teplotě 50°C a 3°C.....	36
Graf 7: Obsah tuku a vody	37
Graf 8: Oxidační křivka 100% palmitového tuku Golden Goose	39
Graf 9: Oxidační křivka margarínu Milla Back	39
Graf 10: Oxidační křivka margarínu Milla Creme.....	40
Graf 11: Oxidační křivka margarínu Milla Zieh	40
Graf 12: Oxidační křivka margarínu Favorit.....	41
Graf 13: Oxidační křivka margarínu Accento.....	41
Graf 14: Oxidační křivka margarínu Kruszwica.....	42
Graf 15: Odpařování vody u margarínů	43
Graf 16: Oxidační křivky všech margarínů.....	44
Graf 17: Senzorická analýza barvy kůrky hodnocená 1. den.....	51
Graf 18: Senzorická analýza barvy kůrky hodnocená 2. den.....	51
Graf 19: Senzorická analýza vzhledu kůrky hodnocená 1. den	52
Graf 20: Senzorická analýza vzhledu kůrky hodnocená 2. den	52
Graf 21: Senzorická analýza pórovitosti střídky hodnocená 1. den.....	53

Graf 22: Senzorická analýza pórovitosti střídky hodnocená 2. den.....	53
Graf 23: Senzorická analýza vzhledu střídky hodnocená 1. den.....	54
Graf 24: Senzorická analýza vzhledu střídky hodnocená 2. den.....	54
Graf 25: Senzorická analýza vůně hodnocená 1. den.....	55
Graf 26: Senzorická analýza vůně hodnocená 2. den.....	55
Graf 27: Senzorická analýza příjemnosti vůně hodnocená 1. den	56
Graf 28: Senzorická analýza příjemnosti vůně hodnocená 2. den	56
Graf 29: Senzorická analýza textury hodnocená 1. den	57
Graf 30: Senzorická analýza textury hodnocená 2. den	57
Graf 31: Senzorická analýza chuťového profilu hodnocená 1. den	58
Graf 32: Senzorická analýza chuťového profilu hodnocená 2. den	58
Graf 33: Senzorická analýza příjemnosti chuti hodnocená 1. den	59
Graf 34: Senzorická analýza příjemnosti chuti hodnocená 2. den	59
Graf 35: Hodnocení barvy kůrky, základní model SV5 (světlá, zlatavá, žlutohnědá, hnědá, příliš tmavá).....	60
Graf 36: Stanovení měrného objemu rohlíků v den upečení (1. den) a následující den (2. den)	62

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Schéma rozdělení tuků z potravinářského hlediska	13
Tabulka 2: Přehled vybraných norem pro tuky a oleje	19
Tabulka 3: Přepočítání číselných hodnot PV podle použitých jednotek	22
Tabulka 4: Tukové charakteristiky margarínu platné ve vyhlášce.....	23
Tabulka 5: Seznam vzorků margarínů a tuku pro analýzu.....	24
Tabulka 6: Přehled analýz, pomůcek a chemikálií.....	25
Tabulka 7: Bezpečnost používaných chemikálií	29
Tabulka 8: Čísla zmýdelnění, kyselosti a esterová čísla tuků	31
Tabulka 9: Jodová čísla tuků.....	33
Tabulka 10: Peroxidová čísla tuků v různých jednotkách.....	34
Tabulka 11: Anisidinová čísla tuků skladovaných 133 dnů při teplotě 50°C a 3°C	35
Tabulka 12: Výsledky stanovení tuku dle Soxhleta a vlhkosti	36
Tabulka 13: Srovnání začátku a konce oxidace margarínů a palmitového tuku.....	43
Tabulka 14: Anisidinová čísla a dny inkubace.....	44
Tabulka 15: Srovnání začátku oxidace a naměřených jodových čísel u čerstvých tuků.....	45
Tabulka 16: Výsledky senzorické analýzy barvy kůrky v %	47
Tabulka 17: Výsledky senzorické analýzy vzhledu kůrky v %	48
Tabulka 18: Výsledky senzorické analýzy pórovitosti střídky v %	48
Tabulka 19: Výsledky senzorické analýzy vzhledu střídky v %.....	48
Tabulka 20: Výsledky senzorické analýzy vůně v %.....	49
Tabulka 21: Výsledky senzorické analýzy příjemnosti vůně v %	49
Tabulka 22: Výsledky senzorické analýzy textury po skousnutí v %.....	49
Tabulka 23: Výsledky senzorické analýzy chuťového profilu v %	50
Tabulka 24: Výsledky senzorické analýzy příjemnosti chuti v %.....	50
Tabulka 25: Stanovení měrného objemu rohlíků	61

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Vzorky margarínů a tuku v termostatu	38
Obrázek 2: Vzorky servírované k senzoričkému hodnocení.....	47

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1.... Receptura rohlíků
Příloha 2.... Formulář pro senzoričké hodnocení rohlíků

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Kotlík B., Růžičková K.: Chemie II. v kostce, organická chemie a biochemie, nakladatelství Fragment, 1997, 2. vydání, 136 s., ISBN 80-7200-342-9
- [2] Harmatha J. a spol.: Chemie a biochemie přírodních látek, Praha, Ústav organické chemie a biochemie Akademie věd České republiky, 2002, 295 s., ISBN: 80-86241-17-3
- [3] Lachman J.: Chemie II : organická chemie, Česká zemědělská univerzita v Praze, 1. vyd., 2003, 224 s., ISBN: 80-213-1021-9
- [4] Solomons, Graham T.W.: Organic chemistry / 7th ed., New York : John Wiley and Sons, Inc., 2000, 1 sv., ISBN 0-471-19095-0
- [5] deMan, John M.: Principles of Food Chemistry (3rd Edition), Springer – Verlag, Online version available at:
<http://www.knovel.com/knovel2/Toc.jsp?BookID=1093&VerticalID=0>
- [6] Rancidity vs. Purity of Fish Oil [online]. 2005 [cit. 2008-03-29]. Dostupný z www: http://www.marine-ingredients.com/research/rancidity_vs_purity_of_fo.pdf
- [7] Abou-Gharbia H. A., Shehata A. A. I., Shahidi F.: Effect of processing on oxidative stability and lipid classes of sesame oil, Food Research International 33 (2000) 331-340
- [8] Elleuch M., Nesnes S., Roiseux O., Blecker Ch., Attia H.: Quality characteristics of sesame seeds and by-products, Food Chemistry 103 (2007) 641–650
- [9] Abdulkarim S.M., Long K., Lai O. M., Muhammad S.K.S., Ghazali H.M.: Frying quality and stability of high-oleic Moringa oleifera seed oil in comparison with other vegetable oils, Food Chemistry 105 (2007) 1382–1389
- [10] Aramovi H., Aram V.: Physico-Chemical Properties, Composition and Oxidative Stability of *Camelina sativa* Oil, Food Technol. Biotechnol. 43 (1) 63–70 (2005)
- [11] Ohno Y.: Stability of Edible Oils Containing Triacylglycerol and Diacylglycerol in the Presence of Tocopherol and/or Vitamin C, J. Oleo Sci., Vol. 54, No. 4, 241-249 (2005)
- [12] Nogala-Kalucka M., Korczak J., Elmadfa I., Wagner K.: Effect of α - and δ -tocopherol on the oxidative stability of a mixed hydrogenated fat under frying conditions, Eur Food Res Technol (2005) 221:291–297
- [13] Bozan B., Temelli F.: Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils, Bioresource Technology 99 (2008) 6354–6359
- [14] Ogowok P., Muyonga J. H., Sserunjogi M. L.: Fatty acid profile and stability of oil from the belly flaps of Nile perch (*Lates niloticus*), Food Chemistry 108 (2008) 103–109

- [15] Isbell T.A., Abbott T.P., Carlson K.D.: Oxidative stability index of vegetable oils in binary mixtures with meadowfoam oil, *Industrial Crops and Products* 9 (1999) 115–123
- [16] Chotimarkorn Ch., Benjakul S., Silalai N.: Antioxidative effects of rice bran extracts on refined tuna oil during storage, *Food Research International* 41 (2008) 616–622
- [17] Koprivnjak O., Škevin D., Valic S., Majetnic V., Petricevic S., Ljubenkovic I.: The antioxidant capacity and oxidative stability of virgin olive oil enriched with phospholipids, *Food Chemistry* 111 (2008) 121–126
- [18] Neff W. E., El-Agaimy M.: Effect of Linoleic Acid Position in Triacylglycerols on their Oxidative Stability, *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 29, 772–775 (1996)
- [19] Drusch S., Serfert Y., Van Den Neucel A., Schwarz K.: Physicochemical characterization and oxidative stability of fish oil encapsulated in an amorphous matrix containing trehalose, *Food Research International* 39 (2006) 807–815
- [20] Jittrepotch N., Usnil H., Ohshima T.: Oxidative stabilities of triacylglycerol and phospholipid fractions of cooked Japanese sardine meat during low temperature storage, *Food Chemistry* 99 (2006) 360–367
- [21] Baccouri O., Guerfel M., Baccouri B., Cerretani L., Bendini A., Lercker G., Zarrouk M., Miled D.: Chemical composition and oxidative stability of Tunisian monovarietal virgin olive oils with regard to fruit ripening, *Food Chemistry* 109 (2008) 743–754
- [22] Nesnes S., Blecker Ch., Deroanne C., Drira N., Attia H.: Date seeds: chemical composition and characteristic profiles of the lipid fraction, *Food Chemistry* 84 (2004) 577–584
- [23] Lee Y., Se-Wook Oh, Chány J., Kim I.: Chemical composition and oxidative stability of safflower oil prepared from safflower seed roasted with different temperatures, *Food Chemistry* 84 (2004) 1–6
- [24] *Rancimat 743* [online]. 2006 [cit. 2008-09-23]. Dostupný z www: http://www.yanco.com.tr/Kataloglar/743_e.pdf
- [25] Gunstone, Frank D.: *Modifying Lipids for Use in Food*, Woodhead Publishing. Online version available at: <http://www.knovel.com/knovel2/Toc.jsp?BookID=1491&VerticalID=0>
- [26] Ing. Skoupil: *Suroviny pro cukrářskou výrobu*, Společenstvo cukrářů České republiky, Brno 2005
- [27] Shahidi, Fereidoon: *Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Volumes 1-6 (5th Edition)*. (pp.459-532). John Wiley & Sons. Online version available at: http://knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=1432&VerticalID=0
- [28] *SUROVINY PEKAŘ II* [online]. 2002- [cit. 2008-09-08]. Dostupný z www: http://www.udlice.cz/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=53&Itemid=9
- [29] Satko J., Ors8g M. (eds.): *Zborník přednášek z XLIV. Mezinárodně konferencie z technologie a analytiky tukov : Výživové aspekty stužených a peesterifikovaných tukov*, Bratislava, SR, 10.-12.5.2006, 2006, 180 p., (str. 12-15), ISBN 80-86238-32-6
- [30] Vrbňáková J.: *Cvičení a výživa dětí a dospívajících*, Masarykova univerzita v Brně, Fakulta sportovních studií, Brno 2006, 66 stran, vedoucí bakalářské práce Mgr. L. Mandelová
- [31] Laforest L., Moulin P., Schwalm M., Le Neuhne P., Chretien S., Kitio B., Massol J., Van Ganse E.: Use of margarine enriched in phytosterols by patients at high cardiovascular risk and treated by hypolipidemic drugs, *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, Volume 17, Issue 9, November 2007, Pages 657-665
- [32] Albert M. J., Harnack L. J., Steffen L. M., Jacobs D. R.: 2006 Marketplace Survey of Trans-Fatty Acid Content of Margarines and Butters, Cookies and Snack Cakes, and Savory

- Snacks, Journal of the American Dietetic Association, Volume 108, Issue 2, February 2008, Pages 367-370
- [33] Wagner K., Plasser E., Prošlo Ch., Kanzler S.: Comprehensive studies on the trans fatty acid content of Austrian foods: Convenience products, fast food and fats, Food Chemistry, Volume 108, Issue 3, 1 June 2008, Pages 1054-1060
- [34] Kandhro A., Sherazi S. T. H., Mahesar S. A., Bhanger M. I., Younis Talpur M., Rauf A.: GC-MS quantification of fatty acid profile including trans FA in the locally manufactured margarines of Pakistan, Food Chemistry, Volume 109, Issue 1, 1 July 2008, Pages 207-21
- [35] Karabulut I., Turan S.: Some properties of margarines and shortenings marketed in Turkey, Journal of Food Composition and Analysis, Volume 19, Issue 1, February 2006, Pages 55-58
- [36] Giannou V., Kessoglou V., Tria C.: Quality and safety characteristics of bread made from frozen dough, Trends in Food Science & Technology 14 (2003) 99–108
- [37] Williams, Christine; Buttriss: Judith Improving the Fat Content of Foods, Woodhead Publishing, Online version available at:
<http://www.knovel.com/knovel2/Toc.jsp?BookID=1320&VerticalID=0>
- [38] Skoupil J.: Suroviny pre 1. až 3. ročník SOU učebný obor pekář
 Vydavateľstvo Alfa, Bratislava 1990, 1. vydání, 336 stran, ISBN 80-05-22371-4
- [39] Shahidi, Fereidoon Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Volumes 1-6 (4th Edition).
 John Wiley & Sons.
 Online version available at:
http://knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=1432&VerticalID=0
- [40] Suková, I.: Seznam mezinárodních norem ISO pro potraviny [online]. 2005 [cit. 2008-10-22]. Dostupný z www:
http://www.agronavigator.cz/attachments/pdfnovela_iso2005v4kon.pdf
- [41] RNDr. Hálková, Ing. Rumíšková, Ing. Riedlová: Analýza potravin, vydal RNDr. Straka – vydavatel odborných publikací, 2001, 2. vyd., 101 stran, ISBN 80-86494-02-0
- [42] Čmolík, J. (ed.). *Zborník prednášok z XLIV. Mezinárodnej konferencie z technologie a analytiky tukov : príčiny nejednotného vyjadřování výsledků stanovení peroxidového čísla.* Bratislava, SR, 10.-12.5.2006, 2006, 180 p., (str. 120-125), ISBN 80-86238-32-6
- [43] Ing. Suková: Seznam mezinárodních norem ISO pro potraviny, stav k 31. 3. 2005, ÚZPI Praha 2005
- [44] Hrstka M., Vespálcová M.: Praktikum z analytické chemie potravin (skripta), VUT Brno, fakulta chemická, Brno 2006
- [45] ISO 6885: 2006 (E): Amino and vegetable fats and oils – Determination of anisidine value
- [46] RNDr. Pecha, Ing. Janyš: Laboratorní cvičení pro odborná učiliště a učební obor 1207 lučebníků tuků, Státní pedagogické nakladatelství Praha, 1972, 1. vydání, 104 stran
- [47] Prof. Ing. Příbela, DrSc.: Analýza potravin, vydala Slovenská technická univerzita v Bratislavě v Edičním stredisku STU Bratislava, 1991, 2. vydání, 394 stran, ISBN 80-227-0398-2
- [48] Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives: Combined Kompendium of Food Additive Specifications, volume 4, Analytical methods, test procedures and laboratory solutions used by and reference in the food additive specifications, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2006
- [49] Virot M., Tomao V., Ginies Ch., Visinoni F., Chemat F.: Green procedure with a green solvent for fats and oils' determination Microwave-integrated Soxhlet using limonene followed by microwave Clevenger distillation, Journal of Chromatography A, 1196–1197 (2008) 147–152

- [50] *Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 328/1997 sb. ve znění pozdějších předpisů* [online]. [cit. 2008-10-27]. Dostupný z [www](http://www.podnikame.cz/zakony00/index.php3?co=Z2000090):
<http://www.podnikame.cz/zakony00/index.php3?co=Z2000090>
- [51] Doc. Ing. Kadlec a spol.: *Návody z laboratoří chemie a technologie sacharidů*, VŠCHT Praha, SNTL Praha 1986, 2. vydání, 176 stran
- [52] Ing. Skoupil J., Ing. Tvrzník K. CSc.: *Laboratorní příručka pro pekárny, cukrárny a pečivárny*, SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha 1989, 1. vydání, 344 stran
- [53] Pavlík J.: *Aplikovaná statistika*, 1. vyd., Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha 2005, Str. 159, ISBN 80-7080-569-2
- [54] Kropáč, J.: *Aplikovaná statistika : studijní text pro kombinovanou formu studia*, Akademické nakladatelství CERM, Brno 2006, 1. vydání, ISBN: 80-214-3263-2
- [55] Novovičová, J.: *Pravděpodobnost a matematická statistika* [online]. 1999 [cit. 2009-02-21]. Dostupný z [www](http://euler.fd.cvut.cz/publikace/files/skripta3.pdf): <http://euler.fd.cvut.cz/publikace/files/skripta3.pdf>
- [56] Vítová E.: *Hygiena potravin.*, VUT v Brně, FCh, 2004, 128 s., ISBN 80-214-2680-2
- [57] Shahidi, Fereidoon *Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Volumes 1-6 (6th Edition)*. John Wiley & Sons.
Online version available at:
http://knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=1432&VerticalID=0
- [58] ČSN ISO 8589: 1993: *Senzorická analýza, obecná směrnice pro uspořádání senzorického pracoviště*
- [59] Skoupil J., Müllerová M.: *Analytická chemie*, SNTL Praha 1978, 1. vydání, 192 stran
- [60] Karmazín K.: *Zdravotní dopad konzumace interesterifikovaných roztíratelných jedlých tuků*, Masarykova univerzita v Brně, Lékařská fakulta, Brno 2007, 56 stran, vedoucí diplomové práce doc. MUDr. Jindřich Fiala, CSc.
- [61] Šalplachta J.: *The sum of vectors method (SV) applied to lactate dehydrogenase isoenzymes and creatine kinase isoforms*, *Clinica Chimica Acta* 259 (1997) 51-71

receptura

Těsto v g		
mouka	2 000,00	100,00%
voda	900,00	45,00%
sůl	24,00	1,20%
droždí VIVO	100,00	5,00%
Magimx Original	10,00	0,50%
cukr	240,00	12,00%
margarín	200,00	10,00%
Glutopan (Lepek)	20,00	1,00%
vejce*	160,00	8,00%
sušené mléko*	100,00	5,00%
Total	3 754 kg	

Postup výroby

Typ mísícího zařízení: Spiral
Total : 68°C
mísení : 3 + 5min
teplota těsta: 25°C
zrání : 20min
dělení : 450g
odpočínutí : 5min
tvarování : vánočky
kynutí : 40 min. / 32 °C
mášlování vejcem
pečení : 22 min/180°C

* není nutné pouze pro lepší chuť a barvu

Záznam o sensorickém hodnocení pekařských výrobků

Místo konání: Laboratoř sensorické analýzy, Chemická fakulta VUT Brno
Podklady pro diplomovou práci Štěřbové Anny

Posuzovatel:

Příjmení:

Datum:

Jméno:

Hodina.....

Úkol: Ohodnoťte předkládané vzorky pečiva. K sensorickému hodnocení bude předloženo celkem 7 vzorků.

Provedení: Nejdříve ohodnoťte první deskriptor (vlastnost), což je barva kůrky, u vzorku č. 1 a označte vybranou vlastnost křížkem v tabulce. Pokračujte v hodnocení stejného deskriptoru u vzorku č. 2, poté 3 až 7. Obdobně pokračujte v hodnocení dalších deskriptorů/dle tabulek.

Poznámka: Pokud v tabulce není uvedeno jinak, zakřížkujte jen jednu vybranou vlastnost pro každý vzorek. Po vyhodnocení dané vlastnosti pro daný vzorek se již nevracejte a neměňte vámi označenou vlastnost.

Barva kůrky (na vrchní straně pečiva) - označte křížkem vždy jednu možnost pro každý vzorek							
	vzorek č.1	vzorek č.2	vzorek č.3	vzorek č.4	vzorek č.5	vzorek č.6	vzorek č.7
světlá							
zlatavá							
žlutohnědá							
hnědá							
příliš tmavá							

Vzhled kůrky - označte křížkem vždy jednu možnost pro každý vzorek							
	vzorek č.1	vzorek č.2	vzorek č.3	vzorek č.4	vzorek č.5	vzorek č.6	vzorek č.7
neporušený							
málo popraskaný							
popraskaný							
hodně popraskaný							
příliš porušený							

Pórovitost střídky - označte křížkem vždy jednu možnost pro každý vzorek							
	vzorek č.1	vzorek č.2	vzorek č.3	vzorek č.4	vzorek č.5	vzorek č.6	vzorek č.7
nepórovitá							
spíše malé póry							
spíše střední póry							
výskyt i větších pórů							
velké póry							

Vzhled střídky - označte křížkem vždy jednu možnost pro každý vzorek							
	vzorek č.1	vzorek č.2	vzorek č.3	vzorek č.4	vzorek č.5	vzorek č.6	vzorek č.7
pravidelná							
spíše pravidelná							
výskyt menších trhlin							
spíše nepravidelná větší trhliny							
nepravidelná, velké trhliny							

Vůně (čichová zkouška) - označte křížkem vždy jednu možnost pro každý vzorek, příp. dopiš							
	vzorek č.1	vzorek č.2	vzorek č.3	vzorek č.4	vzorek č.5	vzorek č.6	vzorek č.7
nakyslá							
nasládlá							
karamelová							
pšeničná							
chemická							
zatuchlá							
jiná (napiš jaká):							

Vůně (celkový vjem) - označte křížkem vždy jednu možnost pro každý vzorek							
	vzorek č.1	vzorek č.2	vzorek č.3	vzorek č.4	vzorek č.5	vzorek č.6	vzorek č.7
příjemná							
spíše příjemná							
neutrální							
spíše nepříjemná							
nepříjemná							

Textura po skousnutí - označte křížkem vždy jednu možnost pro každý vzorek							
	vzorek č.1	vzorek č.2	vzorek č.3	vzorek č.4	vzorek č.5	vzorek č.6	vzorek č.7
křehká							
křupavá							
drobivá							
vláčná							
gumovitá							
lepivá							
tuhá							
jiná (napiš jaká):							

Chuťový profil po spolknutí - možno označit i více položek							
	vzorek č.1	vzorek č.2	vzorek č.3	vzorek č.4	vzorek č.5	vzorek č.6	vzorek č.7
nasládlá							
slaná							
pšeničná							
nahořklá							
chemická							
nakyslá							
karamelová							
máslová							
žluklá							
po rybím tuku							
olejová							
kovová							
zatuchlá							
jiná (napiš jaká):							

Chuť (celkový vjem) - označte křížkem vždy jednu možnost pro každý vzorek							
	vzorek č.1	vzorek č.2	vzorek č.3	vzorek č.4	vzorek č.5	vzorek č.6	vzorek č.7
velmi chutná							
chutná							
střední, neutrální							
nechutná							
velmi nechutná							

Vaše připomínky k testu: