

# **Aplikace biologicky aktivních látek do jogurtů**

Jitka Zerzanová

---

Bakalářská práce  
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jitka ZERZANOVÁ**  
Osobní číslo: **T09275**  
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Aplikace biologicky aktivních látek do jogurtů**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

1. Charakterizujte mléko jako základní surovinu pro výrobu jogurtů
2. Zpracujte literární rešerži zaměřenou na charakteristiku jogurtů a jogurtových výrobků z hlediska vlastností, rozdělení a výroby
3. Popište a charakterizujte čisté mlékařské kultury, jogurtové kultury a bifidobakterie a uveďte jejich význam pro člověka

### II. Praktická část

1. Realizujte výrobu jogurtů s přídavkem lněné moučky
2. U daných výrobků měřte pH a texturu
3. Výsledky vyhodnoťte a diskutujte s literaturou

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. TAMINE, A.Y.; ROBINSON, R.K. Yoghurt Science and Technology. 2.vydání, Woodhead Publishing, 1999, 619 s. ISBN 978-1-85573-399-2.
2. TEPLÝ, M + kolektiv. Technologie mléčných výrobků. 1.vydání, SNTL, Praha 1981, 372 s.
3. HYLMAR, B. Výroba kysaných mléčných výrobků. 1.vydání, SNTL, Praha 1986, 209 s.
4. TEPLÝ, M + kolektiv. Čisté mlékařské kultury. 1.vydání, SNTL, Praha 1984, 296 s.
5. SAARELA, M. Functional Dairy Products. 2.vydání, Woodhead Publishing, 2007, 577 s. ISBN 978-1-84569-153-0

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Zuzana Tomášová**

Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

**11. února 2013**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**17. května 2013**

Ve Zlíně dne 11. února 2013



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



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

Příjmení a jméno: ZERLANOVA' JITKA

TECHNOLOGIE A  
ŘÍZENÍ V GASTRONOMII  
Obor: .....

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 16.5.2013

Zerlanova' Jitka

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

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

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

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

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

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

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

(1) *Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). 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**

Bakalářská práce byla zaměřena na realizaci výroby jogurtů s přídavkem lněné moučky. Teoretická část práce je zaměřena na charakteristiku mléka, jogurtů a jogurtových kultur. Zabývá se také okrajově čistými mlékařskými kulturami a bifidobakteriemi. Praktická část je zaměřena na výrobu jogurtů, která byla realizována v laboratorních podmínkách. U vyrobených jogurtů byla měřena textura a pH.

Klíčová slova: mléko, jogurt, jogurtová kultura, čisté mlékařské kultury, bifidobakterie, lněná moučka

## **ABSTRACT**

The bachelor thesis is focused on the realization of the production yoghurts with added flax meal. The theoretical part is focused on the characteristics of milk good for yoghurt and yoghurt cultures. The thesis also marginally deals with pure dairy cultures and bifidobacteria. The practical part is focused on the production of yoghurts, which was carried out in laboratory conditions. In the produced yoghurts were measured texture and pH.

Keywords: milk, yoghurt, yoghurt culture, pure dairy cultures, bifidobacteria, flax meal

Tímto bych ráda poděkovala paní Ing. Zuzaně Tomášové, za odborné vedení, cenné rady a trpělivost při tvorbě bakalářské práce. Dále mé poděkování patří celé rodině a zejména Bc. Kateřině Slováčkové, kteří mě po celou dobu studia podporovali.

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

# OBSAH

ÚVOD.....	10
<b>I</b> <b>TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1</b> <b>VLASTNOSTI MLÉKA A JEHO JAKOST</b> .....	<b>12</b>
1.1    VLIV JAKOSTI SYROVÉHO MLÉKA NA JAKOST MLÉČNÝCH VÝROBKŮ .....	14
1.2    MIKROBIOLOGICKÉ SLOŽENÍ SYROVÉHO MLÉKA .....	15
1.3    POŽADAVKY NA MLÉKO PRO VÝROBU MLÉČNÝCH VÝROBKŮ .....	15
1.4    PASTERACE MLÉKA .....	16
1.4.1    Změny mléka při pasteraci .....	17
<b>2</b> <b>CHARAKTERISTIKA JOGURTU</b> .....	<b>19</b>
2.1    JOGURTOVÉ VÝROBKY .....	19
2.2    FERMENTACE .....	20
2.3    JOGURTOVÁ KULTURA.....	21
2.3.1 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> .....	21
2.3.2 <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> .....	22
2.3.3 <i>Streptococcus lactis</i> , var. <i>tae-tte</i> .....	23
2.3.4 <i>Lactobacillus acidophilus</i> .....	23
2.3.5 <i>Pediococcus acidilactici</i> .....	24
2.4    KULTIVACE JOGURTOVÝCH KULTUR .....	25
2.5    ZNAKY JOGURTOVÉ KULTURY A JEJÍ VÝZNAM PRO LIDSKÝ ORGANISMUS.....	25
<b>3</b> <b>ČISTÉ MLÉKAŘSKÉ KULTURY</b> .....	<b>27</b>
3.1    VÝVOJ ČISTÝCH MLÉKAŘSKÝCH KULTUR .....	27
3.2    VÝZNAM SPRÁVNÉHO PĚSTOVÁNÍ A POUŽÍVÁNÍ ČISTÝCH MLÉKAŘSKÝCH KULTUR V MLÉKÁRENSKÉM PRŮMYSLU.....	28
3.3    VÝZNAM MLÉKAŘSKÝCH KULTUR PRO LIDSKÝ ORGANISMUS.....	28
<b>4</b> <b>BIFIDOBAKTERIE</b> .....	<b>29</b>
4.1    BIFIDOBAKTERIE A JEJICH VÝZNAM PRO LIDSKÝ ORGANISMUS.....	29
<b>II</b> <b>PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>31</b>
<b>5</b> <b>CÍL PRÁCE</b> .....	<b>32</b>
<b>6</b> <b>MATERIÁL</b> .....	<b>33</b>
6.1    PŘÍSTROJOVÁ TECHNIKA .....	33
6.2    SCHÉMA EXPERIMENTU .....	33
<b>7</b> <b>METODIKA PRÁCE</b> .....	<b>34</b>
7.1    POSTUP VÝROBY JOGURTŮ .....	34
7.2    MĚŘENÍ TEXTURNÍCH VLASTNOSTÍ.....	40
7.3    STANOVENÍ AKTIVNÍ KYSELOSTI (pH) .....	40
<b>8</b> <b>VÝSLEDKY A HODNOCENÍ</b> .....	<b>41</b>
8.1    VÝSLEDKY MĚŘENÍ PH.....	41
8.2    VÝSLEDKY MĚŘENÍ TEXTURNÍ ANALÝZY.....	44
8.2.1    Tvrdost .....	44
8.2.2    Kohezivnost.....	46
8.2.3    Relativní lepivost .....	47



<b>9</b>	<b>DISKUSE .....</b>	<b>49</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>50</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>51</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>56</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>57</b>

## ÚVOD

Mléko a mléčné výrobky jsou významnou součástí stravy člověka a provázejí ho již od narození. V různých fázích života je pro lidský organismus mléko důležité z rozličných důvodů. Podporuje správný vývoj kostry, stavbu tkání, tvorbu hormonů a protilátek, ale také zkvalitňuje složení mikroflóry zažívacího ústrojí. Nezastupitelnou úlohu má konzumace mléka v prvních měsících a letech života.

Kysané mléčné výrobky jsou připravovány z mléka za přídavku bakteriálních kultur. Kysané mléčné výrobky jsou bohatým zdrojem plnohodnotných bílkovin, vápníku, fosforu, ale i různých vitamínů, především skupiny B. Jsou lehce stravitelné a obsahují méně laktózy než klasické mléko, čímž se stávají vhodnou potravinou jídelníčku osob trpících laktózovou intolerancí [1, 2].

Zakysané mléčné výrobky byly používány například k léčení kožních zánětů nebo ke snižování horečky. Osídlení střeva vhodnou bakteriální kulturou posiluje imunitní systém a blokuje vstřebávání toxinů do těla člověka. Zakysané mléčné výrobky jsou doporučovány také pacientům po chemoterapii [1].

Bakterie mléčného kvašení (např. *Lactobacillus acidophilus* nebo *Bifidobacterium bifidum*) příznivě ovlivňují střevní mikroflóru člověka, proto je jejich konzumace doporučena [2].

V teoretické části bakalářské práce je charakterizováno mléko jako základní surovina pro výrobu jogurtů. Věnuje se výrobě jogurtů, druhům jogurtů a jejich vlastnostem, ale také mlékařským kulturám a bifidobakteriím, které jsou nedílnou součástí všech mléčných výrobků.

Praktická část bakalářské práce popisuje technologii výroby jogurtů, měření hodnot pH a textury. Dále následuje vyhodnocení výsledků a diskuzi.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 VLASTNOSTI MLÉKA A JEHO JAKOST

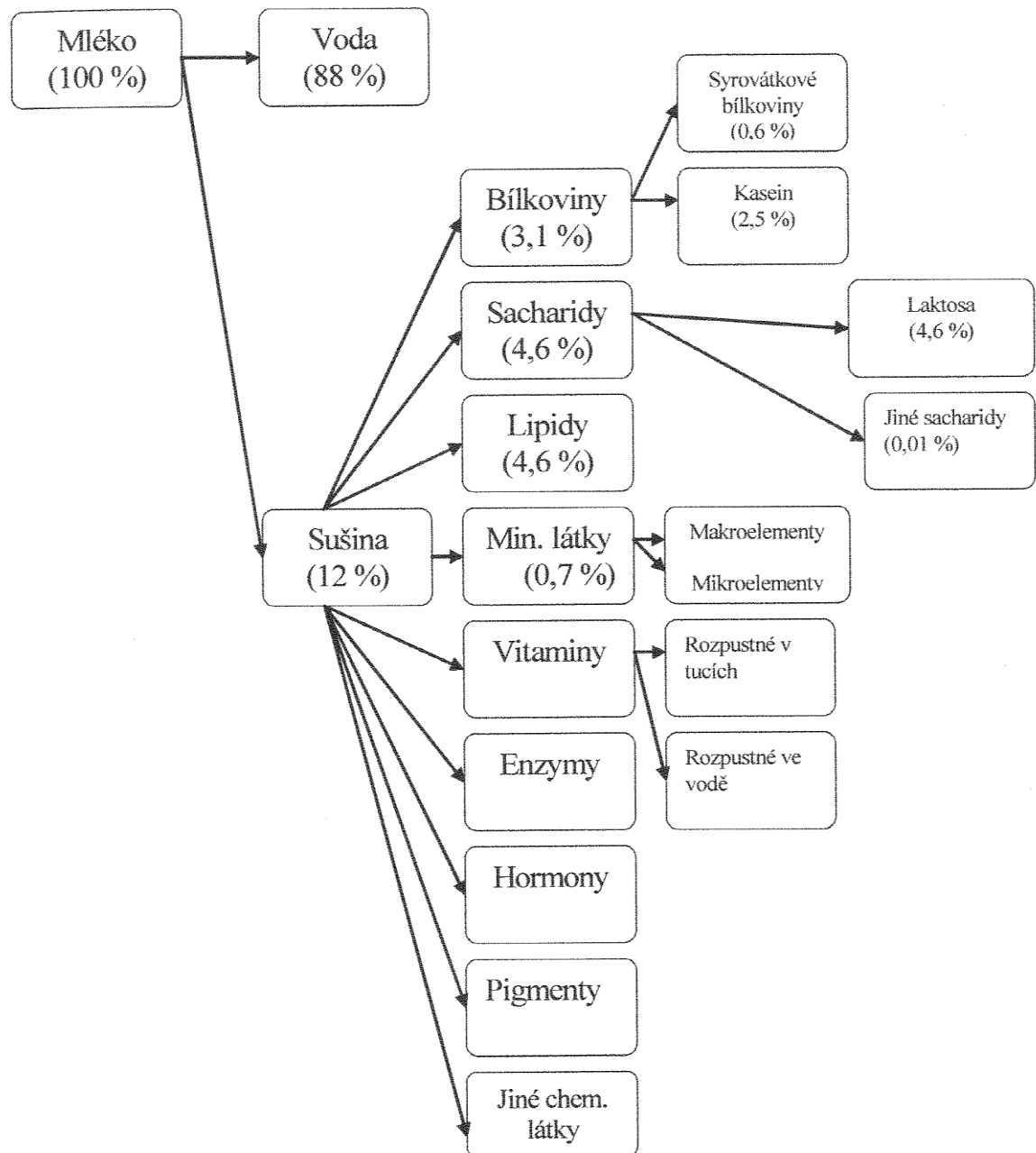
Mléko je sekret mléčné žlázy savců určený k prvotní výživě jejich mláďat. Jedná se proto o komplexní potravinu obsahující všechny nutričně významné látky. Ve výživě člověka je mléko významné především jako zdroj vápníku, jedná se o polydisperzní systém. Mléčný tuk je přítomen ve formě emulze v tzv. mléčné plazmě. Hlavní mléčná bílkovina, kasein, je přítomna ve formě koloidní disperze v tzv. mléčném séru, které obsahuje koloidní roztok sérových bílkovin a pravý roztok laktózy, minerálních látek a dalších složek [1, 2].

Pravidelná konzumace mléka a mléčných výrobků zvyšuje příjem vitamínu A, fosforu, hořčíku, draslíku a vápníku [3].

Mléko je velmi důležitým zdrojem ve vodě rozpustného vitamínu B<sub>2</sub> (riboflavinu) a vitamínu B<sub>12</sub> (kyanokobalaminu) a poměrně dobrým zdrojem vitamínu B<sub>1</sub> (thiaminu), B<sub>6</sub> (pyridoxinu), biotinu a cholinu. Obsahuje relativně vysoký obsah vitamínu A a jeho prekurzoru karotenu, jehož koncentrace závisí na krmení zvířat zeleným krmivem [4].

Obsah vitamínů v mléce je významný, nachází se zde například vitamín A, D, E, K, C, thiamin a riboflavin. Původní obsah vitamínu v mléce po nadojení se transportem často snižuje, a to i o 50 % i více, vlivem nešetrného tepelného ošetření nebo při technologickém zpracování [4].

Mléko je polydisperzní systém tří hlavních fází – emulzní (tukové), koloidní (bílkovinné) a molekulové (laktóza, minerální soli) [10].



Obr. 1 Složení kravského mléka [4]

Mléčné bílkoviny jsou biologicky vysoce hodnotné a i při vyšší spotřebě zdravotně nezávadné. Podle amerických výzkumů mléčné bílkoviny, zejména ty spojené se syrovátkou, přispívají k ochraně člověka proti onemocnění rakovinou. Studie na zvířatech ukazují, že syrovátkové mléčné bílkoviny mají antikarcinogenní vlastnosti, pravděpodobně z důvodu přítomnosti sirných aminokyselin - cysteinu a methioninu [2, 5].

Mezi bílkoviny mléka patří:

- kaseiny,

- syrovátkové bílkoviny,
- dusíkaté látky nebílkovinné [6].

Pro průmyslové zpracování a lidskou výživu se využívá především mléko kravské, jehož složení je uvedeno na obrázku (Obr. 1) [2].

Mléko	kozí	ovčí	kravské
sušina (%)	12,48	17,95	12,69
tuk (%)	3,8	7,62	3,67
bílkoviny (%)	2,9	6,21	3,23
kasein (%)	2,47	5,16	2,63
sérové bílkoviny (%)	0,43	0,81	0,6
laktóza (%)	4,08	3,7	4,78
popeloviny (%)	0,79	0,9	0,73

*Tab. 1 Průměrné složení některých druhů mlék [7]*

Celosvětově tvoří kravské mléko asi 85 % využití, v mnohem menší míře je pak využíváno mléko buvolí, kozí či ovčí. Mléka ostatních druhů uvedených v tabulce (Tab. 1), mají vlastnosti dosti podobné, jelikož se jedná o mléka přežvýkavců [2].

Po odstředění tuku z mléka vzniká mléko odtučněné (odstředěné), ovšem nadále zde zůstává většina živin. Odtučněné mléko lze řadit mezi zdroje bílkovin, nemělo by být podáváno malým dětem [8].

### 1.1 Vliv jakosti syrového mléka na jakost mléčných výrobků

Vůně, chuť a vzhled syrového mléka jsou spotřebiteli zvláště hodnoceny. Největší význam při sensorickém hodnocení jakosti má skutečnost, že cizí chuťové a aromatické látky syrového mléka nemohou být při zpracování mléka vyloučeny. Ve výrobcích s vysokým obsahem tuku (máslo, kondenzované mléko, smetana) dochází dokonce často k tzv. zvýrazňovacímu efektu, protože aromatické látky jako organické sloučeniny jsou absorpčně vázány především na mléčné tukové kuličky a méně se rozpouštějí ve vodní fázi mléka. Chuť a vůně syrového mléka má vliv na jakost finálních mléčných výrobků, z tohoto důvodu je nutné sensorické hodnocení používaného mléka. Výsledky studií ukázaly, že je nutné zkoušet chuť syrového mléka, což umožňuje podstatně spolehlivější zhodnocení závad než jen samotné zkoušení vůně [2].

## 1.2 Mikrobiologické složení syrového mléka

Z technologického hlediska a hlediska bezpečnosti potravin je velmi důležitá mikrobiologická jakost syrového mléka. Nadojené mléko není zcela sterilní, rozvoj kontaminující mikroflóry lze omezit okamžitým zchlazením. V případě každodenního svozu na teplotu 8 °C nebo nižší a v případě, že mléko není sváženo každý den, tak na teplotu 6 °C a nižší. Během přepravy nesmí teplota zchlazeného mléka překročit 10 °C [9].

Mikroorganismy, které přežily technologické postupy, mají význam pro zpracování mléka a jeho hygienu. Jejich látkovou výměnou ovlivňují jakost finálních výrobků. Produkty látkové výměny, které nebyly zničeny standardními technologickými postupy určují rozhodujícím způsobem zpracovatelnost mléka a jakost finálních mléčných výrobků. Běžné tepelné postupy, jako je pasterace a termizace, mikroorganismy zcela neusmrtí [1, 10].

Při pasterizaci mléka vystupuje především soubor termorezistentních mikroorganismů. K nim patří kromě jiných aerobní sporotvorné mikroorganismy, které za určitých okolností přežívají i ultratepelný ohřev (UHT-ohřev) a způsobují kažení trvanlivých tekutých mléčných výrobků. Technologický a hygienický význam mají také anaerobní sporotvorné mikroorganismy rodu *Clostridium*, které se vesměs vyskytují v poměrně malých množstvích. Složitý problém mikrobiologického ovlivňování jakosti je především z hlediska zatížení syrového mléka produkty látkové výměny mikroorganismů před jeho zpracováním. Důležitá je skutečnost, že produkty látkové výměny mikroorganismů se jako bezprostřední příčina mikrobiální zkázy pasterací neporuší. Jejich působení na jakost výrobku může být povahy senzorické, technologické a toxikologické [1, 11].

Výzkum s ultratepelně zahřátým mlékem ukázal, že produkty látkové výměny ultratepelný ohřev neovlivní, a že i ve sterilovaném UHT-mléce probíhají enzymové a hydrolyticko-oxidační přeměny. Intenzita těchto změn, především ve vodné a bílkovinné fázi, projevující se zvyšováním obsahu titrovatelných kyselin a amoniaku, je v podstatě určována mikrobiálním zatížením syrového mléka před jeho zpracováním. Mikrobiální enzymové systémy jsou schopny přežít záhřev, proto mohou po uvolnění z bakteriálních buněk dále působit [1, 11].

## 1.3 Požadavky na mléko pro výrobu mléčných výrobků

Syrové mléko je základní surovinou pro všechny mlékárenské výrobky. Změna jeho jakosti, zejména složení fyzikálních vlastností, může ovlivnit vhodnost mléka pro zpracování

na finální výrobky. Základní požadavky pro syrové mléko se týkají zejména stálosti jeho složení s důrazem na to, aby mléko neobsahovalo cizorodé látky a zplodiny negativně ovlivňující jeho hygienickou, nutriční nebo technologickou hodnotu. Název mléko se vztahuje výhradně na produkt, získaný vydojením z jedné či více dojnic, jemuž nebyla žádná složka přidána nebo ubrána [1].

Kysací schopnost mléka je schopnost tvorby kyseliny mléčné z laktózy bakteriemi mléčného kvašení úmyslně přidanými ve formě tzv. čistých mlékařských kultur. Kysací schopnost může být mírně potlačena přirozeně vyskytujícími se látkami v mléce, ale zejména v důsledku cizorodých inhibičních látek (rezidua čisticích prostředků, veterinárních léčiv – tzv. antibiotik), popř. činností kontaminující mikroflóry [9].

Důležité je, aby syrové mléko neobsahovalo antibiotika. Z tohoto důvodu musí být syrové mléko před jeho zpracováním testováno na přítomnost těchto látek. V případě potvrzení přítomnosti antibiotik v syrovém mléce, musí být takové mléko zneškodněno, aby se nedostalo do potravinového řetězce [12].

Výrobek musí být vyroben se zvláštním ohledem na to, aby v něm nebyla obsažena rezidua pesticidů nebo jiných kontaminujících látek. Není-li to technicky možné, musí být rezidua omezena na co nejnižší možnou hodnotu. Kromě pesticidních látek jsou dále uváděna rezidua hormonů, farmakologických preparátů apod. [4, 10].

Za kontaminanty jsou považovány jakékoli látky, které nejsou záměrně přidávány do poživatiny, a které lze zjistit v potravinách jako důsledek výrobního procesu, včetně získávání suroviny. Dále platí společné předpisy pro skupiny států, které mezi sebou uzavírají v tomto směru dohodu. Kromě přípustného obsahu kontaminujících cizorodých látek jsou projednávány i přípustné hodnoty pro cizorodé látky přídatné, jsou to látky, které se samostatně nekonzumují ani se běžně nepoužívají jako typické potravinářské přísady. Tyto látky jsou záměrně přidávány z technologických, výrobních, zpracovatelských, konzervačních, obalových a dopravních důvodů nebo pro ovlivnění charakteristiky poživatin [4, 9, 10].

#### **1.4 Pasterace mléka**

Pasterací se rozumí záhřev mléka či smetany na teploty obvykle pod 100 °C, při kterém dochází k usmrcení převážné části vegetativních forem mikroorganismů a při tom jen k minimálním chemickým změnám suroviny projevující se změnou chuti či nutriční hodnoty. K pasteraci mléka je nejvíce používán deskový pastér, mezi další druhy patří pastér



průtokový či tunelový. Při krátkém ohřátí mléka a okamžitým zchlazením se nemění jeho chuť. Po pasterizaci má následovat plnění v hygienicky bezchybných podmínkách [2, 10].

Mezi základní cíle pasterace patří zajištění zdravotní nezávadnosti mléka při zachování fyzikálních, chemických a organoleptických vlastností a zvýšení trvanlivosti suroviny. Pasterace mléka má zajistit zničení především patogenních mikroorganismů například *Mycobacterium tuberculosis*, *Listeria monocytogenes*, zástupce rodu *Salmonella* apod. Kontaminace enzymaticky aktivními mikroorganismy, může mít za následek jakostní vady [2, 9, 13].

Mikrobiální kontaminace a výskyt patogenů může nastat při:

- nedostatečné výši pasterizační hodnoty,
- nedodržení doby pasterace,
- míchání pasterovaného a syrového mléka, k čemuž může dojít skrze mikroštěrbiny v deskách pastéru při jejich mechanickém poškození (vady materiálu, únavové lomy), při poškození těsnění a není-li tlak na straně pasterovaného mléka vyšší než tlak zahřívacího média [13].

Účinnost pasterace je tím větší, čím je mléko z prvovýroby mikrobiologicky jakostnější.

V praxi jsou využívány zejména tyto kombinace teplot a časů:

- **šetrná pasterace** – teploty 71 až 74 °C s výdrží 20 - 30 sekund, dochází jen k malým změnám vlastnosti mléka, využívá se zejména při výrobě přírodních sýrů,
- **vysoká pasterace** – teploty okolo 85 °C s výdrží několik sekund (u některých výrobků až několik minut), dochází k větším změnám vlastností mléka, využívá se například při výrobě kysaných mléčných výrobků,
- **pasterace smetany** – teploty nad 90 °C s výdrží několik sekund [9].

#### 1.4.1 Změny mléka při pasteraci

Pasterované mléko si do značné míry zachovává své vlastnosti, např. schopnost vystupování tuku, srážení syřidlem apod. Má téměř nezměněnou chuť a vůni a obsahuje jen částečně denaturované syrovátkové bílkoviny. Stupeň změn vyvolaných v mléce jeho zahřátím závisí na teplotě (silnější vliv) a na době jejího působení (slabší vliv). Pasterizací se ničí choroboplodné bakterie a většina vegetativní mikroflóry, přežívají ji však mikroorganismy sporulující (*Clostridium*) a část mikroorganismů termorezistentních. Neničí se rovněž enterotoxin produkovaný patogenními stafylokoky, který vyvolává potíže zažívacího

traktu. Patogenní mikroorganismus, který přežívá pasterizaci, je *Bacillus anthracis*, původce sněti slezinné. Dlouhodobé výzkumy však ukázaly, že mléko z tohoto hlediska neohrožuje zdraví člověka, neboť výskyt tohoto mikroorganismu v mléce je vzácností. [10, 14].

Pasterací se musí zničit všechny zárodky skupiny *coli-aerogenes* (*Escheria Coli* nebo *Enterobacter aerogenes*). Zkouška na přítomnost této skupiny bakterií je proto spolehlivým měřítkem při posuzování účinnosti pasterace mléka. Největší pozornost byla věnována mikroorganismu *Mycobacterium tuberculosis*, jež je pokládán za jeden z nejodolnějších choroboplodných mikroorganismů a podle něhož bývá rovněž zjišťována účinnost pasterace. Vlivem pasterace dochází k denaturačním změnám bílkovin, především syrovátkových bílkovin, při šetrné pasteraci z 15 %, při vysoké z 50 % a při svařování mléka ze 75 % [2, 14].

## 2 CHARAKTERISTIKA JOGURTU

Slovo jogurt pochází z tureckého jazyku, v doslovném překladu znamená zkvašené mléko. Jogurt je kysaný mléčný výrobek získaný zakysáním mléka, smetany, podmásli nebo jejich směsi pomocí protosymbiotické směsi *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* [15, 16].

Zkvašení je tedy prováděno kulturami *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, které vytváří víc než 1 % kyseliny mléčné. Kultury jsou komerčně dodávány v lyofilizovaném nebo zmraženém stavu. Tyto mikroorganismy jednotlivě okyselují mléko pouze na polovinu, ale ve směsi se navzájem symbioticky stimulují. *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* uvolňuje aminokyseliny z mléčných bílkovin a *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* dodává oxid uhličitý [10, 17, 18].

Jogurty, které se u nás vyrábí, obsahují asi 4,4 MJ energie, 35,5 g tuku, 56,4 g bílkovin, 124,6 g sacharidů a 2,06 g vápníku na jeden kilogram výrobku. Jogurt je také zdrojem zinku, fosforu a vitamínu B<sub>2</sub> nebo B<sub>12</sub>. Podporuje biologickou aktivitu riboflavinu nebo kyseliny listové z potravy [19].

Výroba jogurtu je biologický proces, při kterém kultura mění laktózu na kyselinu mléčnou a mléko při určité hodnotě pH koaguluje. Kyselina mléčná podporuje lepší vstřebávání vápníku a fosforu v organismu. Při průmyslové výrobě jogurtů trvá fermentace při teplotě 42 až 45 °C asi tři hodiny. Po dosažení potřebné kyselosti musí být jogurt ihned zchlazen na teplotu nižší než 10 °C, čímž se sníží metabolická aktivita mikroorganismů z kvasu, a to umožní udržení jeho příjemné chuti [10, 17, 18].

Jogurtové výrobky se v jednotlivých oblastech světa přizpůsobují požadavkům spotřebitelů, vyrábí se a konzumují v odlišných formách, jsou také významným produktem pro získání dalších mléčných výrobků. V sortimentu převládají slazené nebo aromatizované jogurty, v menší míře jsou zastoupeny přírodní (bílé) jogurty. [4, 17, 18].

### 2.1 Jogurtové výrobky

Jogurty můžeme rozdělit na tyto základní typy:

- přírodní (bílé) jogurty (Obr. 2)



Obr. 2 Bílý jogurt[20]

- ochucené jogurty (Obr. 3), které mohou obsahovat přírodní nemléčné složky (ovoce, ořechy) [4, 18].



Obr. 3 Ovocný jogurt[21]

Podle obsahu tuku se jogurty dělí na:

- jogurty bílé smetanové,
- jogurty bílé,
- jogurty bílé se sníženým obsahem tuku,
- jogurty bílé nízkotučné nebo odtučněné [16].

Podle použitého způsobu fermentace a dalšího zpracování koagulátu se jogurty rozlišují na:

- jogurty s pevným koagulátem (fermentují se přímo ve spotřebitelském obalu),
- jogurty s rozmíchaným koagulátem (fermentace probíhá v tancích, po rozmíchání koagulátu a vychlazení, dochází k plnění do drobných obalů) [4].

## 2.2 Fermentace

Výroba jogurtů v posledních desítkách let prošla zásadním vývojem. Co ale zůstalo stejné, je základní proces při výrobě jogurtů - fermentace neboli zrání. Kyselina mléčná, která vzniká při tzv. homofermentativním kvašení, způsobuje přirozené okyselení jogurtu, sníží se pH na hodnotu nepříznivou pro růst jiných bakterií, jogurty dostatečně dlouhou přirozenou trvanlivost [19, 22, 23].

## 2.3 Jogurtová kultura

Jogurtová kultura, je směsná kultura, která se v současné době vyrábí ve třech formách:

- kultura klasického jogurtu,
- kultura jogurtu se zvýšenou odolností vůči inhibičním látkám,
- kultura biojogurtová [24].

Kultura klasického jogurtu je složena z kmenů *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* v poměru 2:1 až 1:2. Tyto mikroorganismy mohou významně ovlivňovat vlastnosti výrobku, z tohoto důvodu jsou biochemické reakce v jogurtu základem pro výrobu kvalitních produktů [18].

Jogurt se zvýšenou odolností proti inhibičním látkám obsahuje kromě mikrobiálních složek klasického jogurtu ještě *Lactobacillus acidophilus* a *Pediococcus acidilactici* v poměru tyčinek ke kokům 2:1 až 1:2. Biojogurtová kultura se skládá z kmene *Lactobacillus acidophilus* a kmene *Streptococcus lactis* var. *tae-tte* rovněž v poměru 1:1 [24].

### 2.3.1 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*



Obr. 4 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* [25]

Jedná se o bakterii tyčinkovitého tvaru, dlouhou 5 až 10  $\mu\text{m}$ , širokou 0,7 až 1,5  $\mu\text{m}$ , někdy mohou být tyto tyčinky větších rozměrů. V mladé kultuře jsou tyčinky grampozitivní, ve starších kulturách se stávají gramlabilními. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* silně variabilní, vlivem změn (teploty, povahy a koncentrace dusíkatých látek) dochází k tendenci měnit tvar a granulovat. Mnohé tvary lze vysvětlit tím, že se tyčinky přizpůsobují

bují podmínkám výživy, jiné jako morfologické změny buňky, vyvolané změnou biologické činnosti [23].

V mléčném prostředí *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (obr. 4) roste v tepelném rozmezí 22 až 52,5 °C, bylo však pozorováno, že může růst i při teplotě 60 °C. Optimální teplota pro jeho růst je 45 až 50°C. Charakteristický pro *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* je způsob srážení mléka při optimální teplotě, tj. 45 až 50 °C, mléko ztuhne během 3 až 4 hodin v celé hmotě na porcelánovitou kompaktní hmotu. Podstatně se liší od kmenu *Lactobacillus acidophilus*, který sráží mléko pomaleji [23].

### 2.3.2 *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*

*Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* (obr. 5) v mléce při optimální teplotě tvoří krátké řetízky a menší množství diplokoků.

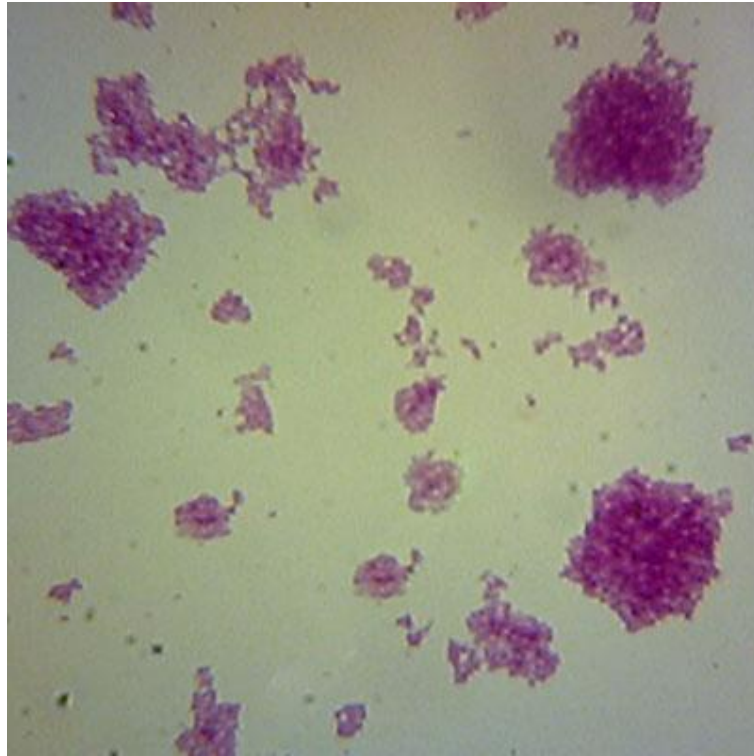


Obr. 5 *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* [27]

Řetízky se skládají často z nepravidelných tvarů. Buňky mají kulovitý tvar o průměru 0,7 až 0,9 µm. Roste v limitním tepelném rozpětí 20 až 50 °C, optimální teplota růstu je 40 až 45 °C. Mléko koaguluje při pokojové teplotě za několik dní, při teplotě 30 až 45 °C za 24 hodin [24, 26].

### 2.3.3 *Streptococcus lactis*, var. *tae-tte*

Tato bakterie v mléce tvoří při optimální teplotě diplokoky a menší množství krátkých řetězků, morfologicky odpovídajících *Streptococcus lactis* (obr 6). Rovněž tvarem kolonií se od *Streptococcus lactis* neliší [24].



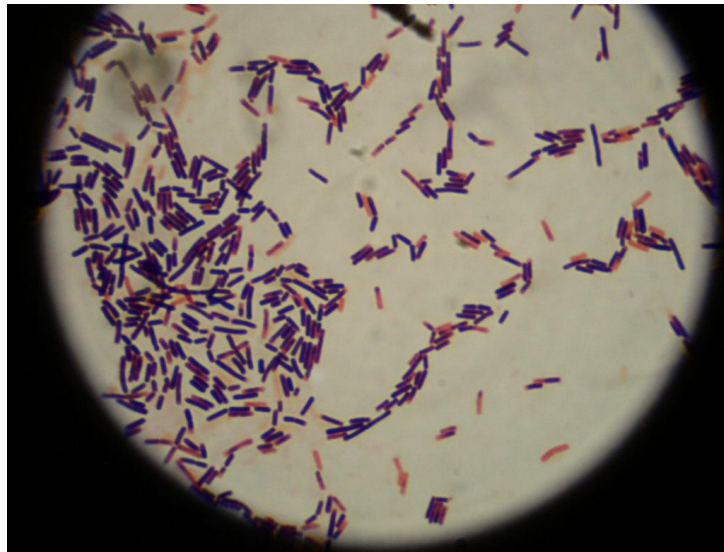
Obr. 6 *Streptococcus lactis* [29]

*Streptococcus lactis* (užívá se v mlékárenském průmyslu) má několik variant s různými vlastnostmi, například *Streptococcus cremoris*, který se používá při výrobě smetany a másla [28].

### 2.3.4 *Lactobacillus acidophilus*

Kulturu tvoří tyčinka velikosti 0,5-1 x 2-10  $\mu\text{m}$ , vyskytující se zřídka v párech nebo krátkých řetězcích. V mladých kulturách je grampozitivní, ve starší kultuře gramlabilní až gramnegativní. Vlivem stáří a překysání kultury jsou tyčinky protáhlé a zprohýbané. *Lactobacillus acidophilus* vytváří R-formy i S-formy kolonií, R-forma se vyznačuje drsnými koloniemi a je obvyklejší u kultur izolovaných ze zdravého lidského trávicího traktu. Růstové teplotní rozmezí se pohybuje mezi 22 až 48  $^{\circ}\text{C}$ , optimální teplota růstu je 37  $^{\circ}\text{C}$ . *Lactobacillus acidophilus* je mikroorganismus homofermentativní, který produkuje velké množství mléčné kyseliny. Její množství se pohybuje mezi 1,6 až 2,0 %. Bylo zjištěno, že

jeho kultivace v kombinaci se *Streptococcus lactis*, var. *tae-tte* zajišťuje udržení původních biologických vlastností i při opětovném zaočkování mléka [30].

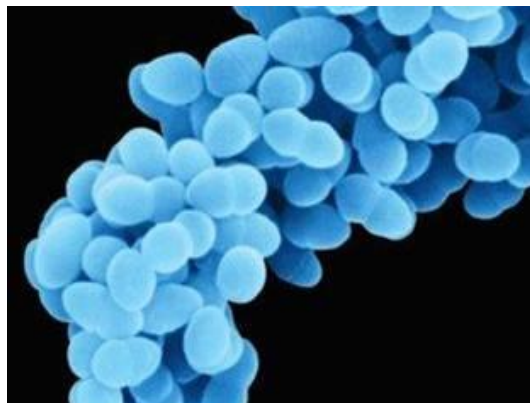


Obr. 7 *Lactobacillus acidophilus*[31]

*Lactobacillus acidophilus* se v mléce uplatňuje svými endoenzymy při štěpení tuků za tvorby volných těkavých kyselin, způsobuje táhlovitost mléka. *Lactobacillus acidophilus* (obr. 7) se může kombinovat se základní kulturou nebo jinými bakteriemi mléčného kvašení, např. se *Streptococcus lactis* var. *tae-tte* a *Pediococcus acidilactici* [24].

### 2.3.5 *Pediococcus acidilactici*

*Pediococcus acidilactici* (obr. 8) tvoří buňky velikosti 0,6 až 1  $\mu\text{m}$ , a to buď jednotlivé diplokoky nebo krátké řetízky. Optimální teplota růstu je 40 až 45  $^{\circ}\text{C}$ . V tekutém prostředí tvoří zákal a slabý sediment. Je homofermentativní, zkvašováním laktózy tvoří inaktivní mléčnou kyselinu. Neroste v prostředí s pH vyšším než 7,2. Zprostředkovává udržení optimálního vztahu mezi laktobacily a streptokoky [24].



Obr. 8 *Pediococcus acidilactici* [32]



## 2.4 Kultivace jogurtových kultur

Jogurtová kultura je pěstována ve vybraném pasterovaném mléce, které je pasterováno při teplotě 98 °C a 60 minut. Jogurtovou kulturu je možné pěstovat i v mléce zahuštěném odpařováním na poloviční objem nebo zahuštěném poloinstantním sušeným mlékem. Obsah tuku v mléce pro kultivaci jogurtu nerozhoduje, a optimální kultivační teplota se pohybuje mezi 40 °C až 45 °C. Při vyšší teplotě kultivace dochází k většímu oddělování syrovátky a hrubší konzistenci koagulátu. Mléko vytemperované na kultivační teplotu se obvykle očkuje 1 % matečné kultury, vyšší dávkování má za následek moučnou až písečnou chuť kultury [24, 30].

Kultivační doba je 3 až 3 a půl hodiny. Jakmile se vytvoří viditelná vrstvička syrovátky, kultura se rychle bez třepání vychladí ve vodní lázni a uskladní v chladničce. V zahuštěném mléce se syrovátka neodděluje. Jogurtovou kulturu jakýmkoli způsobem oslabenou, ať již delší dopravou nebo uskladněním při vyšší teplotě, je třeba oživit. Očkuje se jednorázově až 3 % matečného kmene bez zvýšení kultivační teploty. Kultivační doba se prodlouží do dobrého sražení kultury, ne však déle než 15 hodin. Kultura, která ani po této době mléko nekoaguluje, je pro další kultivaci nevhodná. Jogurtová kultura je odolnější vůči vlivu mléčné kyseliny, přesto se pro její udržení ve vitálním stavu doporučuje přeočkovávat ji po 24 hodinách, maximálně však po 48 hodinách [24, 28].

## 2.5 Znaky jogurtové kultury a její význam pro lidský organismus

Konzistence po rozmíchání je hustá, hrubší než u základní kultury. Film neulpívá na stěnách skleněných nádob, ale rozděluje se ve stékající praménky. V zahuštěném mléce má kultura lasturovitý lom a lze ji krájet. Vůně je kyselá, typicky jogurtová, žádoucí je chuť ovocně kyselá. Kultura v nezahuštěném mléce dosahuje titrační kyselosti 40 až 50°SH, v zahuštěném mléce 55 až 70°SH. Kombinací různých kmenů kultur je možné dosáhnout žádoucích výsledků ve výrobě klasických i šlehaných jogurtů [24].

Celková stravitelnost kysaných mléčných výrobků je vyšší než u sladkého mléka a je závislá na druhu použitých kultur. Laktobacilové kultury mají vyšší účinnost než kultury streptokokové [30].

Jogurtová kultura musí vykazovat:

- vitální růstovou dynamiku,
- čistotu (nesmí být kontaminována),

- tvorbu výrazné jogurtové chuti bez nežádoucích pachutí,
- tvorbu žádoucí rezistence,
- stabilitu (musí udržovat rovnováhu mezi druhy kultur),
- při skladování za chladu musí zastavit kysání,
- nesmí mít tendenci navozovat synerezi (uvolňování syrovátky),
- být rezistentní vůči antibiotikům a být snadno udržitelná,
- být rezistentní vůči fágům [24].

K zajištění normální střevní mikroflóry u člověka účinně přispívá konzumace kysaných mléčných výrobků, a to především těch, které obsahují *Bifidobacterium bifidum* a *Lactobacillus acidophilus*, jež se v trávicím traktu adaptují a zlepšují trávení. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* může mít v tomto ohledu v jogurtu podobné účinky (adaptace v trávicím traktu a tím zlepšení trávení). Ne všechny kmeny bakterie *Lactobacillus acidophilus* jsou schopny adaptace v trávicím traktu. Z hlediska léčebných účinků je důležité udržet *Lactobacillus acidophilus* ve střevní mikroflóře [24, 30].

*Streptococcus lactis*, var. *tae-tte*, se doporučuje konzumovat v kombinaci s *Lactobacillus acidophilus*, neboť je vedle dalších mikroorganismů považován za vhodnou doprovodnou mikroflóru usnadňující adaptaci této bakterie v trávicím traktu [30].

### 3 ČISTÉ MLÉKAŘSKÉ KULTURY

Čisté mlékařské kultury jsou jednotlivé kultury nebo častěji směsi definovaných a živých organismů, které jsou používány pro zaočkování mléka, s cílem zahájit proces fermentace, který podmiňuje vlastnosti finálního výrobku. Čisté mlékařské kultury je možné dělit z celé řady hledisek. V převažující míře se používají čisté mlékařské kultury v tekutém stavu, méně se používají například lyofilizované nebo koncentrované hlubokozamražené kultury. Zaočkování čistými mlékařskými kulturami je ve výrobě vhodnější ve srovnání s používáním přírodních zákysů. Byla odstraněna závislost mléčných výrobků na složení přírodní mikroflóry mléka používaného k výrobě. Tím se zabránilo značnému kolísání jakosti výrobků, které bylo způsobeno proměnlivým složením přírodní mikroflóry [4, 9].

Používání čistých mlékařských kultur vytvořilo předpoklad pro pasterizaci mléka, a tím i zajištění zdravotní nezávadnosti mléčných výrobků. Využívání čistých mlékařských kultur umožňuje výrobu kvalitnějších mléčných výrobků [4, 9, 24].

Aplikovaná mikrobiologie se uplatnila v celém potravinářském průmyslu k potlačení nežádoucích a škodlivých nebo dokonce patogenních mikroorganismů ve zpracovávané surovině, ale také ve využívání vlastností a činnosti užitečných mikroorganismů, které se do suroviny zavádějí, aby se zajistil postup výrobního procesu [4, 9, 24].

Dělení čistých mlékařských kultur podle skupin mikroorganismů:

- bakteriální (např. zástupci rodů *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus* atd.),
- kvasinkové (např. zástupci rodů *Candida*, *Kluyveromyces*),
- plísňové (např. zástupci rodu *Penicillium*),
- smíšené (obsahují obvykle bakterie i kvasinky jako *Brevibacterium linens* nebo *Torulopsis candida*) [9].

#### 3.1 Vývoj čistých mlékařských kultur

Radikální změnu původního primitivního mlékařství přinesly teprve technické objevy v oboru potravinářského strojírenství a technické mikrobiologie. Odstředování mléka a jeho pasterace se staly základem nové pokrokové technologie výroby tekutých mléčných výrobků, másla a sýrů. Došlo k osvětlení mikrobiologického složení mléka, podstaty činnosti mikroorganismů v mléce, určení jejich životních podmínek a účinků. Kodaňský profesor Storch se zabýval řadu let zkoumáním složení a účinků přírodních zákysů, používaných tehdy k výrobě másla, na základě získaných poznatků vypěstoval z přírodních zákysů

první čisté mlékařské kultury, které se v krátké době uplatnily v hlavních odvětvích mlékařské výroby. K průkopníkům čistých mlékařských kultur patří však i řada dalších významných světových mikrobiologů, např. Orla-Jensen, v České Republice zejména Dr Laxa a Dr. Pavlák [24].

### **3.2 Význam správného pěstování a používání čistých mlékařských kultur v mlékárenském průmyslu**

Čisté mlékařské kultury svými fyzikálně chemickými účinky, tvorbou ochranných látek a tvorbou výživných a léčivých hodnot, jsou základním a nejdůležitějším činitelem při výrobě mléčných výrobků. Příznivé účinky čistých mlékařských kultur používaných k zajištění lepší a standardní jakosti mléčných výrobků a jejich zvýšené trvanlivosti v souvislosti s vyloučením mikrobiálních a chemických vad, mají příznivý vliv i na ekonomiku mlékařské výroby. [23, 24].

Z důležitosti funkce čistých mlékařských kultur vyplývá náročnost na techniku práce s nimi, tj. na jejich vysoce odborné používání při výrobě. Dokonalé ovládnutí techniky práce s čistými mlékařskými kulturami patří k povinnosti každého mlékařského technika. Nejdůležitější je způsob pěstování kultur. Čisté mlékařské kultury mají význam technický, ale také ekonomický. Stav používání čistých mlékařských kultur v mlékárnách není vždy uspokojivý. Nepracuje-li se s kulturami s náležitou péčí a nedodrží-li se při přípravě matečných a provozních zákysů i při výrobě jednotlivých druhů mléčných výrobků správná technika práce, vyrábějí se mléčné výrobky méně jakostní nebo dokonce výrobky zmetkové [23, 24].

### **3.3 Význam mlékařských kultur pro lidský organismus**

Z široké nabídky čistých mlékařských kultur používaných k výrobě fermentovaných mléčných výrobků má jen několik předpoklady stát se probiotikem. V probiotických výrobcích jsou používány výhradně bakterie mléčného kvašení, a to hlavně bakterie rodu *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*.

Tyto bakterie obnovují složení střevní mikroflóry, a tím příznivě ovlivňují obranou reakci organismu. V současné době jsou hledány cesty, jak udržet příznivě působící bakterie v trávicím traktu s trvalejším efektem. V průběhu užívání mléčných výrobků s obsahem těchto bakterií jsou tyto prokazovány ve stolici [33, 34].

## 4 BIFIDOBAKTERIE

Bifidobakterie, stejně jako laktobacily, patří mezi bakterie, které nazýváme probiotika. Probiotiky označujeme živé organismy, které jsou spojeny se zdravotními výhodami. Nejčastěji se vyskytují v zakysaných mléčných výrobcích s bakteriemi mléčného kvašení, například v jogurtech nebo keřírovém mléce. Bifidobakterie by měly být dodávány do organismu v potravě [19, 33].

Bifidobakterie jsou převážně striktními anaeroby, avšak v přítomnosti CO<sub>2</sub> krátkou dobu tolerují kyslík, za aerobních podmínek vzniká H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Teplotní optimum se pohybuje mezi 37 - 43 °C [35].

Bifidobakterie jsou morfologicky vysoce variabilní, jejich tvar se mění podle živné půdy, na které jsou pěstovány. Typické jsou kyjovité, amforovité tvary a tyčinky tvarované do podoby písmene Y. Morfologické tvary bifidobakterií jsou důležitými diagnostickými znaky jednotlivých druhů. Bifidobakterie lépe rostou v mateřském mléce než v kravském, což je způsobeno větším obsahem proteinů a tuků, dále přítomností růstových faktorů a hormonálních látek v mateřském mléce. Z tohoto důvodu se při výrobě bifidogenních kultur přistupuje k tzv. humanizaci kravského mléka pomocí proteinů a minerálních látek tak, aby se výsledný produkt co nejvíce podobal mateřskému mléku [4, 35].

### 4.1 Bifidobakterie a jejich význam pro lidský organismus

Bifidobakterie jsou obyvatelé trávicího traktu drobných i velkých zvířat. Nejvyšší počty se vyskytují ve výkalech kojenců, kde se nacházejí převážně druhy *B. breve* a *B. infantis*, zatímco u dospělých převládají *B. adolescentis* a *B. longum*. U kojených dětí se předpokládá, že mateřské mléko zajistí svým vhodným složením osídlení intestinálního traktu bifidobakteriemi. V tomto prvním vývojovém období je ve střevě zdravých dětí 90 % bifidobakterií z celkového počtu bakterií, později počet bifidobakterií klesá a ve střevě začínají dominovat anaerobní bakterie rodů *Bacteroides*, *Eubacterium*, *Fusobacterium* a *Clostridium*, přičemž doplňkovou mikroflóru tvoří laktobacily, enterokoky, koliformní a ostatní bakterie [3, 21, 28].

Podstatnou vlastností prospěšných bakterií je schopnost adorovat na epitel střevní stěny. Navázáním bifidobakterií a laktobacilů na povrch střevních stěn se stimuluje jejich obnova. Výrobky získané fermentací mléka *Bifidobacterium sp.* působí pozitivně na trávicí pochody a celkový zdravotní stav konzumentů. Vzhledem k organoleptickým vlastnostem acido-

filní kultury (velmi ostře kyselá chuť) a bifidových kultur (výrazná octová chuť u kmenů *Bifidobacterium bifidum*), které nejsou konzumenty pozitivně přijímány, se obvykle pro výrobu používají kombinace s jinými kulturami [4, 35].

Používání kombinací probiotických kultur, může být vhodné z důvodu překonání problému, jako je pomalé kysání. Úspěšné udržení bakterií ve střevě také závisí na použitých kulturách a na toleranci vůči žlučovým solím [36].

## **PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo:

- stručně charakterizovat pasteraci mléka pro výrobu jogurtů
- vyrobit jogurty s různými koncentracemi přídatných látek
- měření pH a textury u vyrobených jogurtů
- vyhodnocení získaných výsledků

Výroba jogurtů byla realizována prakticky za laboratorních podmínek. U vyrobených jogurtů byly měřeny texturní vlastnosti a pH. Výsledky byly vyhodnoceny zapsány a diskutovány s dostupnou literaturou.



## 6 MATERIÁL

### 6.1 Přístrojová technika

- běžné laboratorní pomůcky (skleněné tyčinky, lžičky, odměrné válce, láhve, potravinářské obaly, vodní lázeň, elektrický vařič a žehlička)
- digitální váha Kern, Německo
- pH - metr pH Spear for food testing
- texturometr TA-XT plus
- biologický inkubátor
- lednička Elektrolux

### 6.2 Schéma experimentu

V rámci této práce byly vyrobeny tři série jogurtů. V každé sérii byly vyrobeny čtyři typy jogurtů. Celkem tedy dvanáct výrobků. Do výrobků byla přidávána v různé koncentraci lněná močka, arabská guma a lněný olej. Pro jednodušší rozlišení dostaly výrobky pracovní označení:

<b>První výroba</b>	1.A	1.B	1.C	1.D
<b>Druhá výroba</b>	2.A	2.B	2.C	2.D
<b>Třetí výroba</b>	3.A	3.B	3.C	3.D

*Tab. 2 Pracovní označení výrobků*

## 7 METODIKA PRÁCE

### 7.1 Postup výroby jogurtů

Jako základní surovina pro výrobu jogurtů bylo použito plnotučné mléko s obsahem tuku 3,5 %, sušené odstředěné mléko, smetana ke šlehání s obsahem tuku 33 %, lněná moučka, arabská guma a lněný olej. Na zakysání byla použita jogurtová kultura. V každé výrobě bylo použito jiné množství daných surovin. U každé série výrobků byl vyroben kontrolní vzorek bez obsahu přídatných látek.

Do 500 ml nádoby bylo odměrným válcem odměřeno adekvátní množství plnotučného mléka, do kterého byly postupně vmíchány další suroviny - sušené mléko a smetana. Poté byla přidána arabská guma nebo lněný olej, tyto přídatné látky byly před pasterací mléka rozmíchány s ostatními surovinami, dále následovala pasterace.

Pasterace probíhala pomocí vodní lázně při teplotě 80°C po dobu 10 minut. Následné zchlazení pasterovaného mléka probíhalo taktéž ve vodní lázni, kde byly vzorky zchlazeny pod 40 °C.

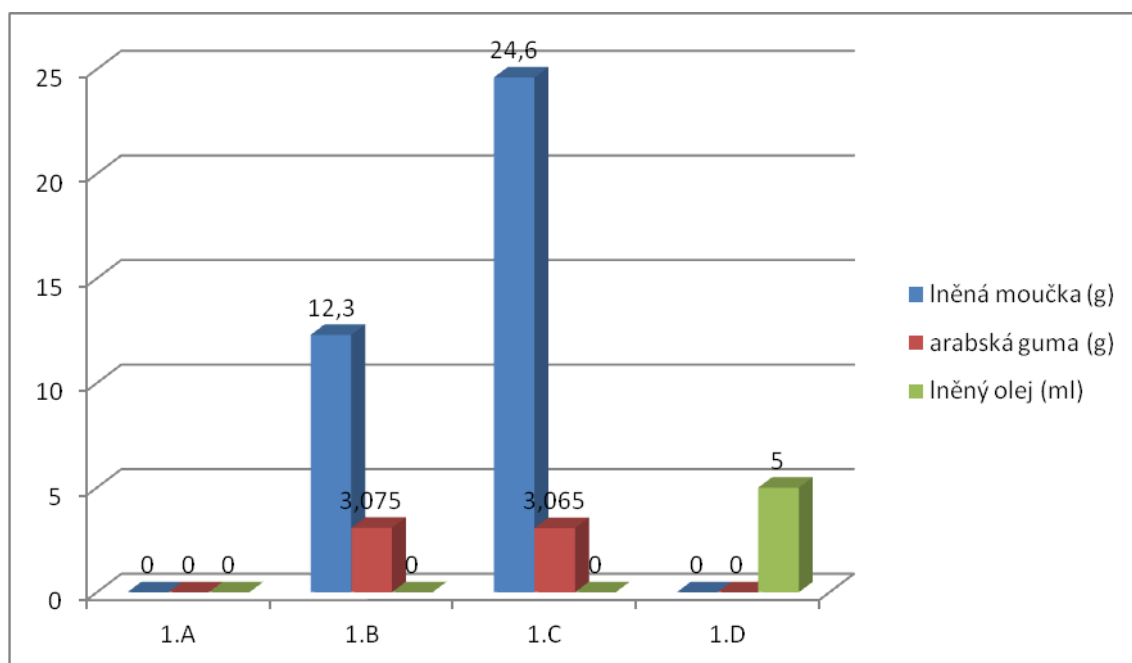
Dalším krokem bylo očkování jogurtovou kulturou s obsahem *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, která byla dobře rozmíchána. Lahve s touto směsí byly vloženy do tzv. inkubátorů, kde bylo inkubováno při teplotě 40°C po dobu několika hodin. V pravidelných intervalech bylo měřeno pH, jakmile pH kleslo pod 4,6, byly láhve vyjmuty a ponechány vychladit.

U některých jogurtů byla po inkubaci vmíchána lněná moučka. Poté byl výrobek plněn do potravinářských obalů (plastových kelímků) o objemu 80 ml. Kelímky byly uzavírány pomocí zažehlení hliníkovou folií, byly popsány jednotlivé vzorky, které byly následně vloženy do ledničky, kde byly ponechány zrát 7 dní, při teplotě okolo 4°C.

**Přehled jednotlivých sérií výrob:**

1. výroba jogurtů	A	B	C	D
	kontrola	standardní obsah moučky	vyšší obsah moučky	obsah lněného oleje
mléko (ml)	500	500	500	500
sušené mléko (g)	5	5	5	5
smetana (ml)	115	115	115	115
jogurtová kultura (g)	5	5	5	5
lněná moučka (g)	0	12,3	24,6	0
arabská guma (g)	0	3,075	3,065	0
lněný olej (ml)	0	0	0	5

Tab. 3 Složení 1. série jogurtů

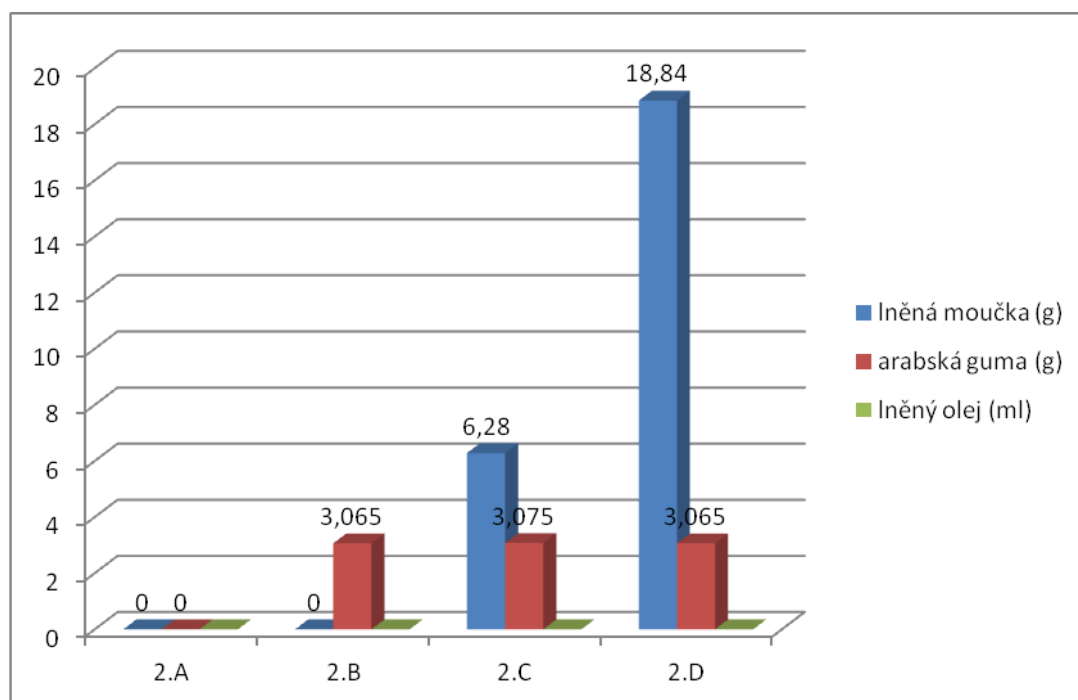


Obr. 9 Množství lněné moučky, arabské gummy a lněného oleje v 1. sérii jogurtů

Výrobek A byl vyroben bez přídavku hydrokoloidů jen se základními surovinami. Do výrobku B a C byla v malé koncentraci přidána arabská guma a v poměrně vysoké koncentraci lněná moučka. Do výrobku D byl navíc přidán i lněný olej.

2. výroba jogurtů	A	B	C	D
	kontrola bez moučky a koloidů	kontrola bez moučky	první koncentrace moučky (1%)	druhá koncentrace moučky (3%)
mléko (ml)	500	500	500	500
sušené mléko (g)	5	5	5	5
smetana (ml)	115	115	115	115
jogurtová kultura (g)	5	5	5	5
lněná moučka (g)	0	0	6,28	18,84
arabská guma (g)	0	3,065	3,075	3,065
lněný olej (ml)	0	0	0	0

Tab. 4 Složení 2. série jogurtů

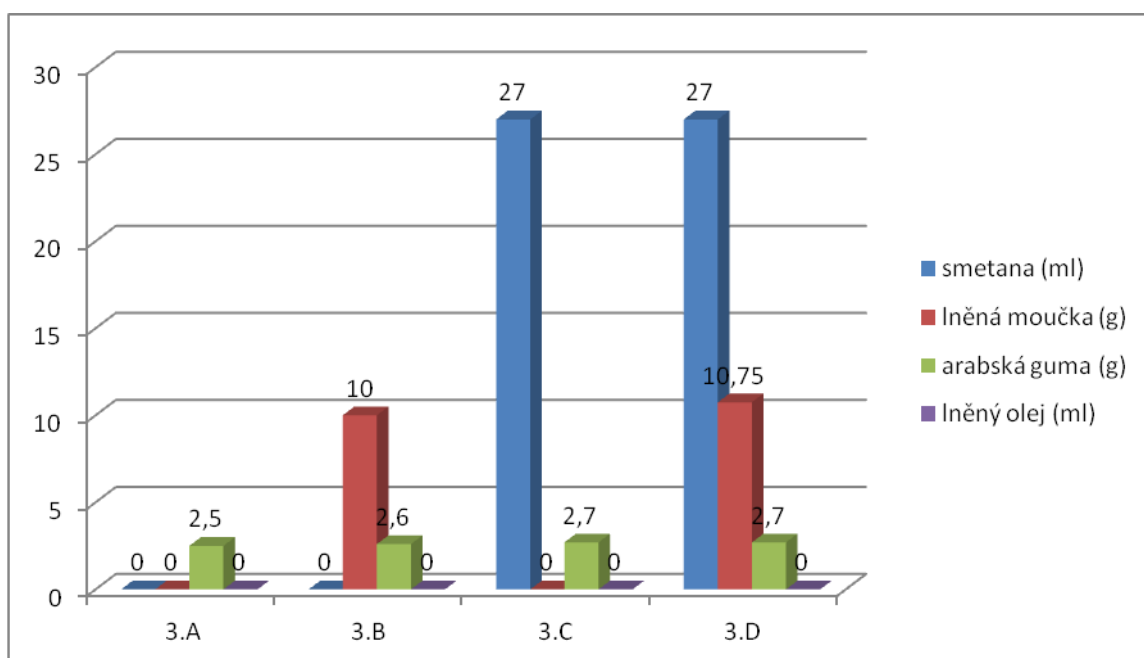


Obr. 10 Množství lněné moučky, arabské gummy a lněného oleje v 2. sérii jogurtů

První výrobek A byl vyroben bez přidavku hydrokoloidů pouze se základními surovinami. Do výrobku B, C a D byla v malé koncentraci přidána arabská guma. Lněná moučka byla přidána do výrobku C a D.

3. výroba jogurtů	A	B	C	D
	kontrola bez lněné moučky, tučnost 3,5 %	2% koncentrace lněné moučky, tučnost 3,5%	kontrola bez lněné moučky, tučnost 5%	2% koncentrace lněné moučky, tučnost 5%
mléko (ml)	500	500	500	500
sušené mléko (g)	5	5	5	5
smetana (ml)	0	0	27	27
jogurtová kultura (g)	5	5	5	5
lněná moučka (g)	0	10	0	10,75
arabská guma (g)	2,5	2,6	2,7	2,7
lněný olej (ml)	0	0	0	0

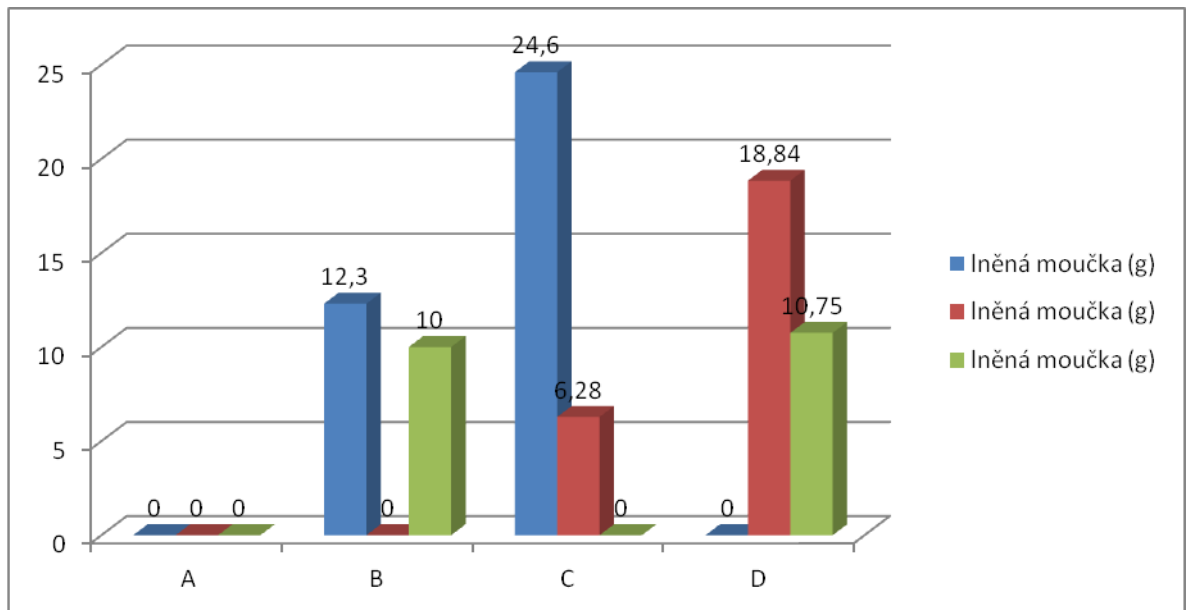
Tab. 5 Složení 3. série jogurtů



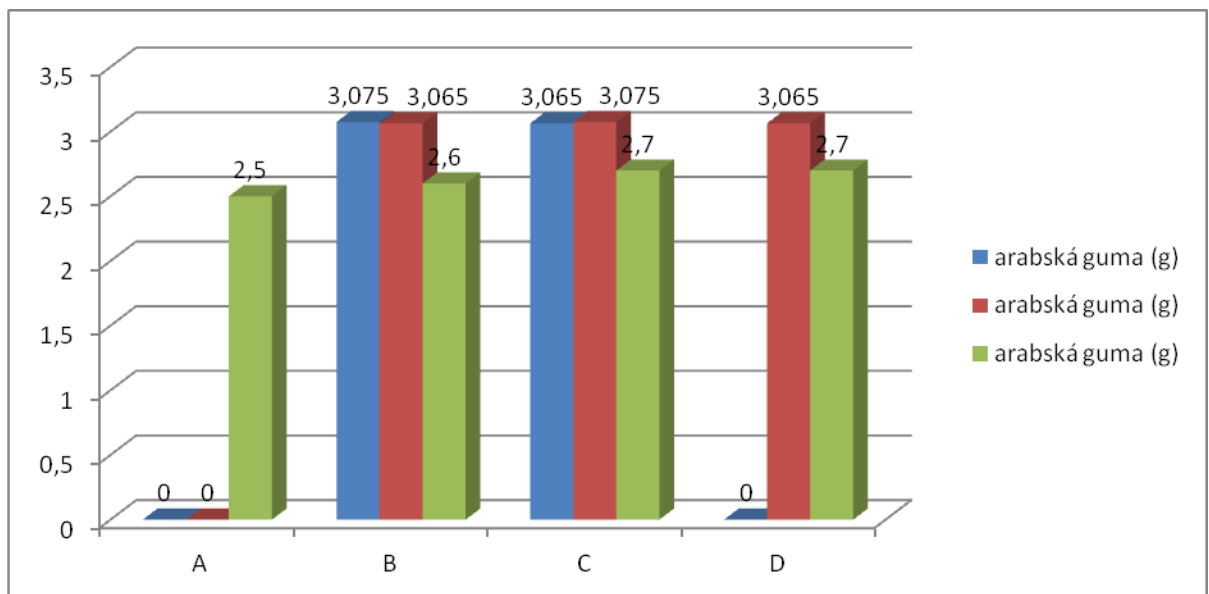
Obr. 11 Množství smetany, lněné moučky, arabské gummy a lněného oleje v 3. sérii jogurtů

Ve třetí sérii výrob bylo cílem ověřit, zda je možná výroba jogurtů se sníženou tučností za přítomnosti určitých koncentrací hydrokoloidů. Arabská guma byla přidána do všech výrobků v malé koncentraci. Lněná moučka byla přidána pouze do výrobků B a D.

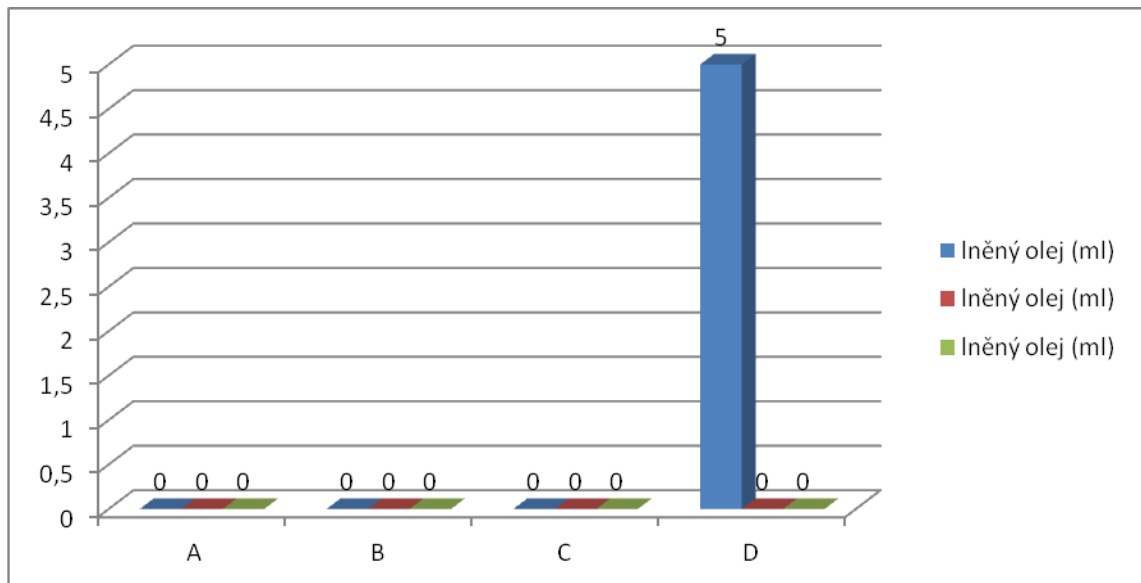
V grafu (Obr. 11) je také znázorněna koncentrace smetany, jelikož se jedná o výrobky, kde byl sledován obsah tuku.

**Přehled výrob s použitím koloidů:**

Obr. 12 Použití lněné moučky u všech třech sérií jogurtů



Obr. 13 Použití arabské guma u všech třech sérií jogurtů



*Obr. 14 Použití lněného oleje u všech třech sérií jogurtů*

Lněný olej byl použit pouze jednou pro výrobu výrobku D z první série výrobků.

Grafy (Obr. 12, Obr. 13 a Obr. 14) znázorňují použití jednotlivých hydrokoloidů u jednotlivých sérií výrobků. První výroba je znázorněna modře, druhá výroba červeně a třetí výroba zeleně. Jednotlivé výrobky byly označeny písmeny A, B, C a D.

## 7.2 Měření texturních vlastností

Texturní vlastnosti výrobku závisí na jeho mikrostruktuře, ale také na fyzikálně-chemických interakcích mezi různými konstrukčními prvky. Mezi dva hlavní prvky mikrostruktury mléka patří kaseinové micely a mléčný tuk. Přídavek jakýchkoli stabilizátorů může mít vliv na reologické vlastnosti ve strukturách mléčných výrobků [37, 38].

Pro vyhodnocení texturních vlastností byl použit texturometr TA-XT plus, sloužící ke stanovení textury a mechanických vlastností potravin. Při měření bylo použito cylindrické sondy o průměru 20 mm a hmotnosti 16,391 g, hloubka penetrace byla 10 mm. Texturní analyzátor TA-XT plus měří relativní lepivost, tvrdost a kohezivnost neboli soudržnost.

Relativní lepivost je dána určitou prací, která je potřebná k překonání přitažlivých sil mezi povrchem sondy a povrchem jogurtu. Kohezivnost (soudržnost) je definována jako síla vnitřních vazeb, které tvoří potravinu [39, 40].

Tvrdost se popisuje jako síla, která je potřebná k dosažení určité deformaci výrobku [41]. Veškeré měření probíhalo v laboratoři při laboratorní teplotě. Měření textury bylo provedeno u všech vzorků druhé a třetí výroby po sedmi dnech skladování při teplotě 4 - 7 °C.

## 7.3 Stanovení aktivní kyselosti (pH)

Hodnota pH je definována jako záporně vzatý dekadický logaritmus aktivity oxoniových kationů. Pro stanovení aktivní kyselosti byl použit vpichový pH-metr pH Spear for food se skleněnou elektrodou. Měrná elektroda byla ponořena do měřeného vzorku a po ustálení hodnoty na digitálním displeji byla odečtena hodnota pH. Po proměření vzorků byla elektroda otřena a byl jí nasazen ochranný kryt s uchovávacím roztokem.

Stanovení aktivní kyselosti (pH) bylo také provedeno u všech vzorků druhé a třetí série výroby po sedmi dnech skladování při teplotě 4 - 7 °C.



## 8 VÝSLEDKY A HODNOCENÍ

Účelem provedeného experimentu bylo zjištění textury jednotlivých vzorků jogurtů (tvrdost, kohezivnost, relativní lepivost) a měření pH u jogurtů po přidavku přídatných látek

### 8.1 Výsledky měření pH

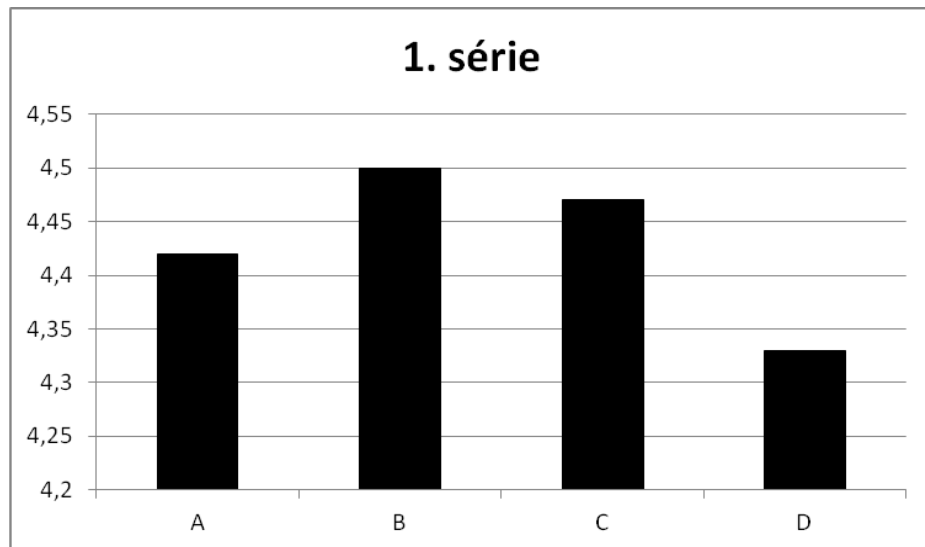
Měření pH bylo provedeno u dvou sérií výrob u všech výrobců po 7 dnech skladování při teplotě okolo 4°C. Hlavním cílem bylo dosáhnout optimálních hodnot pH. Optimální hodnota pH u jogurtů se obvykle pohybuje v rozmezí 3,8 – 4,5. Příčinou vyššího či nižšího pH může být přídavek hydrokoloidů.

Hodnoty pH vzorků jogurtů s přídavkem hydrokoloidů se pohybovaly v rozmezí 3,94 – 4,47, což odpovídá normální hodnotě.

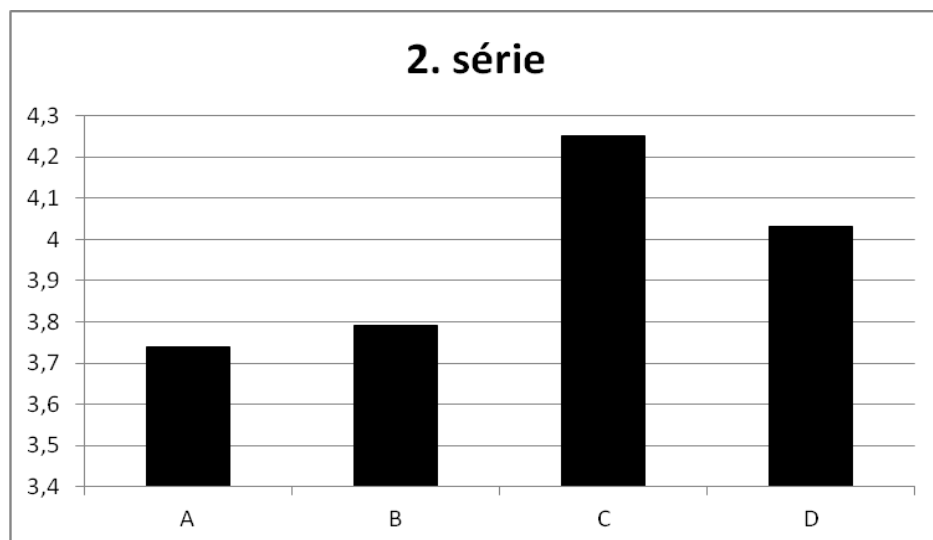
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>1. série</b>	4,42	4,5	4,47	4,33
<b>2. série</b>	3,74	3,79	4,25	4,03
<b>3. série</b>	3,94	4,04	3,97	4,08

*Tab. 6 Hodnoty pH jogurtů*

Hodnoty pH u vzorků bez přidaného hydrokoloidu byly v rozmezí 3,74- 4,42, což je podle očekávání také optimální. Rozdíly naměřených hodnot nebyly velké, hodnoty se vždy pohybovaly v optimálním rozmezí. Naopak tomu bylo u jogurtů s přídavkem lněné moučky, kde bylo pH nad 4.

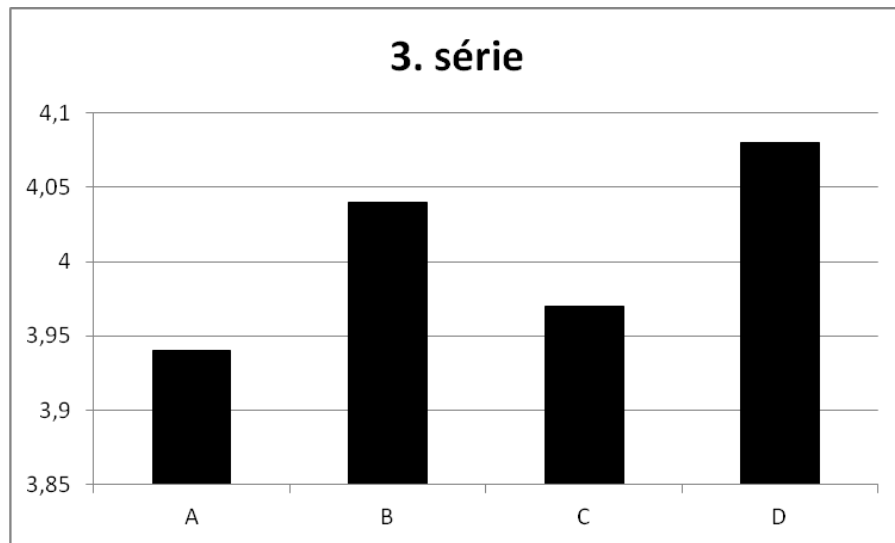


*Obr. 15 Hodnoty pH 1. série jogurtů*

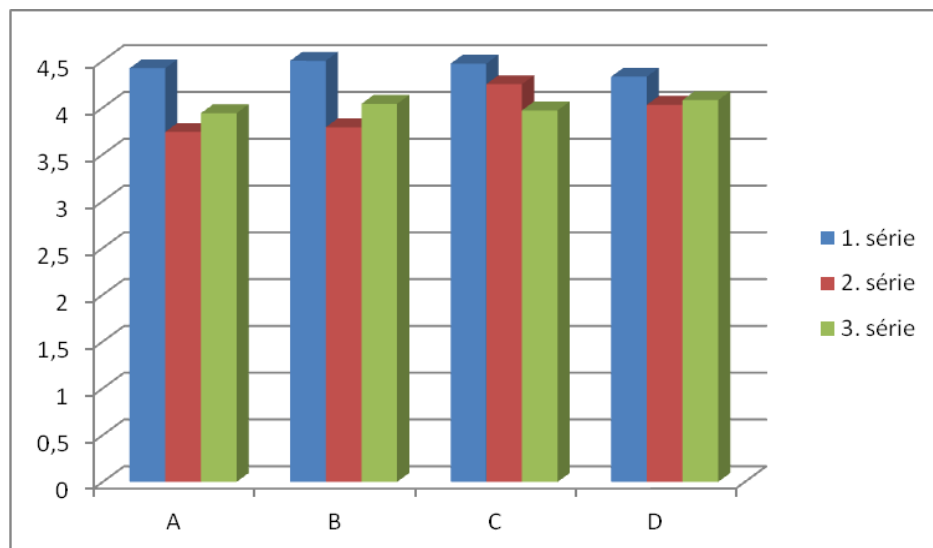


*Obr. 16 Hodnoty pH 2. série jogurtů*

Je pravděpodobné, že vyšší koncentrace lněné moučky má vliv na hodnotu pH výrobků. Přídavek ostatních hydrokoloidů měl minimální vliv na hodnoty naměřeného pH.



Obr. 17 Hodnoty pH 3. série jogurtů



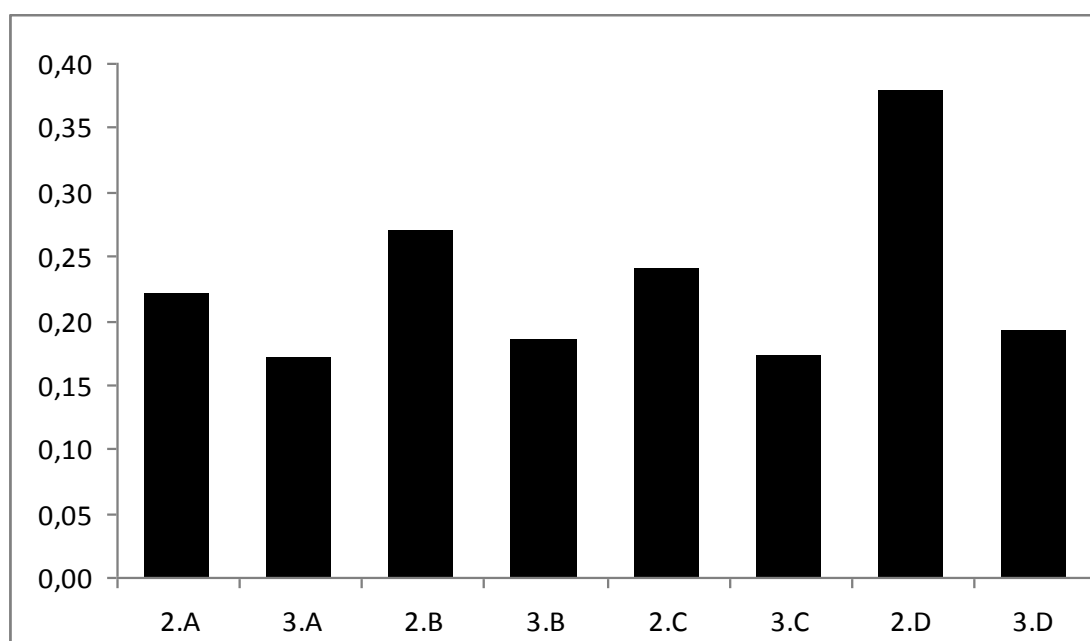
Obr. 18 Hodnoty pH všech sérií jogurtů

## 8.2 Výsledky měření texturní analýzy

U vybraných vzorků byla měřena tvrdost, kohezivnost a relativní lepivost. Ke každé analýze byly pro lepší přesnost vytvořeny dva grafy, a to sloupcový a polynomický.

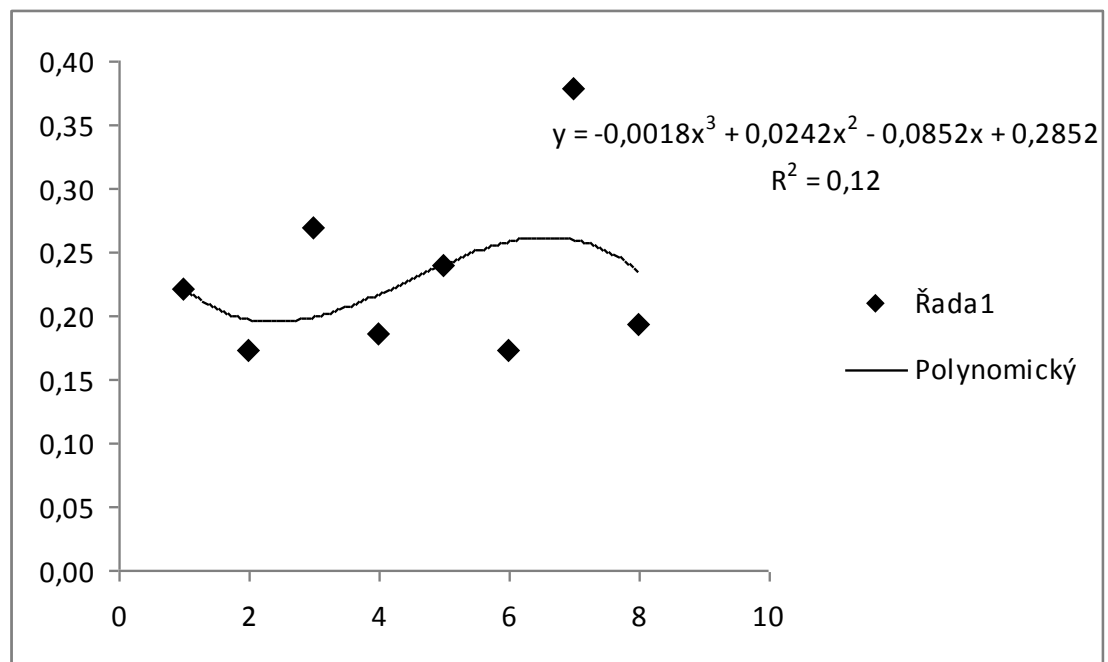
### 8.2.1 Tvrdost

Měření bylo provedeno u 8 výrobků po 7 dnech skladování při teplotě okolo 4°C. Jak již bylo zmíněno, tvrdost analyzovaných vzorků byla měřena pomocí texturního analyzátoru TA-XT plus.



*Obr. 19 Graf sloupcový - Závislost tvrdosti jogurtů na koncentraci přidávaných hydrokoloidů.*

Z grafu (Obr. 19) je patrné, že tvrdost jogurtů roste se zvyšující se koncentrací hydrokoloidů. Nejvyšší hodnota tvrdosti byla naměřena u výrobku 2. D, kde bylo použito lněné moučky v nejvyšší koncentraci. Tvrdost ve třetí sérii výroby byla pravděpodobně ovlivněna snížením obsahu smetany, protože naměřená hodnota u těchto výrobků byla nejnižší.

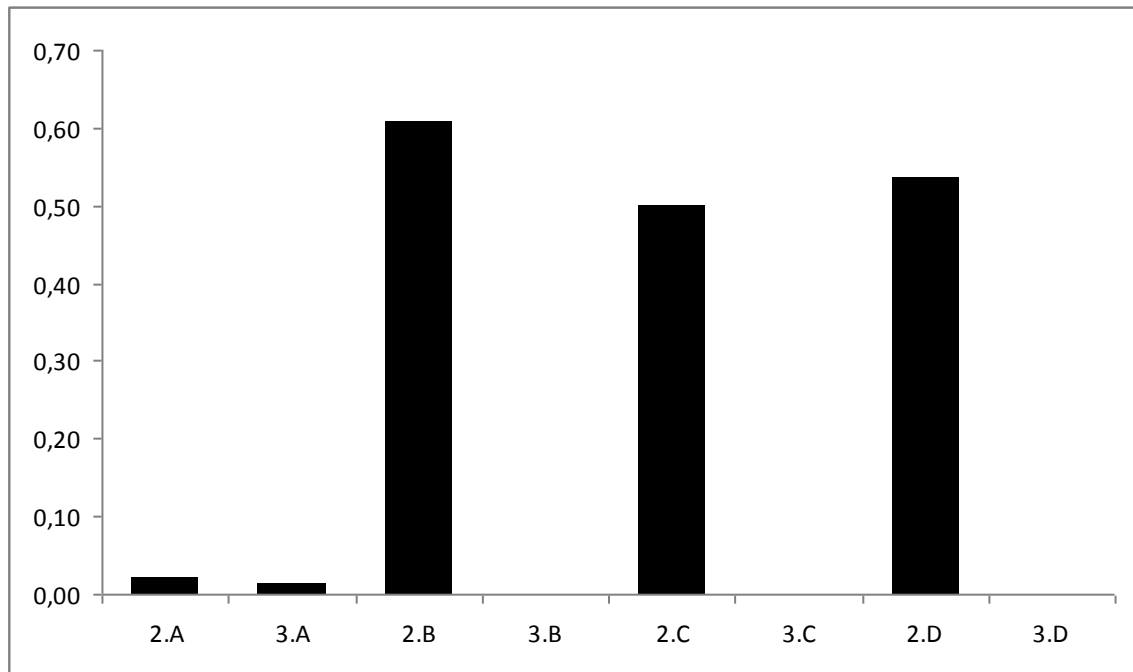


Obr. 20 Graf polynomický - Závislost tvrdosti jogurtů na koncentraci přidávaných hydrokoloidů.

U vzorků 3. C a 3. D byl obsah smetany snížen ze 115 ml na 27 ml. U výrobků 3. A a 3. B nebyla smetana přidána vůbec. Naměřená hodnota tvrdosti u výrobku 3. A byla nejnižší, což bylo pravděpodobně způsobeno tím, že vzorek neobsahoval lněnou moučku na rozdíl od výrobku 3. B, který měl hodnotu vyšší.

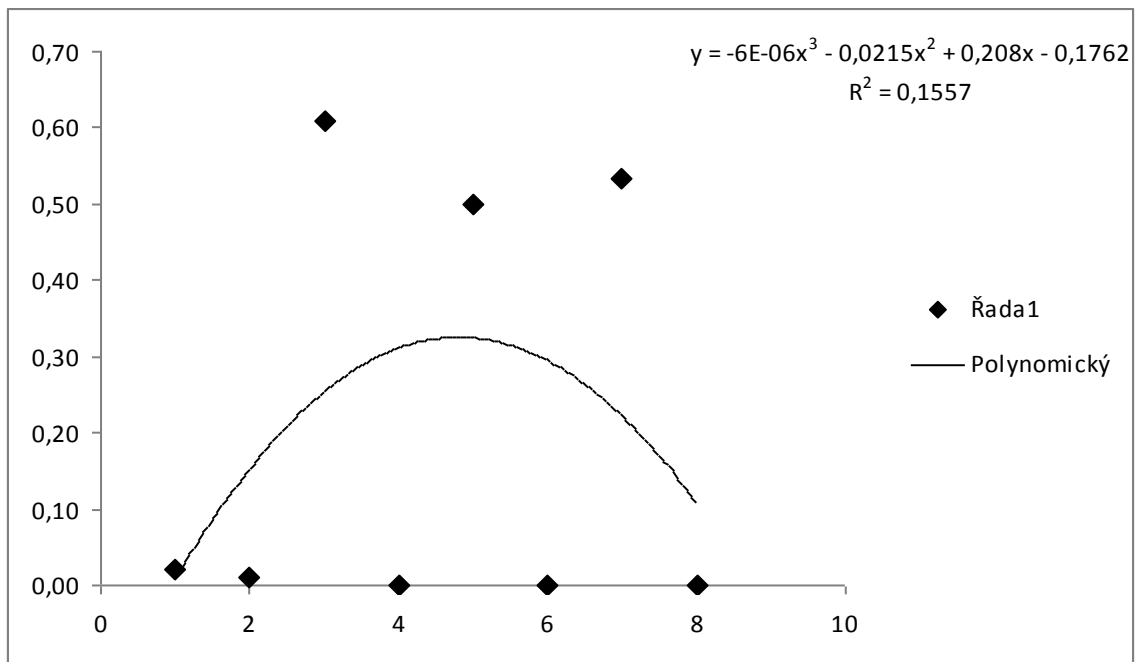
## 8.2.2 Kohezivnost

Průměrná hodnota kohezivnosti analyzovaných vzorků jogurtů byla 0,21.



*Obr. 21 Graf sloupcový - Závislost kohezivnosti jogurtů na koncentraci přidávaných hydrokolidů.*

Vzorky jejichž hodnota byla naměřena od 0,00 – 0,01 obsahovaly buď malé nebo žádné množství smetany. Naopak u vzorků, které obsahovaly 115 ml smetany (největší množství), byla naměřená hodnota od 0,02 – 0,61. Čím vyšší byly přídavky smetany do jogurtů, tím vyšší byly hodnoty kohezivnosti.



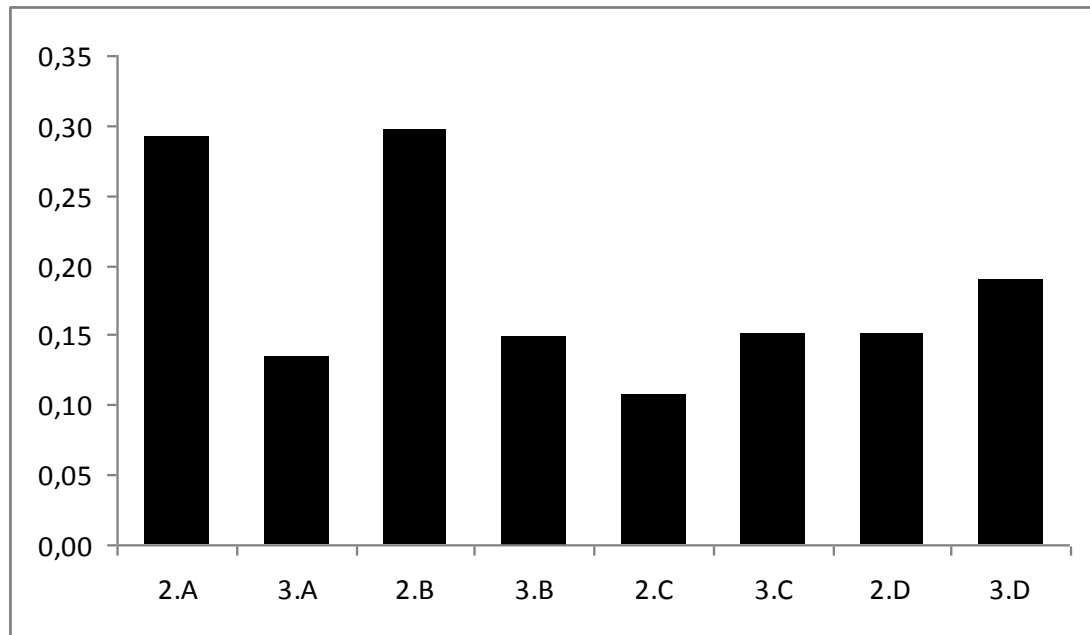
Obr. 22 Graf polynomický - Závislost kohezivnosti jogurtů na koncentraci přidávaných hydrokoloidů.

Z důvodu přidavku hydrokoloidů byly změny kohezivnosti poměrně nevýznamné.

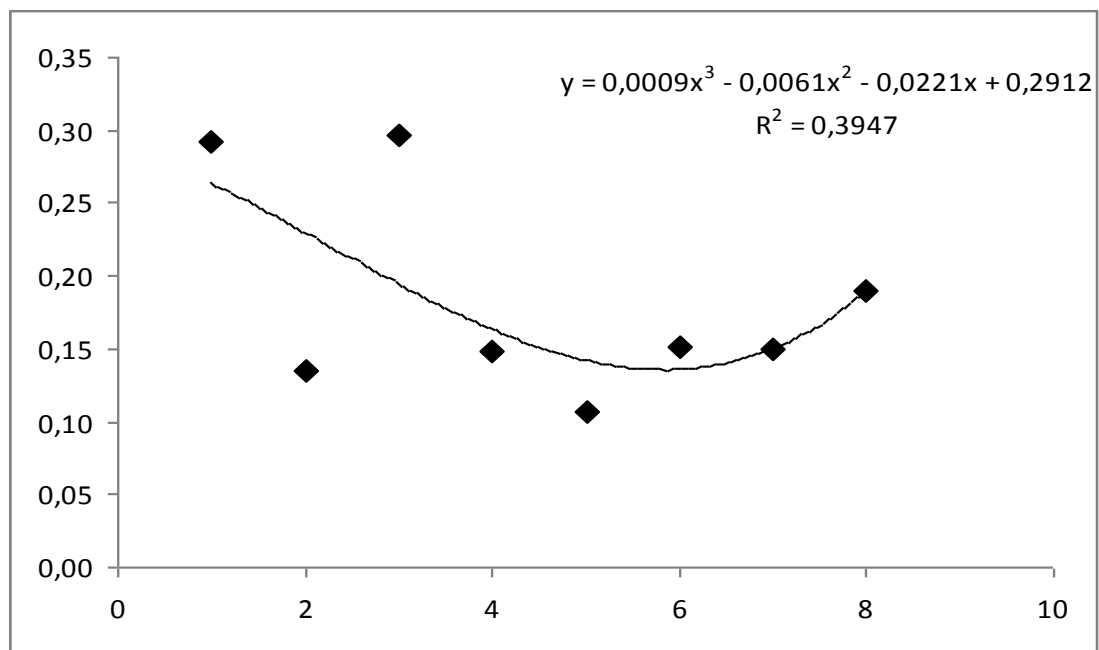
### 8.2.3 Relativní lepivost

Relativní lepivost analyzovaných vzorků jogurtů klesala s rostoucím přidavkem hydrokoloidů. Největší hodnota byla naměřena u vzorku 2. A, který neobsahoval žádné hydrokoloidy, měl tedy největší lepivost.

Celkové hodnoty relativní lepivosti se pohybovaly v rozmezí od 0,11 – 0,30.



Obr. 23 Graf sloupkový - Závislost relativní lepivosti jogurtů na koncentraci přidávaných hydrokoloidů.



Obr. 24 Graf polynomický - Závislost relativní lepivosti jogurtů na koncentraci přidávaných hydrokoloidů.



## 9 DISKUSE

Po 7 dnech skladování vyrobených vzorků jogurtů s přidavkem hydrokoloidů byly zjišťovány změny jakostních parametrů pomocí základních ukazatelů (textura, pH). Hodnoty pH vyrobených vzorků jogurtů s přidavkem různé koncentrace hydrokoloidů se pohybovaly v rozmezí 3,94 - 4,47 což odpovídá téměř normálním hodnotám pH u jogurtů. Hodnoty vzorků jogurtů bez přidavku hydrokoloidu odpovídaly také normálnímu pH u jogurtů. Rozdíly naměřených hodnot nebyly velké, ale s přidavkem lněné moučky bylo vždy pH nad 4. Z čehož lze usoudit, že vliv na hodnotu pH výrobků by mohla mít lněná moučka. Přídavek ostatních hydrokoloidů měl minimální vliv na hodnoty naměřeného pH. Optimální hodnota pH u jogurtů se většinou pohybuje v rozmezí 3,8 – 4.5.

Tvrдость u vyrobených vzorků jogurtů byla ovlivněna přidavkem hydrokoloidů. S vyšší koncentrací hydrokoloidů byla hodnota tvrdosti vyšší. Při pokusech vedoucích ke zlepšení kvality jogurtů byla využita směs několika stabilizátorů, a to karagenanu, xanthanu, guarové gumy a pektinu naopak docházelo k poklesu tvrdosti výrobků [42, 43].

U vzorků jogurtů, u kterých byla smetana přidána v množství 27 ml nebo smetana nebyla přidána vůbec, byly hodnoty tvrdosti nižší. Podle pokusů při nulovém přidavku sušeného mléka a smetany byla zjištěna hodnota tvrdosti jogurtů nejnižší a s dalšími přidávkami sušeného mléka se tvrdost výrobků pomalu zvyšovala. Z čehož plyne, že obsah tuku u výrobků hraje důležitou roli a má vliv na hodnotu tvrdosti jogurtů [44].

Kohezivnost se u vybraných vzorků jogurtů vlivem hydrokoloidů významně neměnila. U vzorků které obsahovaly největší množství smetany, byla naměřená hodnota od 0,02 – 0,61. Je tedy pravděpodobné, že obsah tuku má vliv na hodnoty kohezivnosti. Průměrná hodnota kohezivnosti u měřených vzorků jogurtů byla stanovena na 0,21.

Naopak relativní lepivost klesala s rostoucím přidavkem hydrokoloidů, jelikož hydrokoloidy vytvářejí velmi silnou matici. Hodnoty relativní lepivosti se pohybovaly v rozmezí 0,11 – 0,30.

Z výše uvedeného plyne, že použité hydrokoloidy mohou ovlivnit tvrdost a relativní lepivost. Naopak na pH a hodnoty kohezivnosti nemají téměř žádný vliv.

Obsah tuku u vzorků jogurtů značně ovlivnil hodnoty kohezivnosti a tvrdosti. Na hodnoty pH a relativní lepivost měl obsah tuku minimální vliv.

## ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo vyrobit jogurty s různou koncentrací tuku a hydrokoloidů a provést měření pH a texturní analýzu se zaměřením na tvrdost, kohezivnost a relativní lepivost u vybraných vzorků jogurtů. Bylo zjištěno, že naměřené hodnoty pH byly optimální. S přidavkem lněné moučky bylo vždy pH nad 4. Z čehož lze usoudit, že vliv na hodnotu pH výrobků by mohla mít ve vyšší koncentraci lněná moučka. Přídavek ostatních hydrokoloidů a obsah tuku měl minimální vliv na hodnoty naměřeného pH.

Zvyšující se tvrdost vzorků jogurtů lze uvádět do souvislosti s přidavkem hydrokoloidů (arabská guma a lněná moučka), s vyšší koncentrací těchto látek byly hodnoty tvrdosti nejvyšší. U vzorků jogurtů s nízkým obsahem tuku byly hodnoty tvrdosti nejnižší.

Obsah tuku, který byl v různé koncentraci přidáván do jogurtů ve formě smetany, měl také poměrně velký vliv na kohezivnost, naopak hydrokoloidy významně kohezivnost neovlivňovaly. Relativní lepivost klesala s rostoucím přidavkem hydrokoloidů.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] BURDOVÁ, V., ČERNÁ, F., ČECHOVÁ, M., DĚDIČOVÁ, L., FORMAN, L., HLADÍKOVÁ, Z., JANÍČEK, J., MAŠEK, J., PIČMANOVÁ, B., TEPLÝ, M. *Technologie mléčných výrobků*. 1. vydání. Praha: SNTL, 1981. 372 s.
- [2] KADLEC, P., MELZOCH, K., VOLDŘIŠKA, M + kolektiv. *Technologie potravin – Co byste měli vědět o výrobě potravin?* 1. vydání. Ostrava: Key publishing, 2009. 536 s. ISBN 978-80-7418-051-4.
- [3] DAIRY TODAY EDITORS. Journal of the American Dietetic Association, *Dairy Today*. [online]. Farm Journal Media, 2008. 16-123 s. ISSN: 10561382 [cit. 2013-03-09]. Dostupný z WWW: <http://www.emeraldinsight.com.proxy.k.utb.cz/journals.htm?issn=0007-070X&volume=110&issue=7&articleid=1733127&show=html#sthash.tb9YWIHA.dpuf>
- [4] HRABĚ, J., BŘEZINA, P., VALÁŠEK, P. *Technologie výroby potravin živočišného původu*. 1. vydání. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2006. 180 s. ISBN 80-7318 405-2.
- [5] MCBEAN, L, D. Dairy foods: Traditional and emerging health benefits, *Dairy Council Digest*. [online]. National Dairy Council, 1998. 25-30 s. ISSN: 00115568 [cit. 2013-03-06]. Dostupný z WWW: <http://search.proquest.com.proxy.k.utb.cz/docview/210494051/abstract/13CC5B9FCE26A2209/2?accountid=15518>
- [6] KRÁČMAR, S., BUŇKOVÁ, L., BUŇKA, F. *Proteiny 2008*. 1. Vydání. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve spolupráci s SPU a INGOS s.r.o, 2008. 247 s. ISBN 978-80-7318-706-4.
- [7] KADLEC, P. *Technologie potravin II*. 1. Vydání. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2002. 236 s. ISBN: 80-7080-510-2.
- [8] LOPES FIALHO, C, D., DELVIVO, M, F., SILVESTRE, C, P. Hydrolysates of skim milk: peptide profiles using two proteolytic enzymes, *British Food Journal*. [online]. 2005. 42-53 s. ISSN: 0007-070X [cit. 2013-03-10]. Dostupný z WWW: <http://www.emeraldinsight.com.proxy.k.utb.cz/journals.htm?issn=0007-070X&volume=107&issue=1&articleid=1463909&show=html>

- [9] HRABĚ, J., GÁL, R., BUŇKA, F., ROP, O., RŮŽIČKOVÁ, J. *Základy zbožiznalství potravin*. 1. vydání. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2011. 167 s. ISBN 978-80-7454-118-6
- [10] DRDÁK, M., STUDNICKÝ, J., MOROVÁ, E., KAROVIČOVÁ, J. *Základy potravinářských technologií*. 1. vydání. Bratislava: Malé centrum, 1996. 512 s. ISBN 80-967064-1-1.
- [11] VALENTAS, J. K., ROTSTEIN, E., SINGH, P, R. *Handbook of food engineering practice*. 1997 by CRC Press LLC. 718 s. ISBN 0-8493-8694-2.
- [12] STEGEMAN, G. Good products start with good milk, *Dairy Foods*. [online]. BNP Media, 2012. 46,48,50 s. ISSN: 08880050 [cit. 2013-03-08]. Dostupný z WWW: <http://search.proquest.com.proxy.k.utb.cz/docview/1269079555/13CC56153F1254BSF48/7?accountid-15518>
- [13] MATYÁŠ, Z., LUKÁŠOVÁ, J., KOZÁK, A. *Podklady pro zavedení HACCP do oboru zpracování mléka a výroby mléčných výrobků*. Praha: Státní veterinární správa České republiky, 1997. 132 s.
- [14] BŘEZINA, P., JELÍNEK, J. *Chemie a technologie mléka*. Praha: VŠCHT, 1990. 325 s. ISBN 80-7080-075-5.
- [15] Jogurt: *Activia* [online]. [cit.2013-03-03]. Dostupný z WWW: <http://www.activia.cz/cz/activia/vyroba-jogurtu>
- [16] Vyhláška č. 77/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje v platném znění [online]. [cit. 2013-04-04]. Dostupné z WWW: <http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1006126&docType=ART&nid=11816>
- [17] LANGMAIER, F. *Nauka o zboží*. 2. vydání. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2002. 144 s. ISBN 80-7318-092-8.
- [18] VACOVÁ, T. *Mlieko a mliečne prípravky vo výživě*. 1. vydání. Bratislava: Vydavateľství technické a ekologické literatury, 1986. 216 s.
- [19] TAMINE, A. Y.; ROBINSON, R. K. *Yoghurt Science and Technology*. 2. vydání. Woodhead Publishing, 1999. 619 s. ISBN: 978-1-85573-399-2.
- [20] Jogurt bílý: *Activia* [online]. [cit. 2013-03-05]. Dostupný z WWW: <http://www.activia.cz/cz/activia/activia-vyroby/activia-bila>

- [21] Jogurt ovocný: Activia [online]. [cit.2013-03-05]. Dostupný z WWW:  
<http://www.activia.cz/cz/activia/activia-vyroby/activia-ovocna>
- [22] SARKAR, S., MISRA, A, K. Technological and dietetic characteristics of probiotic acidophilus milk, *British Food Journal*. [online]. 2010. 275-284 s. ISSN: 0007-070X. [cit.2013-03-10]. Dostupný z WWW  
<http://www.emeraldinsight.com.proxy.k.utb.cz/journals.htm?issn=0007-070X&volume=112&issue=3&articleid=1847004&show=html>
- [23] FARNWORTH, E, R. *Handbook of fermented functional foods*. 2. vydání. Boca Raton: CRC Press, 2008. 581 s. ISBN: 978-1-4200-5326-5.
- [24] TEPLÝ, M + kolektiv. *Čisté mlékařské kultury (výroby, kontrola, použití)*. 1. Vydání. Praha: SNTL, 1984. 296 s.
- [25] Lactobacillus bulgaricus: *Raw-milk* [online],[cit. 2012-12-10]. Dostupný z WWW:  
[http://www.raw-milk-facts.com/raw\\_milk\\_safety.html](http://www.raw-milk-facts.com/raw_milk_safety.html)>
- [26] SEPPO, S., WRIGHT, A., COUWEHAND, A. *Lactic and bacteria: microbiology and functional*. 3. vydání. New York: Marcel Dekker, 2004. 633 s. ISBN: 0-8247-5332-1.
- [27] Streptococcus thermophilus: *Micro-objevy* [online]. [cit. 2013-1-8]. Dostupný z WWW:  
[http://www.museeafrippier.qc.ca/en/index.php?pageid=3114c&image=3114c\\_streptococcus](http://www.museeafrippier.qc.ca/en/index.php?pageid=3114c&image=3114c_streptococcus)>
- [28] KNOX, W, K., WICKEN, J, A. Lipoteichonic acids: a new class of bacterial antigen, *Science Magazine*. [online]. 1975. 1161-1167 s. [cit. 2013-02-14]. Dostupný z WWW:  
<http://www.sciencemag.org/content/187/4182/1161.extract?sid=5aa3b065-ca05-48ae-afe7-889722c5d54d>
- [29] Streptococcus lactis: *Science* [online]. [cit. 2012-12-6]. Dostupný z WWW:  
<http://homeschool-nasco.com/product/SL10054M>>
- [30] HYLMAR, B. *Výroba kysaných mléčných výrobků*. 1. Vydání. Praha: SNTL, 1986. 209 s.
- [31] Lactobacillus acidophilus: Library of future [online]. [cit. 2012-12-10]. Dostupný z WWW:

- <http://ytpo.net/viruses/virus.php?id=1386&name=Lactobacillus%20acidophilus&search=lacto>
- [32] *Pediococcus acidilactici: The nature* [online]. [cit. 2013-1-10]. Dostupný z WWW: <http://www.anathenature.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=538702482&Ntype=4>
- [33] SAARELA, M. *Functional Dairy products*. 2. vydání. Woodhead Publishing, 2007. 577 s. ISBN: 978-1-84569-153-0.
- [34] TONG, P. *Techniques to Kontrol Texture, Structure in Fermented Milk Products, Dairy Foods*. [online]. BNP Medid. Troy: 2011. 32 s. [cit. 2013-02-14]. ISSN: 08880050. Dostupný z WWW: <http://search.proquest.com.proxy.k.utb.cz/docview/911227620/13D2C03D04C412289A9/2?accountid=15518>
- [35] MAXA, V., RADA, V. *Význam bifidobakterií a bakterií mléčného kvašení pro výživu a zdraví*. 1. vydání. Praha: ÚZPI, 1996. 42 s. ISBN 80-85120-57-7.
- [36] SARKAR, S. Effect of probiotics on biotechnological characteristics of yoghurt: A review, *British Food Journal*. [online]. 2008. 717-740 s. ISSN: 0007-070X [cit. 2013-03-10]. Dostupný z WWW: <http://www.emeraldinsight.com.proxy.k.utb.cz/journals.htm?issn=0007070X&volume=110&issue=7&articleid=1733127&show=html>
- [37] TAMINE, A. *Structure of Dairy Product*. 1. Vydání. Oxford: Blackwell, 2007. 288 s. ISBN: 978-1-4051-2975-6.
- [38] MORRISON, F. A. *Understanding Rheology*. 1. Vydání. Oxford: University Press, 2001. 545 s. ISBN: 0-19-514166-0.
- [39] ROSENTHAL, A. J. *Food Texture – Measurement and Perception*. Maryland: Aspen Publisher, Inc., Gainthersurg, 1999. ISBN: 0-8342-1238-2.
- [40] CUNHA, C. R. and VIOTTO, W. H. Casein peptization, functional properties and sensory acceptance of processed cheese spreads made with different emulsifying salts. *Journal of Dairy Science*. 2010, vol. 75, p. 113-120.
- [41] FLOURY, J., CAMIER, F. ROUSSEAU., LOPEZ, Ch., TISSIER, J. P., FAMELART, M. H. *Reducing salt level in food*. 1. vydání. LTW - Food Science and Technology, 2009, vol. 42, p. 1611-1620. ISSN: 0023-6438.

- [42] LAL., SHANE, N. D., O'CONNOR, CH. J a EYRES L. Application of emulsifiers/stabilizer in dairy products of high rheology. *Advances in Colloid and interface Science* [online]. 2006, 123-126, 433-437 s. [cit. 2012-12-6]. ISSN: 00018686. DOI: 10.1016/j.cis.2006.05.009.
- [43] SOUKOULIS, C., PANAGIOTIDIS, P., KOURELI, R a TZIA, C. Industrial Jogurt Manufacture: Monitoring og Fermentation Process and Improvement of Final Produkt Duality. *Journal of Dairy Science* [online]. 2007, roč. 90, č. 6, 2641-2654 s. [cit. 2012-10-6]. ISSN:00220302. Dostupný z WWW: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/bm061099q>
- [44] SLANINOVÁ, H. *Vliv složení mléka na vybrané parametry modelových vzorků jogurtů*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, 2011,41s.

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1 Složení kravského mléka [4]</i> .....	13
<i>Obr. 2 Bílý jogurt[20]</i> .....	20
<i>Obr. 3 Ovocný jogurt[21]</i> .....	20
<i>Obr. 4 Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus [25]</i> .....	21
<i>Obr. 5 Streptococcus salivarius subsp. thermophilus [27]</i> .....	22
<i>Obr. 6 Streptococcus lactis [29]</i> .....	23
<i>Obr. 7 Lactobacillus acidophilus[31]</i> .....	24
<i>Obr. 8 Pediococcus acidilactici [32]</i> .....	24
<i>Obr. 9 Množství lněné moučky, arabské gummy a lněného oleje v 1. sérii jogurtů</i> .....	35
<i>Obr. 10 Množství lněné moučky, arabské gummy a lněného oleje v 2. sérii jogurtů</i> .....	36
<i>Obr. 11 Množství smetany, lněné moučky, arabské gummy a lněného oleje v 3. sérii jogurtů</i> .....	37
<i>Obr. 12 Použití lněné moučky u všech třech sérií jogurtů</i> .....	38
<i>Obr. 13 Použití arabské gummy u všech třech sérií jogurtů</i> .....	38
<i>Obr. 14 Použití lněného oleje u všech třech sérií jogurtů</i> .....	39
<i>Obr. 15 Hodnoty pH 1. série jogurtů</i> .....	42
<i>Obr. 16 Hodnoty pH 2. série jogurtů</i> .....	42
<i>Obr. 17 Hodnoty pH 3. série jogurtů</i> .....	43
<i>Obr. 18 Hodnoty pH všech sérií jogurtů</i> .....	43
<i>Obr. 19 Graf sloupcový - Závislost tvrdosti jogurtů na koncentraci přidávaných hydrokoloidů</i> .....	44
<i>Obr. 20 Graf polynomický - Závislost tvrdosti jogurtů na koncentraci přidávaných hydrokoloidů</i> .....	45
<i>Obr. 21 Graf sloupcový - Závislost kohezivnosti jogurtů na koncentraci přidávaných hydrokoloidů</i> .....	46
<i>Obr. 22 Graf polynomický - Závislost kohezivnosti jogurtů na koncentraci přidávaných hydrokoloidů</i> .....	47
<i>Obr. 23 Graf sloupcový - Závislost relativní lepivosti jogurtů na koncentraci přidávaných hydrokoloidů</i> .....	48
<i>Obr. 24 Graf polynomický - Závislost relativní lepivosti jogurtů na koncentraci přidávaných hydrokoloidů</i> .....	48



**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1 Průměrné složení některých druhů mlék [7] .....</i>	14
<i>Tab. 2 Pracovní označení výrobků .....</i>	33
<i>Tab. 3 Složení 1. série jogurtů .....</i>	35
<i>Tab. 4 Složení 2. série jogurtů .....</i>	36
<i>Tab. 5 Složení 3. série jogurtů .....</i>	37
<i>Tab. 6 Hodnoty pH jogurtů .....</i>	41