

Senzorická přijatelnost jogurtů s přídavkem vedlejších produktů potravinářského a zemědělského sektoru

Bc. Michaela Plutová

Diplomová práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky
akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Michaela Plutová**
Osobní číslo: **T12415**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie a ekonomika výroby tuků, detergentů
a kosmetiky**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Senzorická přijatelnost jogurtů s přídavkem
vedlejších produktů potravinářského
a zemědělského sektoru**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Popis technologie výroby jogurtů.
2. Charakterizace mléčného tuku a jeho vlivu na organoleptické vlastnosti jogurtů.
3. Charakterizace vybraných vedlejších produktů potravinářského a zemědělského sektoru a jejich uplatnění v potravinách.

II. Praktická část

1. Optimalizace výroby jogurtů v podmínkách technologické laboratoře.
2. Výroba modelových vzorků jogurtů s různým přídavkem produktů potravinářského a zemědělského sektoru.
3. Provedení chemických, senzorických a texturních analýz modelových vzorků.
4. Vyhodnocení výsledků, diskuze s literaturou a vyvození závěrů.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] TAMIME, A. Y., ROBINSON, R. K. Tamime and Robinson's Yoghurt: Science and technology. 3rd edition. Cambridge: Woodhead Publishing Limited. 2007. ISBN-13 978-1-84569-261-2.

[2] POKORNY, J., YANISHLIEVA, N., GORDON, M. Antioxidants in food: Practical applications. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd. 2001. ISBN 1 85573 463 X.

[3] WONG, N. P. Fundamentals of dairy chemistry. New York: Aspen Publishers, Inc. 1999. ISBN 0-8342-1360-5.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Vendula Pachlová, Ph.D.

Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce:

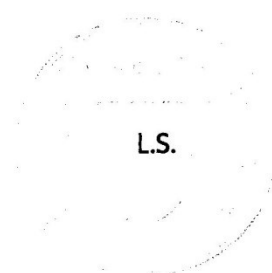
10. února 2014

Termín odevzdání diplomové práce:

26. května 2014

Ve Zlíně dne 10. února 2014


doz. Ing. Román Čermák, Ph.D.
děkan




Ing. Martina Černeková, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: PLUTOVA MICHAELA


TECHNOLOGIE,
EKONOMIKA VÝROBY
TUKŮ, PETERGENTŮ
Obor: AKOSMETIKY

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 23. 5. 2014

.....


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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ABSTRAKT

Cílem práce bylo vyrobit neochucené a ochucené modelové vzorky jogurtů a přídavkem testovaného materiálu, (rozmělněných semen révy vinné, lněné vlákniny a lněného oleje), které budou sensoricky přijatelné a zároveň navýší nutriční hodnotu výrobku. V teoretické části byly blíže specifikovány jednotlivé druhy testovaného materiálu. Dále byla věnována pozornost procesu výroby a charakterizaci mléčného tuku a jeho vlivu na organoleptické vlastnosti jogurtů.

Praktická část se pak zabývá optimalizací výroby modelových vzorků jogurtu. Dále jsou srovnány modelové vzorky jogurtů s různými přídavky testovaného materiálu. Na základě chemické analýzy bylo u modelových vzorků jogurtů stanoveno po sedmi dnech skladování: pH, obsah sušiny a tuku. Dále byla provedena texturní profilová analýza vzorků jogurtů v den výroby a po sedmi dnech skladování. Sensorická přijatelnost vyrobených modelových vzorků jogurtů s přídavkem testovaného materiálu, byla posouzena pomocí hodnocení s využitím stupnic, kde byly hodnoceny znaky - vzhled, chuť a vůně, přítomnost cizích pachů a pachutí, celkový dojem. Vzorky byly taky podrobeny preferenční pořadové zkoušce. Z výsledků sensorické analýzy vyplývá, že byly upřednostňovány modelové vzorky jogurtů o tučnosti 10 % a s přídavkem 0,5 % testovaného materiálu.

Klíčová slova: výroba jogurtu, mléčný tuk, lněná vláknina, lněný olej, semena révy vinné

ABSTRACT

The aim of this thesis is produce an unflavoured and flavoured model samples of yogurts with the addition of the test materials (crushed seeds of the vine, flax fibre and flax oil). These yogurts are sensory acceptable and also they should increase the nutritional value of these products. In the theoretical part individual test materials are specified. In addition, attention is focused on description of production process and characterazition of milk fat and its impact on the organoleptic properities of yogurts.

The practical part deals with the optimization of the production model samples of yogurts. Futhermore, model samples of yogurts with different addition of the test materials are compared. Based on chemical analysis in model samples of yogurts is determined: pH, solids and fat, after one week of storage. Texture profile analysis of model samples of yogurts is also determined- in the day of production and after one week of storage. Sensory acceptability of model samples of yogurts with addition of the test materials is evaluated by using the scale, where is evaluated characteristics – appeareance, taste and smell, the presence of foreign odors and off-flavors and general immpression. The preference test is also used for ranking of model samples of yogurts. The results of sensory analysis show that model samples of yogurts with addition of the test materials at the concetration 0,5 % and fat of yogurt 10 % is preferred.

Keywords: Production of Yogurt, Milk Fat, Flax Fiber, Flax Seed Oil, Grape Seed

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych velmi ráda poděkovala vedoucí své diplomové práce, paní Ing. Vendule Pachlové, Ph.D., za vstřícnost, trpělivost, podporu a ochotu. Dále za její drahocenné rady, připomínky a odborné vedení při vzniku této kvalifikační práce. Další dík patří paní Ing. Ludmile Zálešákové, za značnou pomoc při práci v chemické laboratoři. Dovoluji si také zmínit kooperaci se zahraniční studentkou Silvií, které bych tímto chtěla poděkovat nejen za skvělou spolupráci v laboratoři, ale také za obohacení o nové znalosti.

V neposlední řadě bych ráda vyjádřila obrovský dík svým rodičům, kteří mi byli oporou po celou dobu studia.

MOTTO:

„Objev nového jídla znamená pro štěstí člověka víc, než objev hvězdy.“

Brillat-Savarin Jean-Anthelme

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci „Senzorická přijatelnost jogurtů s přídavkem vedlejších produktů potravinářského a zemědělského sektoru“, pracovala samostatně pod vedením Ing. Venduly Pachlové, Ph.D., a uvedla v seznamu použité literatury všechny použité zdroje.

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

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 JOGURT	13
1.1 CHARAKTERISTIKA	13
1.2 VÝROBA	14
1.2.1 Úprava mléka	15
1.2.2 Výroba jogurtů	18
2 MLÉČNÝ TUK	22
2.1 CHARAKTERIZACE MLÉČNÉHO TUKU	23
3 PRODUKTY POTRAVINÁŘSKÉHO A ZEMĚDĚLSKÉHO SEKTORU	28
3.1 LEN SETÝ	28
3.1.1 Lněné semínko	30
3.2 RÉVA VINNÁ	33
3.2.1 Hroznová semínka	34
II PRAKTICKÁ ČÁST	37
4 CÍLE PRÁCE	38
5 METODIKA	39
5.1 VÝROBA JOGURTŮ.....	39
5.1.1 Experiment 1 – optimalizace výroby jogurtů	40
5.1.2 Experiment 2 – výroba modelových vzorků jogurtů	41
5.1.3 Přídavek zemědělských a potravinářských produktů	42
5.1.4 Přídavek ochucující složky.....	43
5.2 CHEMICKÁ ANALÝZA	44
5.2.1 Stanovení pH koagulátu	45
5.2.2 Stanovení sušiny jogurtů	45
5.2.3 Stanovení obsahu tuku acidobutyrometricky - Modifikace Gerberovy metody podle Peltzera	46
5.3 TEXTURNÍ PROFILOVÁ ANALÝZA	47
5.4 SENZORICKÁ ANALÝZA	47
6 VÝSLEDKY A DISKUZE	49
6.1 EXPERIMENT 1.....	49
6.2 EXPERIMENT 2.....	50
6.2.1 Stanovení pH koagulátu	51
6.2.2 Stanovení sušiny jogurtů	55
6.2.3 Stanovení obsahu tuku.....	57
6.2.4 Texturní profilová analýza	59
6.2.5 Senzorická analýza	64
ZÁVĚR	74
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	76
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	84
SEZNAM OBRÁZKŮ	85
SEZNAM TABULEK	88
SEZNAM PŘÍLOH	89

ÚVOD

Mezi mléčné produkty patří mimo jiné také jogurty, které jsou dle platné české legislativy označovány za kysaný mléčný výrobek získaný kysáním mléka, smetany, podmásli, nebo jejich směsi, pomocí, ve vyhlášce definovaných, mikroorganismů [1].

Mezi hlavní složky, podílející se na organoleptických vlastnostech jogurtů, patří zejména laktóza. Z ní za účasti bakterií mléčného kvašení vzniká kyselina mléčná, která snížením pH zapříčiní vznik gelu kaseinových bílkovin a samozřejmě také dodává kyselou chuť jogurtu. Dále vznikají složitým metabolickým procesem bakterií mléčného kvašení senzoric-ky významné látky, jako jsou acetaldehyd, acetoin nebo diacetyl, podílející se na tvorbě chuti a aroma. Na texturu a konzistenci jogurtu má pak vliv především složení mléčného tuku. Z plnotučného mléka jsou vyráběny jogurty s pevnějším a stabilnějším koagulátem. Naproti tomu z mléka nízkotučného se formuje jogurt o řidší konzistenci. Konzistenci jogurtů také ovlivňuje zastoupení nenasycených mastných kyselin, které se podílejí na vzniku jemnější konzistence.

Díky přídávům ochucujících složek dochází k sensorickému zintenzivnění chuti jogurtu. Nejčastějšími surovinami jsou ovocné substance různých příchutí, dále pak vanilka nebo čokoláda. V některých případech slouží tato komponenta také jako „maskovací“ materiál, potlačující možnou přítomnost (pa)chuti jiných přidaných látek, které se mohou spolupodílet na nutriční hodnotě finálního produktu. V této práci byly vyráběny série modelových vzorků jogurtů bez příchutě a s čokoládovou příchutí, která měla potlačit případné pachutě, způsobené přídávkem testovaného materiálu a to lněné vlákniny, lněného oleje a rozmělněných semen révy vinné. Přídávkem testovaného materiálu byla navýšena nutriční hodnota jogurtu, který by bylo možné označit jako funkční potravinu. Význam přídávku testovaného materiálu spočívá v pozitivním působení na lidské zdraví. Díky jejich specifickému složení mohou ovlivňovat metabolické procesy, účastnit se řady reakcí a napomáhat v prevenci i závažných onemocnění, jako jsou např. rakovina či diabetes.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 JOGURT

Jogurt, jinak nazývaný také jako *dadhi* v Indii, *leben* v Egyptě, Iráku, *tiaourti* v Řecku, *madzoon* v Arménii, nebo *yaourt* v Rusku a Bulharsku, vznikající fermentací mléka, je jedním z nejstarších a nejoblíbenějších produktů na světě. Fermentace je považována za jednu z nejstarších metod k prodloužení trvanlivosti potravin. Bakterie účastníci se fermentace mléka přispívají ke snižování hladiny pH koagulátu, čímž významně inhibují růst přítomných mikroorganismů [2].

Výrobu **kysaných mléčných produktů** je těžké datovat, ale existují zmínky již z doby kolem roku 10 000 – 15 000 př. n. l [3]. V tomto období docházelo k prvním domestikacím zvířat (především krávy, kozy, ovce nebo velbloudi), s čímž souvisí i změna způsobu obživy tehdejších lidí. Z původních sběračů se stávali lidé vyrábějící potraviny. Mnohé archeologické studie ukazují, že některé vyspělé civilizace, jako byli Sumerové, Babyloňané, Egypťané nebo také Indiáni v Asii, byli mnohem pokročilejší v metodách aplikovaných v zemědělství a hospodářství, a právě také v produkci fermentovaných mléčných výrobků jako je jogurt. Bílý jogurt, podobný tomu jaký známe dnes, má původ pravděpodobně na Blízkém východě u Tureckých nomádů. Tento fakt, může potvrdit také to, že první označení pro jogurt pochází právě z turečtiny - „**Yogurut**“, odkud vzešel i současný název – Jogurt [4]. Z mnoha dalších hypotéz, týkajících se vzniku jogurtu, je významné zmínit ještě jednu. V té, jsou za první výrobce jogurtů považováni obyvatelé Balkánského poloostrova, tzv. Thrákové, kteří produkovali kysané mléko zvané „**Prokish**“, později jogurt [4], [5]. Víra lidí v pozitivní účinky jogurtu na lidské zdraví je zaznamenána mnoha civilizacemi dlouhá tisíciletí. Prameny uvádí, že například Abraham připisoval svou dlouhověkost a plodnost právě pozitivním účinkům jogurtu. Císař František I. zase řekl, že svou dlouhodobou nemoc porazil tím, že konzumoval jogurt, vyrobený z kozího mléka [3]. Jogurty však byly původně vyráběny převážně z mléka ovčího a bývolího v dřevěných nebo hliníkových nádobách. Mléka kozí a kravské byly používány jen výjimečně [4].

1.1 Charakteristika

Jogurt spadá do skupiny kysaných mléčných výrobků, která je dle české legislativy upravována Zákonem č. 110/ 1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů. Konkrétně se pak jedná o Vyhlášku č. 77/ 2003 Sb. v platném znění, kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, ve znění pozdějších předpisů. Jedná se o kysaný mléčný výro-

bek, získaný kysáním mléka, smetany, podmásli, nebo jejich směsi, pomocí, ve vyhlášce definovaných, mikroorganismů (MO). Konkrétně se jedná o jogurtovou kulturu obsahující bakterie *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus* [1]. Dle této vyhlášky jsou jogurty dále děleny podle obsahu tuku na jogurt bílý smetanový (více než 10 % včetně hmot.tuku), jogurt bílý (více než 3 % včetně hmot. tuku), jogurt bílý se sníženým obsahem tuku (méně než 3 % hmot. tuku) a jogurt bílý nízkotučný nebo odtučněný (méně než 0,5 % včetně, hmot. tuku) [5].

Jelikož v dnešní době existuje celá řada jogurtů, bylo za vhodné rozdělit jednotlivé výrobky do několika kategorií, dle následujících aspektů (viz Tabulka 1) [3].

Tabulka 1 Kategorie jogurtu [3]

Tučnost	Plnotučný	Polotučný	Nízkotučný
Fyzikální vlastnosti	Set type	Stirred type	Drinking type
Příchuť	Přírodní (bílý)	Ovocný	Ochucený
Post – fermentační úpravy	Fortifikace výrobku přídavkem rostlinných tuků	Přídavek vitamínu	Enzymatická hydrolyza proteinů

Set type jogurtem, rozumíme jogurt s nerozmíchaným koagulátem. Oproti stirred type jogurtu zde probíhá inkubace přímo ve spotřebitelském balení. Do jogurtu **typu stirred** mohou být po předchozí inkubaci přidány ochucující složky. Teprve pak je dávkován do spotřebitelského balení. Mluvíme zde o jogurtu s rozmíchaným koagulátem.

1.2 Výroba

Před samotným procesem výroby jogurtů je zapotřebí upravit hlavní surovinu, tedy mléko, ze kterého se jogurt vyrábí. Takováto úprava zahrnuje několik kroků:

- Standardizace mléčného tuku a tukuprosté sušiny
- Vysokotlaká homogenizace (10-20 MPa při teplotě cca 55 °C)
- Vysoká pasterace (teplota 85 °C po dobu 30 minut, nebo 90°C po dobu 5 minut)

Následující kroky již vedou k výrobě samotného fermentovaného výrobku:

- Inokulace pasterovaného mléka kulturou
- Inkubace inokulovaného mléka
- Chlazení; případné přídavky ochucujících a jiných složek
- Balení a distribuce

1.2.1 Úprava mléka

Než se čerstvě nadojené mléko dostane od farmáře do mlékáren, mělo by dojít ke **stanovení jeho kvality a nezávadnosti**, a to posouzením smyslových, hygienických, fyzikálních, technologických a mikrobiologických vlastností a také stanovení chemického složení a nutriční hodnoty. Mléko musí být bílé barvy, popřípadě s lehce nažloutlým odstínem, bez usazenin, vloček a hrubých nečistot. Nesmí být zaznamenány žádné cizí pachutě a pachy. Dalším kritériem pro posuzování jakosti mléka jsou fyzikální a chemické vlastnosti. Obsah tukuprosté sušiny musí být nejméně 8,5 %, obsah bílkovin pak 28 g/l [6]. Určuje se také bod mrznutí, který musí být menší nebo roven hodnotě $-0,520\text{ }^{\circ}\text{C}$ [6]. Velmi důležitým kritériem je také titrační kyselost (hodnota čerstvého mléka 7 °SH), která se stanovuje metodou podle Soxhlet- Henkela. Hodnota pH (aktivní kyselosti) by se měla pohybovat v rozmezí 6,2-7,8. Pro dodržení mikrobiální kvality mléka je nezbytné stanovit, dle platné vyhlášky 203/ 2003 Sb., o veterinárních požadavcích na mléko a mléčné výrobky, obsah somatických buněk, který by neměl být větší než 400 000 buněk/ ml. Celkový počet mikroorganismů v 1 ml mléka nesmí přesáhnout hranici 100 000 KTJ¹. Přítomnost patogeních a toxinogenních MO je zcela vyloučena [6]. Mléko může obsahovat také zbytky buňčného materiálu, jako jsou například leukocyty, nebo epitelové buňky z vemene krav. Dalšími možnými kontaminanty mohou být rostlinné materiály, nebo hrubé nečistoty. K **odstranění** všech těchto **nežádoucích příměsí** se používají nejčastěji plátěné filtry a kovová síta. Další použití baktofugačních separátorů a mikrofiltračních zařízení není pro výrobu jogurtů zcela nezbytné, neboť v následujících krocích výroby dochází, díky vysokým teplotám, k eliminaci vegetativních forem MO. Mikrobiologicky čisté mléko je pak pomocí cisteren sváženo do mlékárenských tanků, přičemž teplota při svozu mléka musí

¹Hodnota je vypočtena na základě geometrického průměru za dobu 2 měsíců, s nejméně 2 vzorky za měsíc.

být přísně dodržována. Při denním svozu je nutné, aby se teplota pohybovala v rozmezí 4-8 ° C. V případě obdenního svozu je mléko uchováno při teplotě nižší - maximálně 6 ° C [3], [6]. V mlékárnách pak dochází k dalším technologickým postupům úpravy čerstvého mléka. Mezi ty nejdůležitější patří **standardizace mléčného tuku**, vedoucí k výrobě mléka o požadované tučnosti. Samotný proces může být prováděn několika způsoby. Jednou z možných metod je mísení smetany a odstředěného mléka v požadovaném poměru [3]. Další fází je tzv. **standardizace tukuprosté sušiny**. Celkový obsah tukuprosté sušiny (zejména obsah laktózy, proteinů a minerálu) v mléce je dán buď právními normami daného státu, nebo nepřímo výrobcem, jehož konečný produkt oplývá charakteristickými fyzikálními a senzorickými vlastnostmi. Z pohledu výrobce je obsah tukuprosté sušiny důležitým faktorem pro výslednou konzistenci/ viskozitu koagulátu. Obecně platí, že čím vyšší je obsah tukuprosté sušiny, tím pevnější vzniká koagulát [3]. Podle Walstra a Jennessa [3] se v důsledku zvyšování tukuprosté sušiny zvyšuje také titrační kyselost, což vede ke snížení doby, potřebné k vytvoření pevného stabilního koagulátu – inkubaci (viz tabulka 2). K podobnému závěru přišel i Davis, který ve své studii [3] zaznamenal, že pokud dojde k navýšení obsahu tukuprosté sušiny na dvojnásobek, dojde zároveň i k dvojnásobnému zvýšení titrační kyselosti.

Obsah sušiny v mléce (včetně tuku) sloužícího k výrobě jogurtu, se pohybuje od nejnižší možné hodnoty 9 g/100 g pro nízkotučné jogurty až po nejvyšší 30 g/100 g pro všechny ostatní druhy jogurtů. Vynikajících kvalitativních znaků dosahují jogurty o obsahu celkové sušiny 15-16 g/100 g [1], [3]. Na druhou stranu příliš vysoký obsah sušiny jogurtové směsi (větší než 25 g/100 g) může nepříznivě ovlivnit dostupnost živin pro startérové kultury a tedy následně bránit jejich činnosti [3]. Za optimální podmínky pro správnou činnost startérových kultur *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus*, jsou považovány jogurtové směsi o tukuprosté sušině 12-14 g/100 g [3].

Tabulka 2 Vliv obsahu celkové sušiny na titrační kyselost a dobu inkubace [3]

Obsah celkové sušiny v mléce určeném pro výrobu jogurtu (v g/ 100 g)	Titrační kyselost (°SH)	Čas inkubace (h)
12	0,80	3,5
14	0,84	3,5
16	0,83	3,0
18	0,88	2,5
20	0,29	3,0

Následující krok úpravy mléka slouží k **homogenizaci** emulze skládající se z dvou nemísitelných látek, kde dispergovanou fází představuje tuk rozmístěný v disperzním prostředí vody. Cílem tohoto procesu je zabránit vyvstávání tukových kapének na hladině mléka, a to zejména při inkubaci ve fermentačních tancích, případně ve spotřebitelském obalu. Homogenizace je povětšinou dvoufázová a probíhá za vysokého tlaku, kdy dochází k „protlačování“ mléka přes úzkou šěrbinu homogenizační hlavy (cca 0,1 mm). V první fázi se tlak pohybuje okolo 10-20 MPa, v druhé je pak tlak přibližně roven 3,5 MPa. Teplota během procesu dosahuje zhruba 55 °C [2], [3], [7]. Během homogenizace dochází k **viskolizaci** tukových kuliček (řetízování nově vzniklých drobných tukových kapének), které se během **mikronizace** rozptýlí do mléčného plazmatu. Původní tukové kuličky mají velikost pohybující se v rozmezí 1-10 μm (průměrná velikost asi 3,5 μm). Postupným „protlačováním“ mléka, je dosaženo snížení velikosti tukových kuliček pod 2 μm, což má za následek zvýšení viskozity. Vlivem homogenizace se mění i celá řada jiných fyzikálních a chemických vlastností. Například díky narušení membrány tukových kuliček, které obsahují enzym xantinoxidázu, dojde ke zvýšení její aktivity, což může podpořit oxidaci mléčného tuku.

Dále se zvětší celkový povrchu tuku, který je tak lépe přístupný lipolýze. Díky utváření sulfhydrylu, mající antioxidační vlastnosti, se snižuje riziko oxidace tuku, vedoucí k vzniku pachutí. Mezi další změny probíhající během homogenizace patří například také snížení stability proteinu [3].

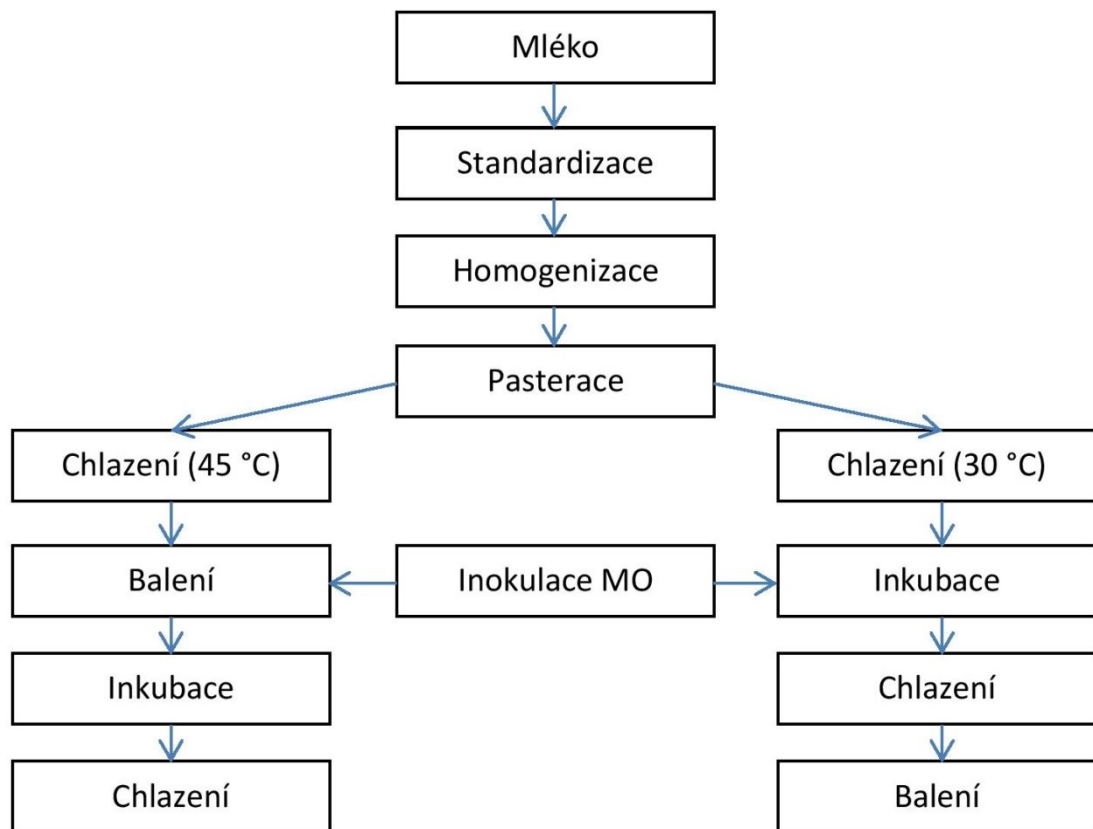
Pasterace mléka pro následnou výrobu jogurtů probíhá při specifických teplotách, a to nejčastěji při 85 °C po dobu 30 minut, nebo při teplotě 90-95 °C po dobu 5 minut. Takovýto proces pak označujeme jako vysokou pasteraci. Účinky tohoto tepelného ošetření lze obecně shrnout do následujících bodů [8]:

- usmrcení všech patogenních mikroorganismů
- zničení vegetativních forem bakterií a jiných nežádoucích mikroorganismů
- inaktivace většiny enzymů, včetně bakteriálních a mléčných proteáz a lipáz
- denaturace syrovátkových proteinů, které reagují/ tvoří vazbu s κ - kaseinem za vzniku stabilnějších micel
- ovlivnění některých rozpustných iontů, jako je vápník, fosfát, citrát nebo hořčík
- snížením redoxního potenciálu, jsou stimulovány podmínky pro růst startérových kultur
- pokles hladiny některých vitaminů- především B₆, B₁₂ a C, které jsou termolabilní [9]

Pasterované mléko je poté zchlazováno na fermentační teplotu, která je rozdílná pro set type jogurt (45 °C) a pro stirred type (30-32 °C). Rozlišné teploty mají vliv na dobu a průběh inkubace, kdy při vyšší teplotě je inkubační čas podstatně kratší [7].

1.2.2 Výroba jogurtů

Do vychlazeného mléka (40-45 °C), přečerpaného do fermentačních tanků, jsou při vhodné teplotě přidávány startérové kultury. K propagaci kultur jsou nejčastěji využívány čerpací pumpy, které přivádějí kulturu přímo do tanku. Následuje fermentační proces, který může probíhat dvěma možnými způsoby uvedenými na obrázku 1. Jednak je to kysání probíhající v maloobchodním obalu- **set type** (levá část obrázku 1) a také tzv. **stirred type** (pravá část obrázku 1), kde se očkování kultur provádí do velkého objemu mléka. Rozdíl mezi těmito výrobky je při zachování ostatních faktorů v reologických vlastnostech koagulátu [3], [5].



Obrázek 1 Výroba set type (levá část) a stirred type (pravá část) jogurtu [5]

Mezi **bakterie mléčného kvašení** (BMK), které jsou využívány k výrobě jogurtů, patří definované termofilní mikroorganismy tzv. jogurtová kultura. Jedná se o startérovou kulturu obsahující bakterie mléčného kvašení a to druhy *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, který je zodpovědný za prokysávání a *Streptococcus thermophilus*, podílející se na vytváření typického aroma a chuti [10]. V některých zemích je možné najít i jiné MO, které jsou označovány jako startérové. Například v Indii jsou kromě *S. thermophilus* používány také *Lactococcus lactis* biovar *diacetylactis* a *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* [11]. Jako další startérovou kulturu je také možné používat *Lactobacillus helveticus*, kterou můžeme nalézt především v jogurtech vyrobených v Austrálii [5]. Dále mohou být do mléka inokulovány také bakterie, které jsou označovány jako probiotické. Mezi nejčastější patří bakterie rodu *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* nebo *Enterococcus* [3]. Jak již bylo zmíněno výše, výběr právě těchto startérových kultur je podmíněn tvorbou charakteristických aromatických látek. Mezi produkty BMK patří hlavně laktát a dále sensoricky aktivní látky jako **acetaldehyd**, **acetoin** a **diacetyl**. Vznikají rovněž **exopolysacharidy** (EPS), jejichž přítomnost může napomáhat dotvářet texturu výrobku. Avšak příliš vysoký obsah může maskovat charakteristickou jogurtovou chuť [12]. Množství MO potřebných

k **inokulaci** mléka je proměnlivé v závislosti na typu jogurtu a doby inkubace a pohybuje se v rozpětí 0,5-6 %. Pro výrobu set type jogurtu se např. uvádí 5% přídavek při následné inkubační teplotě 43-45 °C [1]. V tomto případě lze dosáhnout pH 4,7 za méně než 2 hodiny. Což samozřejmě urychluje celý proces výroby. Pokud máme k dispozici více času, můžeme snížit přídavek kultury až na 1-0,5 %, kdy je hodnoty pH 4,5 dosaženo po 6-10 hodinách inkubace [7], [13].

Po zaočkování mléka startérovými kulturami nastává fáze **inkubace**, během které dochází k **fermentaci** sacharidových složek mléka. Inkubace trvá ideálně 3,5-4 hodiny v závislosti na podmínkách uvedených výše. Inkubační doba je doba, za kterou, se díky BMK, vytvoří z mléka pevný stabilní koagulát. Celá tvorba kyselého gelu je založena na destabilizaci kaseinových komplexů a je nevratná. Kaseinové komplexy jsou složeny z rozdílných proteinových frakcí navzájem spojených fosforečnanem vápenatým. Během fermentace mléka dochází k flokulaci kaseinových micel blízko jejich isoelektrického bodu. Dále také dochází k solubilizaci fosforečnanu vápenatého, což vede ke zvýšení obsahu Ca^{2+} a snížení hodnoty pH [3], [7]. V případě použití jogurtové kultury (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus*) se jedná o **homofermentativní kvašení**, kdy dochází k metabolismu glukózy prostřednictvím Embden-Meyerhof-Parnasovy dráhy (EMP). Nejprve však musí proběhnout transport laktózy do buňky. Děje se tak pomocí cytoplazmatických proteinů (permeáz). Zde dále dochází k hydrolýze laktózy β -galaktosidázou na monosacharidy glukózu a galaktózu. Glukóza je dále katabolizována pomocí EMP dráhy a galaktóza je vylučována buňkou ven. Průměrný obsah laktózy v jogurtové směsi je asi 3,31-4,74% [13]. Naopak původní stopové množství galaktózy se zvýší až na hodnotu 1,20 %. Fermentace je ukončena v okamžiku, kdy pH dosáhne hodnoty isoelektrického bodu kaseinu (4,6-4,7). Mluvíme zde o kyselém srážení, ke kterému dochází vlivem působení kyselin. V tomto případě se jedná o kyselinu mléčnou, produkovanou bakteriemi mléčné kvašení. Dochází ke snížení hodnoty pH, vlivem které se jinak rozpustný kasein vysráží.

Kravné mléko je významným zdrojem syrovátkových bílkovin (20 % celkových bílkovin) a kaseinu, který představuje až 80 % celkových proteinových složek. Při snížení pH mléka k isoelektrickému bodu kaseinu (pH 4,6) dojde k vysrážení kaseinových bílkovin, zatímco syrovátkové bílkoviny zůstávají i nadále v koloidním roztoku. Termostabilní **kasein** patří do skupiny fosfoproteinu, a jeho přítomnost v mléce má hned několik podob α_{s1} - , α_{s2} - , β - , κ - kaseinu, a to v následujícím zastoupení: 38 %, 10 %, 36 % a 13 %. [14],

[15], [16]. K **syrovátkovým proteinům** mléka patří celá řada bílkovin, které se mezi sebou odlišují chemickou strukturou, funkčními a biologickými vlastnostmi. Nejdůležitějšími skupinami jsou α -laktoglobuliny (20 %), β -laktoglobuliny (50 %), proteosopeptony (12 %) a bílkoviny krevního séra- albuminy a imunoglobuliny (6 % a 12 %) [14]. Syrovátkové proteiny jsou naopak termolabilní a při zahřevu nad 65 °C dochází k jejich částečné denaturaci [16], [17].

Před přidavkem ochucujících a jiných složek, je zapotřebí provést **chlazení** koagulátu, které se provádí ihned po inkubaci. Jde o snahu kontrolovat a řídit metabolismus startérových kultur a jejich enzymů. Primární cílem chlazení je dosáhnout poklesu teploty koagulátu z 43-45 °C na < 10 °C, co nejrychleji je to možné, (pozn. teplota 10 °C byla detekována jako limitující pro růstovou aktivitu MO jogurtu). Chlazení může být jednofázové nebo dvojfázové. V případě jednofázového chlazení dochází k vychlazení koagulátu na teplotu nižší než 10 °C. Dvojfázovým chlazením je nejprve koagulát chlazen na teplotu 20 °C a po přidavku ochucujících složek je dávkován do spotřebitelských balení, ve kterých jsou zchlazovány až na konečnou teplotu. Dle platné legislativy je to chladírenská teplota 4-8 °C [1]. Literatura [3] uvádí, že pro dosažení maximální kvality jogurtu by měla druhá fáze chlazení probíhat velmi pomalu, a to až kolem 12 hodin.

2 MLÉČNÝ TUK

Mléko je polydisperzní systém, vytvářející emulzi olej ve vodě (o/v). Nejvíce zastoupená je tedy voda (okolo 87 %), která vytváří disperzní prostředí pro ostatní látky, především pro mléčný tuk, proteiny a laktózu. Najdeme zde i stopové množství minerálu, zejména vápník, fosfor, sodík, nebo draslík. Dále pak malé množství vitaminů a nebílkovinných komponent. Zastoupení a poměr jednotlivých složek může být proměnlivé v závislosti na vnějších, ale i vnitřních faktorech. Ovlivňuje jej například plemeno, podmínky chovu a krmení zvíře nebo okolní klima. Průměrný obsah jednotlivých skupin obsažených v mléce je uveden v tabulce 3 [14], [17].

Tabulka 3 Průměrné zastoupení komponent u plnotučného a nízkotučného mléka [14]

Složka	Plnotučné mléko (%)	Nízkotučné mléko (%)
Tuk	3,82	0,06
Proteiny	3,25	3,35
Kasein	2,50	2,60
Syrovátkové proteiny	0,60	0,62
Laktóza	4,80	4,95
Minerály	0,70	0,73
Voda	87,4	91,0

Dle legislativy České republiky jsou ve vyhlášce 77/2003 Sb. v platné znění jogurty děleny podle obsahu tuku na jogurt bílý smetanový - více než 10 % včetně hmot.tuku, jogurt bílý více než 3 % včetně hmot. tuku, jogurt bílý se sníženým obsahem tuku - méně než 3 % hmot. tuku a jogurt bílý nízkotučný nebo odtučněný, kde je obsah tuku menší než 0,5 % včetně, hmot.tuku [1].

Mléčný tuk, kterému bude v následující kapitole věnována další pozornost, se podílí na vytváření organoleptických vlastností mléčných výrobků, zejména textury a chuti. Běžně platí, že mléko s vysokým obsahem tuku pomáhá formovat pevnou jogurtovou strukturu. Kdežto jogurty vyrobené z mléka se sníženým obsahem tuku jsou řidší. Komerčně do-

stupné nízkotučné jogurty mohou obsahovat přídatné nízkokalorické látky, popřípadě stabilizátory, které kompenzují nízkou hladinu tuku v mléce a uměle tak vytvářejí pevnou strukturu výrobku. Jejich použití však musí být v souladu s platnou legislativou [18]. Tyto látky lze souhrnně označit za „tukové náhražky“. Tamine, Kalab et al., říkají, že náhražka Simplese 100 (mikročástečkový syrovátkový protein), tvořící nedílnou část mikrostruktury jogurtu, se může podílet na zvýšené separaci syrovátky a tedy vniku málo pevného koagulátu u set type jogurtů. A tak je k potlačení nadměrného vystávání syrovátky do některých mléčných výrobků přidáváno množství hydrokoloidů [19]. V potravinářství se jedná především o zahušňovač, želírující látky (agar a karagenan) a stabilizátory (arabská guma).

Snižování podílu tuku v jogurtech, přidáváním sušeného odstředěného mléka, kaseinátu sodného, nebo koncentráty syrovátkových proteinů, úzce souvisí se vznikem nepříjemné textury jogurtu. Díky přísadám požadovaného množství těchto látek, potřebné k vytvoření struktury podobné jogurtu s vyšším obsahem tuku, může docházet k sensorickým vadám jogurtu. Mezi které můžeme zařadit vyšší vyloučení syrovátky, zrnitou strukturu, ale také práškovou chuť finálního výrobku. Wang ovšem uvádí, že kombinací maltodextrinu, získaného z bramborového škrobu a modifikací škrobu z kukuřice voskové, lze vyrobit nízkotučný jogurt s krémově hladkou strukturou a plnou chutí [19].

Literární prameny tvrdí, že kravské mléko s vyšším obsahem mono nenasycených mastných kyselin, vytváří jemnější strukturu a plnější chuť jogurtu. Závisí však na stupni nenasycenosti. Čím větší je stupeň nenasycenosti, tím jemnější a méně viskózní je struktura. Takovéto výrobky jsou ale více náchylné k oxidaci. Proto v procesu výroby dochází k přísadám antioxidantů, nejčastěji tokoferolu. Oxidace může způsobit kovovou, olejovou, nebo zatuchlou chuť výrobku [20].

Hlavní surovinou pro výrobu mléčných výrobků je bezesporu kravské mléko, které se v současnosti podílí na světové produkci až z 90 -ti %. Dalšími možnými ekvivalenty mohou být mléka kozí, ovčí nebo bývolí (okolo 6 %) [14].

2.1 Charakterizace mléčného tuku

Tuk se v mléce nachází ve formě velmi malých kuliček (globulí), jejichž povrch je chráněn membránou složenou z proteinů a fosfolipidů. Velikost tukových globulí je proměnlivá v rozmezí 0,1-20 μm . Nejvíce zastoupené jsou globule o průměrné velikosti 3-4 μm . Součástí mléčného tuku jsou - **acylglyceroly**, **volné mastné kyseliny (VMK)**, **fosfolipidy**,

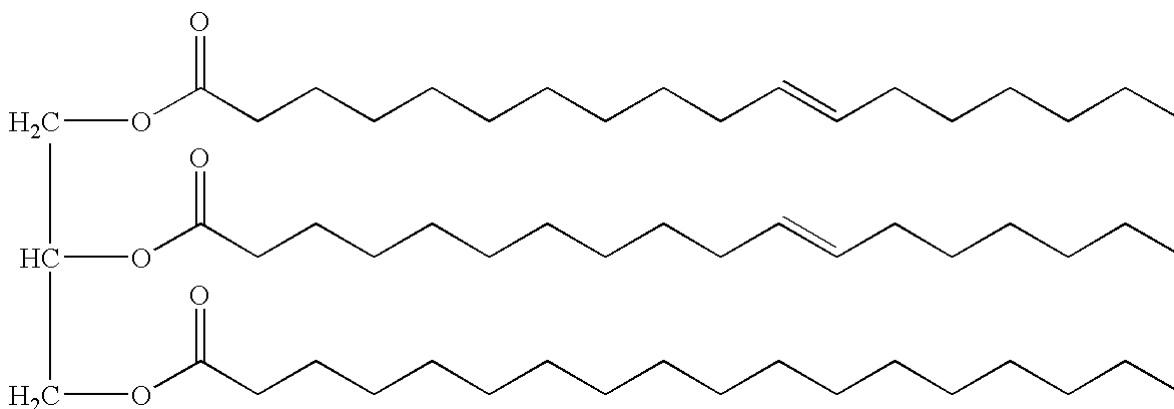
cholesterol, estery cholesterolu a cerebrosidy. Dále jsou zde ve stopovém množství zastoupeny **etherové lipidy** (jeden nebo více atomu uhlíku glycerolu je vázán k alkylovému řetězci pomocí etherové vazby), **vitaminy rozpustné v tucích**, komponenty podílející se na tvorbě aroma a chuti (**hydroxy- a keto- kyseliny**). V neposlední řadě jsou to složky krmné dávky zvířete, které mohou přecházet ze zažívacího ústrojí do krve a ovlivňovat tak vlastnosti mléka. Mezi takovéto látky řadíme například **β -jonony** a **gossypol** [15]. Kvantitativně největší podíl však připadá na **triacylglyceroly**² (TAG), a to až 98 % celkového množství obsaženého tuku. (Strukturní vzorec TAG je uveden na obrázku 2). TAG mléčného tuku jsou syntetizovány z více jak 400 druhů mastných kyselin (MK), přičemž jen 15 z nich je obsaženo přibližně v 95 % celkových TAG. Mléčný tuk lze tedy považovat za nejvíce komplexní přírodní tuk vůbec. Zastoupení a rozdělení MK v TAG je ovlivněno především krmnou dávkou zvířete [15], [16]. Obecně však platí, že mléčný tuk zahrnuje následující spektrum MK [15]:

- 8 nasycených MK se sudým počtem uhlíku (4:0, 6:0, 8:0, 10:0, 12:0, 14:0, 16:0 a 18:0)
- 2 nasycené MK s lichým počtem uhlíku - kyselina pentadekanová (15:0) a kyselina heptadekanová (17:0)
- 3 mono nenasycené MK - kyselina myristolejová (14:1), kyselina pamitoolejová (16:1), kyselina olejová a elaidová (isomer 18:1)
- Dieny - kyselina linolová (18:2)
- Trieny - kyselina linolenová (18:3)

Nasycené MK se podílí na tvorbě TAG přibližně z 60-70 % (jejich přehled je uveden v tabulce 4). Nejvíce se pak při tvorbě uplatňuje kyselina palmitová, stearová nebo myristová. Jedinečný je obsah kyseliny máselné (kolem 4 %), která vytváří spolu s ostatními MK s krátkým řetězcem, charakteristické aroma a chuť mléka. Nutno podotknout že jedinečnost kyseliny máselné spočívá v tom, že jej nenajdeme v žádném jiném přírodním tuku. Mono nenasycené MK představují asi 25-30 % celkových MK triacylglycerolu a pou-

² Acylglyceroly jsou glyceridy, kde je glycerol esterifikován různým počtem (1, 2 nebo 3) mastných kyselin.

ze 3-4 % mastných kyselin TAG je tvořeno významnými polynenasycenými MK, tedy kyselinou linolovou a linolenovou [14], [17].



Obrázek 2 Strukturální vzorec TAG [21]

Tabulka 4 Nasycené mastné kyseliny

Triviální název	Systematický název	Počet atomu uhlíku
Máselná kyselina	Butanová kyselina	4
Kapronová kyselina	Hexanová kyselina	6
Kaprylová kyselina	Oktanová kyselina	8
Kaprinová kyselina	Dekanová kyselina	10
Laurová kyselina	Dodekanová kyselina	12
Myristová kyselina	Tetradekanová kyselina	14
Palmitová kyselina	Hexadekanová kyselina	16
Stearová kyselina	Oktadekanová kyselina	18

K syntéze triacylglycerolů dochází v mléčných žlázách dojnic složitou cestou. Jednotlivé MK jsou pomocí mikrozomální acyl transferázy postupně esterifikovány do pozic sn- 1 a sn- 2 v sn-glycerol-3-fosfátu. Fosfátová skupina je díky enzymu fosfatid-fosfatáza redukována za vzniku diacylglycerolu (DAG). Následná esterifikace vzniklého sn-1, 2- diacylglycerolu pak vede ke konečnému TAG. Studie ukázaly, že pozice MK v TAG nejsou náhodné. Pozice sn- 3 v TAG je přednostně obsazována MK s krátkým řetězcem, konkrétně pak kyselinou máselnou a kapronovou. MK se středně dlouhým řetěz-

cem (8:0, 10:0, 12:0, 14:0) jsou esterifikovány nejčastěji do polohy sn-2 a kyselinu palmiovou najdeme výhradně v poloze sn-1 a sn-2 [15].

Mléčný tuk je nejbohatším přírodním zdrojem **konjugované kyseliny linolové** (Conjugated linoleic acid – CLA). Zájem o nutriční a zdravotní aspekty konjugované kyseliny linolové v poslední době narůstá. Její pozitivní účinky lze shrnout do několika následujících bodů. CLA potlačuje vznik kardiovaskulárních onemocnění. Snižuje množství ukládání tuků, s čímž souvisí i snížení rizika možného vzniku diabetu II. Byla prokázána také souvislost s antikarcinogenními účinky, kdy isomery CLA mohou indukovat apoptosu rakovinných buněk (zejména v případě kolorektálního karcinomu, karcinomu prsu a prostaty) [16], [22].

V 1 g tuku se obsah CLA pohybuje kolem 2–53, 7 mg. Konjugovaná kyselina linolová je téměř z 90 % představována 9-cis a 11-trans isomery. Takováto kyselina bývá označována také jako „Rumenic“ kyselina. K její produkci dochází dvěma odlišnými způsoby. První vzniká cestou endogenní, kdy je CLA syntetizována v mléčných žlázách dojníc, pomocí desaturované kyseliny vakcenové. Druhá se uskutečňuje v bacheru přežvýkavců biokonverzí přítomných polynenasycených MK za účasti anaerobních bakterií, *Butyrovibrio fibrisolvens*. Mnoho výzkumu dokazuje, že mléko zvířat chovaných na pastvinách, obsahuje daleko vyšší množství CLA v porovnání se zvířaty chovanými v uzavřených prostorách haly. Za další faktor, zvyšující hladinu CLA v mléce, je považována geografie chovu. Ukázalo se, že v mléce krav chovaných v alpské krajině, je koncentrace CLA 2-3 krát větší než u krav chovaných v nížinách [16], [23].

Novější studie ukázaly, že produkce konjugované kyseliny linolové jsou schopné i některé startérové kultury, jako jsou například bakterie propionového kvašení, laktobacily nebo bifidobakterie. Zároveň se ale potvrdilo, že konverze kyseliny linolové na CLA za účasti těchto bakterií v mléčných produktech jako jsou sýry a jogurty, je velmi nízká. Jedním z možných řešení zvýšení její koncentrace ve finálním produktu je oddělená syntéza a následný přídavek do výrobku [22].

Ze skupiny fosfolipidů se v mléce nejčastěji vyskytují **fosfatidylcholin** a **fosfatidyletanolamin**. Najdeme zde i stopové množství **fosfatidylserinu** a **fosfatidylinositolu**. Celkové množství fosfolipidů se pohybuje přibližně kolem 1 %. Představitelem řady sfingolipidy je pak zejména **sfingomyelin**. Polární lipidy z řad fosfolipidů a sfingolipidy jsou obsaženy primárně v membráně tukových kuliček. Zde plní funkci stabilizátoru a slouží především jako ochrana před možnou enzymatickou degradací. Dále se podílejí na přenosu trans-

membránového signálu. Mimo jiné jsou sfingolipidy považovány za vysoce bioaktivní látky vykazující antikarcinogenní a antibakteriální účinky. Významně také snižují hladinu cholesterolu v krvi [16].

Cholesterol jako takový zaujímá velký podíl na objemu celkových sterolů obsažených v mléčném tuku, a to až 95 %. Z toho zhruba 10 % je v esterifikované formě. V malém množství se v mléce vyskytují také rostlinné steroly - kampesterol, stigmasterol, β -sitosterol a δ -5-avenasterol. Cholesterol „de novo“ vzniká z acetátu v mléčných žlázách přežvýkavců. Další možnou cestou je syntéza cholesterolu v tkáních a následný transport do mléčných žláz dojníc pomocí lipoproteinu. Celkový obsah polárních lipidů se pohybuje okolo 9,4-35,5 mg/100 g mléka [16].

3 PRODUKTY POTRAVINÁŘSKÉHO A ZEMĚDĚLSKÉHO SEKTORU

Některé produkty potravinářského a zemědělského sektoru lze díky jejich výhodným nutričním hodnotám využít jako surovinu pro výrobu tzv. funkčních potravin. Pod pojmem „funkční potraviny“ (FP) rozumíme potravinu, která má příznivé účinky na lidský organismus a napomáhá v prevenci různých onemocnění [24]. V rámci Evropské Unie (EU) nebyl doposud vydán dokument, který by „funkční potravinu“ definoval, a uváděl podmínky a pravidla pro výrobu takovéto potraviny. Podle [25] však existuje jakási pracovní definice pro „funkční potravinu“, která říká, že:

- funkční potravina je svým charakterem běžnou potravinou, není to kapsle, tableta, ani jiná forma doplňku stravy,
- průkaz příznivých účinků na lidské zdraví musí být podloženo vědecky,
- FP má kromě výživové hodnoty příznivé účinky na lidské zdraví a/nebo snižuje riziko lidského onemocnění,
- FP se konzumují jako součást běžné stravy.

V textu této kapitoly jsou podrobněji popsány suroviny, které byly využity v experimentální části diplomové práce.

3.1 Len setý

Původ této významné zemědělské a kulturní plodiny je datován do dob Starověku. První zmínky již pocházejí přibližně z období 8000 př. n. l. a to z území Blízkého východu, tedy dnešního Turecka, Sýrie a Iránu, kde byla tato původem divoká rostlina během 1000 let zdomestikována a patřila tak vůbec mezi první kulturní plodiny. V prvních staletích pěstování sloužil len výhradně jako surovina na výrobu oděvu a až během několika dalších tisíciletí byly plody lnu zpracovávány k jiným dalším účelům. Někdy kolem roku 3000 př. n. l. začali Číňané, jako první, extrahovat ze semen lnu olej. Tento poznatek byl velmi rychle rozšířen i mezi další kultury a společnosti tehdejšího světa. Jako příklad může být uveden Starověký Egypt, kde sloužil olej k balzamování mrtvých těl, a následná mumifikace do látky vyrobené z lněných vláken [24], [26], [27], [28]. Mezi první, kdo začal používat semena lnu k výrobě pokrmů, patřili obyvatelé Jordánska a Řecka. Dalšími byli Eti-

opané, kteří kromě zpracování semen na výrobu chleba, z něj začali produkovat jednoduché alkoholické nápoje. Kolem roku 500 př. n. l. byly objeveny laxativní účinky a lněná semínka tak byla používána jako první přírodní projímadlo vůbec. Do Střední Evropy se len dostal pravděpodobně až za vlády Franského císaře Karla I. Velikého okolo roku 1000 n. l, kdy se právě Vlány staly centrem „lněného trhu“ [24], [26].

Z botanického hlediska je len setý jednoletá bylina, jejíž latinský název *Linum usitatissimum* L., je odvozen z Keltského slova „lin“ který v překladu znamená „vlákno nebo pramének“ a slova „usitatissimum“, což je latinský význam pro slovo nejužitečnější [27]. Čeleď Inovitých (*Lineaceae*), ze které pochází, je bohatá přibližně na 150 druhů, avšak jen pár z nich je zemědělsky a kulturně významných. Produktivnost lnu je závislá na okolních podmínkách, jako je klima, složení půdy, nebo průměrná vlhkost vzduchu. Nejlepší podmínky poskytují oblasti mírného pásma, s průměrnými teplotami okolo 20 °C. Za takovýchto okolností dorůstá rostlina 40 až 120 cm [26], [29].

Pro potravinářské zpracování je nejdůležitější složkou lněné semeno, které je hnědé, oválné o délce přibližně 4-5 mm. Jeho povrch je velmi lesklý. Vzhled rostliny lnu setého je na obrázku 3.

Největším světovým producentem lnu je bezesporu Kanada. V těsném závěsu jsou pak země, jako je Čína, USA nebo Indie [24]. Na území České republiky se pěstuje len zejména v oblasti Českomoravské vysočiny [30].



Obrázek 3 Len setý [21]

3.1.1 Lněné semínko

Lněné semínko je z největší části tvořeno lipidy (35–45 %), dále pak proteiny (22 %), vlákninou (12 %) a slizy (10 %). Můžeme rozlišovat dva typy lněných semínek - zlaté a hnědé. Zlatá semínka jsou velká, měkká a chutná. Obsahují velké množství proteinů, ale poměrně málo lipidů. Zpravidla jsou konzumována jako součást pekařských výrobků, nebo ve formě cereálií. Naproti tomu hnědá semínka jsou malá, tvrdá a téměř bez chuti. Mají však vysoké zastoupení lipidů [24].

Z nutričního hlediska má pro člověka význam zvláště proto, že je bohatým zdrojem stopových prvků, vlákniny, manganu, vitamínu A, B1, B2, C, D a E, ale především esenciálních omega-3 a omega-6 mastných kyselin. Nesmíme také opomenout, že semeno lnu je považováno za jeden z nejlepších zdrojů rostlinného ligninu, konkrétně sekoisolariciresinolu (SECO) [31]. Zdroj [32] uvádí, že obsah ligninu se pohybuje až okolo 0,3 g na 100 g. V jiné literatuře se můžeme dočíst, že lignin je ve lnu zastoupen 75 až 800 krát více, než například u obilných otrub nebo luštěnin jako je například sója [24]. Ligniny jsou jednou ze tříd rostlinných estrogenů, jejichž význam je připisován jejich antioxidačním

schopnostem. Lignin je pomocí střevní mikroflóry, nacházející se v horní části tlustého střeva, přeměňován na tzv. enterolaktan, nebo enterodiol [33], který může hrát roli v prevenci proti srdečnímu onemocnění, ale také diabetes, vysokého krevního tlaku, astma, nebo dokonce rakoviny plic, prostaty, dělohy nebo tlustého střeva [34].

Nejvíce hodnotné je však ve lněném semínku zastoupení omega-3 a omega-6 mastných kyselin (MK), které jsou pro lidský organismus esenciální a k jejich příjmu dochází výhradně potravou. Chemicky se jedná o polynenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem (polyunsaturated fatty acid - PUFA), kde číslovka 3 a 6 v názvu omega-3 a omega-6 mastné kyseliny, udává polohu dvojnásobné vazby od koncové metylové skupiny uhlovodíkového řetězce. K omega-3 mastným kyselinám, které jsou součástí lněného semínka, řadíme kyselinu α -linolenovou (ALA), ze které je i za těch neoptimálnějších podmínek v lidském těle syntetizováno maximálně 5-10 % kyseliny eikosapentaenové (EPA) a maximálně 2-5 % kyseliny dokosaheptaenové (DHA) [35]. Kyselina linolová, patřící do skupiny omega-6 MK, je dále v těle transformována na kyselinu arachidonovou, kterou můžeme v malém množství nalézt i v živočišných tucích (schéma metabolismu přeměny omega-3 a omega-6 MK je uvedeno na obrázku 4). Příkladem plnohodnotného zastoupení omega-3 MK je převážně olej mořských ryb, zejména olej z lososa, makrely a sardinky, kde se vyskytují především EPA a DHA. Kyselina α -linolenová má nejvyšší zastoupení v rostlinných olejích - lněný olej, řepkový olej a ve vlašských ořechích. Dále jsou ve významném množství obsaženy také v listové zelenině. Přítomnost omega-6 MK můžeme rovněž najít ve lněném, kukuřičném, slunečnicovém nebo sójovém oleji [36], [37], [38]. Esenciální mastné kyseliny jsou pro člověka důležité z mnoha hledisek. Především jsou součástí velké řady metabolických procesů, které se podílejí na utváření imunity člověka. EPA je substrátem pro syntézu enzymů cyklooxygenáza a lipoxigenáza, díky kterým dochází k přeměně kyseliny arachidonové na látky podílející se na imunitním systému - prostaglandiny, leukotrieny nebo tromboxany, umístěné v buněčné membráně fosfolipidů. Tyto látky se mimo jiné účastní regulace produkce dalších protizánětlivých mediátorů, zahrnující například cytokiny [39], [40]. Díky těmto imunologickým „schopnostem“ jsou omega mastné kyseliny významné v předcházení a následnému boji proti karcinogennímu onemocnění. V některých zdrojích se objevují studie zabývající se omega mastnými kyselinami ve spojení s procesem stárnutí. Dle Úbeda et al. [40] jsou omega-3 mastné MK nyní považovány za klíčové nutriční složky potravy, sloužící jako prevence patologických stavů spojených se stárnutím.

Množství omega mastných kyselin je kritické především pro správnou funkci kardiovaskulárního systému, mozku a také pro normální růst a vývoj jedince. Při příjmu omega-3 MK dochází ke snižování počtu triacylglycerolů (TAG) v krvi a zvýšení hladiny HDL (high-density lipoprotein) cholesterolu, který je pro lidský organismus prospěšný. Naopak omega-6 MK snižují hladinu LDL (low-density lipoprotein) cholesterolu, který organismu škodí [38]. Dále se podílí na snižování výskytu diabetu [41] a snižuje krevní tlak [37]. Během čtyř týdnů, kdy je do jídelníčku zabudován přísun lněného oleje, dochází k redukci hladiny glukózy v krevním řečišti až o 27 % a hladiny cholesterolu o celých 7 % [24].

Pro tyto četné biologické funkce je potřeba, aby byly omega-3 MK do organismu dodávány ve větší míře, než ve skutečnosti jsou. Denní doporučená dávka omega-3 MK je přibližně 500 g pro zdravé jedince – viz tabulka 5. Pro ty, kteří trpí například srdečním onemocněním, by mělo být přijímané množství až dvojnásobné [42]. Podle [35], [42], [43] je doporučená denní dávka omega-3 a omega-6 mastných kyselin následující:

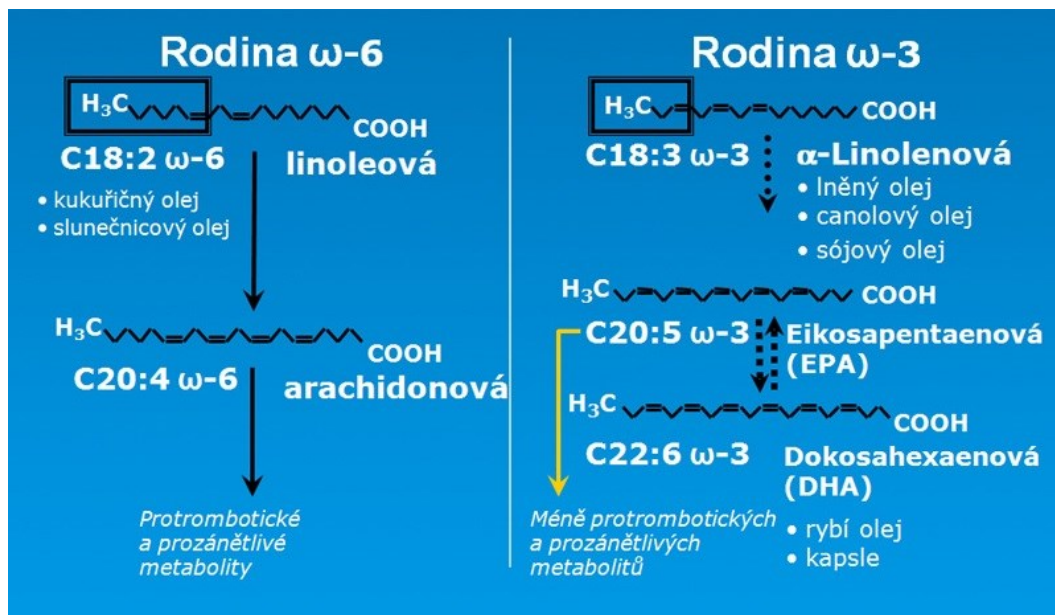
Tabulka 5 Doporučená denní dávka PUFA [42]

Mastná kyselina	DDD*
α -linolenová (omega-3)	Muži: 1,6 g/ den
	Ženy: 1,1 g/ den
EPA a DHA (omega-3)	Muži: 400 - 500 g/ den
	Ženy: 400 - 500 g/ den
Linolová kyselina (omega-6)	Muži: 17 g/ den
	Ženy: 12 g/ den

DDD* - Doporučená denní dávka (g/ den)

Jak již bylo zmíněno výše, lněné semínko je bohatým zdrojem polynenasycených mastných kyselin, a to přibližně v zastoupení 48-64 % kyseliny α -linolenové, 16-34 % omega-6 MK a drobné zastoupení mají zde i omega-9 MK, které se běžně nachází v olivovém oleji. (Pro srovnání semeno řepky nebo sóji obsahuje 5-10 % omega-3 PUFA; ve slunečnicovém a kukuřičném oleji je jejich zastoupení téměř zanedbatelné, avšak obsahují velké množství kyseliny linolové.)[44]. Zajímavostí je, že len pěstovaný v chladnějších oblastech

obsahuje více omega-3 MK než len pěstovaný v podnebí teplejším, který je naopak bohatý na omega-6 MK [24].



Obrázek 4 Metabolismus PUFA [21]

3.2 Réva vinná

Réva vinná (*Vitis vinifera L.*) z čeledi *Vitaceae*, patří mezi vytrvalé, popínavé, dřívě keřovité rostliny. (Podobu révy vinné lze vidět na Obrázku 5.) Tato čeleď révovitých zahrnuje obrovské množství druhů révy vinné, při čemž nejvýznamnější je rod *Vitis L.*, k jejíž dvěma podrodům patří *Muscadinia* a *Euvitis*. Přestože je réva vysoce adaptabilní, což je jeden z důvodů proč ji můžeme nalézt v mnoha rozdílných klimatických pásmech, je důležitým faktorem pro pěstování teplota podnebí, rozdělení srážek během roku, složení půdy a především také délka slunečního svitu. Optimální je průměrná denní teplota 10° C, přičemž teplota během vegetačního období by neměla klesnout pod 14 °C. Plody révy vinné jsou bobule (hrozny), které se konzumují buď přímo, nebo slouží jako surovina pro výrobu moštu, džusu, ale především vína [45]. Po více jak tisíci letech historie a migrace této rostliny po celém světě, je známo na 6000 druhů révy vinné. V dnešní době je tak ekonomicky nejvýznamnější plodinou, kde plocha světových vinic je odhadována na 7, 66 miliónu ha (údaj z roku 2011). Největší podíl na tomto čísle mají evropské vinice - 57, 9 %, dále pak vinice Asie 21, 3 % a 13% zastoupení mají vinice v Americe. Mezi největší pěsti-

telé, révy vinné, řadíme bezesporu Španělsko, Francii, Itálii nebo Turecko. Česká republika patří mezi země s malými vinařskými oblastmi tzv. „cool climate viticulture“³, s celkovou rozlohou vinic okolo 17 300 ha, kde většina připadá na vinařské oblasti jižní Moravy - Velkopavlovická, Mikulovská, Slovácká a Znojemská [46].



Obrázek 5 Réva vinná [21]

3.2.1 Hroznová semínka

Hrozny révy vinné se skládají z několika částí oplodí (perikarp), které obklopují semeno. První z nich se nazývá **exokarp** a je tvořen barevnou slupkou, která obsahuje především aromatické a fenolické látky – antokyanová barviva a taniny. Pod ním se nachází **mezo-karp**, tedy dužina bohatá na dusíkaté látky, cukry (fruktóza, glukóza), organické kyseliny (kyselina jablečná, kyselina vinná), anorganické kyseliny (kyselina fosforečná), a minerální látky (K, Ca, Mg, Na a Zn). Hrozny také obsahují celou řadu vitamínů. Za zmínku stojí především obsah vitamínu C, který je několikrát vyšší než například v jablku, hrušce, ne-

³ Vinohradnictví chladného podnebí

bo jiném ovoci. Třetí částí tvoří **endokarp**, který ohraničuje semena révy. Pro účely diplomové práce je však nejpodstatnější popsat semena hroznů [47].

Semeno je hruškovitého tvaru, o délce přibližně 3-8 mm a šířce 3-5 mm. Počet semen v bobuli je závislý na odrůdě a odvíjí se také dle místa pěstování nebo způsobu ošetřování. Semena jsou zdrojem lipidů, bílkovin, uhlohydrátů a vitamínu, zvláště pak vitamínu E. Lipidy tvoří asi 14–18 % celkové hmotnosti semene, přičemž velké zastoupení zde mají nenasycené mastné kyseliny, převážně kyselina linolová a také fytoosteroly [46], [48] (pozn.: nenasycené mastné kyseliny jsou podrobněji popsány v předchozí kapitole). Nutriční význam hroznových semen však spočívá v extrémně vysokém (5-8 %) a velmi specifickém zastoupení cyklických polyfenolů, jako je **resveratrol**, **kyselina fenolová**, **antokyany** a skupina **flavonoidů**, do které patří - prokyanidiny, konkrétně prokyanidin B1, B2, B3 a C1, dále pak katechin nebo proanthokyanidin P1, P2 [49], [51]. Podle Leifert et al. [50] obsahují semena hroznů 2, 3 až 8, 2 mg/g polyfenolů. Všechny tyto přírodní komponenty, jsou označovány jako látky s vysokou biologickou aktivitou, a to díky vynikajícím **antioxidačním schopnostem**. Ozvural et al. [48] uvádí, že semena révy jsou silnějšími antioxidanty, než je vitamin C, vitamin E nebo například β -karoten. V mnoha studiích jsou proto diskutovány jejich zdravé prospěšné a protektivní účinky. Například je jim připisována redukce vzniku chronických onemocnění, včetně rakoviny a koronárních srdečních onemocnění [51], [52]. Neméně významnou roli hrají ve správném vývoji mozkových funkcí. Dále bylo podle [50] dokázáno, že snižují oxidaci LDL cholesterolu a agregaci krevních destiček. Podílejí se také na přenosu signálu mezi buňkami a interakcích na úrovni genomu. Polyfenoly jsou rovněž důležitým faktorem lidské pokožky, a to zejména pro své antimikrobní, antivirové a protizánětlivé účinky [53], [54], [55], [56]. V dnešní době existuje celé jedno odvětví, zabývající se úlohou hroznů ve výživě a pozitivním působení na člověka, které říkáme **ampeloterapie**.

Hroznová semínka jsou pro výše uvedené příznivé účinky zpracovávány na tři rozdílné produkty. Jmenovitě je to hroznový extrakt, hroznový olej a semena révy vinné. Extrakt a olej z bobulí hroznů je vyráběn jako primární produkt, kdežto moučka vzniká jako meziprodukt při výrobě vína [57], [58]. Hroznový extrakt se od oleje odlišuje především vyšším obsahem polyfenolů (až 10 % sušiny). Primární zastoupení zde mají zejména isomery a polymery katechinů. Olej, je bohatý na již zmiňované nenasycené mastné kyseliny, (80–90 % z celkových lipidů) a to přibližně v zastoupení: 7–13 % palmitová kyselina, 3-6 % stearová kyselina, 14–25 % olejová kyselina, 61–73 % linolová kyselina

a 0,1-0,6 % α – linolenová kyselina [59]. Kromě toho obsahuje také v malém množství nezmýdelnitelné lipidy: β -sitosterol, kampesterol, stigmasterol nebo tokoferol [60]. Všechny produkty těchto semen mohou být a jsou využívány jako funkční složka v řadě potravin. Podle pramene [48] byl olej přidáván k mastným výrobkům, konkrétně k Frankfurtským párkům. V tomto článku je zmíněno i využití semen z révy vinné, které zde slouží jako alternativní zdroj vlákniny (40 %) [60], [61]. Jiná publikace [62] uvádí využití semen révy vinné, vyextrahovaných z odrůdy Merlot a Cabernet Sauvignon, jako přísadu do pekařských výrobků (cereální tyčinky, nudle, palačinky). Zde je důležité poznamenat, že antioxidační vlastnosti polyfenolů se po vystavení tepelnému zároku nemění a zůstávají i nadále stabilní [62]. Díky teplotě bodu kouře 216 °C je považován za ideální olej na vaření, smažení nebo pečení [63].

Hroznový olej společně s drcenými semeny jsou velmi efektivní potravinou a doplňkem stravy nejen pro lidský organismus. Používá se také při výrobě některých léků nebo jako ingredience do kosmetických přípravků, které se používají při ošetřování citlivé pleti [49].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍLE PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo provést literární rešerši v oboru zabývající se výrobou fermentovaných mléčných výrobků, jogurtu. Dále se zaměřit na vybrané produkty zemědělského sektoru a blíže charakterizovat jejich význam a uplatnění v potravinářství.

Hlavním úkolem experimentální části byla snaha vyrobit sensoricky přijatelné jogurty, které lze po přidavku produktů zemědělského sektoru označit za funkční potravinu. Dílčí úkoly byly následující:

- Optimalizace výroby jogurtu v podmínkách technologické laboratoře
- Výroba modelových vzorků
- Provedení sensorických, chemických a texturních analýz modelových vzorků
- Vyhodnocení jednotlivých modelových vzorků na základě přijatelnosti hodnotitelů

5 METODIKA

5.1 Výroba jogurtů

Pro výrobu a následnou analýzu modelových vzorků jogurtů s rozmíchaným koagulátem o tučnosti 3 a 10 % a výsledné sušině 16 % byly použity následující suroviny, pomůcky a přístroje.

Použité mikroorganismy:

Na výrobu přírodních jogurtů byly použity startérové kultury mikroorganismů ze Sbírký čistých mlékařských kultur Laktoflora® (MILCOM – AS) a to lyofilizovaná jogurtová kultura obsahující bakterie mléčného kvašení – *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*.

Použité suroviny:

- Čerstvé polotučné mléko o obsahu tuku 1,5 % hm. (Mléko čerstvé, polotučné, Olma)
- Čerstvé plnotučné mléko o obsahu tuku 3,5 % hm. (Mléko čerstvé, plnotučné, Olma)
- Smetana o obsahu tuku 12 % hm. (Smetana, Kunín)
- Sušené odstředěné mléko o obsahu tuku 1,5 % hm.

Použité pomůcky:

- Skleněné láhve o objemu 1000 ml
- Plastové kelímky o objemu 100 ml s víčky a stojan určený k zažehlování
- Vodní lázeň pro pasteraci jogurtové směsi
- Kádinky o objemu 50 ml, 100 ml a 250 ml a odměrný válec o objemu 500 ml
- Nádoby na ledování
- Lžičky

Použité přístroje:

- Žehlička
- Vaříč
- Lednice
- Výrobník ledu (Výrobník ledové drtě, NTF SLF-190-A, Technologie del Freddo S. r. l. Itálie)
- Váhy s váživostí 2000 g a citlivostí 0,01 g (Kern KB 2000-2N, Německo)
- Digitální teploměr se sondou (COMET SYSTÉM s. r. o., Rožnov pod Radhoštěm, ČR)
- Inkubátor pro dosažení a udržení fermentační teploty 43 °C (Inkubátory INCU®, VWR Interantional Ltd., Anglie)

5.1.1 Experiment 1 – optimalizace výroby jogurtůPoužité suroviny:

- Ochucující složky
 - Ovocná směs (Ovocná směs á la Marmeláda, jablečno-jahodová, Hamé)
 - Podíl ovocné složky: jablka 30 %, jahody 19 % - Příloha P I.
 - Extra Jam „Jahoda“ (Extra Jam, Hamé)
 - Podíl ovocné složky: jahody 45 % - Příloha P I.

Pro účely diplomové práce byl optimalizován postup výroby modelových vzorků jogurtů s celkovým obsahem sušiny 16 % a obsahem tuku 3 a 10 %. Optimalizace výroby se týkala:

- jak samotného postupu
 - chlazení a rozmíchání koagulátu při 20 a 6 °C
 - přidavek testovaného materiálu (před pasterací, resp. po pasteraci)
- tak také přidavku ochucující složky
 - celkové množství
 - druh ochucující složky

Na základě zjištěných výsledků (viz kapitola 6.1) byl **optimalizován postup výroby modelových vzorků**: do předem vysterilovaných skleněných láhví (celkem 6 ks) o objemu 1000 ml bylo dle surovinové skladby, uvedené v tabulce 6, naváženo příslušné množství daných surovin. K vážení byly použity digitální váhy s přesností na 0,01 g. Láhve s jogurtovou směsí byly umístěny do vodní lázně, kde byla provedena pasterace při 90 ± 1 °C po dobu 2 minut. Teplota surovinové směsi byla průběžně kontrolována pomocí digitálního teploměru se sondou. Po dosažení požadované kombinace teploty a času pasterace byly láhve s jogurtovou směsí vyjmuty a ochlazovány pod proudem tekoucí vody na inkubační teplotu startérových kultur 43 ± 2 °C. Do vychlazené surovinové směsi bylo za pomalého míchání dávkováno celkem 1,5 g lyofilizované jogurtové kultury. Takto připravené směsi byly vloženy do inkubátoru, nastaveného na teplotu 43 ± 2 °C. Během inkubace bylo měřeno pH surovinové směsi. Proces inkubace byl ukončen v okamžiku, kdy se hodnota pH jogurtové směsi pohybovala v rozmezí 4,2-4,6 (3,5-4,5 hodiny). Následovalo chlazení na teplotu 20 °C. Chlazení bylo prováděno za pomoci ledové lázně. Led byl produkován výrobníkem ledu. Tento krok byl prováděn z důvodu zabránění vniku vyvstávání syrovátky během vytvoření krémovité struktury jogurtu s rozmíchaným koagulátem. Ihned po ochlazení byl vzniklý koagulát velmi pomalu rozmíchán a postupně do něj byly přidávány jak produkty zemědělského sektoru, tak ochucující ovocné složky (viz kapitola 5. 1. 3 a 5. 1. 4). Výsledný jogurt s rozmíchaným koagulátem (stirred type) byl plněn do spotřebitelských obalů, zavíčkován a následně umístěn do lednice, při chladírenské teplotě 6 °C.

5.1.2 Experiment 2 – výroba modelových vzorků jogurtů

Použité suroviny:

- Čokoláda (Čokoláda na vaření, Figaro) – Obrázek 6 – Příloha P I.
 - Složení: cukr, kakaová hmota, kakaové máslo, emulgátory

Dle standardizovaného postupu uvedeného v předchozí kapitole (5. 1. 1) byla provedena výroba modelových vzorků jogurtů. Ochucující složkou však byla čokoláda (viz kapitola 5. 1. 4), která byla do rozmíchaného koagulátu přidávána za studena, v množství 103g (pro jogurt o 3% tučnosti) a 105g (pro jogurt o 10% tučnosti). Koncentrace testovaného materiálu byla 0,5 % a 1 %. U vybraných testovaných materiálu byla koncentrace přídavku navýšena (viz kapitola 5. 1. 3.).

U těchto modelových vzorků jogurtů byly provedeny následující analýzy:

- 1. a 7. den skladování byly vzorky podrobeny texturní profilové analýze a bylo změřeno pH
- Po 7 dnech skladování bylo provedeno stanovení:
 - pH
 - obsahu sušiny
 - obsahu tuku dle metody podle Gerbera
 - modelový vzorky byly také sensoricky ohodnoceny

Tabulka 6 Surovinová skladba na výrobu jogurtu o tučnosti 3 % a 10 %

Jogurt	Surovina (kg)						
	Polotučné mléko	Sušené odstředěné mléko	Plnotučné mléko	Smetana	Součet	Ochucující složka (20 %)	Součet
3 % tuku	0,1000	0,0280	0,4000	0	0,5280	0,1056	0,6336
10 % tuku	0,0800	0,0170	0	0,4200	0,5170	0,1034	0,6204

5.1.3 Přídavek zemědělských a potravinářských produktů

Použité suroviny:

- Lněná vláknina „FLAX FIBRE - original“ (Waihi bush - organic farm, Functional Food Whole Food New Zealand) – Příloha P I.
- Lněný olej „FLAX ORIGINAL“ (Waihi bush - organic farm, Functional Food Whole Food New Zealand) – Příloha P I.
- Semena révy vinné (BJ VITIS, s. r. o., Březí u Mikulova, ČR) – Příloha P I.

Jako látky zvyšující nutriční hodnotu jogurtů, byly v této práci shledány a použity následující produkty zemědělského a potravinářského sektoru: lněná vláknina, lněný olej a rozemlněná semena révy vinné. Koncentrace těchto **testovaných materiálů** v objemu vyro-

beného jogurtu byla 0,5 % a 1 % hmot. Přídavek lněné vlákniny byl proveden i v procentuálním zastoupení 1,5 % a 2 % hmot. U ochucených jogurtů bylo nutné zohlednit přidané množství ochucující složky, a přepočítat tak procentuální přídavek testovaných materiálu na nový objem jogurtové směsi- viz tabulka 8.

U lněné vlákniny bylo potřeba oddělit lněné otruby od jemnějšího podílu tak, aby se zvýšila sensorická jakost výrobku. Takovéto úpravy bylo docíleno pomocí hustého síta, kde otruby tvořily přepad a jemnější podíl propad. U dalších materiálů nebylo potřeba dalších úprav a modifikací.

Tabulka 7 Přídavek testovaného materiálu do jogurtové směsi

Přídavek materiálu	3% jogurt bez ochucující složky (g)	3% jogurt s ochucující složkou (g)	10% jogurt bez ochucující složky (g)	10% jogurt s ochucující složkou (g)
0,5 %	2,64	3,15	2,58	3,10
1 %	5,28	6,33	5,17	6,20
1,5 %	7,92	9,49	7,75	9,31
2 %	10,56	12,66	10,34	12,41

5.1.4 Přídavek ochucující složky

Ochucující složky byly do jogurtu přidávány za účelem zlepšení organoleptických vlastností jogurtu po přidavku testovaného materiálu, a tudíž i celkově lepšího sensorického hodnocení jednotlivých modelových vzorků posuzovateli.

Pro ochucování jogurtů byly v experimentu 1 nejprve použity ovocné ochucující složky, konkrétně ovocná pomazánka a následně extra jam s příchutí jahoda (složení uvedeno v kapitole 5. 1). Ovocná složka byla ředěna s 5 ml pitné vody⁴ a následně zahřívána z důvodu zajištění homogenní hmoty. Tyto ochucující látky však byly shledány jako nevyhovující, a to i v koncentraci 10 % na celkový objem jogurtu. Chuť ovoce v kombinaci

⁴ Poměr ovocné složky a vody byl 10,4 : 1

s testovaným materiálem nebyla přijatelná. Za další a již konečnou ochucující složku byla zvolena čokoláda (experiment 2). Čokoláda byla zahřívána spolu s mlékem o tučnosti 1,5 %, v poměru 1:1, v předem připravené vodní lázni. Tento poměr byl zvolen z důvodu lepší výsledné konzistence při přidávání do koagulátu. Podíl této ochucující složky, na celkovém objemu jogurtové směsi, byl navýšen z původních 10 % na 20 %. Přesný přídavek ochucujících složek je uveden v tabulce 9. Po přidavku čokolády, jako ochucující složky, bylo celkové množství surovinové směsi pro jogurt o tučnosti 3 % rovno 633 g, a pro jogurt o tučnosti 10 % 620 g.

Tabulka 8 Přídavek ochucující složky do jogurtové směsi

Přídavek	Přídavek ochucující složky do jogurtu o tučnosti 3 % (g)	Přídavek ochucující složky do jogurtu o tučnosti 10 % (g)
10 % ovocné složky	52,8	51,7
20 % čokoládové složky**	105,6	103,4

*ovocná složka se skládala z podílu jamu a vody v poměru 10,4 : 1

**čokoládová složka obsahovala čokoládu a mléko o tučnosti 1,5 % v poměru 1:1

5.2 Chemická analýza

Modelové vzorky jogurtů byly podrobeny základní chemické analýze, která zahrnovala stanovení pH, obsahu sušiny a tuku. Dále byly vzorky podrobeny texturní profilové analýze. Jednotlivá stanovení byla provedena 7. den po výrobě modelových vzorků jogurtů s výjimkou měření pH, které bylo provedeno i v rámci technologického postupu (inkubace) a po smíchání veškerých komponent.

5.2.1 Stanovení pH koagulátu

Použité pomůcky a přístroje:

- Vpichový pH metr (pH Spear Eutech - pH tester s pevnou vpichovou elektrodou, EUTECH INSTRUMENTS The Netherlands, Nijker zakoupený u firmy BioTech a.s., Praha)

Hodnota hladiny pH byla průběžně kontrolována při inkubační teplotě 43 °C po dobu přibližně 3,5 hodin tak, aby výsledná hodnota spadala do rozmezí 4,2-4,6. Hodnoty pH byly měřeny i po přidavku ochucující složky a testovaného materiálu. Další měření bylo provedeno 7. den od výroby.

K určení a odečtu hodnoty pH byl použit předem nakalibrovaný vpichový pH metr, který byl mezi jednotlivými měřeními opláchnut pitnou vodou.

5.2.2 Stanovení sušiny jogurtů

Použité pomůcky:

- Hliníkové misky se skleněnou tyčinkou a pískem pro stanovení sušiny
- Exikátor
- Lžičky
- Sušárna určena ke stanovení sušiny (VENTICELL 55 STANDARD, BMT Medical Technology s. r. o., ČR)
- Analytické váhy s citlivostí 0,0001 g (Analytické váhy A&D GH-200 EC, A&D Company, Japonsko)

Sušinu lze definovat jako zbytek vzorku po vysušení při teplotě 103 ± 2 °C do konstantní hmotnosti. Do předem vysušené, zvážené hliníkové misky s pískem byly naváženy 3 g vzorku s přesností na čtyři desetinná místa. Vzorek byl spolu s pískem rozmíchán pomocí skleněné tyčinky za vzniku homogenní směsi. Miska byla následně vložena do sušárny. Po uplynutí 5 hodin byla miska vyjmuta a umístěna do exikátoru. Po vychladnutí byla miska spolu se vzorkem zvážena a hodnota byla zaznamenána. Výsledná sušina byla vypočtena na základě rozdílu hmotnosti vzorku před a po vysušení. Úbytek je představován vlhkostí.

5.2.3 Stanovení obsahu tuku acidobutyrometricky - Modifikace Gerberovy metody podle Peltzera

Použité pomůcky a přístroje:

- Butyrometr
- Injekční stříkačky o objemu 10 ml
- Odstředivka (Gerber Instruments Micro II, Švýcarsko)
- Vodní lázeň (Funke Gerber WD 436D, Německo)
- Analytické váhy s citlivostí 0,0001 g (Analytické váhy A&D GH-200 EC, A&D Company, Japonsko)

Použité chemikálie:

- Kyselina sírová dle Gerbera (w = 91 %)
- Amylalkohol

Metoda je založena na rozpouštění bílkovin přítomných v obalu tukových kuliček pomocí 91% kyseliny sírové (= Gerberova kyselina). Uvolněný tuk je následkem odstředivých sil oddělen do kalibrované části butyrometru, kde se po vytemperování na kalibrovanou teplotu 65 °C na stupnici odečte objem tuku. Ten je následně přepočten na procento tuku (dle Rovnice 1). Postup stavení obsahu tuku byl proveden dle následujících kroků:

- Do mléčného butyrometru bylo odměřeno 10 ml H_2SO_4 (w= 91 %)
- Následně byla H_2SO_4 převrstvena 3 ml H_2O
- Pomocí injekční stříkačky byly diferenčně naváženy a převedeny do butyrometru 3 g vzorku s přesností na 0,01 g
- Byl dopočítán objem dalšího přídatku H_2O – celkový objem činil 11 ml
- Byl přidán 1 ml amylalkoholu
- Butyrometr byl zazátkován
- Dále bylo prováděné míchání do rozpuštění vzorku a následné promíchání převrácením butyrometru
- Byla provedena temperace ve vodní lázni o teplotě 70 °C

- Ještě horké butyrometry byly vloženy do odstředivky po dobu 20 minut
- Odečtení objemu tuku na stupnici butyrometru a přepočítání na procento tuku ve vzorku

$$p_{t,h} = \frac{t \times 11}{m_n} \quad (1)$$

t ... objem tuku odečtený na tukoměru

m_n ... navážka vzorku (g)

5.3 Texturní profilová analýza

Pro měření textury modelových vzorků jogurtu byl použit texturní analyzátor TA.XT Plus (Stable Micro Systems, Velká Británie), díky kterému byl získán profil texturních vlastností modelových vzorků jogurtů (pevnost). Princip testu je postaven na jednoduché penetraci za stanovených podmínek, kdy je zaznamenávána síla kontinuálně s dráhou a časem, za současné deformace materiálu v tlaku.

Pro měření byla použita cylindrická sonda o průměru 20 mm a hmotnosti 16,391 g. Hodnota penetrace sondy byla rovna 50 % výšky vzorku. Rychlost sondy během testu byla 2 mm/s. U jednotlivých měření bylo vyhodnocováno maximum píku zátěžové křivky v Newtoních (N) jako pevnost koagulátu jogurtu. Texturní analýza byla prováděna vždy u dvou vzorků stejné šarže, a to v první den výroby a po týdně, v technologické laboratoři. Měření probíhalo při chladírenské teplotě modelových vzorků (6 °C).

5.4 Senzorická analýza

Použité pomůcky:

- Skleněné misky určené pro sensorickou analýzu
- Lžičky
- Dotazníky

Smyslem sensorické analýzy je hodnocení organoleptických vlastností vybraných vzorků pomocí hodnotitelů. U modelových vzorků jogurtů byly posuzovány následující znaky: vzhled, chuť a vůně, přítomnost cizích pachů a pachutí a celkový dojem. Vzor dotazníku je

uveden v Příloze P II. Hodnocení probíhalo dle sedmibodové ordinální stupnice. Výjimku tvořil hodnocený znak - přítomnost pachů a pachutí, kde byla použita pouze šestibodová stupnice. Další metodou k určení přijatelnosti modelových vzorku jogurtu byla preferenční pořadová zkouška. Zde byla posuzovateli určována oblíbenost jogurtu na škále 1 až 6.

Nejlepší vzorek byl ohodnocen číslem 1, nejhorší pak číslem 6. Modelové vzorky označené kódy A, B, C, D, E, F byly hodnotitelům předkládány v následujícím pořadí:

- vzorek s kódem A - 3% tučnost jogurtu - kontrola (dále jen KO)
- vzorek s kódem B - 3% tučnost jogurtu - 0,5% nebo 1,5% přídavek daného produktu (dále jen p. d. p.)
- vzorek s kódem C - 10% tučnost jogurtu - 0,5% nebo 1,5% p. d. p
- vzorek s kódem D - 3 % tučnost jogurtu - 1% nebo 2% p. d. p.
- vzorek s kódem E - 10% tučnost jogurtu - KO
- vzorek s kódem F - 10% tučnost jogurtu - 1% nebo 2% p. d. p.

Hodnocení probíhalo v technologických laboratořích při pokojové teplotě 7. den po výrobě. Převážná část hodnotitelů byla tvořena studenty Fakulty technologické studující 1. ročník navazujícího magisterského studia. Minimální počet posuzovatelů byl 21.

Výsledky sensorické analýzy byly vyhodnoceny pomocí počítačového programu StatK25.

6 VÝSLEDKY A DISKUZE

6.1 Experiment 1

Cílem experimentu 1 bylo provést optimalizaci výroby jogurtů s přidavkem testovaného materiálu a nalézt vhodnou ochucující složku, která by „zakryla“ případné sensorické nedostatky.

Během experimentu byla zkoumána délka inkubační doby, potřebná k dosažení optimální hodnoty pH koagulátu jogurtu. Po několika sériích výrob byla optimální délka inkubační doby stanovena na přibližně 3,5 hodiny. Po uplynutí této doby byla hodnota pH v požadovaném rozmezí, tedy 4,2-4,6.

Chlazení jogurtových směsí bylo prováděno na teplotu 20 °C, při které byl opatrně rozmícháván vzniklý koagulát (doba chlazení ze 43 °C na 20 °C probíhala 1,5 hodiny), a dále pak na konečnou teplotu 6 °C, při které byl do jogurtové směsi přidáván testovaný materiál spolu s ochucující složkou. Doba, za kterou byl zaznamenán pokles teploty z 20 °C na 6 °C, byla delší než 4 hodiny. Celý výrobní proces by byl dvojstupňovým chlazením tedy výrazně prodloužen. Proto byla za konečnou teplotu, kdy byl do jogurtové směsi přidáván testovaný materiál s ochucující složkou, stanovena teplota 20 °C, což byla teplota dostatečná pro zachování požadovaných vlastností koagulátu.

Dále byl zaznamenán problém s přidavkem testovaného materiálu, konkrétně lněné vlákniny. Jelikož je spotřebiteli obecně preferována konzistence set type jogurtu (s nerozmíchaným koagulátem), byla snaha takovýto jogurt vyrobit. Avšak přídavek lněné vlákniny (LV) byl na hladině jogurtové směsi shlukován do větších agregátů. Proto bylo nezbytně nutné provést modifikaci této suroviny. V prvním fázi úpravy bylo množství LV smícháno s vodou, v poměru 1:1,5 a ponecháno k bobtnání. Druhý den bylo ke stejnému vzorku přidáno další množství vody (1/4 z celkového množství vzorku) z důvodu snadnějšího rozmíchání v objemu pasterované jogurtové směsi. I v tomto případě však bylo při výrobě set type jogurtu zaznamenáno vyvstávání LV během inkubace jogurtové směsi. Další zkoušenou úpravou byl přídavek LV k surovinové směsi před procesem pasterace. Pasterace byla z původních 2 minut prodloužena o dalších 10 minut a následovala výroba set type jogurtu. I zde byly pozorovány agregáty a sediment LV ve finálním produktu.

Z důvodu nevyhovujícího začlenění LV do produktu během jeho fermentace bylo přistoupeno k výrobě jogurtů s rozmíchaným koagulátem (stirred type). Z výše popsaných zjištění

byla LV modifikována a to jejím prosévání přes síto. Za finální materiál, vhodný k výrobě stirred type jogurtů s přídavkem LV, byl stanoven propad. Přepad na sítu byl tvořen lněnými otruby, vlivem kterých byly pravděpodobně na povrchu jogurtu v dřívějších fázích experimentu viděny shluky LV, a které tak vytvářely nevyhovující vzhled.

Výrobu modelových vzorků jogurtů s přídavkem testovaného materiálu bylo nutné dále optimalizovat z důvodu přídavku ochucující ovocné složky pro zamaskování případných (pa)chutí testovaného materiálu. Z ekonomických důvodů byla jako první ovocná složka použita ovocná pomazánka (v množství 10 % původní surovinové skladby). Modelové vzorky však byly ze sensorického pohledu nevyhovující a to díky nepříjemné chuti vytvořené kombinací zvoleného jamu s testovaným materiálem a také v případě kontrolních vzorků (bez přídavku testovaného materiálu) bez ohledu na tučnost modelového vzorku. Nepříjemná sensorická jakost byla pravděpodobně způsobena nedostatečným podílem ovocné složky (zejména jahod) v ovocné pomazánce.

Přídavek extra jamu (v množství 10 % původní surovinové skladby) vykazoval lepší sensorické vlastnosti v porovnání se vzorky ochucenými ovocnou pomazánkou, avšak stále nebyl sensorický vjem dostatečný pro zamaskování případných chuťových odlišností, způsobených přídavkem testovaného materiálu. I v tomto případě kontrolní vzorky nebyly vyhodnoceny po sensorické stránce jako vyhovující. Od navýšení ochucující ovocné složky bylo ustoupeno jednak z důvodu splnění podmínky ve vyhlášce 77/2003 Sb. v platném znění, kde maximální přídavek ochucující složky může být 30 % [1], ale zejména také z finančních nákladů v případě extra jamu. Z výše popsaných důvodů bylo přistoupeno k využití přídavku čokoládové ochucující složky, která se již osvědčila ze sensorického hlediska jako vyhovující. Na základě výše popsaných zjištění byl sestaven standardizovaný postup výroby modelových vzorků jogurtů bez přídavku a s přídavkem čokoládové ochucující složky, který je popsán v kapitole 6. 2.

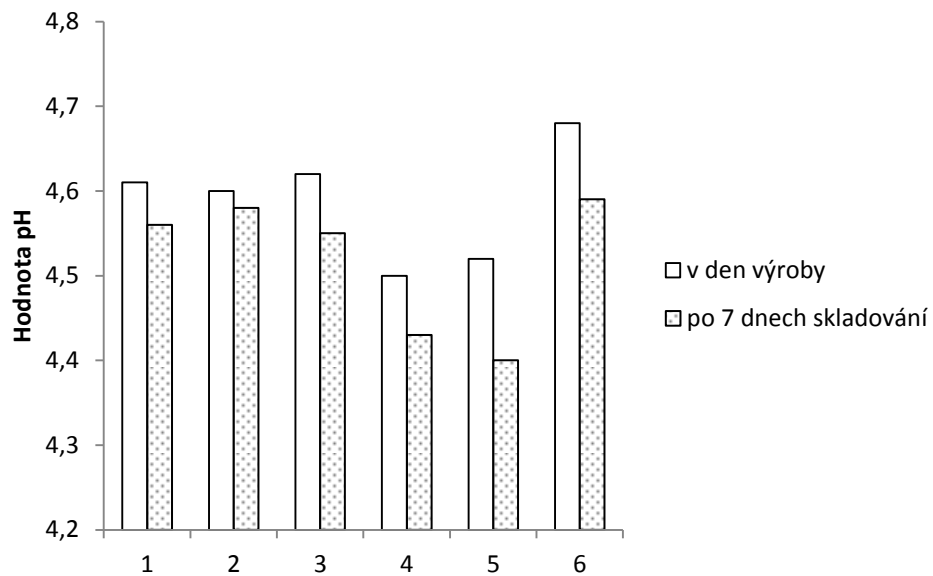
6.2 Experiment 2

Po předchozích krocích, vedoucích k optimalizaci výroby jogurtů, bylo v experimentu 2 vyrobeno příslušné množství modelových vzorků jogurtů s přídavkem testovaných materiálů (lněná vláknina, lněný olej, nadrcená semena révy vinné) do neochucených a ochucených modelových vzorků jogurtů. Ochucující složkou zde byla čokoláda. Tyto jogurty byly

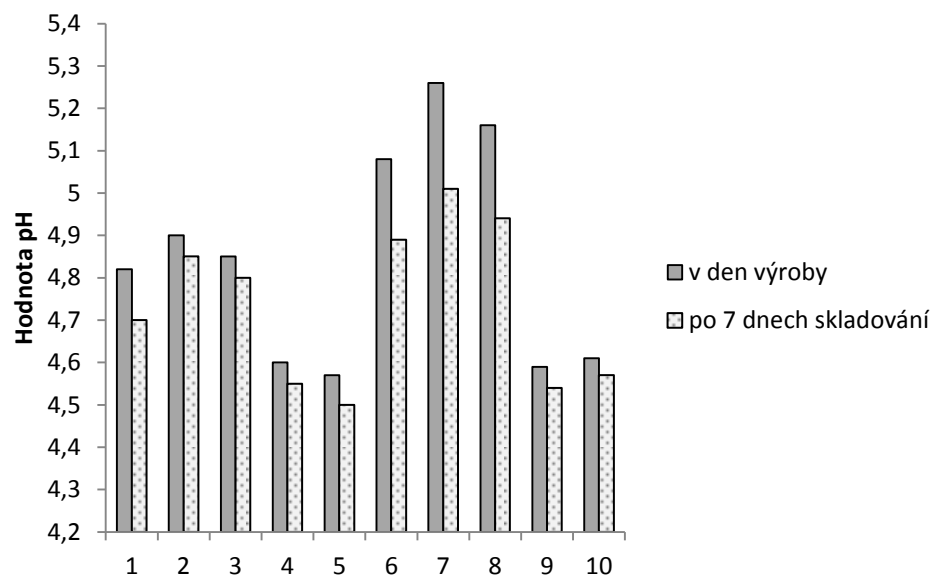
posouzeny hodnotiteli senzorické analýzy (SA), za přijatelné. Výsledky SA, srovnávající jednotlivé testované modelové vzorky, jsou uvedeny v kapitole 6. 2. 5.

6.2.1 Stanovení pH koagulátu

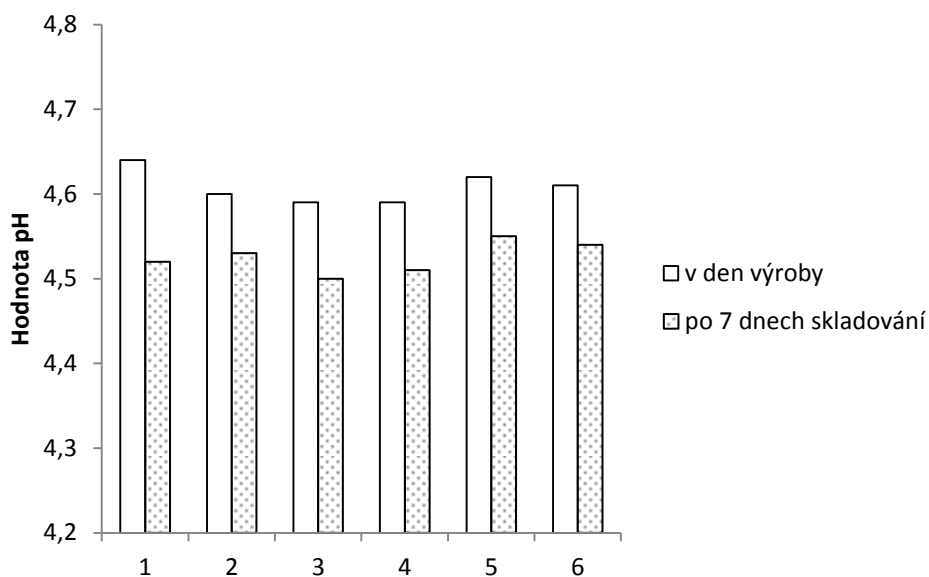
Po 7 dnech skladování bylo zaznamenáno snížení hodnot pH jednotlivých modelových vzorků jogurtů. Díky aktivitě bakterií mléčného kvašení (pro které je optimální teplota růstu 43 ± 2 °C) docházelo k pozvolnému navyšování kyselosti a tedy poklesu hladiny pH. Hodnoty pH u modelových vzorků jogurtů, naměřených v den výroby a po týdnu, jsou prezentovány na obrázcích 6-11 pro vzorky s jednotlivými testovanými materiály. Modelové vzorky jogurtů byly vyrobeny standardizovaným způsobem, jak je uvedeno v kapitole 5. 1. 2. Za optimální hodnoty pH (v den výroby) pro ukončení inkubace byly považovány hodnoty pohybující se v rozmezí 4,2-4,6. Množství testovaného materiálu spolu s ochucující složkou bylo přidáno až po inkubaci, tedy přibližně po 3,5 hodinách, kdy hodnota pH klesla na výše zmiňovanou hodnotu pH.. Hodnoty pH u modelových vzorků jogurtů s přídavkem ochucující složky (čokoláda) a testovaného materiálu, byly značně vyšší, oproti neochuceným jogurtům s přídavkem testovaného materiálu. Nadprůměrné hodnoty byly zaznamenány zejména u modelových vzorků jogurtů o tučnosti 10 % s přídavkem čokolády. Zejména u jogurtu s 0,5% a 1% přídavkem lněné vlákniny (vyobrazeno na obrázku 7), kde dosahovaly hodnoty pH 5 a výše. Zvýšení hodnoty pH bylo zapříčiněno dalším přídavkem surovin do jogurtu (čokoláda a testovaný materiál), které svým charakterem a množstvím způsobily navýšení hladiny pH. Toto tvrzení se shoduje s výsledky Zerzanové [64], která ve své kvalifikační práci „Aplikace biologicky aktivních látek do jogurtů“ uvádí, že přídavek lněné vlákniny do jogurtů značně navyšuje hodnotu hladiny pH. Navyšování hodnoty pH díky přidanému množství lněné vlákniny však není pravidlem a závisí na matrici do které je přídavek zakomponován. Toto potvrzuje práce zabývající se vlivem přídavku biologicky aktivních látek na jakost modelového systému přírodního sýra. Autorka [65] uvádí, že u sýrů s přídavkem lněné vlákniny se hodnoty pH nijak zvlášť neodlišovaly od stávajícího trendu pro sýry bez přídavku lněné vlákniny.



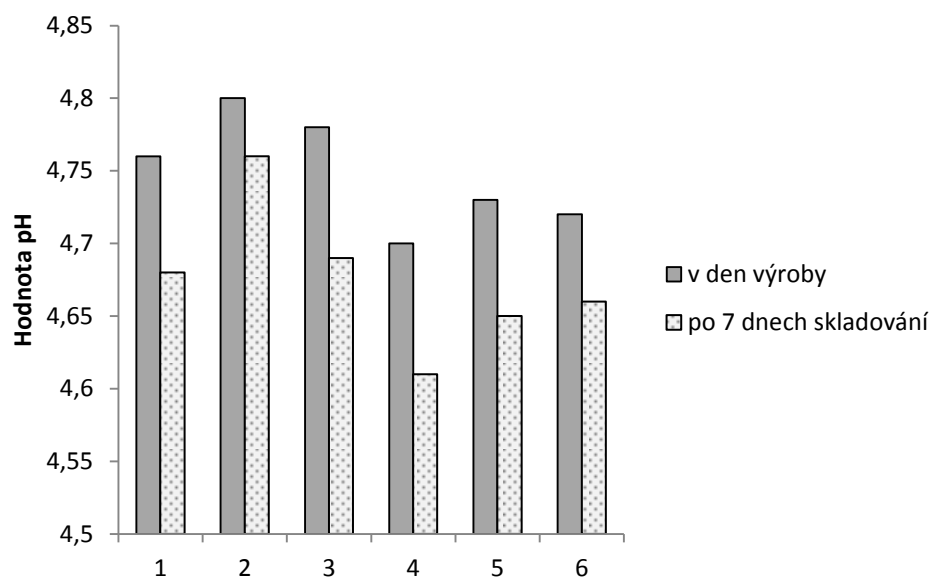
Obrázek 6 Hodnoty pH u neochucených modelových vzorků jogurtů s přidavkem lněné vlákniny: **1** - 3% tučnost (kontrola), **2** – 3% tučnost (0,5% přidavek), **3** – 3% tučnost (1% přidavek), **4** – 10% tučnost (kontrola), **5** – 10% tučnost (0,5% přidavek), **6** – 10% tučnost (1% přidavek)



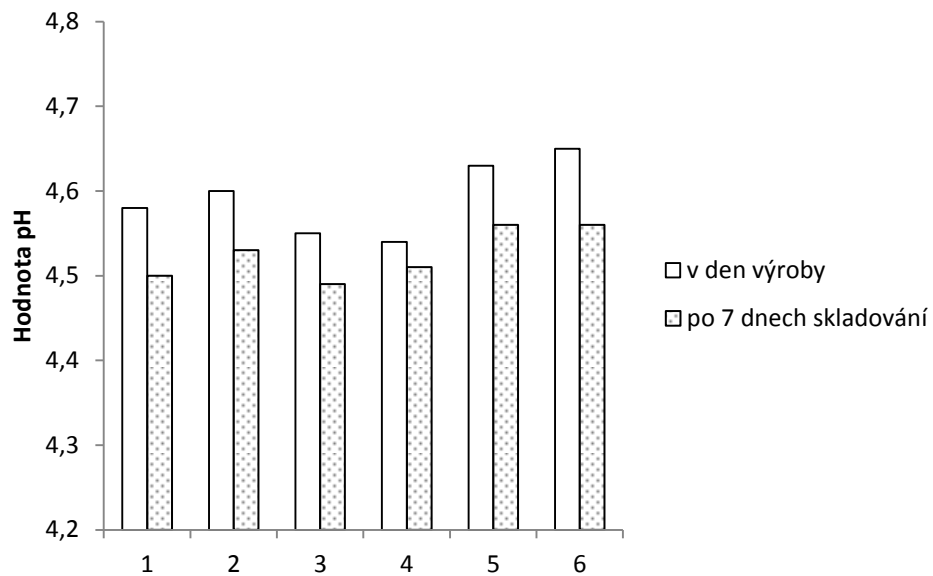
Obrázek 7 Hodnoty pH u čokoládových modelových vzorků jogurtů s přidavkem lněné vlákniny: **1** – 3% tučnost (kontrola), **2** – 3% tučnost (0,5% přidavek), **3** – 3% tučnost (1% přidavek), **4** – 3% tučnost (1,5% přidavek), **5** – 3% tučnost (2% přidavek), **6** - 10% tučnost (kontrola), **7** – 10% tučnost (0,5% přidavek), **8** – 10% tučnost (1% přidavek), **9** -10% tučnost (1,5% přidavek), **10** – 10% tučnost (2% přidavek)



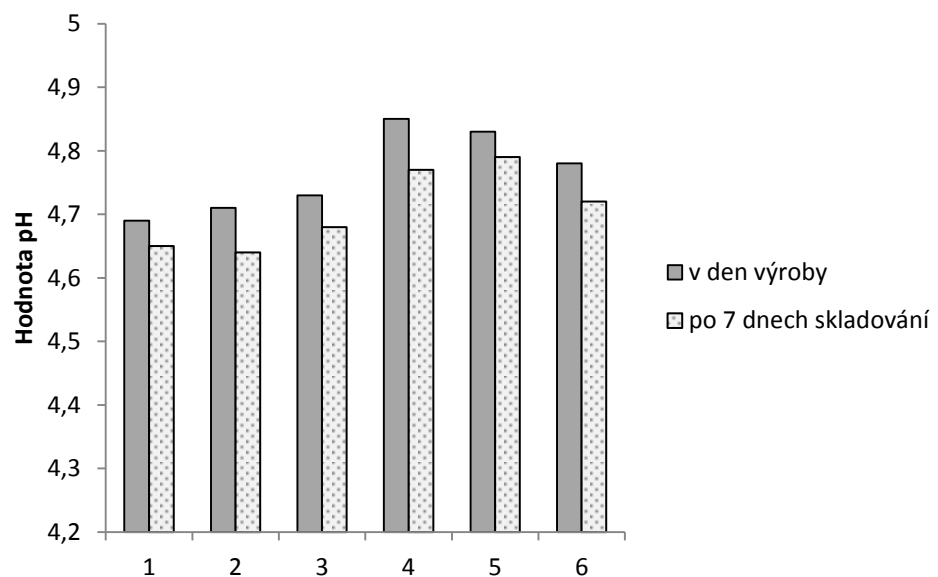
Obrázek 8 Hodnoty pH u neochucených modelových vzorků jogurtů s přidavkem lněného oleje: **1** – 3% tučnost (kontrola), **2** – 3% tučnost (0,5% přidavek), **3** – 3% tučnost (1% přidavek), **4** – 10% tučnost (kontrola), **5** – 10% tučnost (0,5% přidavek), **6** – 10% tučnost (1% přidavek)



Obrázek 9 Hodnoty pH u čokoládových modelových vzorků jogurtů s přidavkem lněného oleje: **1** – 3% tučnost (kontrola), **2** – 3% tučnost (0,5% přidavek), **3** – 3% tučnost (1% přidavek), **4** – 10% tučnost (kontrola), **5** – 10% tučnost (0,5% přidavek), **6** – 10% tučnost (1% přidavek)



Obrázek 10 Hodnoty pH u neochucených modelových vzorků jogurtů s přidavkem semen révy vinné: **1** – 3% tučnost (kontrola), **2** – 3% tučnost (0,5% přidavek), **3** – 3% tučnost (1% přidavek), **4** – 10% tučnost (kontrola), **5** – 10% tučnost (0,5% přidavek), **6** – 10% tučnost (1% přidavek)



Obrázek 11 Hodnoty pH u čokoládových modelových vzorků jogurtů s přidavkem semen révy vinné: **1** – 3% tučnost (kontrola), **2** – 3% tučnost (0,5% přidavek), **3** – 3% tučnost (1% přidavek), **4** – 10% tučnost (kontrola), **5** – 10% tučnost (0,5% přidavek), **6** – 10% tučnost (1% přidavek)

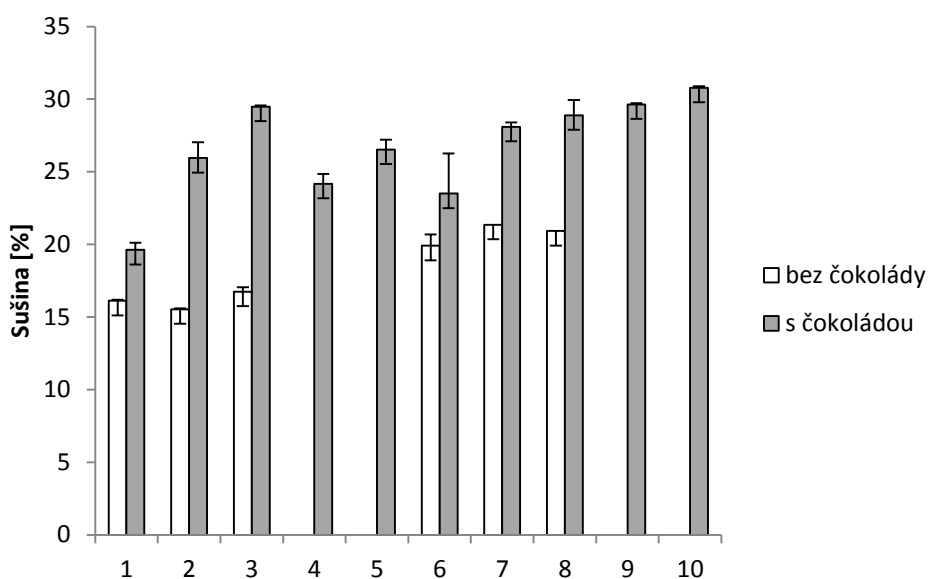
Na základě zjištěných výsledků poklesu hodnot pH v průběhu skladování lze předpokládat, že přídavek námi testovaného materiálu pravděpodobně významně neovlivnil přítomnou mikroflóru v podobě jogurtové kultury. Což je důležité zejména pro splnění podmínky počtu mikroorganismů v den spotřeby jogurtů (10^7 /g produktu) [1]. Tento poznatek by mohl být námětem dalších studií, které by se mohly zabývat právě sledováním počtu mikroorganismů v jogurtu po přidavku testovaného materiálu.

6.2.2 Stanovení sušiny jogurtů

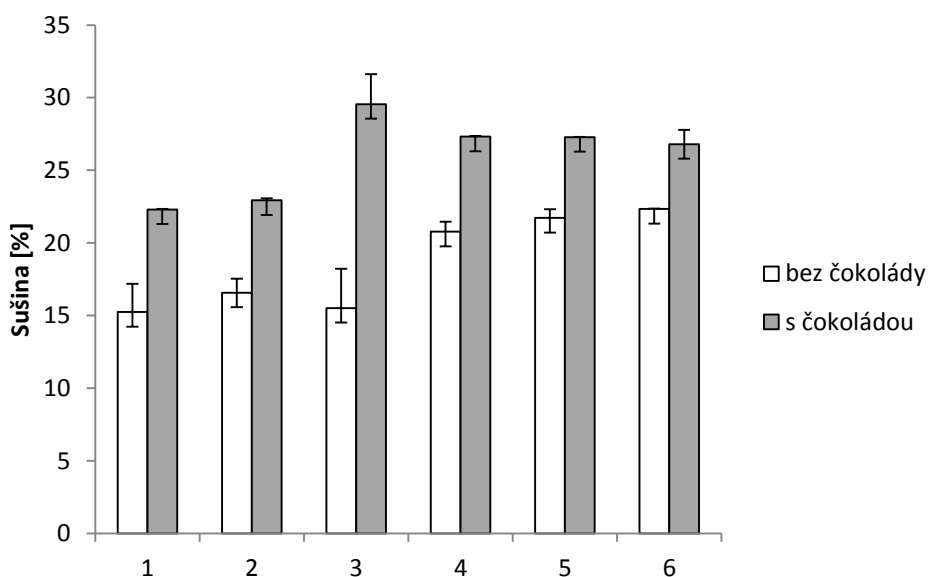
Dle dané surovinové skladby, byla teoretická hodnota sušiny jogurtu vypočtena na 16,02 % pro 3% tučný jogurt, a 16,04 % pro 10% tučný jogurt. Naměřené hodnoty však této skutečnosti zcela neodpovídaly. Výroba modelových vzorků jogurtů probíhala ve více dnech, a tak odlišné hodnoty sušiny mohly být z části zapříčiněny použitím surovin odlišných šarží. Další navýšení celkového obsahu sušiny bylo způsobeno přidavkem testovaného materiálu, který byl v případě lněné vlákniny a rozemletých semen révy vinné v suché sušené podobě, a ochucující složky (vypočtená sušina byla stanovena pouze pro jogurty bez přidavku ochucující složky a testovaného materiálu). Na základě této skutečnosti lze říci, že obsah sušiny u čokoládových jogurtů s přidavkem testovaného materiálu, byl vyšší, než u jogurtů bez obsahu těchto složek. Extrémních hodnot dosahovaly zejména modelové vzorky jogurtů o tučnosti 10 % s 1% přidavkem testovaného materiálu. V tomto případě se hodnoty obsahu sušiny pohybovaly až nad hodnotu 26 %.

Všechny hodnoty, včetně směrodatných odchylek, jsou interpretovány na obrázcích 12-14.

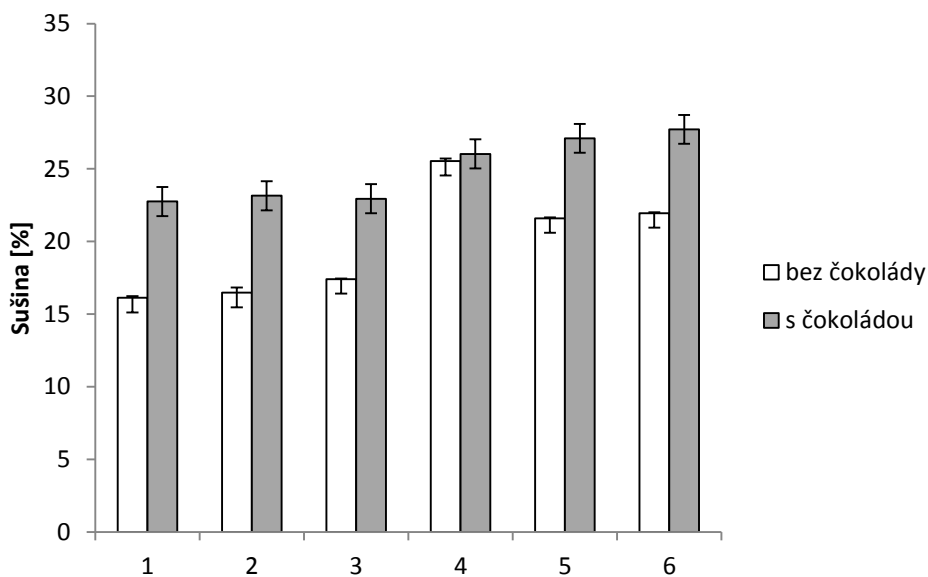
Lněná vláknina je však dle Slaninové [65] schopná zapříčinit v přírodních sýrech zadržování vlhkosti nabobtnáním v mléce. Vliv přidavku lněné vlákniny je tedy složitější a svou povahou může ovlivňovat konzistenci výrobku.



Obrázek 12 Stanovení sušiny u modelových vzorků jogurtů s přidavkem lněné vlákniny: **1** – 3% tučnost (kontrola), **2** – 3% tučnost (0,5% přidavek), **3** – 3% tučnost (1% přidavek), **4** – 3% tučnost (1,5% přidavek), **5** – 3% tučnost (2% přidavek), **6** - 10% tučnost (kontrola), **7** – 10% tučnost (0,5% přidavek), **8** – 10% tučnost (1% přidavek), **9** -10% tučnost (1,5% přidavek), **10** – 10% tučnost (2% přidavek)



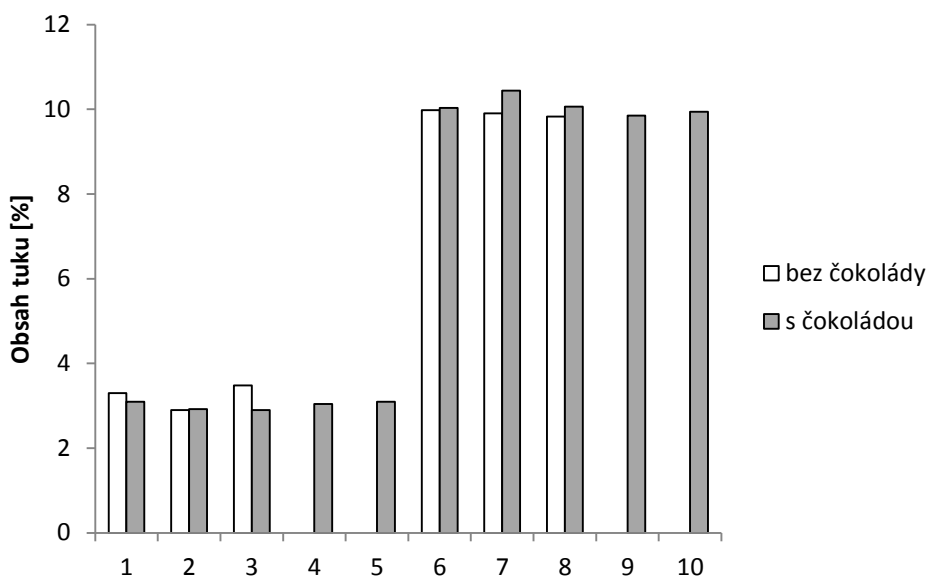
Obrázek 13 Stanovení sušiny modelových vzorků jogurtů s přidavkem lněného je: **1** – 3% tučnost (kontrola), **2** – 3% tučnost (0,5% přidavek), **3** – 3% tučnost (1% přidavek), **4** – 10% tučnost (kontrola), **5** – 10% tučnost (0,5% přidavek), **6** – 10% tučnost (1% přidavek)



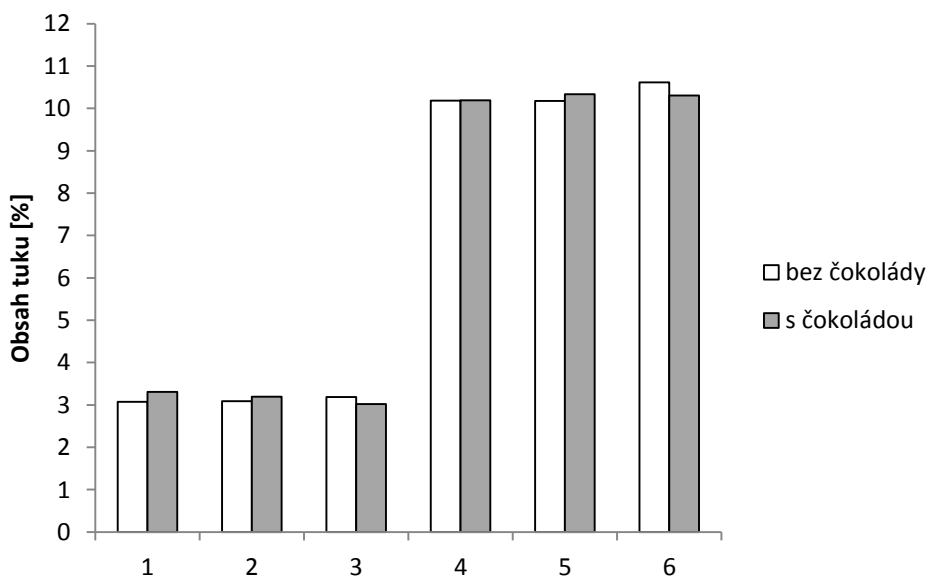
Obrázek 14 Stanovení sušiny modelových vzorků jogurtů s přídavkem nadrčených semen révy vinné: **1** – 3% tučnost (kontrola), **2** – 3% tučnost (0,5% přídavek), **3** – 3% tučnost (1% přídavek), **4** – 10% tučnost (kontrola), **5** – 10% tučnost (0,5% přídavek), **6** – 10% tučnost (1% přídavek)

6.2.3 Stanovení obsahu tuku

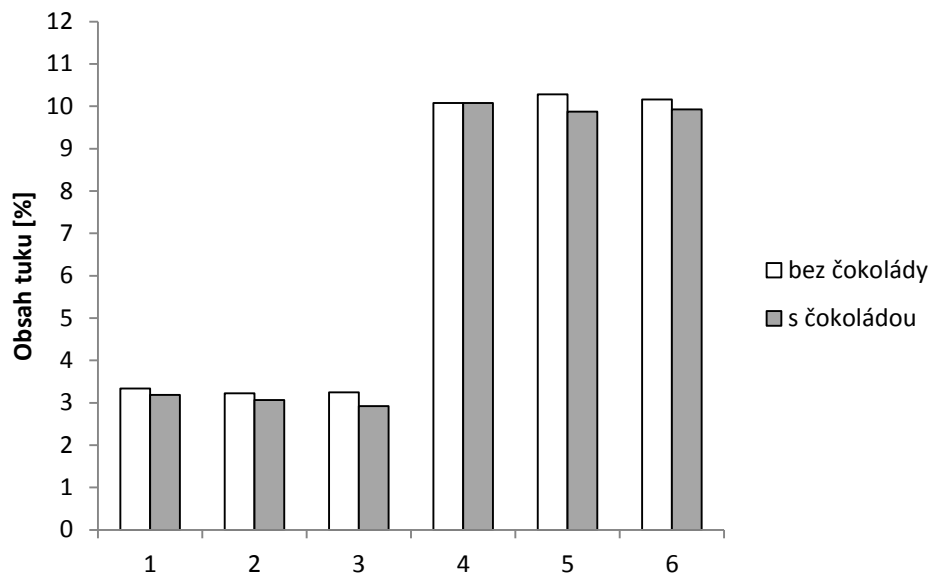
Obsah tuku v modelových vzorcích jogurtů by měl na základě surovinové skladby odpovídat vypočteným teoretickým hodnotám 3,02 % a 10,03 %. Stanovení tuku bylo provedeno acidobutyrometricky. Na základě této metody byl stanoven obsah tuku u modelových vzorků jogurtů s přídavkem testovaného materiálu a/nebo ochucující složky. Použité butyrometry byly kalibrovány pouze na mléčný tuk. Díky tomuto faktu by nemělo docházet ke zkreslení stanovení v důsledku přítomnosti čokoládové složky, která také obsahuje tuk, ani množství přidaného testovaného materiálu. Z obrázků 15-17 lze vyvodit, že stanovený obsah tuku se nijak zvlášť nelišil od předem vypočtených hodnot, z čehož lze usuzovat správně zvolený výrobní postup i surovinou skladbu jednotlivých modelových vzorků jogurtů.



Obrázek 15 Stanovení obsahu tuku u modelových vzorků jogurtů s přidavkem lněné vlákniny: **1** – 3% tučnost (kontrola), **2** – 3% tučnost (0,5% přídavek), **3** – 3% tučnost (1% přídavek), **4** – 3% tučnost (1,5% přídavek), **5** – 3% tučnost (2% přídavek), **6** – 10% tučnost (kontrola), **7** – 10% tučnost (0,5% přídavek), **8** – 10% tučnost (1% přídavek), **9** – 10% tučnost (1,5% přídavek), **10** – 10% tučnost (2% přídavek)



Obrázek 16 Stanovení obsahu tuku u modelových vzorků jogurtů s přidavkem lněného oleje: **1** – 3% tučnost (kontrola), **2** – 3% tučnost (0,5% přídavek), **3** – 3% tučnost (1% přídavek), **4** – 10% tučnost (kontrola), **5** – 10% tučnost (0,5% přídavek), **6** – 10% tučnost (1% přídavek)



Obrázek 17 Stanovení obsahu tuku u modelových vzorků jogurtů s přidavkem nadrcených semen révy vinné: **1** – 3% tučnost (kontrola), **2** – 3% tučnost (0,5% přidavek), **3** – 3% tučnost (1% přidavek), **4** – 10% tučnost (kontrola), **5** – 10% tučnost (0,5% přidavek), **6** – 10% tučnost (1% přidavek)

6.2.4 Texturní profilová analýza

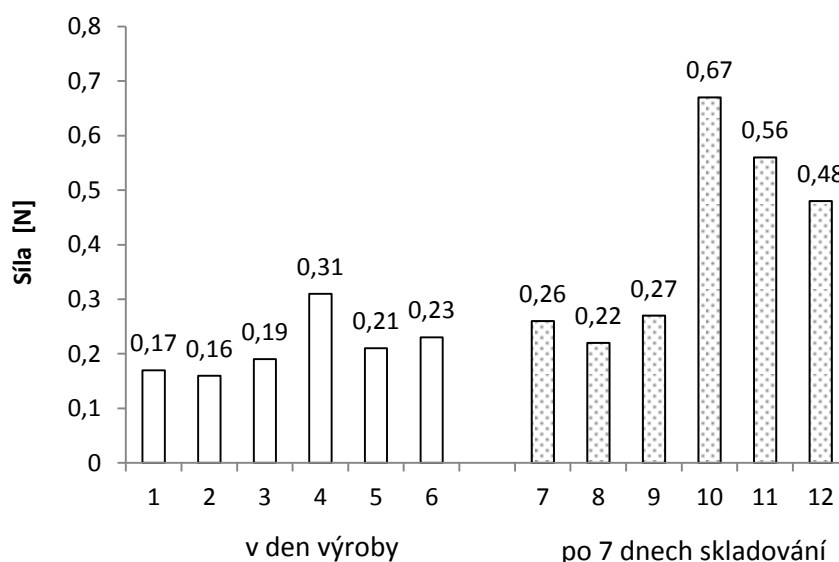
Výsledky texturní profilové analýzy jsou znázorněny na obrázcích 18-24. Hodnoty pevnosti gelu se v den výroby pohybovaly v rozpětí 0,17-0,21 N pro neochucené modelové vzorky jogurtů o 3% tučnosti (kontrola); 0,20-0,31 N pro neochucené modelové vzorky jogurtů o 10% tučnosti (kontrola); 0,20-0,22 N pro ochucené modelové vzorky jogurtů o 3% tučnosti a 0,17-0,31 N pro ochucené modelové vzorky jogurtů o tučnosti 10%. Z těchto údajů lze vyvodit, že modelové vzorky jogurtů s obsahem tuku 10%, vykazovaly pevnější strukturu koagulátu oproti jogurtům o obsahu tuku 3%. Tento „jev“ je nejlépe patrný na obrázku č. 20. Další zpevnění koagulátu je ovlivněno přidaným množstvím komponent, jako je čokoláda nebo testovaný materiál. V průběhu 7-denního skladování došlo k navýšení pevnosti gelu u téměř všech vzorků. Z těchto údajů vyplývá, že pevnost koagulátu modelových vzorků jogurtů v závislosti na době skladování rostla. Důvodem je pravděpodobně hydratace a stabilizace kaseinových micel [3].

Dále byly sledovány změny pevnosti koagulátu v závislosti na množství přidavku testovaného materiálu. U modelových vzorků jogurtů s přidavkem lněné vlákniny lze konstatovat, že přidavek tohoto testovaného materiálu má vliv na pevnost koagulátu až od koncentrace

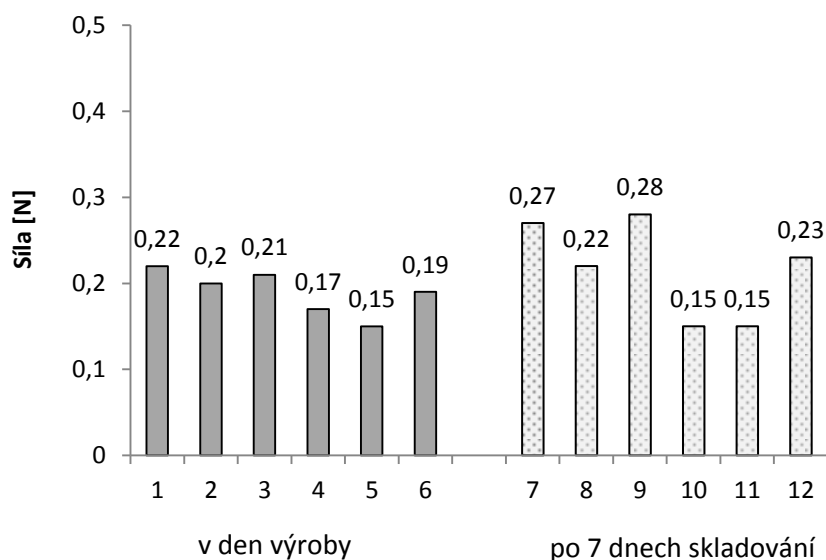
1,5 %, jak je ilustrováno na obrázku 20. Modelové vzorky jogurtů s přidavkem testovaného materiálu - lněná vláknina o koncentracích 1,5 % a 2 % byly s příslušnými kontrolami vyráběny v odlišné šarži než vzorky s přidavkem do 1 %. Přídavek lněného oleje do modelových vzorků jogurtů nevykazoval zjevný trend vlivu na pevnost koagulátu.

Výrazné změny lze pozorovat u neochucených jogurtů o tučnosti 10 % s přidavkem 0,5 % a 1 % nadržných semen révy vinné (obrázek 23), kde se pevnost koagulátu zvýšila až na dvojnásobek původní hodnoty (z 0,20 N na 0,40 N). U vzorků jogurtů, se stejnou koncentrací drcených semen z révy vinné a přidavkem čokoládové složky, došlo k navýšení pevnosti koagulátu až na čtyřnásobek.

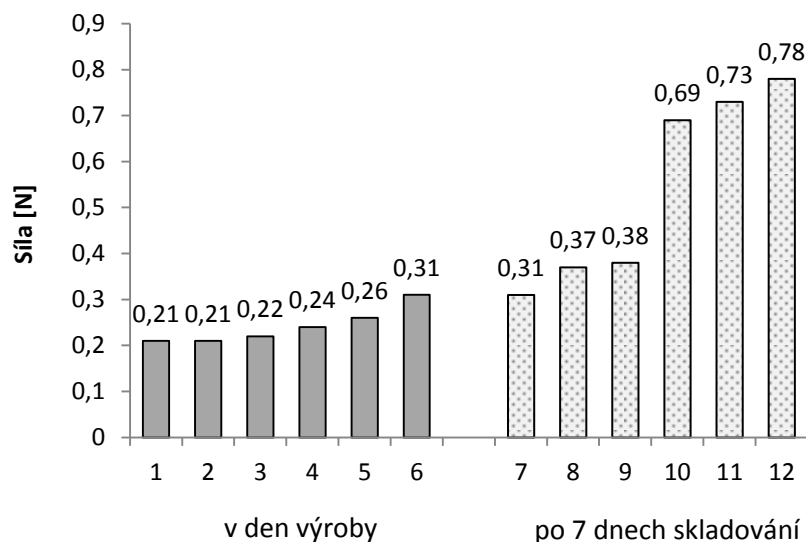
Jako pozitivní lze shledat fakt, že námi testovaný materiál navýšil pevnost koagulátu modelových vzorků jogurtů, což může být jeden z důležitých rozhodujících faktorů pro volbu spotřebitelem. Lněná vláknina se podílí na zesílení gelu jogurtu pravděpodobně z důvodu jejího nabobtnání, přijímáním vlhkosti z jogurtu. Což je v souladu s prací Slaninové [65], která uvádí, že tuhost sýrů v závislosti na přidavku lněné vlákniny klesala z důvodu vyššího obsahu vlhkosti, kterou na sebe lněná vláknina poutala. Čím vyšší byla koncentrace přidané lněné vlákniny, tím větší pevnost koagulát vykazoval (obrázek 20).



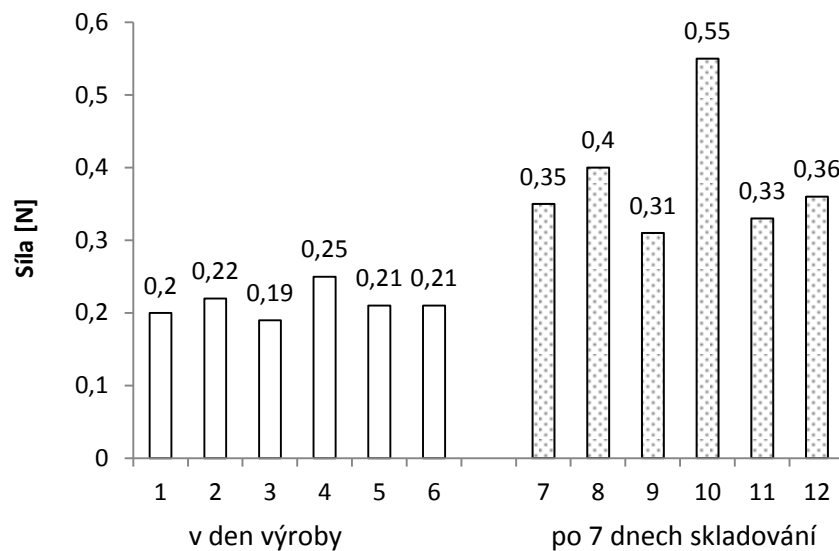
Obrázek 18 Pevnost koagulátu u neochucených modelových vzorků jogurtů s přidavkem lněné vlákniny: **1 a 7** – 3% tučnost (kontrola), **2 a 8** – 3% tučnost (0,5% přídavek), **3 a 9** – 3% tučnost (1% přídavek), **4 a 10** – 10% tučnost (kontrola), **5 a 11** – 10% tučnost (0,5% přídavek), **6 a 12** – 10% tučnost (1% přídavek)



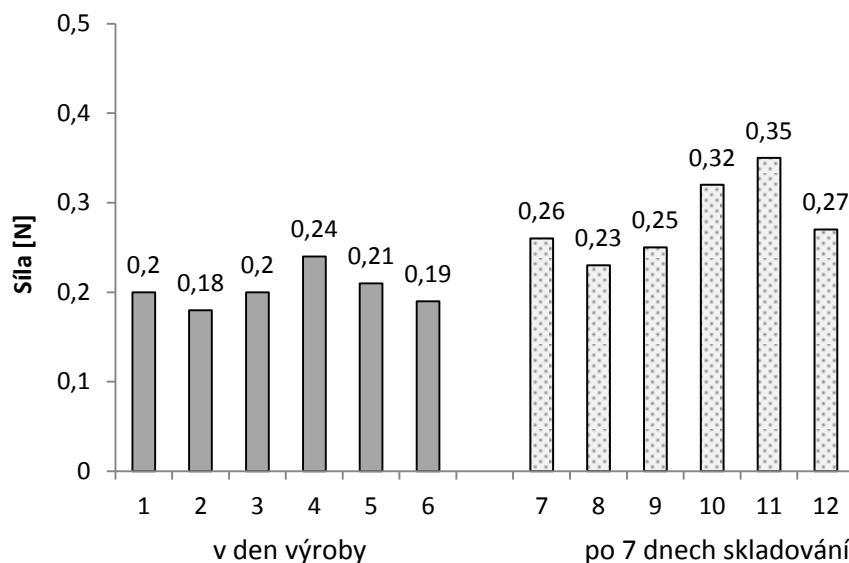
Obrázek 19 Pevnost koagulátu u čokoládových modelových vzorků jogurtů s přidavkem lněné vlákniny: **1 a 7** – 3% tučnost (kontrola), **2 a 8** – 3% tučnost (0,5% přidavek), **3 a 9** – 3% tučnost (1% přidavek), **4 a 10** – 10% tučnost (kontrola), **5 a 11** – 10% tučnost (0,5% přidavek), **6 a 12** – 10% tučnost (1% přidavek)



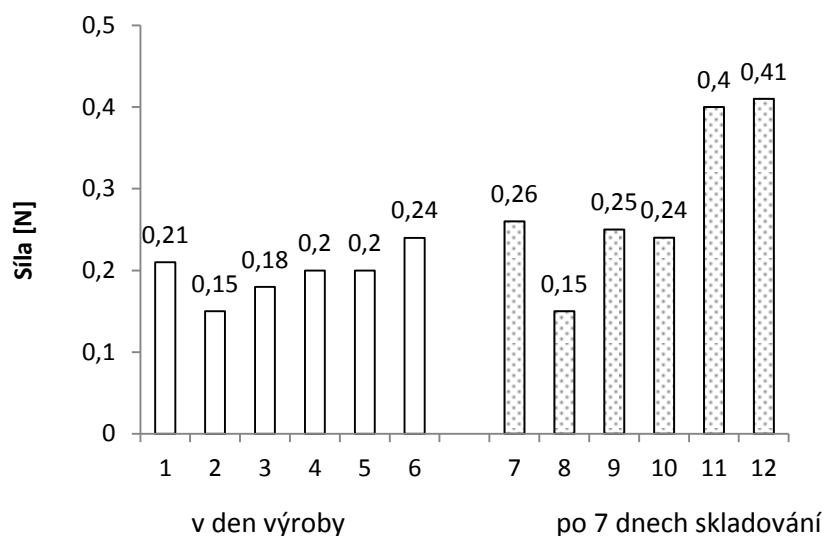
Obrázek 20 Pevnost koagulátu u čokoládových modelových vzorků jogurtů s přidavkem lněné vlákniny: **1 a 7** – 3% tučnost (kontrola), **2 a 8** – 3% tučnost (1,5% přidavek), **3 a 9** – 3% tučnost (2% přidavek), **4 a 10** – 10% tučnost (kontrola), **5 a 11** – 10% tučnost (1,5% přidavek), **6 a 12** – 10% tučnost (2% přidavek)



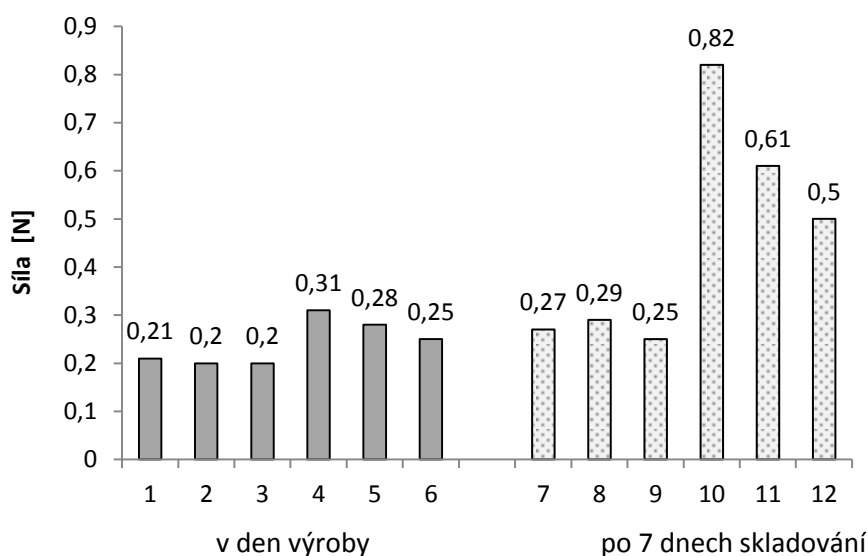
Obrázek 21 Pevnost koagulátu u neochucených modelových vzorků jogurtů s přidavkem lněného oleje: **1 a 7** – 3% tučnost (kontrola), **2 a 8** – 3% tučnost (0,5% přidavek), **3 a 9** – 3% tučnost (1% přidavek), **4 a 10** – 10% tučnost (kontrola), **5 a 11** – 10% tučnost (0,5% přidavek), **6 a 12** – 10% tučnost (1% přidavek)



Obrázek 22 Pevnost koagulátu u čokoládových modelových vzorků jogurtů s přidavkem lněného oleje: **1 a 7** – 3% tučnost (kontrola), **2 a 8** – 3% tučnost (0,5% přidavek), **3 a 9** – 3% tučnost (1% přidavek), **4 a 10** – 10% tučnost (kontrola), **5 a 11** – 10% tučnost (0,5% přidavek), **6 a 12** – 10% tučnost (1% přidavek)



Obrázek 23 Pevnost koagulátu u neochucených modelových vzorků jogurtů s přidavkem semen z révy vinné: **1 a 7** – 3% tučnost (kontrola), **2 a 8** – 3% tučnost (0,5% přidavek), **3 a 9** – 3% tučnost (1% přidavek), **4 a 10** – 10% tučnost (kontrola), **5 a 11** – 10% tučnost (0,5% přidavek), **6 a 12** – 10% tučnost (1% přidavek)



Obrázek 24 Pevnost koagulátu u čokoládových modelových vzorků jogurtů s přidavkem semen z révy vinné: **1 a 7** – 3% tučnost (kontrola), **2 a 8** – 3% tučnost (0,5% přidavek), **3 a 9** – 3% tučnost (1% přidavek), **4 a 10** – 10% tučnost (kontrola), **5 a 11** – 10% tučnost (0,5% přidavek), **6 a 12** – 10% tučnost (1% přidavek)

6.2.5 Senzorická analýza

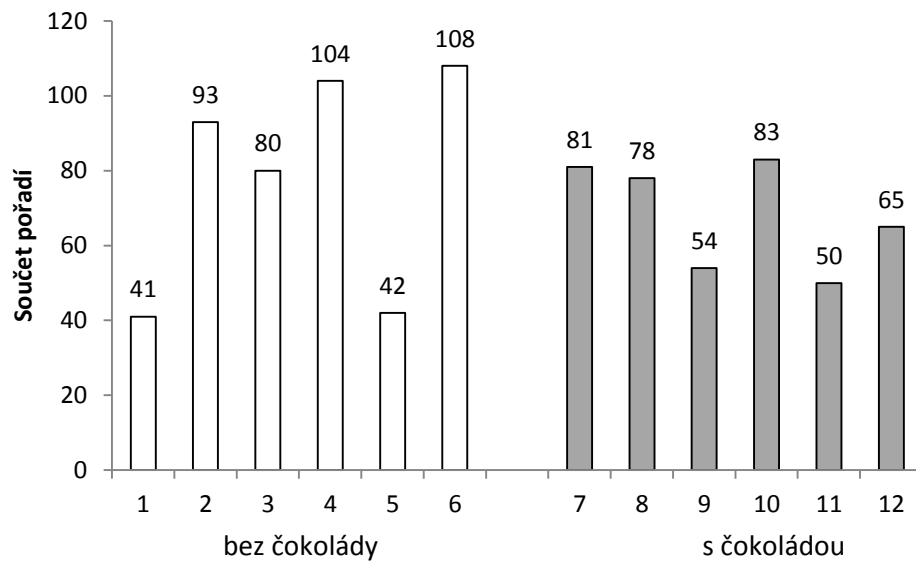
Jednotlivé modelové vzorky jogurtů s různým přídavkem testovaného materiálu byly hodnotitelům předkládány anonymně. Vzhledem k vysokému počtu vzorků byla senzorická analýza rozdělena do více dnů tak, aby testované vzorky byly vždy skladovány po dobu 7 dnů. V každém dni pak byla posuzovatelům předkládána sada celkem šesti modelových vzorků jogurtů, s odlišnými přídavky testovaného materiálu. Každá série vždy obsahovala jeden kontrolní vzorek (bez přídavku testovaného materiálu) pro jogurt o 3% tučnosti a jeden kontrolní vzorek pro jogurt o 10% tučnosti. Jednotlivá hodnocení všech sledovaných znaků jsou vyobrazena v příloze P III. Pomocí stupnicových metod byly na hladině významnosti 5 % dle Kruskal-Wallisova testu vyhodnoceny senzorické znaky: vzhled, chuť a vůně, přítomnost cizích pachů a pachutí, a také celkový dojem. Výsledky hodnocení celkového dojmu pro jednotlivé modelové vzorky jogurtů jsou znázorněny na obrázcích 25-27. Čím menší je hodnota sloupce v grafu, tím lépe byl daný modelový vzorek jogurtu ohodnocen. Z grafů na obrázcích 25-27, lze usuzovat, že modelové vzorky jogurtů s přídavkem testovaného materiálu a čokoládovou příchutí byly dle celkového dojmu, ohodnoceny kladněji, než jogurty bez příchutě. Největší rozdíl mezi ochucenou a neochucenou verzí jogurtů je vnímán při přídavku lněného oleje. U neochucených jogurtů s přídavkem lněného oleje se hodnoty součtu pořadí pohybovaly průměrně kolem čísla 60. Po přidání množství čokoládové složky do modelových vzorků jogurtů s lněným olejem se hodnoty součtu pořadí výrazně snížily – a to až dvojnásobně. Lněný olej má atypickou chuť, která nemusí být ve vyšších koncentracích akceptovatelná. Nám se však podařilo tuto typickou chuť zamaskovat přídavkem čokoládové složky, a tím tak výrazně zvýšit akceptovatelnost pro spotřebitele. Na hladině významnosti 5 % byly pro dané znaky modelových vzorků jogurtů shledány rozdíly:

- Neochucený jogurt s přídavkem 0,5 % a 1 % lněné vlákniny – chuť a vůně, pachy a pachutě
- Čokoládový jogurt s přídavkem 1,5 % a 2 % lněné vlákniny – chuť a vůně, pachy a pachutě
- Neochucený jogurt s přídavkem 0,5 % a 1 % lněného oleje – vzhled
- Neochucený jogurt s přídavkem 0,5 % a 1 % semen z révy vinné – chuť a vůně

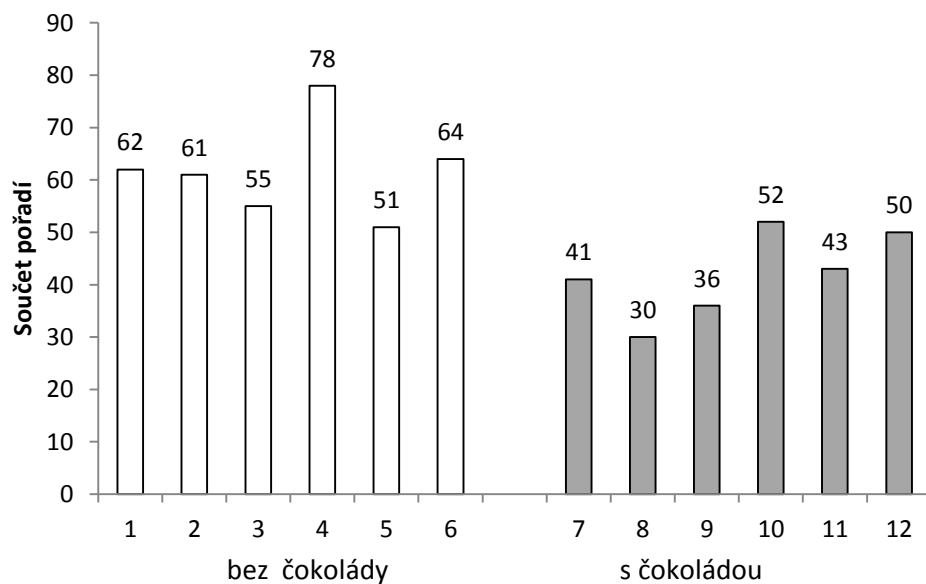
Z interpretovaných výsledků na obrázcích 28-30 vyplývá, že jako vynikající byl posuzovatelé ohodnocen ochucený modelový vzorek jogurtu s přídavkem 0,5 % lněné vlákniny u

jogurtů s 10% tučností. Poměrně stejně dobře byl ochucený ohodnocen modelový vzorek jogurtu s přídavkem 1 % lněné vlákniny o tučnosti 3 %, a to ve sledovaných znacích vzhled, chuť a vůně, pachy a pachutě. Ostatní modelové vzorky jogurtů byly posouzeny jako velmi dobré. U čokoládových modelových vzorků se stejným testovaným materiálem (lněná vláknina) byly za chuťově přijatelné považovány i modelové vzorky jogurtů s koncentrací lněné vlákniny 1,5 % a tučnosti jogurtu 10 %. Zároveň lze říct, že modelové vzorky jogurtů s nejvyšší testovanou koncentrací lněné vlákniny (2 %) se v hodnoceném znaku chuť a vůně (součet pořadí 66), příliš neodlišovali od modelových vzorků jogurtů s přídavkem 1,5 % lněné vlákniny (součet pořadí 50). Tyto okolnosti lze považovat za dobrý výsledek, vzhledem k možnosti pokračovat v dalším navyšování koncentrace lněné vlákniny v ochucených jogurtech, a tím ještě více navýšit nutriční hodnotu finálního produktu. Pozitivní může být také fakt, že hodnotitelé posoudili ve vybraných znacích (vzhled, chuť a vůně, pachy a pachutě), neochucený modelový vzorek jogurtu- 3 % kontrolu, stejně dobře jako neochucený modelový vzorek jogurtu o tučnosti 10 % s přídavkem lněné vlákniny 0,5 %. Naopak za zcela nepříjemnou byla považována pachutě u jogurtu bez příchutě s 3% tučností a 2% přídavkem lněné vlákniny.

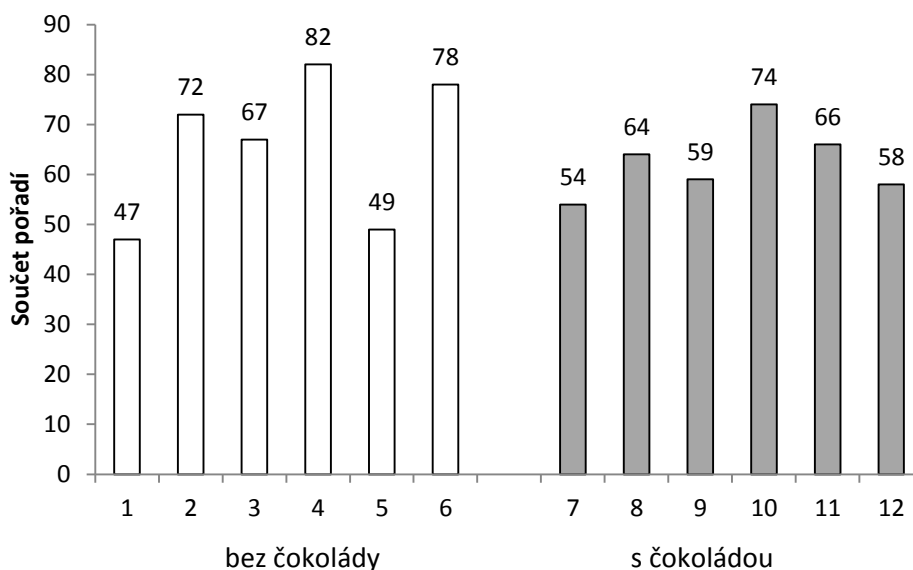
Dalšími testovanými vzorky byly jogurty s přídavkem semen z révy vinné o koncentraci 0,5 % a 1 %. U čokoládových vzorků nebyl na hladině významnosti 5 % shledán statisticky významný rozdíl pro žádný ze sledovaných znaků. Ve znacích hodnocených u jogurtů bez obsahu čokolády byly shledány rozdíly v chuti a celkovém dojmu. Veškeré vzorky však byly posuzovateli označeny za přijatelné.



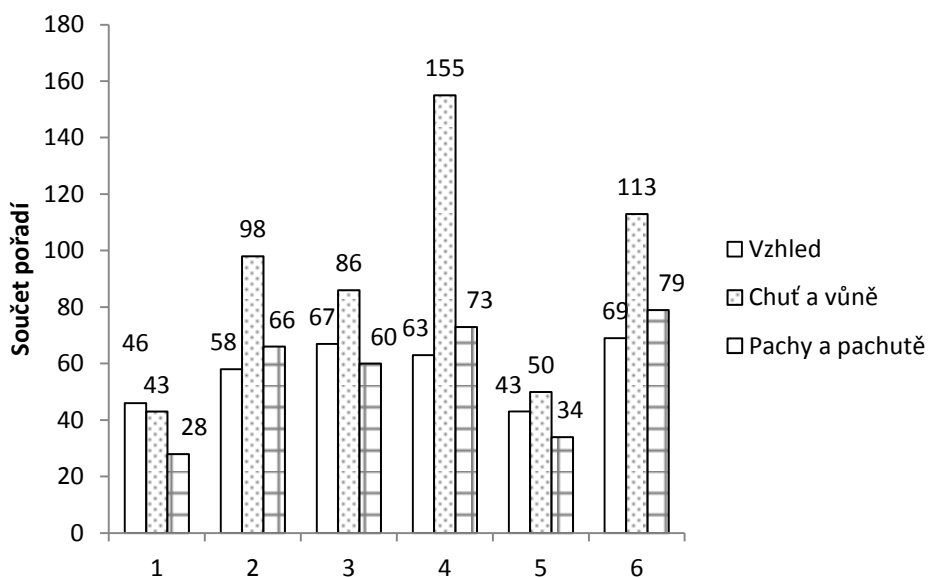
Obrázek 25 Vyhodnocení SA ve znaku celkový dojem pro modelové vzorky jogurtu s přídavkem lněné vlákniny: **1 a 7** – 3% tučnost (kontrola), **2 a 8** – 3% tučnost (0,5% přídavek), **3 a 9** – 3% tučnost (1% přídavek), **4 a 10** – 10% tučnost (kontrola), **5 a 11** – 10% tučnost (0,5% přídavek), **6 a 12** – 10% tučnost (1% přídavek)



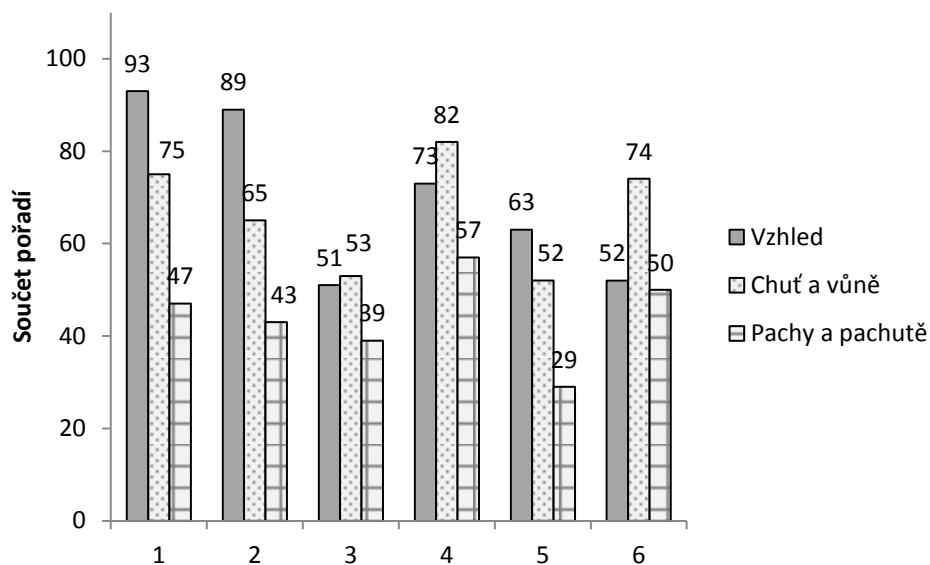
Obrázek 26 Vyhodnocení SA ve znaku celkový dojem pro modelové vzorky jogurtu s přídavkem lněného oleje: **1** – 3% tučnost (kontrola), **2** – 3% tučnost (0,5% přídavek), **3** – 3% tučnost (1% přídavek), **4** – 10% tučnost (kontrola), **5** – 10% tučnost (0,5% přídavek), **6** – 10% tučnost (1% přídavek)



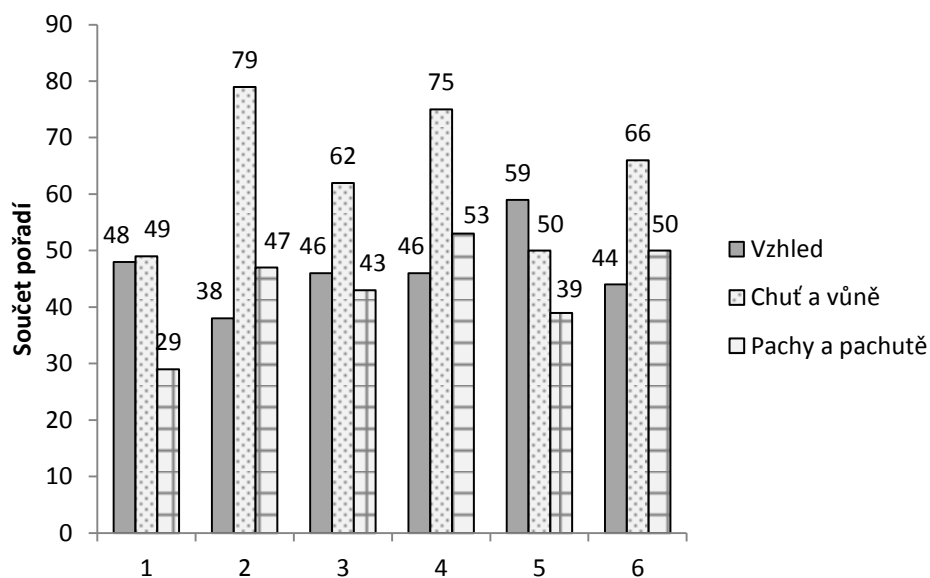
Obrázek 27 Vyhodnocení SA ve znaku celkový dojem pro modelové vzorky jogurtu s přídavkem nadrcených semen révy vinné: **1** – 3% tučnost (kontrola), **2** - 3% tučnost (0,5% přídavek), **3** – 3% tučnost (1% přídavek), **4** – 10% tučnost (kontrola), **5** – 10% tučnost (0,5% přídavek), **6** – 10% tučnost (1% přídavek)



Obrázek 28 Vyhodnocení SA ve znaku vzhled, chuť a vůně, pachy a pachutě pro neochucené modelové vzorky jogurtu s přídavkem lněné vlákniny: **1** – 3% tučnost (kontrola), **2** - 3% tučnost (0,5% přídavek), **3** – 3% tučnost (1% přídavek), **4** – 10% tučnost (kontrola), **5** – 10% tučnost (0,5% přídavek), **6** – 10% tučnost (1% přídavek)

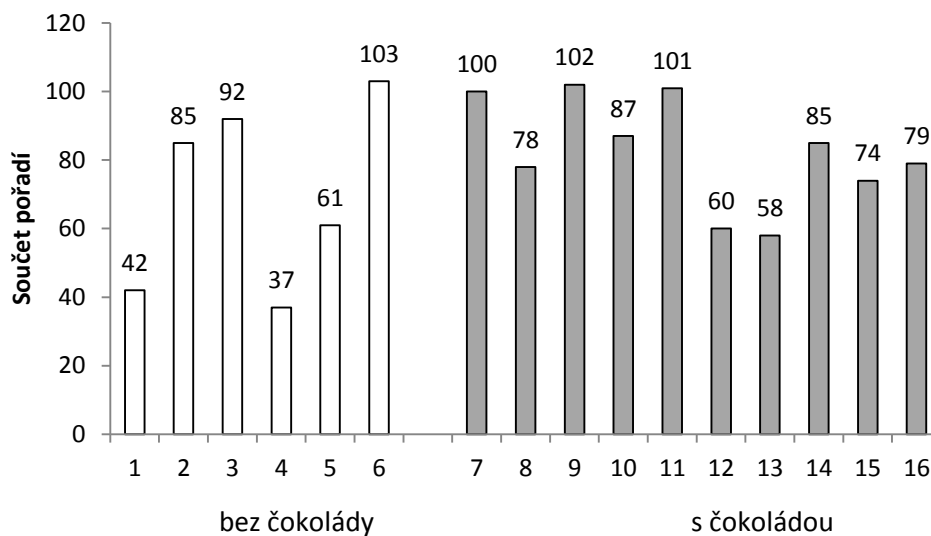


Obrázek 29 Vyhodnocení SA ve znaku vzhled, chuť a vůně, pachy a pachutě pro čokoládové modelové vzorky jogurtů s přidavkem lněné vlákniny: **1** – 3% tučnost (kontrola), **2** – 3% tučnost (0,5% přidavek), **3** – 3% tučnost (1% přidavek), **4** – 10% tučnost (kontrola), **5** – 10% tučnost (0,5% přidavek), **6** – 10% tučnost (1% přidavek)

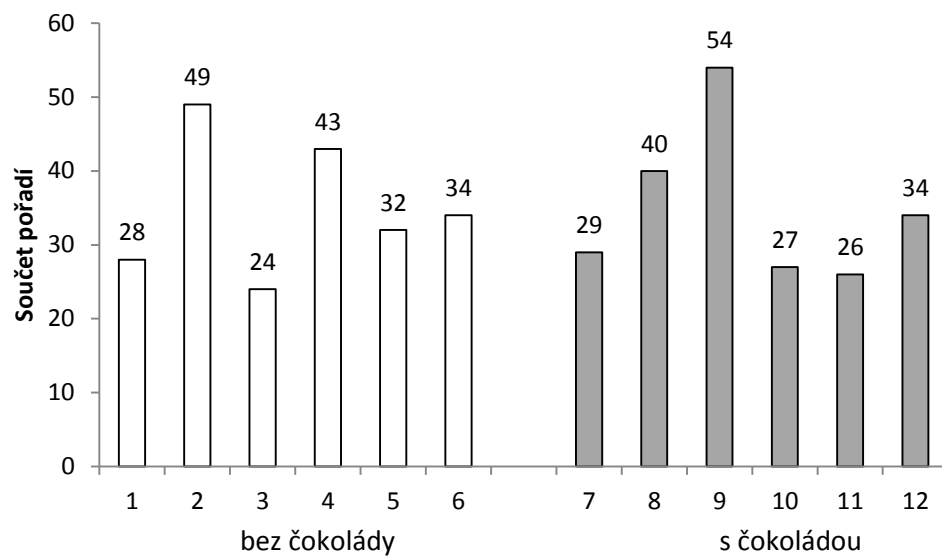


Obrázek 30 Vyhodnocení SA ve znaku vzhled, chuť a vůně, pachy a pachutě pro čokoládové modelové vzorky jogurtů s přidavkem lněné vlákniny: **1** – 3% tučnost (kontrola), **2** – 3% tučnost (1,5% přidavek), **3** – 3% tučnost (2% přidavek), **4** – 10% tučnost (kontrola), **5** – 10% tučnost (1,5% přidavek), **6** – 10% tučnost (2% přidavek)

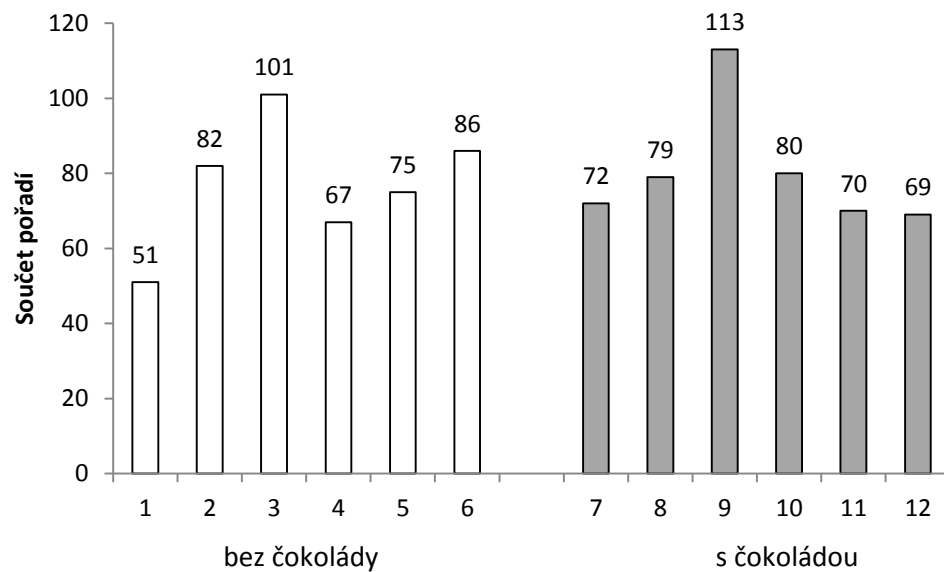
Dále byly pořadovou zkouškou na bázi Friedmanova testu vyhodnoceny preference jednotlivých modelových vzorků jogurtů, které jsou interpretovány na obrázcích 31-33. I zde byly statisticky významné rozdíly stanoveny na hladině významnosti 5 %. Nejvíce preferovány v případě testovaného materiálu lněná vláknina byly ochucené modelové vzorky jogurtů o tučnosti 10 % s přídavkem 0,5 % lněné vlákniny (součet pořadí 59). Poměrně dobře byly ohodnoceny i čokoládové modelové vzorky jogurtů s koncentrací lněné vlákniny 1,5 % a 2 % o tučnosti jogurtu 10 %- (součet pořadí 74 a 79). Obsah čokolády zvýšil přijatelnost modelových vzorků jogurtů s koncentrací 1 % lněné vlákniny a tučnosti 10 %. Tento výsledek se shoduje s výsledky hodnocení stupnicových metod pro chuť a vůni daných modelových vzorků jogurtů. Obdobně tomu bylo u modelových vzorků jogurtů s přídavkem drcených semen z révy vinné. Nejpreferovanější byly jogurty o 10% tučnosti a 0,5% přídavku testovaného materiálu s ochucující i neochucující složkou. Přítomnost čokoládové složky také zvýšila akceptovatelnost jogurtů s přídavkem drcených semen révy vinné o koncentrací 1 %. Nejméně preferované byly naopak ty vzorky jogurtů, u kterých byl přídavek testovaného materiálu nejvyšší 1 % (a 2 % pro lněnou vlákninu.) V tomto případě nezáleželo na tučnosti jogurtu. I tyto výsledky odpovídají hodnocení posuzovatelů pomocí stupnicových metod, kde byla u těchto jogurtů shledána přítomnost cizích pachů a pachutí. U modelových vzorků jogurtů s přídavkem lněného oleje se výsledky preferenční zkoušky nepatrně odchyľují od vyhodnocení dle stupnicových metod. V případě preference platí i zde, že za nejlepší byly shledány jogurty o 10% tučnosti s přídavkem lněného oleje 0,5 % a 1%. Kdežto dle stupnicových metod byly považovány za lepší modelové vzorky jogurtů s přídavkem lněné vlákniny 0,5 % a 1 % o tučnosti 3 %. Celkově lze prohlásit, že jogurty o vyšší tučnosti (10 %) byly hodnoceny kladněji, než jogurty o tučnosti 3 %. Dále ze statistického vyhodnocení vyplývá, že mezi čokoládovými jogurty s přídavkem testovaného materiálu a jogurty bez ochucující složky s přídavkem testovaného materiálu nebyly shledány žádné signifikantní rozdíly ve znaku chuti.



Obrázek 31 Vyhodnocení preferencí jednotlivých modelových vzorků jogurtů s přídavkem lněné vlákniny: **1** – 3% tučnost (kontrola), **2** – 3% tučnost (0,5% přídavek), **3** – 3% tučnost (1% přídavek), **4** – 10% tučnost (kontrola), **5** – 10% tučnost (0,5% přídavek), **6** – 10% tučnost (1% přídavek), **7** – 3% tučnost (kontrola), **8** – 3% tučnost (0,5% přídavek), **9** – 3% tučnost (1% přídavek), **10** – 3% tučnost (1,5% přídavek), **11** – 3% tučnost (2% přídavek), **12** – 10% tučnost (kontrola), **13** – 10% tučnost (0,5% přídavek), **14** – 10% tučnost (1% přídavek), **15** – 10% tučnost (1,5% přídavek), **16** – 10% tučnost (2% přídavek)



Obrázek 32 Vyhodnocení preferencí jednotlivých modelových vzorků jogurtů s přidavkem lněného oleje: **1** – 3% tučnost (kontrola), **2** – 3% tučnost (0,5% přidavek), **3** – 3% tučnost (1% přidavek), **4** – 10% tučnost (kontrola), **5** – 10% tučnost (0,5% přidavek), **6** – 10% tučnost (1% přidavek), **7** – 3% tučnost (kontrola), **8** – 3% tučnost (0,5% přidavek), **9** – 3% tučnost (1% přidavek), **10** – 10% tučnost (kontrola), **11** – 10% tučnost (0,5% přidavek), **12** – 10% tučnost (1% přidavek)



Obrázek 33 Vyhodnocení preferencí jednotlivých modelových vzorků jogurtů s přídavkem nadrcených semen révy vinné: **1** – 3% tučnost (kontrola), **2** – 3% tučnost (0,5% přídavek), **3** – 3% tučnost (1% přídavek), **4** – 10% tučnost (kontrola), **5** – 10% tučnost (0,5% přídavek), **6** – 10% tučnost (1% přídavek), **7** – 3% tučnost (kontrola), **8** – 3% tučnost (0,5% přídavek), **9** – 3% tučnost (1% přídavek), **10** – 10% tučnost (kontrola), **11** – 10% tučnost (0,5% přídavek), **12** – 10% tučnost (1% přídavek)

Na základě výsledků senzorycké analýzy lze považovat přídavek testovaného materiálu (lněná vláknina a nadrcená semena z révy vinné) za vhodnou složku mléčných kysaných výrobků – jogurtů. Pro posuzovatele byl nejvíce přijatelný ochucený modelový vzorek jogurtu s přídavkem lněné vlákniny a nadrcených semen z révy vinné o koncentracích 0,5 %. Velkou roli zde sehrálo i surovinové složení neochuceného jogurtu. Mnohem lépe byly posuzovány jogurty s vyšším obsahem tuku, a to zejména pro plnější a jemnější chuť. Právě díky surovinové skladbě, ve které bylo plnotučné mléko nahrazeno smetanou, byl celkový dojem u jogurtu s 10% tučností lepší. Přídavek lněné vlákniny je také schopen ovlivnit celkovou texturu a zvláště pak pevnost koagulátu, a to ve prospěch spotřebitele. V jiných zdrojích [65] se můžeme dočíst, že i přes reziduální hořkou chuť, kterou lněná vláknina v daném produktu (sýry) vykazovala, jej hodnotitelé označily za ne zcela nepřijatelnou. Se snížením koncentrace lněné vlákniny, rostla přijatelnost jogurtu spotřebiteli (hodnotiteli). Testovaný materiál – lněný olej byl celkově hodnotiteli posouzen jako nepří-

jatelný. Vykazoval zvláštní pachut', která tak ovlivnila celkovou chuť a vůni jogurtů. Proto bych lněný olej, jako přídavek k navýšení nutriční hodnoty výrobku, nedoporučila.

ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývala výrobou ochucených a neochucených modelových vzorků jogurtů s přídavkem testovaného materiálu, které by byly sensoricky přijatelné a zároveň navýšily nutriční hodnotu výrobku. V teoretické části byla nastíněna problematika výroby jogurtů, charakterizace mléčného tuku a bližší specifikace jednotlivých druhů testovaného materiálu – lněné vlákniny, lněného oleje a semen révy vinné.

Praktickou část lze rozdělit do stěžejních fází, které jsou následující: optimalizace výroby, výroba modelových vzorků jogurtů, provedení sensorických, chemických a texturních analýz vzorků jogurtů a vyhodnocení jednotlivých modelových vzorků jogurtů na základě přijatelnosti hodnotitelů.

Během první fáze došlo k optimalizaci výroby modelových vzorků jogurtů, která byla stěžejní pro experiment 2 – výroba ochucených a neochucených modelových vzorků jogurtů s přídavkem testovaného materiálu. Na základě výše popsanych analýz a jejich výsledků lze u modelových vzorků jogurtů s přídavkem testovaného materiálu, konstatovat následující:

- Přídavek testovaného materiálu (zvláště lněné vlákniny o koncentraci 1,5 % a 2 %) navýšil hodnotu pH koagulátu modelových vzorků jogurtů.
- Mezi množstvím přidaného testovaného materiálu a stanovením sušiny, existuje přímá úměra, tedy se zvyšující se koncentrací přidaného testovaného materiálu roste sušina modelového vzorku jogurtu.
- Díky správně zvolenému výrobnímu procesu a metody stanovení obsahu tuku u jednotlivých ochucených a neochucených modelových vzorků jogurtů s přídavkem testovaného materiálu, byly stanovené hodnoty tuku v souladu s teoretickými vypočtenými hodnotami.
- Bylo shledáno, že přídavek testovaného materiálu ovlivňuje pevnost koagulátu. Nejmarkantnější nárůst byl zaznamenán u modelových vzorků jogurtů s přídavkem lněné vlákniny o koncentraci 1,5 % a 2 %, kde byla pevnost koagulátu navýšena až čtyřnásobně.
- Za sensoricky nejvíce přijatelné byly označeny ochucené jogurty o obsahu tuku 10 % s přídavkem testovaného materiálu – lněná vláknina o koncentraci 0,5 %. Za velmi dobré byly také označeny ochucené jogurty o tučnosti 3 % a koncentraci lněné vlákniny 1 % a jogurty o tučnosti 10 % s koncentrací lněné vlákniny 1,5 %.

- Atypickou chuť lněného oleje v modelových vzorcích jogurtů se podařilo díky přidavku čokoládové složky zamaskovat, a zvýšit tak akceptovatelnost spotřebiteli.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 77/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, Sbírka zákonů, 2003.
- [2] Edited by Y. H. Hui ... [et al]. *Handbook of food and beverage fermentation technology* [online]. New York: Marcel Dekker, 2004, s. 147-171 [cit. 2014-02-19]. ISBN 0203913558.
- [3] A. Y. TAMIME, A. Y. R. *Tamime and Robinson's yoghurt Science and technology* [online]. 3rd rev. ed. Cambridge: Woodhead Pub, 2007 [cit. 2014-02-19]. ISBN 18-456-9261-6. Dostupné z:<http://books.google.cz/books>
- [4] KURMANN, Joseph A, Jeremija Lj RAŠIĆ a Manfred KROGER. *Encyclopedia of fermented fresh milk products: an international inventory of fermented milk, cream, buttermilk, whey, and related products* [online]. New York: Van Nostrand Reinhold, c1992, s. 309-312 [cit. 2014-02-19]. ISBN 0442008694.
- [5] LAW, Edited by B. A. *Microbiology and biochemistry of cheese and fermented milk* [online]. 2nd ed. London: Blackie Academic, 1997, s. 57-128 [cit. 2014-02-19]. ISBN 0751403466.
- [6] Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 289/2007 Sb., kterou se stanoví veterinární a hygienické požadavky na živočišné produkty, které nejsou upraveno přímo použitelnými předpisy Evropských společenství, Sbírka zákonů, 2007
- [7] EDITED BY RAMESH C. CHANDAN, Edited by Ramesh C.Arun Kilara. *Dairy ingredients for food processing*[online]. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 2011 [cit. 2014-05-19]. ISBN 978-047-0959-077. Dostupné z:<http://books.google.cz/books>
- [8] CHAMBERS, J. V. *Dairy Microbiology Handbook* [online]. New York, 2002, s. 39-90 [cit. 2014-02-19]. 3rd.
- [9] ANDERSSON, I. a R. ÖSTE. *Heat Induced Changes in Milk* [online]. Special Issue No. 9501. Brussels: International Dairy Federation, 1995, s. 279-307 [cit. 2014-02-19]. 2nd Edition.
- [10] TOUSSAINT-SAMAT, Maguelonne. *A history of food* [online]. New expanded ed. Malden, MA: Wiley-Blackwell, 2009, s. 108-109 [cit. 2014-02-26]. ISBN 1405181192.
- [11] SURONO, I. S. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* [online]. 2003, s. 16 [cit. 2014-02-19].

- [12] WACHER - RODARTE, C., M. V. GALVAN, A. FARRES, F. GALLARDO, V.M. MARSHALL a M. GARCIA-GARIBAY. *Journal of Dairy Research* [online]. 1993, s. 60 [cit. 2014-02-19].
- [13] *Handbook of food science, technology, and engineering* [online]. Boca Raton: Taylor, 2006, 152-1 - 152-12 [cit. 2014-02-27]. ISBN 0-8493-9847-9.
- [14] BAKER, Edited by M.D. Ranken and R.C. Kill and C. *Food industries manual* [online]. 24th ed. London: Blackie Academic, 1997, s. 76-91 [cit. 2014-02-27]. ISBN 0751404047.
- [15] SUTHERLAND, Alan H. Varnam and Jane P. *Milk and milk products: technology, chemistry and microbiology*[online]. Gaithersburg, Md: Aspen Publishers, 2001, s. 8-22 [cit. 2014-02-27]. ISBN 0834219557.
- [16] PARK, Young W. *Bioactive components in milk and dairy products* [online]. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 2009, s. 15-43 [cit. 2014-02-27]. ISBN 0813819822.
- [17] FOX, P a P MCSWEENEY. *Dairy chemistry and biochemistry* [online]. 1st ed. New York: Blackie Academic, 1998, s. 67-137 [cit. 2014-02-27]. ISBN 0412720000.
- [18] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/ 2008, o potravinářský přídatných látkách, Úřední věstník Evropské unie, 2008
- [19] SANDOVAL-CASTILLA, O., C. LOBATO-CALLEROS, E. AGUIRRE-MANDUJANO a E. J. VERNON-CARTER. Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. *International Dairy Journal* [online]. 2004, č. 14, vydání 2, s. 151-159 [cit. 2014-05-19]. DOI: 10.1016/S0958-6946(03)00166-3. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0958694603001663>
- [20] CHEN, She, Gerd BOBE, Shelly ZIMMERMAN, Earl HAMMOND, Cindie LUHMAN, Terry BOYLSTON, Albert FREEMAN a Donald BEITZ. Physical and Sensory Properties of Dairy Products from Cows with Various Milk Fatty Acid Compositions. *Department of Animal Science and Department of Food Science and Human Nutrition, Iowa State University* [online]. 2003 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: www.researchgate.net
- [21] www.google/obrazky.com

- [22] KELLEY, Nirvair S., Neil E. HUBBARD a Kent. L. ERICKSON. Conjugated Linoleic Acid Isomers and Cancer^{1,2}. *The Journal of Nutrition* [online]. 2007, č. 137, s. 2599-607 [cit. 2014-03-14]. Dostupné z: ProQuestu
- [23] KRITCHEVSKY, David. Conjugated linoleic acid. *Nutrition Bulletin* [online]. 2000, vol. 25, issue 1, s. 25-28 [cit. 2014-03-14]. DOI: 10.1046/j.1467-3010.2000.00017.x. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1467-3010.2000.00017.x>
- [24] CUMO, Christopher. *Encyclopedia of cultivated plants: from acacia to zinnia* [online]. ABC- CLIO, 2013, 3 volumes (xxxiv, 1236 pages) [cit. 2014-03-01]. ISBN 9781598847741. Dostupné z: <http://books.google.cz/>
- [25] Internetový portál bezpečnosti potravin: Funkční potraviny a legislativa. BERÁNKOVÁ, Mgr. Jana. *Bezpečnost potravin* [online]. 2009 [cit. 2014-03-03]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/>
- [26] WESTCOTT, Edited by Alister D. Muir and Neil D. *Flax the genus Linum* [online]. London: CRC Press, 2003 [cit. 2014-03-01]. ISBN 02-034-3750-0. Dostupné z: <http://books.google.cz/>
- [27] LANGER, R a G HILL. *Agricultural plants* [online]. 2nd ed. New York: Cambridge University Press, 1991, xiii, 387 p. [cit. 2014-03-01]. ISBN 05-214-0563-7. Dostupné z: <http://books.google.cz/>
- [28] HEHN, Victor. *Cultivated Plants and Domesticated Animals in their Migration from Asia to Europe: Historico-linguistic studies* [online]. John Benjamins Publishing, 1976 [cit. 2014-03-01]. ISBN 90-272-0878-6. Dostupné z: <http://books.google.cz/>
- [29] KROCHMAL, Connie. FLAX. *Bee Culture* [online]. 2013, č. 141, s. 84-86 [cit. 2014-04-19]. Dostupné z: ProQuestu
- [30] PREEDY, Victor R, Ronald R WATSON a Vinood B PATEL. *Nuts and Seeds: in Health and Disease Prevention* [online]. 1st ed. Burlington, MA: Academic Press, 2011, xxxv, 1189 p. [cit. 2014-03-01]. ISBN 01-237-5688-X. Dostupné z: <http://books.google.cz/>
- [31] KITTS, D.D., Y.V. YUAN, A.N. WIJEWICKREME a L.U. THOMPSON. Antioxidant activity of the flaxseed lignan secoisolariciresinol diglycoside and its mammalian lignan metabolites enterodiol and enterolactone. *Molecular and Cellular Bi-*

- ochemistry* [online]. 1999, vol. 202, 1/2, s. 91-100 [cit. 2014-04-19]. DOI: 10.1023/A:1007022329660. Dostupné z: ProQuestu
- [32] What is flaxseed? What are the benefits of flaxseed?. *MNT since 2003* [online]. 2013 [cit. 2014-03-29]. Dostupné z: <http://www.medicalnewstoday.com/>
- [33] ADLERCREUTZ, H. LIGNANS AND HUMAN HEALTH. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences* [online]. 2007, č. 44, s. 483-525 [cit. 2014-04-19]. Dostupné z: ProQuestu
- [34] JOINER-BEY, Herb. *The healing power of flax* [online]. Topanga, CA: Freedom Press, 2004, 195 p. [cit. 2014-03-02]. ISBN 18-939-1032-6. Dostupné z: <http://books.google.cz/>
- [35] WIJENDAN, Vasuki a K.C. HAYES. DIETARY n-6 AND n-3 FATTY ACID BALANCE AND CARDIOVASCULAR HEALTH. *Annual Review of Nutrition* [online]. 2004, č. 24, s. 597-615 [cit. 2014-04-19]. Dostupné z: ProQuestu
- [36] GROFOVÁ, Zuzana. *Nutriční podpora: praktický rádce pro sestry* [online]. Vyd. 1. Praha: Grada, 2007, 237 s., [8] s. barev. obr. příl. [cit. 2014-03-04]. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-1868-2. Dostupné z: <http://books.google.cz/>
- [37] HULL, Mark A. Omega-3 polyunsaturated fatty acids. *Best Practice* [online]. 2011, vol. 25, 4-5, s. 547-554 [cit. 2014-04-19]. DOI: 10.1016/j.bpg.2011.08.001. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1521691811000758>
- [38] HARDIN-FANNING, Frances, Gilbert A. BOISSONNEAULT a Terry A. LENNIE. Polyunsaturated Fatty Acids. *Journal of Gerontological Nursing* [online]. 2011-05-01, vol. 37, issue 5, s. 20-28 [cit. 2014-04-19]. DOI: 10.3928/00989134-20110201-01. Dostupné z: <http://www.slackinc.com/doi/resolver.asp?doi=10.3928/00989134-20110201-01>
- [39] CALDER, Philip C. Polyunsaturated fatty acids and inflammation. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids* [online]. 2006, vol. 75, issue 3, s. 197-202 [cit. 2014-04-19]. DOI: 10.1016/j.plefa.2006.05.012. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0952327806000913>
- [40] ÚBEDA, Maria ACHÓN a Gregorio VARELA- MOREIRAS. *Omega 3 fatty acids in the elderly* [online]. 2012 [cit. 2014-03-10]. Dostupné z: ProQuestu
- [41] SURESH, Y a U.N DAS. Long-chain polyunsaturated fatty acids and chemically induced diabetes mellitus. *Nutrition* [online]. 2003, vol. 19, issue 3, s. 213-228 [cit.

- 2014-04-19]. DOI: 10.1016/S0899-9007(02)00855-9. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0899900702008559>
- [42] LICHTENSTEIN, A.H, L.J. APPEL, M. BRANDS, M. CARNETHON, S. DANIELS, H.A. FRANCH a J. WYLIE- ROSETT. Diet and lifestyle recommendations revision: *A scientific statement from the American Heart Association Nutrition Committee: Circulation* [online]. 2006 [cit. 2014-03-04]. Dostupné z: ProQuestu
- [43] GEABUER, S.K., T.L. PSOTA, W.S. HARRIS a KRIS-ETHERTON. *n-3 fatty acid dietary recommendations and food sources to achieve essentiality and cardiovascular benefits American Journal of Clinical Nutrition*: [online]. 2006[cit. 2014-03-04]. Dostupné z: ProQuestu
- [44] JACOBSEN, Charlotte, Nina Skall NIELSEN, Anna Frisenfeldt HORN a Ann-Dorit Moltke SØRENSEN. *Food enrichment with omega-3 fatty acids* [online]. Woodhead Publishing Limited, 2013, xxvii, 426 pages [cit. 2014-03-05]. Woodhead Publishing in food science, technology, and nutrition, no. 252. ISBN 08-570-9428-9. Dostupné z: <http://books.google.cz/>
- [45] CREASY, G a Leroy L CREASY. *Grapes* [online]. Cambridge, MA: CABI, c2009, xii, 295 p. [cit. 2014-03-05]. Crop production science in horticulture, 16. ISBN 18-459-3401-6. Dostupné z: <http://books.google.cz/>
- [46] PAVLOUŠEK, Pavel. *Pěstování révy vinné: moderní vinohradnictví* [online]. Praha: Grada, c2011, 333 s. [cit. 2014-03-07]. ISBN 978-80-247-3314-2. Dostupné z: <http://books.google.cz/>
- [47] KRAUS, Vilém. *Pěstujeme révu vinnou* [online]. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2012, 111 s., [16] s. barev. obr. příl. [cit. 2014-03-07]. Česká zahrada. ISBN 978-80-247-3465-1. Dostupné z: <http://books.google.cz/>
- [48] ÖZVURAL, Emin Burçin a Halil VURAL. Which is the best grape seed additive for frankfurters: extract, oil or flour?. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online]. 2014-03-15, vol. 94, issue 4, s. 792-797 [cit. 2014-03-07]. DOI: 10.1002/jsfa.6442. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/jsfa.6442>

- [49] ECKERT, Peter, HEINEN a Carola KNAUDT. *Grapeseed, cold-pressed grape oil, crushed grape and grape flour* [patent]. United States. 424/766 ; 424/725, 424/195.1,725,766,776. Uděleno 2003. Dostupné z: <http://patft.uspto.gov/>
- [50] LEIFERT, R. Wayne a Y. Mahinda ABEYWARDENA. Cardioprotective actions of grape polyphenols. *Nutrition Research* [online]. 2008, Volume 28, Issue 11 [cit. 2014-03-09]. Dostupné z: ScienceDirectu
- [51] EBERHARDT, MV., CY. LEE a RH. LIU. Antioxidant activity of fresh apples. *Nutrition. Web of Science* [online]. 2000, s. 405 [cit. 2014-03-07]. Dostupné z: PubMedu
- [52] HUANG, Dejian, Boxin OU a Ronald L. PRIOR. The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 2005, vol. 53, issue 6, s. 1841-1856 [cit. 2014-04-19]. DOI: 10.1021/jf030723c. Dostupné z: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf030723c>
- [53] SHAKER, Emad S. Antioxidative effect of extracts from red grape seed and peel on lipid oxidation in oils of sunflower. *LWT - Food Science and Technology* [online]. 2006, vol. 39, issue 8, s. 883-892 [cit. 2014-04-19]. DOI: 10.1016/j.lwt.2005.06.004. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643805001246>
- [54] AMICO, V, E.M NAPOLI, A RENDA, G RUBERTO, C SPATAFORA a C TRINGALI. Constituents of grape pomace from the Sicilian cultivar 'Nerello Mascalese'. *Food Chemistry* [online]. 2004, vol. 88, issue 4, s. 599-607 [cit. 2014-04-19]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.02.022. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814604001773>
- [55] NEGRO, C, L TOMMASI a A MICELI. Phenolic compounds and antioxidant activity from red grape marc extracts. *Bioresource Technology* [online]. 2003, vol. 87, issue 1, s. 41-44 [cit. 2014-04-19]. DOI: /10.1016/S0960-8524(02)00202-X. Dostupné : <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S096085240200202X>
- [56] KAR, P., D. LAIGHT, K. M. SHAW a M. H. CUMMINGS. Flavonoid-rich grape seed extracts: a new approach in high cardiovascular risk patients?. *International Journal of Clinical Practice* [online]. 2006, vol. 60, issue 11, s. 1484-1492 [cit.

- 2014-04-19]. DOI: 10.1111/j.1742-1241.2006.01038.x. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1742-1241.2006.01038.x>
- [57] KIM, S, S JEONG, W PARK, K NAM, D AHN a S LEE. Effect of heating conditions of grape seeds on the antioxidant activity of grape seed extracts. *Food Chemistry* [online]. 2006, vol. 97, issue 3, s. 472-479 [cit. 2014-04-19]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.05.027. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814605004024>
- [58] MURGA, R., R. RUIZ, S. BELTRÁN a J.L. CABEZAS. Extraction of natural complex phenols and tannins from grape seeds by using supercritical mixtures of carbon dioxide and alcohol. *Agric Food Chemistry: Web of Science* [online]. 2000 [cit. 2014-03-10]. Dostupné z: PubMedu
- [59] LUQUE-GARCÍA, J.L a M.D LUQUE DE CASTRO. Ultrasound-assisted Soxhlet extraction: an expeditive approach for solid sample treatment. *Journal of Chromatography A* [online]. 2004, vol. 1034, 1-2, s. 237-242 [cit. 2014-04-19]. DOI: 10.1016/j.chroma.2004.02.020. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021967304001992>
- [60] LUQUE RODRIGUEZ, J, M LUQUE DE CASTRO a P PEREZJUAN. Extraction of fatty acids from grape seed by superheated hexane. *Talanta* [online]. 2005-11-15, vol. 68, issue 1, s. 126-130 [cit. 2014-04-19]. DOI: 10.1016/j.talanta.2005.04.054. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0039914005002584>
- [61] MATTHÄUS, Bertrand. Virgin grape seed oil: Is it really a nutritional highlight?. *European Journal of Lipid Science and Technology* [online]. 2008, vol. 110, issue 7, s. 645-650 [cit. 2014-04-19]. DOI: 10.1002/ejlt.200700276. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/ejlt.200700276>
- [62] TEIXEIRA, José A a António A VICENTE. *Engineering aspects of food biotechnology* [online]. 2014, xxi, 463 pages [cit. 2014-03-10]. ISBN 9781439895450-. Dostupné z: <http://books.google.cz/>
- [63] KINSELLA, J.E. *Grapeseed oil: a rich source of linoleic acid* [online]. 1974 [cit. 2014-03-12]. Dostupné z: Web of Science

- [64] ZERZANOVÁ, Jitka. Aplikace biologicky aktivních látek do jogurtů. Zlín, 2013. Dostupné z: www.dspace.k.utb.cz. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Ing. Zuzana Tomášová
- [65] SLANINOVÁ, Helena. Vliv přídavku biologicky aktivních látek na jakost modelového systému přírodního sýra. Zlín, 2013. Dostupné z: www.dspace.k.utb.cz. Diplomová práce. Univerzita Tomáš Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Ing. Vendula Pachtlová, Ph.D.)

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ALA	A-linolenová kyselina
BMK	Bakterie mléčného kvašení
CLA	Conjugated linoleic acid
DAG	Diacylglycerol
DHA	Dokosahexaenová kyselina
EMP	Emden-Meyerhof-Parnasova dráha
EPA	Eikosapentaenová kyselina
EPS	Exopolysacharidy
EU	Evropská unie
FP	Funkční potravina
KTJ	Kolonie tvořící jednotky
LDL	Low-density-lipoprotein
MK	Mastné kyseliny
PUFA	Polyunsaturated fatty acid
SECO	Sekoisolariciresinol
MO	Mikroorganizmy
TAG	Triacylglycerol
UDP	Uridine diphosphate
VMK	Volné mastné kyseliny
SA	Senzorická analýza
LV	Lněná vláknina

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Výroba set type (levá část) a stirred type (pravá část) jogurtu Law.....	18
Obrázek 2 Strukturní vzorec TAG [google].....	24
Obrázek 3 Len setý google	29
Obrázek 4 Metabolismus PUFA google	32
Obrázek 5 Réva vinná gogle	33
Obrázek 6 Hodnoty pH u neochucených modelových vzorků jogurtů s přídavkem lněné vlákniny:	51
Obrázek 7 Hodnoty pH u čokoládových modelových vzorků jogurtů s přídavkem lněné vlákniny:	51
Obrázek 8 Hodnoty pH u neochucených modelových vzorků jogurtů s přídavkem lněného oleje:	52
Obrázek 9 Hodnoty pH u čokoládových modelových vzorků jogurtů s přídavkem lněného oleje:	52
Obrázek 10 Hodnoty pH u neochucených modelových vzorků jogurtů s přídavkem semen révy vinné:.....	53
Obrázek 11 Hodnoty pH u čokoládových modelových vzorků jogurtů s přídavkem semen révy vinné:.....	53
Obrázek 12 Stanovení sušiny u modelových vzorků jogurtů s přídavkem lněné vlákniny:.....	55
Obrázek 13 Stanovení sušiny modelových vzorků jogurtů s přídavkem lněného oleje:	55
Obrázek 14 Stanovení sušiny modelových vzorků jogurtů s přídavkem semen révy vinné:	56
Obrázek 15 Stanovení obsahu tuku u modelových vzorků jogurtů s přídavkem lněné vlákniny:.....	57
Obrázek 16 Stanovení obsahu tuku u modelových vzorků jogurtů s přídavkem lněného oleje:	57
Obrázek 17 Stanovení obsahu tuku u modelových vzorků jogurtů s přídavkem semen z révy vinné:.....	58
Obrázek 18 Pevnost koagulátu u neochucených modelových vzorků jogurtů s přídavkem lněné vlákniny:.....	59

Obrázek 19 Pevnost koagulátu u čokoládových modelových vzorků jogurtů s přídavkem lněné vlákniny:.....	60
Obrázek 20 Pevnost koagulátu u čokoládových modelových vzorků jogurtů s přídavkem lněné vlákniny:.....	60
Obrázek 21 Pevnost koagulátu u neochucených modelových vzorků jogurtů s přídavkem lněného oleje:.....	61
Obrázek 22 Pevnost koagulátu u čokoládových modelových vzorků jogurtů s přídavkem lněného oleje:.....	61
Obrázek 23 Pevnost koagulátu u neochucených modelových vzorků jogurtů s přídavkem semen z révy vinné:	62
Obrázek 24 Pevnost koagulátu u čokoládových modelových vzorků jogurtů s přídavkem semen z révy vinné:	62
Obrázek 25 Vyhodnocení SA ve znaku celkový dojem pro modelové vzorky jogurtu s přídavkem lněné vlákniny:.....	65
Obrázek 26 Vyhodnocení SA ve znaku celkový dojem pro modelové vzorky jogurtu s přídavkem lněného oleje:.....	65
Obrázek 27 Vyhodnocení SA ve znaku celkový dojem pro modelové vzorky jogurtu s přídavkem semen z révy vinné:	66
Obrázek 28 Vyhodnocení SA ve znaku vzhled, chuť a vůně, pachy a pachutě pro neochucené modelové vzorky jogurtu s přídavkem lněné vlákniny:	66
Obrázek 29 Vyhodnocení SA ve znaku vzhled, chuť a vůně, pachy a pachutě pro čokoládové modelové vzorky jogurtů s přídavkem lněné vlákniny:.....	67
Obrázek 30 Vyhodnocení SA ve znaku vzhled, chuť a vůně, pachy a pachutě pro čokoládové modelové vzorky jogurtů s přídavkem lněné vlákniny:.....	67
Obrázek 31 Vyhodnocení preferencí jednotlivých modelových vzorků jogurtů s přídavkem lněné vlákniny:.....	69
Obrázek 32 Vyhodnocení preferencí jednotlivých modelových vzorků jogurtů s přídavkem lněného oleje:.....	70
Obrázek 33 Vyhodnocení preferencí jednotlivých modelových vzorků jogurtů s přídavkem semen z révy vinné:	71
Obrázek 34 Lněná vláknina [21]	89
Obrázek 35 Lněný olej [21]	89
Obrázek 36 Nadrcená semena révy vinné [21]	90

Obrázek 37 Čokoláda jako ochucující složka [21]	90
Obrázek 38 Ovocná pomazánka „Jahůdka“ [21]	91
Obrázek 39 Extra jam „Jahoda“	91
Obrázek 40 Vyhodnocení SA ve znaku vzhled, chuť a vůně, pachy a pachutě pro neochucené modelové vzorky jogurtu s přídavkem lněného oleje:	94
Obrázek 41 Vyhodnocení SA ve znaku vzhled, chuť a vůně, pachy a pachutě pro čokoládové modelové vzorky jogurtu s přídavkem lněného oleje:	95
Obrázek 42 Vyhodnocení SA ve znaku vzhled, chuť a vůně, pachy a pachutě pro neochucené modelové vzorky jogurtu s přídavkem semen z révy vinné:	95
Obrázek 43 Vyhodnocení SA ve znaku vzhled, chuť a vůně, pachy a pachutě pro čokoládové modelové vzorky jogurtu s přídavkem semen z révy vinné:	96

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Kategorie jogurtu [3]	13
Tabulka 2 Vliv obsahu celkové sušiny na titrační kyselost a dobu inkubace [3]	16
Tabulka 3 Průměrné zastoupení komponent u plnotučného a nízkotučného mléka [14]	21
Tabulka 4 Nasycené mastné kyseliny	24
Tabulka 5 Doporučená denní dávka PUFA [42]	31
Tabulka 6 Surovinová skladba na výrobu jogurtu o tučnosti 3 % a 10 %	41
Tabulka 7 Příklad testovaného materiálu do jogurtové směsi	42
Tabulka 8 Příklad ochucující složky do jogurtové směsi	43

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I.: Použité suroviny	89 str.
Příloha P II.: Dotazník pro sensorickou analýzu.....	92 str.
Příloha P III.: Vyhodnocení SA dle stupnicových metod	94 str.

PŘÍLOHA P I: POUŽITÉ SUROVINY



Obrázek 34 Lněná vláknina [21]



Obrázek 35 Lněný olej [21]



Obrázek 36 Nadrcená semena révy vinné [21]



Obrázek 37 Čokoláda jako ochucující složka [21]



Obrázek 38 Ovocná pomazánka „Jahůdka“ [21]



Obrázek 39 Extra jam „Jahoda“ [21]

PŘÍLOHA P II: DOTAZNÍK PRO SENZORICKOU ANALÝZU

Senzorické hodnocení jogurtů

Příjmení:

Datum:

Podpis:

Senzorické hodnocení jogurtů pomocí stupnic

Zapište Vámi zvolený stupeň

Vzorek	Vzhled	Chuť a vůně	Přítomnost cizích pachů a pachutí	Celkový dojem
A				
B				
C				
D				
E				
F				

Vzhled

1. **Vynikající** - typický pro jogurt daného typu, krémovitý, bez jakýchkoli barevných změn a vzhledových vad, homogenní struktura
2. **Velmi dobrý** - odpovídající jogurtu daného typu, bez pozorovaných barevných změn a vzhledových vad, homogenní struktura
3. **Dobrý** - stále odpovídající jogurtu, bez větších barevných změn a vzhledových vad, homogenní struktura
4. **Uspokojující** - barvou lehce odlišný od jogurtu daného typu, možný výskyt drobných hrudek a menších barevných odchylek
5. **Vyhovující** - barvou více odlišný od jogurtu daného typu, možný výskyt barevných skvrn a hrudek, přítomnost syrovátky; výrobek stále přijatelný
6. **Nevyhovující** - barevně odlišný od jogurtu daného typu, přítomnost barevných skvrn a hrudek, uvolněná syrovátka, nehomogenní struktura
7. **Nepřijatelný** - netypický pro jogurt daného typu, výskyt barevných skvrn a jiných příměsí, přítomnost sraženiny a syrovátky, nehomogenní struktura

Chuť a vůně

1. **Vynikající** - výrazná jogurtová chuť typická pro jogurt tohoto typu, bez cizích chutí a pachutí*, příjemná jogurtová vůně
2. **Velmi dobrá** - jogurtová chuť typická pro jogurt tohoto typu, bez cizích chutí a pachutí*, stále příjemná vůně
3. **Dobrá** - lehce nakyslá chuť jogurtu, bez cizích chutí a pachutí*, méně intenzivní vůně
4. **Průměrná** - jogurtová chuť je potlačena, ale stále přijatelná u jogurtu tohoto typu, vůně jogurtu není nijak intenzivní

5. **Vyhovující** - jemně nakyslá nebo nahořklá chuť jogurtu, bez dalších cizích chutí a pachutí*, odpovídající vůně
6. **Nevyhovující** - nakyslá nebo nahořklá chuť s možným výskytem cizích chutí a pachutí, nelíbivá vůně
7. **Nepřijatelná** - chuť netypická pro jogurt tohoto typu (kyselá, hořká s přítomností cizích chutí a pachutí), cizí zápach

* jiných než žádoucích u ochucených jogurtů

Přítomnost cizích pachů a pachutí

1. Bez cizích pachů a pachutí
2. Drobné odchylky od běžné vůně a chuti daného typu jogurtu
3. Mírně pozorovatelné cizí pachy a pachutě - výrobek je stále akceptovatelný
4. Pozorovatelná přítomnost cizích pachů a pachutí
5. Zjevná přítomnost cizích pachů a pachutí
6. Intenzivní cizí pachy a pachutě - výrobek je nepřijatelný

Celkový dojem

1. Vynikající
2. Velmi dobrý
3. Dobrý
4. Průměrný
5. Vyhovující
6. Méně vyhovující
7. Nepřijatelný

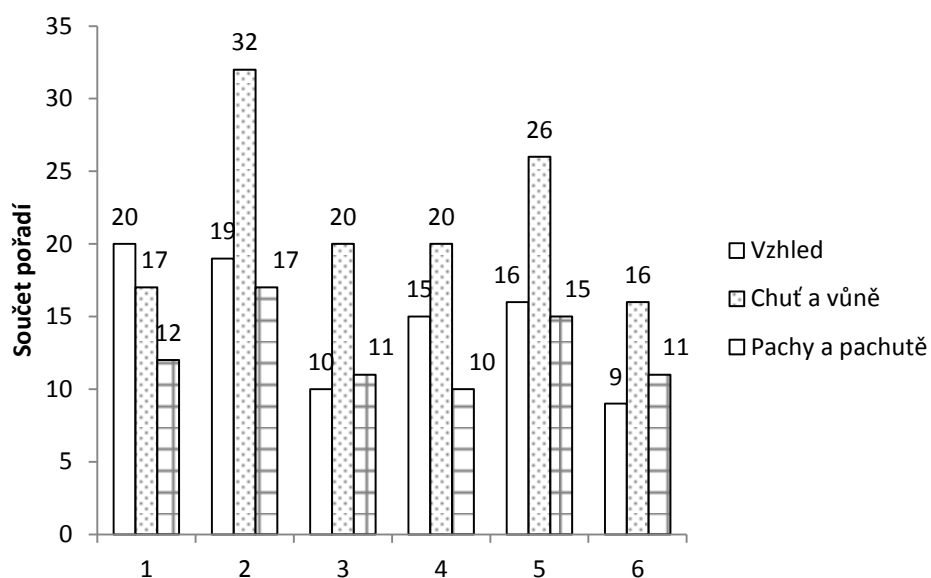
Senzorické hodnocení jogurtů pomocí preferenční pořadové zkoušky

Seřadte jogurty podle svých preferencí (1- nejlepší, 6 - nejhorší);

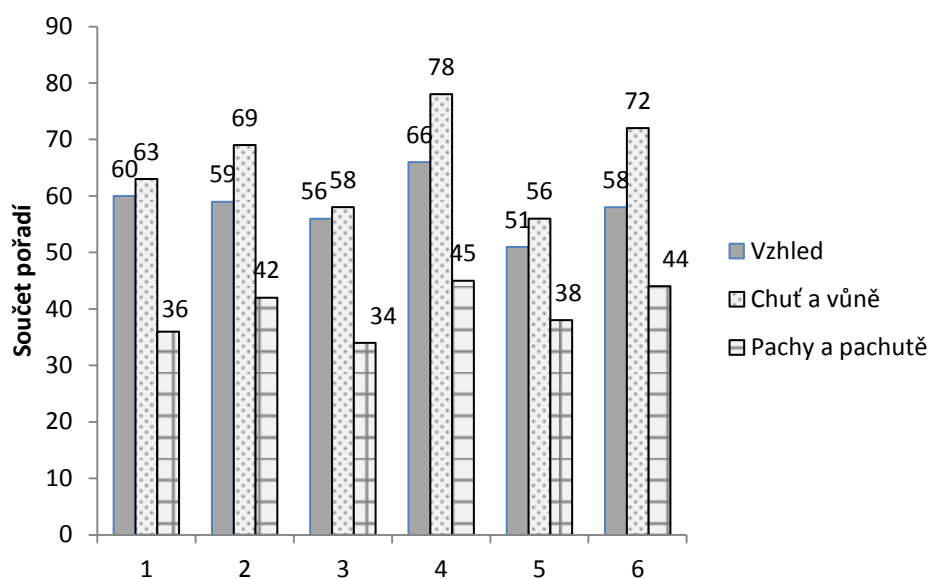
- pozn.: 2 a více nesmí mít stejné číslo

	A	B	C	D	E	F
Preference						

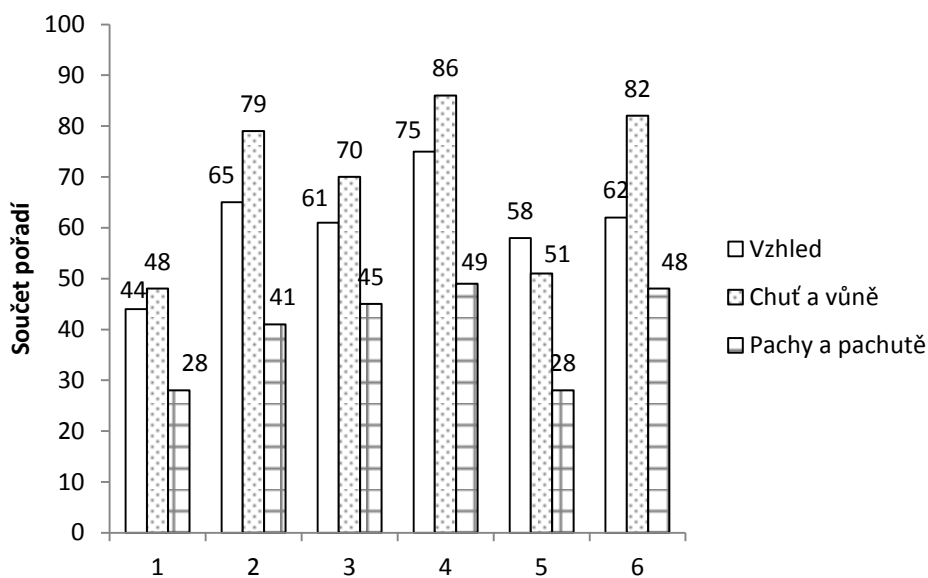
PŘÍLOHA PIII.: VYHODNOCENÍ SA DLE STUPNICOVÝCH METOD



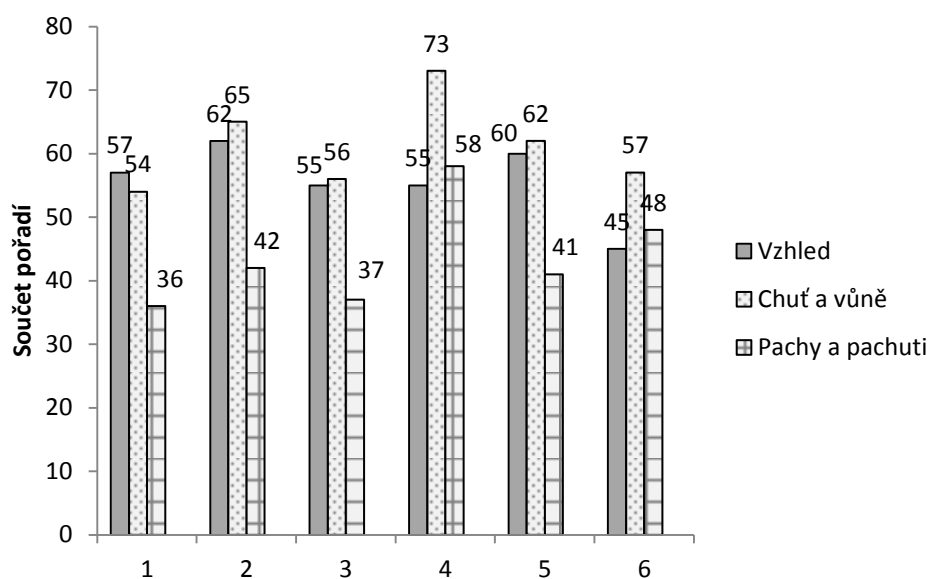
Obrázek 40 Vyhodnocení SA ve znaku vzhled, chuť a vůně, pachy a pachutě pro neochucené modelové vzorky jogurtu s přidavkem lněného oleje: **1** – 3% tučnost (kontrola), **2** – 3% tučnost (0,5% přidavek), **3** – 3% tučnost (1% přidavek), **4** – 10% tučnost (kontrola), **5** – 10% tučnost (0,5% přidavek), **6** – 10% tučnost (1% přidavek)



Obrázek 41 Vyhodnocení SA ve znaku vzhled, chuť a vůně, pachy a pachutě pro čokoládové modelové vzorky jogurtu s přidavkem lněného oleje: **1** – 3% tučnost (kontrola), **2** – 3% tučnost (0,5% přidavek), **3** – 3% tučnost (1% přidavek), **4** – 10% tučnost (kontrola), **5** – 10% tučnost (0,5% přidavek), **6** – 10% tučnost (1% přidavek)



Obrázek 42 Vyhodnocení SA ve znaku vzhled, chuť a vůně, pachy a pachutě pro neochucené modelové vzorky jogurtu s přidavkem semen z révy vinné: **1** – 3% tučnost (kontrola), **2** – 3% tučnost (0,5% přidavek), **3** – 3% tučnost (1% přidavek), **4** – 10% tučnost (kontrola), **5** – 10% tučnost (0,5% přidavek), **6** – 10% tučnost (1% přidavek)



Obrázek 43 Vyhodnocení SA ve znaku vzhled, chuť a vůně, pachy a pachutě pro čokoládové modelové vzorky jogurtu s přidavkem semen z révy vinné: **1** – 3% tučnost (kontrola), **2** - 3% tučnost (0,5% přidavek), **3** – 3% tučnost (1% přidavek), **4** – 10% tučnost (kontrola), **5** – 10% tučnost (0,5% přidavek), **6** – 10% tučnost (1% přidavek)