

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2015

IVANA MEŠKOVÁ

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav Technologie potravin



**Využití bakterií mléčného kysání s protektivními účinky ve výrobě
čerstvých sýrů**
Diplomová práce

Vedoucí práce:
prof. Květoslava Šustová, Ph.D.

Vypracovala:
Ivana Mešková

Brno 2015

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Využití bakterií mléčného kysání s protektivními účinky ve výrobě čerstvých sýrů vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které uvádím v příloženém seznamu literatury.

Diplomová práce je školním dílem a může být použita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího diplomové práce a děkana Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně.

dne.....

podpis autora.....

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych na tomto místě poděkovala vedoucí mé práce, paní prof. Květoslavě Šustové, Ph.D., za vstřícnost a trpělivost při vedení. Moje další poděkování patří paní Pospíškové a Ing. Teplé za pomoc v laboratoři, rodině a svému příteli děkuji za výraznou podporu během tvorby diplomové práce.

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na bakterie mléčného kysání s protektivními účinky. V práci jsou popisovány účinky protektivních kultur na čerstvé sýry a jejich vliv na senzorické vlastnosti čerstvých sýrů. Je zde rovněž zařazena kapitola o bakteriocinech, jejich vlastnostech a vlivu působení na buňky. Dále podává informace o aplikacích protektivních kultur a jejich metody využití při výrobě čerstvých sýrů. V praktické části je pozorován vliv protektivních kultur na senzorické vlastnosti. Senzoricky jsou hodnoceny sýry s protektivními kulturami a sýry bez těchto kultur. Je pozorováno prokysávání u sýrů, ve kterých se nacházejí protektivní kultury a poté je sledován stav jejich trvanlivosti oproti sýrům bez těchto kultur.

Klíčová slova

protektivní kultury, bakteriociny, senzorické vlastnosti

ABSTRACT

The thesis is focused on lactic acid bacteria with protective effects. The work deals with the effects of protective cultures on fresh cheeses and their effect on the sensory properties of fresh cheeses. The thesis also includes a chapter on bacteriocins, their properties and effect of the action on cells. The thesis also provides informations about applications of protective cultures and their methods of uses in the production of fresh cheese. In the practical part of the thesis is observed effect of protective culture on the sensory properties. There are sensory evaluated cheese with protective cultures and cheeses without these cultures. Also is observed the acidification of cheeses, with the protective cultures and the status of their durability compared to cheese without these cultures.

Key words

protective cultures, bacteriocins, sensory properties

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	CÍL	9
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
3.1	Seznámení s protektivními kulturami	10
3.2	Charakteristika jednotlivých druhů bakterií mléčného kysání s protektivními účinky	10
3.2.1	Charakteristika <i>Lactobacillus plantarum</i>	10
3.2.2	Charakteristika <i>Lactobacillus rhamnosus</i>	11
3.2.3	Charakteristika <i>Lactobacillus sakei</i>	12
3.2.4	Charakteristika <i>Lactobacillus paracasei</i>	13
3.2.5	Charakteristika <i>Propionibacterium freudenreichii</i> subsp. <i>shermani</i>	13
3.2.6	Charakteristika <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	14
3.2.7	Charakteristika <i>Pediococcus acidilactici</i>	15
3.2.8	Charakteristika <i>Streptococcus thermophilus</i>	15
3.2.9	Charakteristika <i>Enterococcus faecium</i>	16
3.3	Charakteristika čerstvých sýrů	16
3.3.1	Druhy čerstvých sýrů	17
3.4	Výroba čerstvých sýrů	19
3.4.1	Požadavky na mléko pro výrobu sýrů.....	20
3.4.2	Úprava mléka před sýřením	20
3.4.3	Sýření mléka	21
3.4.4	Zpracování sýřeniny	21
3.4.5	Formování sýrů	22
3.4.6	Solení sýrů	22
3.5	Testování protektivních kultur.....	23
3.5.1	Kontrola růstu <i>L. monocytogenes</i> u čerstvých sýrů s použitím protektivní kultury	23
3.6	Vliv protektivních kultur a jejich účinky	24
3.6.1	Proteolytická a lipolytická aktivita	24
3.6.2	Citrátový metabolismus	25

3.6.3	Produkce konjugované kyseliny linolové (CLA)	25
3.6.4	Produkce polysacharidů	26
3.6.5	Produkce bakteriocinů	26
3.7	Působení bakteriocinů a jejich rozdělení	26
3.7.1	Rozdělení bakteriocinů	26
3.7.1.1	<i>Bakteriociny I. třídy</i>	27
3.7.1.2	<i>Bakteriociny II. třídy</i>	27
3.7.1.3	<i>Bakteriociny III. třídy</i>	28
3.8	Biologické vlastnosti bakteriocinů.....	29
3.9	Aplikace a použití bakteriocinů	29
3.9.1	Bakteriociny a jejich využití v lékařství	30
3.9.2	Bakteriociny a aplikace v potravinách.....	30
4	MATERIÁL A METODIKA.....	33
5	VÝSLEDKY A DISKUZE	36
6	ZÁVĚR	62
7	POUŽITÁ LITERATURA	64
8	SEZNAM OBRÁZKŮ	69
9	SEZNAM TABULEK	70

1 ÚVOD

Bakterie mléčného kysání představují velkou skupinu bakterií s podobnými vlastnostmi. Jsou charakterizovány jako grampozitivní koky nebo tyčinky. Jejich hlavní úlohou je přeměna laktózy na kyselinu mléčnou. Některé druhy bakterií mléčného kysání mohou produkovat ještě i další látky, zejména ethanol, oxid uhličitý a organické kyseliny. Tyto látky pak přispívají k vytvoření aroma a charakteristické chuti konečných výrobků. Bakterie mléčného kysání se nacházejí především v mléce, mase, fermentovaných produktech, jakož i ve fermentované zelenině a nápojích. Dokáží inhibovat růst patogenních mikroorganismů a zpomalují růst mikroorganismů, které se podílí na zhoršující se nutriční kvalitě potravin. Fermentace laktózy a následné snížení pH v důsledku produkce kyseliny mléčné a dalších organických kyselin jsou důležitým faktorem pro inhibici růstu nežádoucích mikroorganismů. Bakterie mléčného kysání jsou známé jako bezpečné (GRAS) a mají důležitou roli při ochraně potravin a fermentovaných výrobků. Mohou být použity jako konkurenční přirozená mikroflóra, nebo jako zvláštní startovací kultury. Aktivita startovacích a zrajících kultur je zásadní pro kvalitu a mikrobiální bezpečnost sýrů. Protektivní kultury pomáhají zvyšovat trvanlivost potravin a zlepšují jejich organoleptické vlastnosti. Některé z těchto bakterií produkují antagonistické látky, tzv. bakteriociny, které jsou v malých množstvích velmi aktivní proti patogenům. Tradičně je produkce bakteriocinů důležitým kritériem při výběru probiotického kmene. Bakteriociny jsou vyráběny mnoha bakteriemi mléčného kysání, které tvoří různorodou skupinu peptidů s ohledem na velikost, strukturu, způsob účinku, antimikrobiální účinnost a imunitní mechanismus. Použití bakteriocinů může vést ke snížení chemické konzervace či snížení tepelného ošetření. Při použití bakteriocinů se jedná o šetrnější a přirozenější metodu prodloužení trvanlivosti a zvýšení bezpečnosti potravin.

2 CÍL

Cílem této diplomové práce je přiblížit čtenářům používání bakterií mléčného kysání s protektivními účinky, seznámit je s jejich vlivem na sensorické vlastnosti u čerstvých sýrů, dále práce rozvíjí účinky bakteriocinů a jejich působení v čerstvých sýrech, poskytuje informace o účincích těchto kultur a jejich využití v mlékárenských technologiích. V praktické části je zkoumán účinek protektivních kultur na sensorický profil sýrů, kde se největší důraz klade na kyselost, hořkost, cizí chuť a texturu.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Seznámení s protektivními kulturami

Protektivní neboli ochranné kultury zahrnují bakterie mléčného kysání, které jsou používány pro jejich schopnost kontrolovat růst patogenních mikroorganismů ve fermentovaných potravinách. Do bakterií mléčného kysání, které vykazují protektivní účinky, řadíme zejména *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus paracasei*, *Propionibacterium freundenreichii* subsp. *shermanii*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Pediococcus acidilactici*, *Streptococcus thermophilus* a *Enterococcus faecium*. Jejich hlavní funkcí je kontrola růstu grampozitivních patogenů jako je *Listeria monocytogenes*, vyskytující se především v sýrech. Dále kontrolují růst kvasinek a plísní ve fermentovaných výrobcích. Pomáhají zvyšovat trvanlivost a zlepšují organoleptické vlastnosti potravin.

Protektivní kultury jsou nedílnou součástí startovacích kultur, které se používají při výrobě fermentovaných potravin, jako jsou jogurty, sýry, klobásy aj. Tyto kultury produkují inhibiční metabolity, jako jsou zejména organické kyseliny, peroxid vodíku, diacetyl, reuterin a bakteriociny. Aplikace protektivních kultur představuje opatření ke zlepšení hygieny potravin.

3.2 Charakteristika jednotlivých druhů bakterií mléčného kysání s protektivními účinky

Mezi bakterie mléčného kysání, které mají protektivní účinky, patří *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus paracasei*, *Propionibacterium freundenreichii* subsp. *shermani*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Pediococcus acidilactici*, *Streptococcus thermophilus*. Tyto bakterie produkují bakteriociny, které chrání fermentované výrobky proti růstu patogenních popř. toxikogenních mikroorganismů. Do této skupiny patří zejména *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella* a *Staphylococcus aureus*.

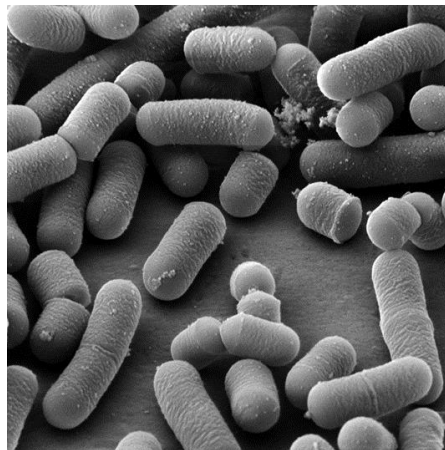
3.2.1 Charakteristika *Lactobacillus plantarum*

Lactobacillus plantarum patří mezi prospěšné bakterie, které se používají ke zlepšení zdravotního stavu. *Lactobacillus plantarum* byl poprvé izolován v lidských slinách. Vyskytuje se nejvíce v rostlinném materiálu, gastrointestinálním traktu zvířat, včetně lidí. Nejčastěji se používá při fermentaci potravin, jako je zelí, nakládaná zelenina a kynuté pečivo. Je také součástí kefirových zrn a spolu s heterofermentativními druhy

L. brevis a *L. fermentum* se vyskytuje v pekařském kvásku. Některé heterofermentativní laktobacily se vyskytují jako nežádoucí kontaminace ve vinařství a pivovarnictví (Šilhánková, 2002).

Dále se také využívá při konzervaci potravin. U *Lactobacillus plantarum* bylo prokázáno, že je účinný při léčbě dráždivého tračníku, kolitidě a Crohnově chorobě. Má schopnost ničit patogeny a zároveň zachovat důležité vitamíny a antioxidanty. Mezi jeho vzácnou schopnost patří produkce lysinu (Molin, 2001).

Lactobacillus plantarum dále také produkuje antimikrobiální peptidy a exopolysacharidy. Má schopnost udržet pH uvnitř buněk v přítomnosti velkého množství acetátu nebo laktátu. Dokáže se adaptovat v různých prostředích. Roste v rozmezí teplot od 15° – 45 °C při pH 3,2 a vyšší. (LaHaye, McIntyre, 2010).



Obr. 1 *Lactobacillus plantarum* (microbewiki.kenyon.edu)

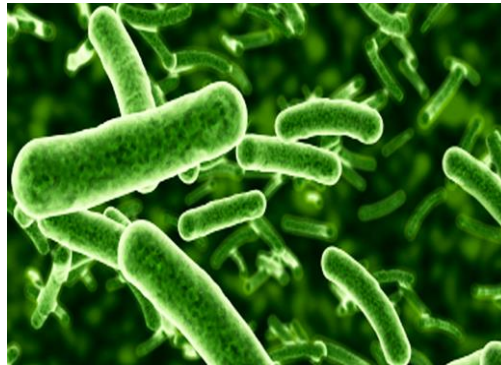
3.2.2 Charakteristika *Lactobacillus rhamnosus*

Lactobacillus rhamnosus je bakterie, která byla původně považována za poddruh *Lactobacillus casei*. Genetický výzkum později zjistil, že se jedná o vlastní druh (Salminen, Rautelin, *et al.*, 2004).

Jedná se o fakultativně anaerobní druh, je často izolována z lidské gastrointestinální sliznice. Nachází se také v ústech zdravých jedinců, v pohlavním ústrojí žen a v močových cestách. Jedna z největších zdravotních výhod je silný protizánětlivý účinek (Panyko, 2012).

Některé druhy *Lactobacillus rhamnosus* se používají jako probiotika. Používá se při výrobě jogurtů a při výrobě dalších fermentovaných mléčných výrobků. Dokáže odolat působení kyselin a žluči ve střevech a tím tak napomáhá udržet správnou střevní mikroflóru. Byla prokázána jeho prospěšnost při prevenci rotavirového průjmu u dětí.

Dále byly jeho pozitivní účinky sledovány u dermatitid, infekcí dýchacích cest, při zánětech močových cest a u syndromu dráždivého tračniku (Salminen, Rautelin, *et al.*, 2004).



Obr. 2 *Lactobacillus rhamnosus* (www.lookfordiagnosis.com)

3.2.3 Charakteristika *Lactobacillus sakei*

Lactobacillus sakei je grampozitivní anaerobní bakterie, která se nejčastěji vyskytuje u čerstvého masa a ryb. Tato bakterie se používá zejména při fermentaci masných a mléčných výrobků. Její vlastnosti umožňují lepší konzervaci a skladování. *Lactobacillus sakei* potřebuje ke svému růstu velké množství cukrů. Pokud jsou cukry v nedostatečném množství, dokáže využít inosin a adenosin jako zdroj energie (Pallera, 2011).

Hlavní úlohu má tato bakterie při ničení patogenním mikroorganismů, zejména *Escherichia coli* a *Listeria monocytogenes*, které jsou pro člověka velmi nebezpečné. Dále také chrání potraviny před kažením, které způsobují zejména bakterie *Pseudomonas fragi* a *Brochothrix thermospacta*. *Lactobacillus sakei* produkuje bakteriocin zvaný sakacin P, který inhibuje růst patogenních mikroorganismů. Tento druh bakterie je hojně využíván (Pallera, 2011).



Obr. 3 *Lactobacillus sakei* (www.gettyimages.com)

3.2.4 Charakteristika *Lactobacillus paracasei*

Lactobacillus paracasei je grampozitivní, nesporulující, homofermentativní bakterie, která se běžně nachází v lidském zažívacím traktu. Dále se tato bakterie také přirozeně vyskytuje ve fermentované zelenině, mléku a masu. Je součástí fermentovaných mléčných výrobků a sýrů. Vybrané kmeny tohoto druhu jsou také v potravinových doplňcích a probiotických potravinách (Paineau, *et al.*, 2008).

Lactobacillus paracasei má optimální teplotu růstu v rozmezí od 10 °C – 37 °C. *Lactobacillus paracasei* je velmi odolná bakterie vůči nízkým hodnotám pH a vykazuje střední odolnost vůči žlučovým kyselinám (Paineau, *et al.*, 2008).

Lactobacillus paracasei se využívá při léčbě průjmů, vyskytujícího se u kojenců. Bývá také součástí kojenecké výživy. Dále byla prokázána účinnost při léčbě pylových alergií a únavového syndromu, kde pacienti pocítovali úlevu při užívání probiotik obsahující *Lactobacillus paracasei* (Grey, 2013).



Obr. 4 *Lactobacillus paracasei* (www.odontofad.com)

3.2.5 Charakteristika *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermani*

Propionibacterium freudenreichii subsp. *shermani* jsou grampozitivní, nesporulující, anaerobní a aerotolerantní tyčinky. Tento kmen roste nejlépe při 30 °C a kolonie na médiu vytváří za 5 – 6 dní. Roste nejlépe na agarové půdě (Gautier, *et al.*, 1992). *Propionibacterium* se běžně vyskytují v mléce a mléčných výrobcích, ale byly také izolovány z půdy, siláže a solanky (Cummins, Johnson, 1986).

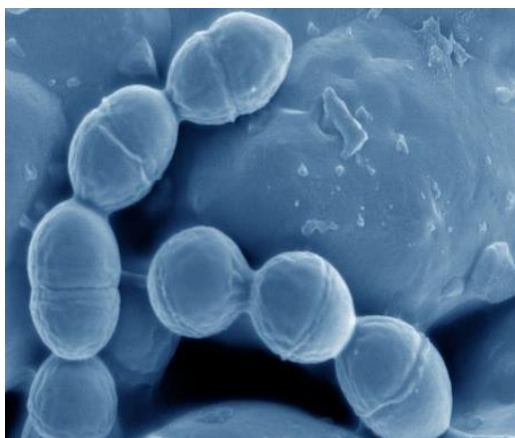
Propionibacterium freudenreichii je velice důležitý při výrobě sýru Ementál. *Propionibacterium* roste v průběhu zrání v teplé místnosti při teplotě 24 °C a přeměňuje laktát na acetát, propionát a CO₂. Propionát a acetát přispívají k ořechové a sladké chuti sýru, přičemž CO₂ zajistí vznik charakteristických očí v sýru (Langsrud, Reinboldem, 1973).

Propionibacterium freudenreichii subsp. *shermani* se podílí na tvorbě chuťových látek. Produkce vitamínu B₁₂ a inhibice nežádoucí mikroflóry fermentovaných potravin prostřednictvím uvolňování organických kyselin a bakteriocinů se ukázala jako vhodný způsob modulace mikroflóry tlustého střeva jak u zvířat, tak i u lidí (Leverrier, *et al*, 2003).

3.2.6 Charakteristika *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*

Lactococcus lactis subsp. *lactis* patří mezi nejrozšířenější mikroorganismy. V čerstvém, za hygienických podmínek nadojeném mléce, které je ochlazené jen tekoucí studniční vodou, se velmi dobře rozmnožuje, až dojde ke kysání. *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* je používán do „čistých mlékařských kultur“ na výrobu některých kyselých mlék, smetan a na výrobu všech druhů sýrů. Charakteristické je, že neprobíhá fermentace sacharózy, a pokud probíhá, tak jen v malé míře. V mléce tvoří 0,8 až 0,9 % kyseliny mléčné. Méně jak 10 % metabolitů jsou prchavé kyseliny, z toho je nejvíce zastoupena kyselina octová (Görner, Valík, 2004).

Lactococcus lactis subsp. *lactis* produkuje bakteriocin zvaný nisin. Jedná se o přírodní antimikrobiální činidlo s aktivitou proti širokému spektru grampozitivních bakterií včetně potravinových patogenů, jako je *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* a *Clostridium botulinum*. Nisin je přírodní konzervant přítomný v sýru, produkován zejména bakterií *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*. Je ale také používán jako konzervační látka při tepelně zpracovaných potravinách s nízkým pH (Todar, 2008).

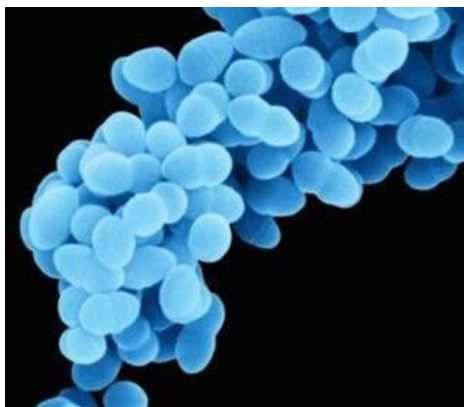


Obr. 5 *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* (www.textbookofbacteriology.net)

3.2.7 Charakteristika *Pediococcus acidilactici*

Pediococcus acidilactici jsou stejnoměrné nesporelující koky, které se vyskytují samostatně, v párech nebo ve dvou rovinách s pravými úhly, vytvářející tetrády. Velikost se pohybuje od 0,6 μm – 1 μm . Jsou nepohyblivé. Co se týče vztahu ke kyslíku, jsou fakultativně anaerobní. Jejich optimální kultivační teplota je 41 °C. Roste při pH 4,2 – 8,0 (www.old.vscht.cz).

Vyskytuje se zejména v rostlinném materiálu, dále také v mléku, mase, rybách. Používá se při fermentaci zeleniny, masa a ryb. Může se vyskytovat u některých sýrů jako cizí kultura a je občas používán při fermentaci mléka. Některé kmeny mají antimikrobiální aktivitu, která se vyznačuje hlavně produkcí bakteriocinů, produkuje bakteriocin zvaný pediocin (Holland, *et al.*, 2011).



Obr. 6 *Pediococcus acidilactici* (probioticsdb.com)

3.2.8 Charakteristika *Streptococcus thermophilus*

Streptococcus thermophilus patří do skupiny termofilních bakterií mléčného kysání. Je tradičně používán společně s rodem *Lactobacillus* do startovacích kultur, zejména při výrobě jogurtů a při výrobě švýcarských a italských sýrů. Je grampozitivní. Optimálního růstu dosahuje při teplotách v rozmezí 40 až 45 °C (Görner, Valík, 2004).

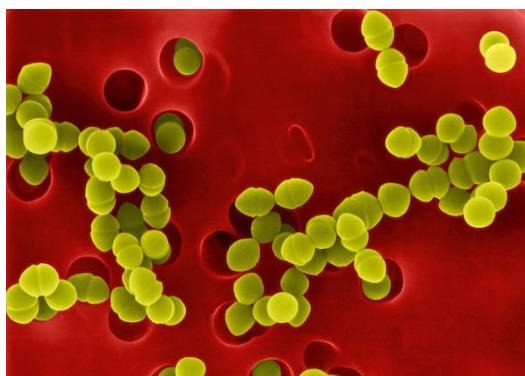
Streptococcus thermophilus je jedním z nejvíce používaných bakterií v mlékárenském průmyslu. Statistiky USDA z roku 1998 ukazují, že více než 1 020 000 000 kg mozzarely a 621 000 000 kg jogurtu bylo vyrobeno za použití *Streptococcus thermophilus* (www.en.wikipedia.org).

U výrobků, kde byl ke kysání použit *Streptococcus thermophilus*, je známo, že jsou náchylnější k infekci bakteriofágy, které mohou způsobit zpomalení produkce kyseliny mléčné, a následně tak může dojít až ke ztrátě výrobku (Harnett, *et al.*, 2011).

3.2.9 Charakteristika *Enterococcus faecium*

Rod *Enterococcus* patří mezi nejkontroverznější skupinu bakterií mléčného kysání. Tvoří mikroflóru v mnoha tradičních sýrech, vyráběných hlavně ve středomořských zemích. Hrají důležitou roli při dozrávání těchto sýrů díky proteolýze a lipolýze. Těmito procesy vytvářejí typickou chuť i aroma. Nachází se také v jiných potravinách, jako například v párcích či olivách. V dnešní době se enterokoky používají také jako probiotika (Foulquié, *et al.*, 2006).

E. faecium je grampozitivní bakterie tvořící páry, ale mohou se vyskytovat i v řetězcích. Patří mezi lidské patogeny, které způsobují infekce močových cest, endokarditidu a infekce pooperačních ran. Vyskytuje se v gastrointestinálním traktu celé řady živočichů, dále se také nachází v dutině ústní a vaginálním traktu. Může po dlouhou dobu přežít v půdě, odpadech a na různých pracovních plochách. Dokáže přežít v rozmezí teplot od 10 – 45 °C v kyselém či zásaditém prostředí. *E. faecium* vytváří antibakteriální peptidy tzv. bakteriociny. Využívá se jich zejména u sýrů a zeleniny. *E. faecium* je součástí kultur, které pomáhají inhibovat růst nežádoucích mikroorganismů (Feori, 2012).



Obr. 7 *Enterococcus faecium* (www.lookfordiagnosis.com)

3.3 Charakteristika čerstvých sýrů

Čerstvé nebo nevyzrálé sýry jsou tvarohovité produkty, které mohou být konzumovány ihned po výrobě. Obecně mají čerstvé sýry omezenou dobu trvanlivosti, cca 2 týdny v chladničce. Existují mnohé variace čerstvých sýrů a v mnoha zemích se značně konzumují. Tradiční a domácí metody výroby čerstvých sýrů jsou často odlišné od průmyslových velkovýrob. Do čerstvých sýrů jsou často přidávány konzervanty (Walstra, 2006).

Čerstvé sýry nemají kůru, ale mají vysoký obsah vlhkosti. Zatímco jiné sýry získávají svoji charakteristickou chuť svým dlouhodobým zráním, u čerstvých sýrů je to

naopak. Aromatické složky čerstvých sýrů se nejvíce podobají mléku, a čím jsou starší, tím je jejich chuť nakyslejší. Tyto sýry mají jemnou bílou barvu, krémovou texturu a smetanovou chuť (www.cheeselibrary.com).

Čerstvé sýry jsou vyráběny s různým obsahem tuku. Jsou vyrobeny z pasterizovaného mléka, smetany, nebo odstředěného mléka okyselením za pomoci bakterií mléčného kvašení (přírodní acidifikace) nebo úpravou pH pomocí chemické acidifikace. Pro prodloužení trvanlivosti jsou čerstvé sýry předkládány k tepelnému zpracování před naplněním. Většina čerstvých sýrů se vyrábí se sladkou nebo pikantní příchutí, za použití různých přísad a mnoho čtených kombinací, které se vyskytují po celém světě (www.gea-liquid.com).

Čerstvé sýry můžeme rozlišovat podle jejich struktury na čerstvé sýry s mírně pevnou strukturou (burgos, cambridge), měkce zrnité sýry (cottage cheese), sýry s jistou pevností a tvárností (suisse cream cheese) a sýry s pastovitou strukturou (měkký tvaroh, ricotta, Zieger), šlehané čerstvé sýry a výrobky z čerstvých sýrů (Callec, 2002).

3.3.1 Druhy čerstvých sýrů

Cottage cheese – zrnitý čerstvý sýr, který pochází z Ameriky. Nejznámější je druh „creamed cottage cheese“. U tohoto sýru dobře rozeznáváme jednotlivá měkká zrna. Přísadou může být ovoce, bylinky či koření (Callec, 2002).

Je známý svojí hrudkovitou konzistencí a jemnou smetanovou chutí. Oblibu získal především nízkým obsahem tuku a vysokým obsahem bílkovin (www.cottage-cheese.cz).

Schichtkäse – vrstvený sýr, vděčí za své jméno vrstvením těsta, ke kterému dochází rosolováním při výrobě. Jeho nakyslé, aromatické těsto je matně lesklé a jemně pružné s nečetnými dírkami po kvašení. Podle obsahu mléčného tuku je mléčně bílý až smetanově žlutý (Callec, 2002).

Stracchino – čerstvý sýr s jemným, ale tuhým těstem. Je jemné až mírně nakyslé chuti. Konzumuje se čerstvý nebo až dva týdny zralý. Je úzce spojen se sýrem crescenza. Původně se vyráběl severně od Milána a dnes už i v celé Lombardii (Callec, 2002).

Cream cheese – je jemně aromatický sýr ze Severní Ameriky, který obsahuje 70 % tvs. Má kompaktní přitom jemně krémovou strukturu. Podává se také našlehaný či s různými přísadami (Callec, 2002).

Mascarpone – pochází z Itálie. Sýr je bělavý až slámově žlutý, smetanově jemný, kompaktní a přesto poddajný a snadno roztíratelný. Je to ideální základ do sladkých dezertů (Callec, 2002).

Ricotta – sýr, který je podobný tvarohu. Jedná se o měkky, nezrající sýr, pocházející z Itálie. Zhotovuje se z kravského nebo kozího mléka a používá se zejména při přípravě sladkých jídel. Tradičně výchozím materiálem pro výrobu ricotty je syrovátka, která vzniká u výroby mozzarely. Typické složení ricotty je 2,5 % tuku, 16 % bílkovin, 3,5 % laktózy, 1 % popelovin, 20 – 23 % sušiny (Robinson, 2002).

Je proto velmi snadno stravitelná, vhodná i pro kojence a pro nemocné. Ricotta je bohatá na proteiny s vysokou biologickou hodnotou. Obsahuje důležité množství vápníku, který se snadno vstřebává, vitamíny B₁, B₂, B₃ a A, minerální soli, především sodík, draslík a fosfor. Všechny výživové složky ricotty jsou důležité jak v jídelníčku dětí, tak ve stravě starších lidí (www.laformaggeria.cz).

Formaggini – znamená „malé syrečky“. V Itálii se tak označují malé stolní sýry, které mají bílé poddajné těsto. Patří podobně jako latticini k ceněným mléčným výrobkům. Pokud zrají několik týdnů, vyvíjí se zprvu jemně nakyslé aroma, později lahodně plná chuť (Callec, 2002).

Burgos – patří mezi nejznámější sýr Španělska. Je vyráběn jako sladký čerstvý sýr, tedy jen ze syřidla a bez bakterií mléčného kysání, z ovčího mléka, po němž má charakteristické aroma. Může mít také lehce slanou chuť. Mléčně bílé rosolovité měkké těsto ještě v prvních dnech uvolňuje trochu syrovátky, což je znakem čerstvého sýra. Sýr se prodává čerstvý a lze jej skladovat jen několik dní (Callec, 2002).

Robiola – jedná se o velmi rozdílné italské sýry. Mnohé druhy robiola většinou s 45 % tvs, zrají s červenohnědou slupkou, jako Robiola di Roccaverano nebo Robiola del bec, některé s bílou plísní. Malé sýry se jmenují robiolette nebo robiolini (Callec, 2002).

Ziger – vyrábí se z kozího mléka. Švýcarský sýr, který má jemné, mírně aromatické těsto. Vzniká vysrážením bílkoviny kyselinou při silném ohřevu mléka (Callec, 2002).

Manouri – je sušený kozí sýr z Řecka. Má vyšší tučnost a velmi jemné těsto. Podobá se soleným a sušeným výrobkům z ricotty (Callec, 2002).

Mozzarella – je klasický italský, čerstvý, bílý, přírodní, nezrající sýr, jemné a lahodné chuti, málo solený. Na rozdíl od klasických českých čerstvých sýrů se vyrábí technologií paření. Mozzarellu můžeme řadit mezi dietní sýry, s nižším obsahem tuku, lehce stravitelné s poměrně nízkým obsahem soli a sacharidů. Její významnou složkou je vápník v přírodní, pro lidský organismus nejpříjemnější formě. Sýr Mozzarella obsahuje ve 100 g hmoty až 50 % doporučené denní dávky vápníku. Nejčastěji se používá k přípravě předkrmů, obložených mís, pizzy a salátů (www.italat.cz).

3.4 Výroba čerstvých sýrů

Výroba sýrů patří mezi nejstarší odvětví, co se týče zpracování mléka. Je také technologicky nejnáročnější. Jedná se o koncentraci mléčných bílkovin, které jsou společně s tukem, laktózou a minerálními látkami nejpodstatnějšími složkami sýrů. Celý technologický proces výroby sýrů je provázen řadami změn prakticky ve všech složkách. Tyto změny podmiňují chuť, aroma a konzistenci finálních výrobků (Gajdůšek, 1993).

Podle způsobu srážení mléka a dalšího technologického postupu se sýry rozdělují na:

- a) kyselé sýry – srážení bílkovin kyselinou mléčnou, vytvořenou při kysání mléka
- b) sladké sýry – srážení bílkovin syřidlem
- c) tavené sýry – vyrobené dalším zpracováním prvních dvou skupin přírodních sýrů

Sýry je možné dále rozdělit podle řady hledisek. Podle druhu použitého mléka – kravské, ovčí, kozí apod., podle obsahu sušiny na tvrdé (obsah vody nejvýše 45 %) a měkké (obsah vody nad 45 %), podle obsahu tuku v sušině, podle způsobu zpracování sýřeniny, případně zrání apod (Gajdůšek, 1993).

3.4.1 Požadavky na mléko pro výrobu sýrů

Kromě všeobecných požadavků, obecně platných pro kvalitní mléko, musí mléko odpovídat řadě speciálních požadavků s ohledem na druh vyráběného sýra, všeobecně se jedná především o syřitelnost mléka, jeho prokysávací schopnost, mikrobiologickou čistotu a dále obsah bílkovin, tuku a minerálních látek. Všechny tyto znaky jsou ovlivňovány ekologickými podmínkami a celou řadou intravitálních vlivů, mezi které patří krmení, výživa, zdravotní stav, plemeno, stádium laktace apod (Gajdůšek, 1993).

Syřitelnost patří mezi důležitá kritéria jakosti mléka. Proces srážení mléka syřidlem probíhá ve dvou fázích. V primární fázi dojde k limitní proteolýze k – kaseinu, v sekundární fázi pak ke koagulaci frakcí kaseinu za přítomnosti vápenatých iontů. Syřitelnost je značně ovlivněna dobou a teplotou skladování mléka (Gajdůšek, 2003).

Prokysávací schopnost mléka je rozhodujícím kritériem, zda v mléce bude zajištěn dobrý růst přidaných čistých mlékařských kultur, potřebných pro dobrý průběh všech mikrobiologických procesů. Mléko musí obsahovat všechny potřebné složky pro rozvoj těchto kultur. Významnou roli hraje také zastoupení minerálních látek a vitamínů.

Mikrobiologická čistota mléka pro výrobu sýrů by měla být co nejlepší. Rozhodující není jen nízký celkový počet zárodků, ale zejména nepřítomnost bakterií máselného kvašení, hnilobných a plynotvorných bakterií. Na mikrobiologické čistotě mléka se významně podílí hygiena získávání a ošetřování mléka. Také celkový počet mikroorganismů banální mikroflóry, která je spolehlivě pasterací zničena, hraje významnou roli v jakosti sýrů (Gajdůšek, 1993).

Z uvedených požadavků vyplývá, že pro výrobu sýrů, je nutno provádět přísný výběr mléka jako suroviny na základě výše uvedených kritérií, přičemž velmi důležité je rovněž smyslové hodnocení mléka (Gajdůšek, 1993).

3.4.2 Úprava mléka před syřením

Každý druh sýra má předepsaný obsah sušiny, tuku, resp. tuku v sušině. Z toho důvodu se musí upravit obsah tuku v mléce tak, aby hovězí sýr odpovídal svým složením příslušné normě (Gajdůšek, 1993).

Mléko pro výrobu sýrů je s ohledem na zachování původních vlastností pasterováno šetrně. U čerstvých sýrů se pasterace provádí při teplotách 72 °C po dobu 20 – 30s. Pasterací však dochází ke změnám v poměru koloidní a rozpustné formy vápníku a zhoršení syřitelnosti mléka, proto je přidáván k obnovení syřitelnosti rozpustný vápník ve formě chloridu vápenatého v množství 10 – 40 ml nasyceného roztoku chloridu

vápanetého na 100 ml mléka podle teploty a doby záhřevu mléka. Pasterací je usmrcena převážná část mikroorganismů, a proto se před sýřením mléka přidávají čisté mlékařské kultury, které mají zajistit optimální průběh všech mikrobiologických procesů v sýrech (Gajdůšek, 1993).

3.4.3 Sýření mléka

Kasein mléka se při výrobě skladkových sýrů sráží výhradně působením enzymů syřidla nebo kombinací působením syřidla a kyseliny mléčné, která vzniká fermentací laktózy bakteriemi mléčného kysání. Na zabezpečení vhodného podílu působení syřidla a kyseliny mléčné na vznik sraženiny se reguluje čas srážení mléka syřidlem:

- dávkou syřidla
- teplotou mléka
- kyselostí mléka
- koncentrací Ca^{2+} v mléku

Čas srážení u čerstvých sýrů je 40 minut v klidu při teplotě kolem 30 – 33 °C. Čas srážení je nepřímo úměrný dávce syřidla. S prodlužujícím se časem srážení mléka syřidlem se zvyšuje záchytnost bakterií ve sraženině. Při teplotním rozmezí 20 – 41 °C probíhá proces srážení kaseinu tím rychleji, čím je teplota mléka vyšší. Vyšší kyselost mléka urychluje srážení. Čím kratší je čas srážení mléka po přidavku syřidla, tím více se při srážení uplatňuje vliv syřidla a tím pevnější a elastičtější je sýřenina před jejím dalším zpracováním. Čím delší je čas srážení mléka syřidlem, tím více se uplatňuje vliv kyseliny mléčné vzniklé fermentací laktózy a tím více se charakter sýřeniny přibližuje k tvarohu (Gajdůšek, 1993).

3.4.4 Zpracování sýřeniny

Pod pojmem zpracování sýřeniny se rozumí následující operace:

- obrácení povrchu sýřeniny
- krájení sýřeniny
- drobení sýřeniny na zrno
- přetahování sýřeniny a míchání sýrového zrna
- dohřívání a dosušování sýrového zrna (Görner, Valík, 2004).

Účelem zpracování sýřeniny je zvětšit její povrch, aby s pomocí synereze byla z ní syrovátka optimálně vytlačena. Synereze se podporuje zvyšováním teploty při zpracování sýřeniny (dohřívání, dosušování). Uvolňování syrovátky podporuje také

snižování hodnoty pH (kysání) sýřeniny. Proto musí při zpracování sýřeniny při každé její teplotě probíhat fermentace laktózy na kyselinu mléčnou. Při výrobě sýrů s vyšším obsahem vody v beztuké hmotě (poloměkké a měkké sýry) se sýřeniny nedrobí, nedohřívá se, kysání probíhá, když se odkapává syrovátka a formovaný sýr se nelisuje (Görner, Valík, 2004).

3.4.5 Formování sýrů

Každý druh sýra má svůj typický tvar, velikost a vzhled. Tvar může být koláčovitý, hranolovitý, válcový, kulatý, bochníkový aj. Většina sýrů se formuje v tvořítkách, v kterých se sýry formují, odkapávají a lisují. U čerstvých sýrů se lisování neprovádí (Görner, Valík, 2004).

Do formiček se vkládá méně nebo více drobená sýřenina. U čerstvých sýrů s výrazným kysáním se do formiček vkládají větší kusy sýřeniny, které pozvolna kysají a odkapávají. Přebytečná syrovátka odkapává u čerstvých sýrů samovolně. Syrovátka u čerstvých sýrů by měla být čirá. Na odkapávání syrovátky u čerstvých sýrů má bezprostřední vliv správný průběh jejich kysání. Aby se proces, který začíná při kysání mléka a pokračuje kysáním sýřeniny ve vanách a výrobnících, nezastavil, nesmí teplota zformované sýřeniny klesnout na teplotu, při které se růst a fermentační činnost bakterií mléčného kysání zastaví. Čerstvé sýry otáčíme v 15–ti minutových intervalech 5x. Necháváme prokysat do druhého dne.

3.4.6 Solení sýrů

Solení sýrů je neopomíjitelnou technologickou operací při výrobě sýrů. Obsah soli v sýrech má následující funkce:

- přímo ovlivňuje chuť sýrů, už 0,6 % NaCl v sýru jeho chuť vhodně upravuje
- podporuje synerezi sýřeniny a tak reguluje obsah vody v sýru
- snižuje aktivitu vody sýru
- má vliv na aktivitu enzymů syřidla, na aktivitu kulturních a nekulturních mikroorganismů, jejich enzymů a mléčných enzymů
- reguluje fermentaci zbytkové laktózy a tím i hodnoty pH v mladých sýrech
- potlačuje růst a metabolismus nekulturních bakterií (Görner, Valík, 2004).

3.5 Testování protektivních kultur

V posledních letech byla věnována zvláštní pozornost protektivním kulturám a bakteriocinům, které tyto kultury produkují. Tyto kultury omezují růst patogenních mikroorganismů a to zejména *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *C. botulinum* a *C. tyrobutyricum*, vyskytujících se především u sýrů. Na základě jejich metabolických vlastností přispívají ke konečné chuti výrobků a jejich antimikrobiální aktivita prodlužuje jejich trvanlivost. Použití protektivních kultur v procesu výroby sýrů a mléčných výrobků vede ke zvýšení bezpečnosti těchto potravin a ke zlepšení organoleptických a nutričních vlastností (Coelho, *et al.*, 2014).

3.5.1 Kontrola růstu *L. monocytogenes* u čerstvých sýrů s použitím protektivní kultury

Cílem této studie bylo vybrat kmeny s antibakteriální aktivitou, které byly izolovány z tradičních řemeslných sýrů – sýr Pico a určit ty, které mají největší potenciál ve snižování *L. monocytogenes* v čerstvém sýru. Bylo testováno osm kmenů, produkujících bakteriociny identifikovány jako *L. lactis* a *E. faecalis*. Aktivita bakteriocinů byla nejvyšší při teplotě 4 °C. Všechny sýry, které byly vyrobeny s kmeny produkujících bakteriociny, inhibovaly růst *L. monocytogenes*. Před každým experimentem byly kultury inkubovány po dobu 24 hodin při teplotě 30 °C v živné půdě MRS. Antimikrobiální aktivita vzorků sýrů byla detekována na agaru, provedl se diskový difúzní test. Po anaerobní inkubaci při 37 °C po dobu 12 hodin byl měřen průměr zóny inhibice růstu a aktivita bakteriocinů byla vyjádřena v milimetrech.

Pro testování účinků bakteriocinů u čerstvého sýru proti *L. monocytogenes* byl čerstvý sýr vyroben z kravského pasterizovaného mléka a naočkován kmenem produkující bakteriocin a uměle kontaminován přibližně 10⁶ CFU/ml *L. monocytogenes*. Během skladování čerstvého sýra při chladicí teplotě (4 °C) po dobu až 15 dní byly sledovány počty *L. monocytogenes*. Všechny kmeny ovlivnily růst *L. monocytogenes* a některé druhy enterokoků byly účinnější při snižování počtu patogenu. Po 7 dnech byl tento pokles přibližně 4 log jednotky ve srovnání s pozitivní kontrolou. Kombinace těchto dvou kmenů produkujících bakteriociny vedla k optimalizovanému snížení počtů *L. monocytogenes* v čerstvém sýru. Došlo k snížení přibližně o 5 log jednotek po 7 dnech. Nejvyšší účinnost inhibice *L. monocytogenes* vykazovaly kmeny L3B1K3 (rod *Enterococcus*) a L3A21M3 (rod *Lactococcus*). Současné práce ukazují, že s použitím kmenů produkujících bakteriociny při výrobě

čerstvých sýrů by mohly přispět k zamezení růstu nežádoucích patogenních bakterií, jako je *L. monocytogenes*. Směs dvou kmenů prokázala velký potenciál jako ochranná kultura při procesu výroby sýra.

Rod *Enterococcus* je nejvíce kontroverzní skupinou bakterií mléčného kysání přítomných v potravinářských výrobcích. I tak jsou enterokoky součástí přirozené mikroflóry mléčných výrobků a mohou mít příznivé účinky. Studie na mikrobiální flóru tradičních sýrů vyráběných převážně ze syrového mléka od ovcí, koz nebo krav, naznačují, že enterokoky jsou relevantní součástí přírodních kultur a hrají důležitou roli při zrání sýrů, při získávání typické chutě a vůně. Některé enterokoky mohou růst a produkovat bakteriociny v mléce a sýrech, které je činí vhodnými kandidáty pro použití jako ochranné kultur proti patogenům. Tímto způsobem mohou tyto kmeny být velmi důležité při technologické výrobě sýrů při regulaci *L. monocytogenes* (Coelho, M., *et al.*, 2014).

3.6 Vliv protektivních kultur a jejich účinky

Mléko obsahuje mnoho zdravotně prospěšných složek zejména imunoglobuliny, bioaktivní mastné kyseliny a peptidy. Zdravý obraz mléka má za následek dramatický růst v diverzifikaci mléčných výrobků. Pro výrobu mléčných výrobků jako jsou sýry a jogurty jsou velmi důležité bakterie mléčného kysání, které fermentují laktózu na kyselinu mléčnou a další organické kyseliny, čímž dochází ke snížení pH a následně inhibici nežádoucích patogenních mikroorganismů. Navíc bakterie mléčného kysání produkují celou řadu sekundárních metabolitů, které mohou mít vliv na chuť, vůni a strukturu stejně jako antimikrobiální peptidy. Tyto bakterie vlastní také řadu proteináz a peptidáz, které napomáhají k trávení mléčných bílkovin. Tyto funkce a vlastnosti mohou přispět k mikrobiální bezpečnosti nebo mohou nabízet smyslové, technologické, nutriční a zdravotní výhody potravin (Bhat ZF, Bhat H., 2011).

3.6.1 Proteolytická a lipolytická aktivita

Druhy a kmeny bakterií mléčného kysání se liší jejich schopnostmi hydrolyzovat proteiny. Toto je částečně způsobeno organizací jejich proteolytického enzymového systému. Obvykle mají vyšší proteolytickou kapacitu termofilní tyčinky bakterií než druhy mezofilních a termofilních koků. Lipolytická aktivita bakterií mléčného kysání je často limitována. Hlavně zahrnuje hydrolýzu mono a diglyceridů vznikajících z triglyceridů cizími lipázami (Walstra, 2006).

Proteolytické působení bakterií mléčného kysání je velmi důležité v mlékárenské technologii. Při výrobě kysaných mléčných nápojů a při výrobě sýrů je fermentace mléka a jeho bílkovin nepostradatelná. Proteolytické působení bakterií mléčného kysání v sýrařské technologii stimuluje uvolněními aminokyselinami růst a metabolismus ostatních zúčastněných bakterií. Štěpení bílkovin se ale ve významné míře uplatňuje při zrání sýrů. Hloubka a způsob jejich štěpení závisí od enzymatického vybavení příslušných mikroorganismů, od vnitřních podmínek v sýrech (substrát, aktivita vody, pH, redoxní potenciál, textura) a od vnějších podmínek (teplota, vlhkost vzduchu, složení atmosféry, čas procesu). Při zrání sýrů se mění reologické vlastnosti sýřeniny. Textura sýřeniny přechází z pružné na neelastickou. Změny textury jsou způsobené zejména štěpením α_{s1} – kaseinu, neboť ten tvoří silné interakce s ostatními kaseiny a váže je strukturálně. Při zrání mohou vznikat i nízkomolekulární peptidy a volné aminokyseliny, které se zúčastňují na tvorbě chutnosti a vytvářejí aroma. Zvyšují pufrací kapacitu sýřeniny a podporují růst sekundární mikroflóry (Görner, Valík, 2003).

3.6.2 Citrátový metabolismus

Hlavní činností bakterií mléčného kysání je přeměna laktózy na kyselinu mléčnou. Kromě toho tyto mikroorganismy mají také schopnost metabolizovat i jiné substráty, jako je například citrát. Citrát se nachází v ovocných džusech, mléku, zelenině a je přidáván i jako konzervační látka do potravin. Přeměna citrátu bakteriemi mléčného kysání vede k produkci čtyř sloučenin uhlíku, především diacetylu, acetoinu a butandiolu, které mají aromatické vlastnosti. Diacetyl je zodpovědný za máslové aroma mléčných výrobků, jako je například máslo, kyselé smetany a tvaroh. Kromě toho je důležitou složkou chuti různých druhů sýra a jogurtu. Využití citrátu v mléce má velmi pozitivní vliv na kvalitu konečných produktů (Mayo, López, *et al.*, 2008).

3.6.3 Produkce konjugované kyseliny linolové (CLA)

CLA se týká směsi polohových a geometrických izomerů linolové kyseliny. Řada z těchto izomerů přitáhla pozornost, díky svým potenciálně prospěšným účinkům. CLA vykazuje antimikrobiální, antikarcinogenní a protizánětlivé účinky a inhibuje nástup diabetu. Řada bakterií mléčného kysání může produkovat CLA a vyskytuje se ve větším množství ve fermentovaných mléčných výrobcích než v nezpracovaném mléku. I když výroba CLA není obecným rysem bakterií mléčného kysání, vyskytují se kmeny, které

mohou účinně převést exogenní kyselinu linolovou na CLA a tyto kmeny mohou být použity ke zvýšení CLA ve fermentovaných mléčných výrobcích (Yadav, *et al.*, 2008).

3.6.4 Produkce polysacharidů

Mnoho kmenů *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus delbruecki* subsp. *bulgaricus* produkují polysacharidy. Vrstva těchto polysacharidů složených ze zbytků galaktózy a dalších cukrů může obalovat bakteriální buňky; je označována jako „glycocalix“. Polysacharidy mohou být vylučovány do média a poté se nazývají exopolysacharidy. Některé kmeny *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* a *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* také mohou produkovat polysacharidy (Walstra, 2006).

3.6.5 Produkce bakteriocinů

Bakteriociny, syntetizované peptidy nebo proteiny s antimikrobiální aktivitou jsou produkovány různými skupinami bakterií. Mnoho bakterií mléčného kysání produkuje bakteriociny, které se využívají v konzervaci potravin. Použití bakteriocinů může vést ke snížení chemické konzervace či snížení tepelného ošetření. Při použití bakteriocinů se jedná o šetnější a přirozenější metodu prodloužení trvanlivosti a zvýšení bezpečnosti potravin. Bakteriociny byly poprvé objeveny v roce 1925. Byly rozděleny do několika tříd podle účinků, mechanismů a vlastností (Bhattacharya, Das, 2010).

3.7 Působení bakteriocinů a jejich rozdělení

V posledních dvou dekádách bylo demonstrováno několik studií o potenciálu bakteriocinů, které dokážou kontrolovat růst patogenních mikroorganismů v potravinách. Bakteriociny jsou peptidy s antimikrobiální aktivitou, které jsou produkovány širokou škálou bakterií. Mnoho identifikovaných bakteriocinů je produkováno bakteriemi mléčného kysání, všeobecně známé jako bakterie užívané při mléčné fermentaci. Kromě toho mohou být bakteriociny rapidně degradovány proteázami v gastrointestinálním traktu, a proto nemohou interferovat s lidskou střevní mikroflórou. Mnoho výzkumů ohledně bakteriocinů v sýrech bylo zaměřeno na kontrolu růstu *L. monocytogenes* či sporotvorných mikroorganismů (Grattepanche, Meile, *et al.*, 2008).

3.7.1 Rozdělení bakteriocinů

Tradičně je produkce bakteriocinů důležitým kritériem při výběru probiotického kmene. Bakteriociny jsou vyráběny mnoha bakteriemi mléčného kysání, které tvoří různorodou

skupinu peptidů s ohledem na velikost, strukturu, způsob účinku, antimikrobiální účinnost a imunitní mechanismus (Dobson, *et al.*, 2012).

Bakteriociny jsou tříděny do několika tříd. Bakteriociny, které obsahují modifikovanou aminokyselinu lanthionin jako část jejich struktury, se nazývají lantibiotika. Alternativní metody klasifikace bakteriocinů zahrnují: genetiku, molekulární hmotnost a chemické složení. Jedna z metod klasifikace je členění bakteriocinů do tříd a to třídy I., II, III (Dobson, *et al.*, 2012).

3.7.1.1 Bakteriociny I. třídy

Třída I. – lantibiotika: jedná se o malé tepelně stabilní peptidy (< 5 kDa), které působí na membránové struktury a prošly postranlační modifikací, což má za následek tvorbu charakteristických thioetherových aminokyselin lanthioninu a methyllanthioninu. Velmi dobře známým příkladem této skupiny je nisin. Nisin má široké spektrum působení oproti jiným bakteriocinům. Působí zejména proti sporulujícím MO a proti *L. monocytogenes*. Jeho schopnost zabránit růstu bakteriálních endospór, vedlo k jeho použití v prevenci proti pozdní tvorbě plynu u tvrdých sýrů a dále také jako inhibitor *C. botulinum*. Nisin vykazuje největší aktivitu v mírně kyselých podmínkách. Stejně jako u ostatních bakteriocinů je místem jeho působení cytoplazmatická membrána (Marth, 1998). Lantibiotika byla nejdříve rozdělena do dvou podtříd na základě strukturální podobnosti. Podtřída Ia zahrnuje relativně prodloužené, flexibilní a pozitivně nabitě peptidy, obecně působící na cytoplazmatické membrány citlivých bakterií. Podtřídou Ib tvoří peptidy, které jsou kulovitého tvaru, mají tužší strukturu a jsou záporně nabitě. Jejich funkce spočívá v tom, že napadají enzymatický systém citlivých bakterií (Parada, *et al.*, 2007). Mezi další bakteriociny I. třídy patří subtilin, gallidermin, salivaricin, lacticin (Jack, *et al.*, 1995).

3.7.1.2 Bakteriociny II. třídy

Bakteriociny II. třídy tvoří malé tepelně stálé peptidy (< 10 kDa). Tato třída se rozděluje na několik podtříd. Podtřída IIa zahrnuje bakteriocin, který se nazývá pediocin, který produkuje zejména *Pediococcus acidilactici*. Tento bakteriocin se hojně využívá jako konzervant při přípravě potravin a také v medicínské oblasti. Působí zejména proti *Listerii monocytogenes*. Do této podtřídě se dále řadí ještě sakacin. Podtřída IIb tvoří komplex dvou odlišných peptidů. Tyto peptidy mají malou nebo žádnou aktivitu. Patří sem bakteriocin s názvem lactococcin G produkovaný zejména baktérií *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* a plantaricin EF. Do podtřídě IIc řadíme malé, tepelně stabilní

peptidy. Do této podtřídy patří divergicin A a acidocin B (Parada, *et al.*, 2007). Další bakteriocin, který řadíme do podtřídy IIc se nazývá enterocin, který je produkován bakterií *Enterococcus faecium* a *Enterococcus faecalis*. Do podtřídy IId patří bakteriocin s názvem aureocin, který je vysoce stabilní a dokáže přežít v zásaditém prostředí, není ovlivnitelný proteázami a je termorezistentní. Do podtřídy IIE patří vysoce stabilní bakteriocin nazývaný aureocin A70, složený ze čtyř peptidů, vykazuje vysokou aktivitu při inhibici *L. monocytogenes* a používá se v biotechnologiích (Dobson, *et al.*, 2012).

3.7.1.3 Bakteriociny III. třídy

Do III. třídy řadíme velké peptidy s molekulovou hmotností nad 30 kDa. V této třídě jsou helveticin, acidofilicin A a lactacin A a B. Tyto peptidy napadají buněčné stěny zejména u bakterií *Staphylococcus aureus* (Parada, *et al.*, 2007).

Tab. 1 Druhy bakteriocinů (Cintas, *et al.*, 2001)

Bakteriocin	Produkující bakterie
Nisin A	<i>Lactococcus lactis</i>
Nisin Z	<i>Lactococcus lactis</i>
Nisin U	<i>Streptococcus uberis</i>
Lactocin S	<i>Lactobacillus sakei</i>
Pediocin	<i>Pediococcus acidilactici</i>
Mesentericin	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
Acidocin	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
Sacacin	<i>Lactobacillus sakei</i>
Enterocin	<i>Enterococcus faecium</i>
Lactococin M	<i>Lactococcus cremoris</i>
Plantaricin	<i>Lactobacillus plantarum</i>
Diacetin B	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i>
Helveticin	<i>Lactobacillus helveticus</i>
Bavaricin	<i>Lactobacillus bavaricus</i>
Curvacin	<i>Lactobacillus curvatus</i>
Termophilin	<i>Streptococcus thermophilus</i>
Divergicin	<i>Carnobacterium divergens</i>
Lactobin	<i>Lactobacillus amylovorus</i>
Gassericin	<i>Lactobacillus gasei</i>
Caseicin	<i>Lactobacillus casei</i>

3.8 Biologické vlastnosti bakteriocinů

Jako biologické produkty mikroorganismů mají všechny bakteriociny určité charakteristiky, které shrnují nebo odlišují molekuly od jiných typů syntetizovaných molekul. Tyto charakteristiky určují biologické vlastnosti bakteriocinů, což zahrnuje syntézu, způsob účinku, imunitní mechanismy a rezistenci. Vzhledem k jejich bílkovinné podstatě jsou všechny bakteriociny syntetizovány ribozomy produkčního MO. Požadovaná informace je dodána z genetického kódu, který může být příležitostně umístěn na plasmidech, na hlavním chromozomu nebo na mobilních elementech jako jsou transpozony. Genetická organizace klastrů bakteriocinových genů obsahuje funkční operon, který obecně zahrnuje strukturní gen, gen kodující imunitní protein, geny zodpovědné za zpracování a transport bakteriocinu a v některých případech geny kodující některé enzymy pro posttranskripční modifikace. Kromě toho bakteriocinové operony také obsahují gen kodující preindukční faktor, histidin – proteinkinázu a geny kodující regulátor odezvy (Cleveland, *et al.*, 2001). Poprvé je strukturní gen aktivován na počátku produkce bakteriocinů a produkuje biologicky inaktivní prekurzory nebo prepropeptidy také nazývané prebakteriociny. Poté další související části bakteriocinového operonu se postupně stávají operačními a proces následně vede k vypouštění zralých bakteriocinů s antimikrobiální aktivitou (Cintas, *et al.*, 2001). Co se týká mechanismu účinku, tak všechny typy bakteriocinů působí na cílový povrch buněk prostřednictvím různých mechanismů. To obvykle vede k nedostatkům v syntéze buněčných stěn, změnám propustnosti membrány nebo vzniku pórů způsobující smrt cílových buněk. Například lantibiotika inhibují cílové buňky vytvářením porů v membráně, vyčerpáním transmembránového potenciálu nebo pH gradientu, což vede k úniku buněčných materiálů. V tomto jevu se pozitivně nabitě bakteriocinové molekuly s hydrofobním koncem vážou na negativně nabitou fosfátovou skupinu cílových buněčných membrán elektrostatickými interakcemi. Proto se hydrofobní části bakteriocinů vážou do membrány a tím způsobují vznik pórů a následně buněčnou smrt (Balciunas, E. M., *et al.*, 2013).

3.9 Aplikace a použití bakteriocinů

Ačkoli moderní pokroky v technologii se vyvíjí ze dne na den, je konzervace potravin stále více diskutovaným tématem. Nedostatečná konzervace má za následek ekonomické ztráty v důsledku kažení a nežádoucích účinků na lidské zdraví. V tomto ohledu bylo identifikováno mnoho chemických konzervačních látek, které byly použity

při konzervaci potravin. Nicméně rostoucí povědomí spotřebitelů a nárůst zdravotních problémů, pokud jde o použití chemických přídatných látek, je použití přírodních konzervantů atraktivnější (Mills, Stanton, *et al.*, 2011).

3.9.1 Bakteriociny a jejich využití v lékařství

V moderní medicíně dochází k drastickému zvýšení počtu antibiotik, která jsou odolná vůči patogenům. Nežádoucí účinky nové generace antibiotik s vysoce toxickými prvky vedly k vytvoření nových alternativních metod. Bakteriociny mají velký potenciál v aplikacích pro lidské zdraví (Riley, Wertz, 2002).

Tab. 2 Příklady bakteriocinů a jejich farmaceutické využití (Riley, Wertz, 2002)

Skupina bakteriocinů	Farmaceutické využití
Lantibiotika	- léčba krevního tlaku, zánětů, alergií - infekce pokožky, zubní kazy
Coliciny	- hemolyticko – uremický syndrom
Microciny	- antimikrobiální činidlo - léčba salmonelózy

3.9.2 Bakteriociny a aplikace v potravinách

Je dobře známo, že startovací kultury produkují celou řadu látek včetně kyseliny mléčné a metabolitů, které napomáhají zachovávat a udržovat bezpečnost mnoha fermentovaných výrobků (Fox, 2004). V konzervaci potravin jsou bakteriociny, které produkují bakterie mléčného kysání považovány za bezpečné látky. Jsou tolerantní k pH a vysokým teplotám, mají relativně široké antimikrobiální spektrum vůči patogenním mikroorganismům, vyskytujících se v potravinách a proti bakteriím, které způsobují kažení. Vykazují baktericidní způsob účinku obvykle působící na bakteriální cytoplazmatickou membránu. Jejich genetické determinanty jsou obvykle kodovány v plazmidech což usnadňuje genetickou manipulaci (Gálvez, *et al.*, 2007).

Související studie poukazují, že aplikace bakteriocinů s těmito vlastnostmi v potravinářských průmyslech mohou prodloužit trvanlivost potravin, poskytnout lepší ochranu během porušení skladovacích teplot, snížit riziko přenosu potravinových patogenů potravinovým řetězcem, snížit ekonomické ztráty způsobené kažením potravin, snížit použití chemických konzervantů, umožnit aplikaci méně tepelných ošetření potravin – lepší zachování živin, vitamínů, organoleptických vlastností a umožnit uvádění nových typů potravin (Gálvez, *et al.*, 2007).

Bakteriociny jsou přidávány při zpracování potravin jako přípravky produkované *ex situ* nebo inokulací bakteriocinogenních kmenů. Poté bakteriociny vykazují antimikrobiální aktivitu v potravine. Avšak potravina, její zpracování a přirozená mikroflóra má poměrně složitou a nestabilní podstatu v mnoha případech. Proto musí bakteriociny projít přes všechny limitující faktory, aby vykazovaly antimikrobiální aktivitu. Gálvez a spol. přezkoumal limitující faktory bakteriocinů v aplikaci v potravinách a prezentoval je v roce 2007. Tabulka 3 ukazuje tyto parametry:

Tab. 3 Účinnost bakteriocinů v potravinách – limitující faktory (Gálvez, *et al.*, 2007)

Skupiny	Limitující faktory
Faktory související s potravinou	<ul style="list-style-type: none"> - podmínky zpracování potravin - skladovací teploty - pH potraviny - inaktivace enzymů v potravinách - interakce s aditivy
Mikroflóra potraviny	<ul style="list-style-type: none"> - počet MO, obsah MO v potravine - mikrobiální diverzita - citlivost na bakteriociny
Cílové bakterie	<ul style="list-style-type: none"> - obsah, počet MO v potravine - citlivost na bakteriociny - fyziologické stádium - fyzikálně – chemické bariéry - vytvoření odolnosti/adaptace

Nisin je nejvíce používaným bakteriocinem v potravinářství. Jeho komerční název pro použití s potravinami je Nisaplin a byl uveden na trh v podobě lyofilizovaného prášku (Balcianus E. M., *et al.*, 2013). Mezi další komerčně dostupné bakteriociny patří také pediocin. V blízké budoucnosti se předpokládá, že použití těchto přípravků obsahujících bakteriociny se rapidně zvýší. Dále je uvedeno využití bakteriocinů v mlékárenském průmyslu.

Tab. 4 Využití bakteriocinů v mlékárenském průmyslu (Gálvez, *et al.*, 2007)

Mléko a mléčné výrobky	
<i>Úžívaná skupina</i>	<i>Využití</i>
Nezpracované suroviny	- redukce růstu MO v syrovém mléku - inaktivace mezofilních bakterií
Fermentované produkty	- inhibice tvorby plynu <i>C. botulinum</i> - inaktivace patogenních a toxikogenních MO v sýrech - použití kultur produkující bakteriociny k ochraně sýrů
Zpracované produkty	- inhibice MO tvořících spóry ve zpracovaných sýrech - inhibice <i>L. monocytogenes</i>

4 MATERIÁL A METODIKA

Diplomová práce byla zpracována na Mendelově univerzitě v Brně, kde byly jako vzorky použity čerstvé sýry, vyráběné v mlékařské laboratoři. Byl vyráběn čerstvý sýr bez přidání protektivní kultury, kde byla použita smetanová kultura s názvem FLORA DANICA a čerstvé sýry s přídavkem protektivních kultur. Byla použita protektivní kultura s názvem CCDM 731 obsahující *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* a protektivní kultura obsahující *Enterococcus faecium*. Senzorické hodnocení čerstvých sýrů bylo prováděno na Mendelově univerzitě v Brně.

Čerstvé sýry

Na výrobu čerstvých sýrů bylo použito mléko z mlékomatu v Brně, syřidlo, CaCl_2 , smetanová kultura a protektivní kultury.

Protektivní kultury

Pro výrobu čerstvých sýrů byly použity protektivní kultury od výrobce Milcom a.s. Laktoflora. Informace o výrobci: Laktoflora, Ke Dvoru 12a, 160 00, Praha 6. Použila se protektivní kultura s názvem CCDM 731 obsahující *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* a protektivní kultura obsahující *Enterococcus faecium*.

Příprava čerstvých sýrů

Nejdříve byla provedena šetrná pasterace mléka při 72 °C po dobu 20 – 30 sekund. Poté jsme nechali vychladit na teplotu 30 – 33 °C. Dále bylo mléko zaočkováno smetanovou či protektivní kulturou a byl přidán CaCl_2 . Mléko se promíchalo a nechalo se prokysat po dobu 30 – 40 minut při teplotě 30 – 33 °C. Přidali jsme vypočítané množství syřidla, promíchali a nechali ustálit hladinu. Poté probíhalo srážení po dobu 40 minut při teplotě 30 – 33 °C. Gel, který se nám vytvořil, jsme pokrájeli na kostky 3x3 cm. Krájení probíhalo vždy po 3 minutách třikrát za sebou. Sýrové zrno, které se nám vytvořilo, jsme opatrně naplnili do formiček, aby se nám příliš nerozbilo. Sýr jsme otáčeli v 15– ti minutových intervalech 5x. Nechali jsme prokysat do druhého dne. Sýry byly skladovány při teplotě 8 °C.

Pomůcky při výrobě čerstvých sýrů

Tab. 5 Seznam pomůcek na výrobu čerstvých sýrů

Pomůcky

Pastér	- na pasteraci mléka při 72 °C/20 – 30s
Kádinky	- pro nalití syřidla a CaCl ₂ do mléka
Naběračka	- při promíchávání sýrového zrna
Teploměr	- kontrola teploty mléka
Pipety	- odměření dávky syřidla a CaCl ₂
Krájecí nůž	- krájení syřeniny
Erlenmayerovy baňky	- zkouška syřitelnosti
Formičky	- formování sýrů

Celkové sensorické hodnocení

Senzorické hodnocení bylo prováděno na Ústavu technologie potravin Mendelovy univerzity v Brně. Hodnocení se zúčastnilo 5 hodnotitelů, kteří zapisovali své poznatky do sensorického dotazníku pomocí nestrukturované stupnice.

V sensorickém dotazníku byly hodnoceny tyto kritéria: celková příjemnost vzhledu, vůně a hodnocení chuti, kde se nejvíce pozorovala intenzita kyselé chuti, hořké chuti, tvarohovitá chuť a celková příjemnost chuti. Stupnice měly délku 10 cm (1 mm na stupnici je roven 1 bodu, maximum je 100 bodů) a obsahovaly slovní popis krajních bodů např. u příjemnosti chuti, byly krajní body vpravo – velmi příjemná a krajní body vlevo – nepříjemná. Sensorické hodnocení probíhalo u všech vzorků sýrů stejným způsobem. Po zhodnocení celkového vzhledu a vůně se sýry rozdělily na několik částí a pokračovalo se v hodnocení chutě. První výroba proběhla 19. 11. 2014 a druhá výroba 20. 1. 2015. Čerstvé sýry se hodnotily po dobu tří týdnů. Průměrné výsledky celkového sensorického hodnocení všech vzorků čerstvých sýrů jsou zaznamenány v tabulkách a pavučinových grafech.

Senzorické hodnocení textury

V rámci sensorického hodnocení textury se u čerstvých sýrů hodnotila tvrdost mezi prsty, elasticita, tvrdost v ústech, žvýkatelnost, soudržnost a mazlavost. Byl použit stejný sensorický dotazník s délkou stupnice 10 cm. Sensorického hodnocení textury se zúčastnilo také 5 hodnotitelů. Průměrné výsledky sensorického hodnocení textury jsou uvedeny v tabulkách a příslušných grafech.

Stanovení tuku

U každé výroby čerstvých sýrů se provedlo dvojí měření obsahu tuku. Obsah tuku v sýrech se stanovoval butyrometicky.

Statistické zpracování výsledků celkového sensorického hodnocení a sensorického hodnocení textury

V rámci statistického zpracování se u čerstvých sýrů nejdříve provedl F-test pro analýzu rozptylů a na základě F-testu byl dále použit t-test. Hladina významnosti t-testu byla stanovena na 0,05. Tento princip byl použit u každé výroby, která proběhla, jak v roce 2014 tak i u druhé výroby v roce 2015. Nejdříve se provedlo statistické posouzení čerstvého sýru bez protektivní kultury v rámci obou výrob, zda se výroby liší. Stejným způsobem se provedlo statistické posouzení u čerstvých sýrů s protektivními kulturami. Za pomoci t-testů se vždy porovnávaly tři týdny měření u první výroby v roce 2014 se třemi týdny měření u druhé výroby v roce 2015.

Po celkovém statistickém zhodnocení obou výrob se provedlo statistické posuzování čerstvých sýrů bez protektivních kultur s čerstvými sýry obsahující protektivní kultury, zda se mezi nimi vyskytují statisticky průkazné rozdíly. Statisticky se posuzovaly mezi sebou i sýry s obsahem protektivních kultur, zda se některé deskriptory liší.

Výsledky t-testů u obou výrob i výsledky t-testů jednotlivého posuzování sýrů bez protektivní kultury či s protektivní kulturou jsou uvedeny v tabulkách.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

Tato práce se zabývala senzoričným hodnocením čerstvých sýrů bez protektivních kultur a sýrů s protektivními kulturami. Čerstvé sýry byly vyrobeny na Mendelově univerzitě a poté senzoričcky hodnoceny.

Celkové senzoričké hodnocení čerstvých sýrů a senzoričké hodnocení textury bez protektivních kultur či s obsahem protektivních kultur je znázorněno na následujících grafech. Z hlediska celkového srovnání těchto grafů je vidět, že lepší hodnocení získaly čerstvé sýry bez protektivní kultury a čerstvé sýry obsahující protektivní kulturu *E. faecium* v porovnání s čerstvým sýrem obsahující *L. lactis* subsp. *lactis*.

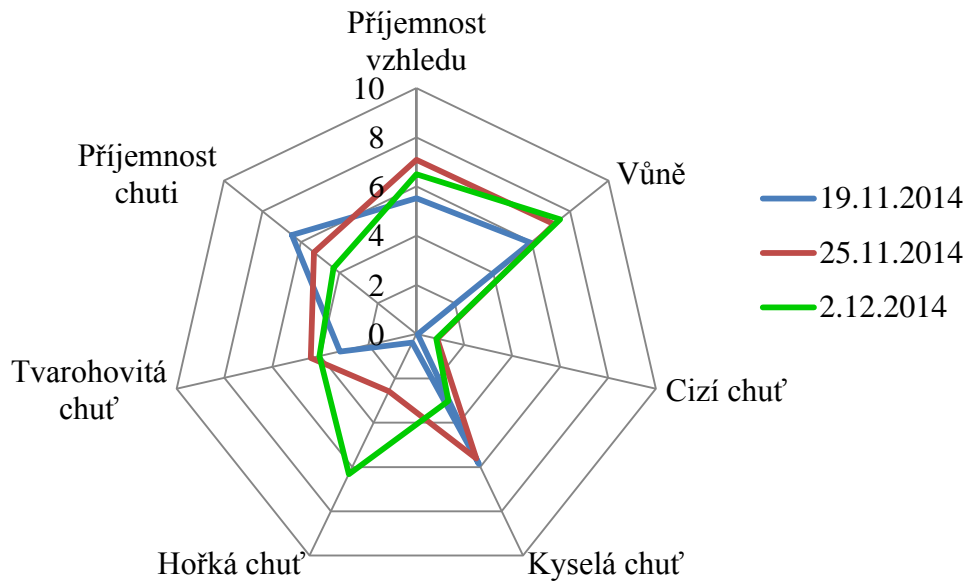
Rozdíly v senzoričkém hodnocení u čerstvého sýru bez protektivní kultury

Tab. 6 Průměrné hodnoty senzoričkého hodnocení sýru bez protektivní kultury – první výroba (cm)

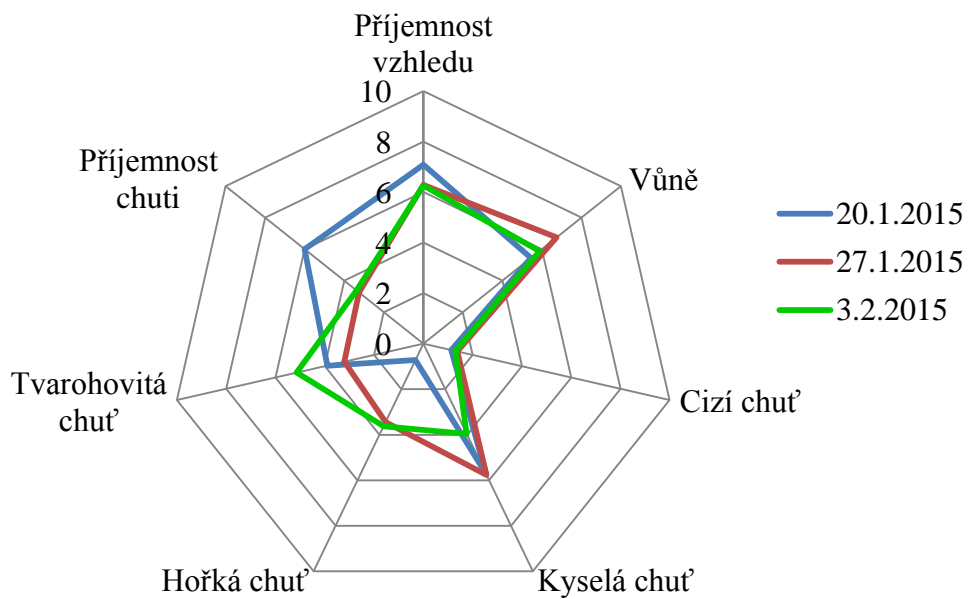
	Příjemnost vzhledu	Vůně	Cizí chuť	Kyselá chuť	Hořká chuť	Tvarohovitá chuť	Příjemnost chuti
19. 11. 2014	5,52	5,96	0,06	5,86	0,38	3,18	6,46
25. 11. 2014	7,08	7,16	0,88	5,62	2,58	4,4	5,32
2. 12. 2014	6,5	7,48	0,84	3,02	6,32	4,04	4,3

Tab. 7 Průměrné hodnoty senzoričkého hodnocení sýru bez protektivní kultury – druhá výroba (cm)

	Příjemnost vzhledu	Vůně	Cizí chuť	Kyselá chuť	Hořká chuť	Tvarohovitá chuť	Příjemnost chuti
20. 1. 2015	7,08	5,44	1,14	5,72	0,72	3,9	6
27. 1. 2015	6,28	6,74	1,38	5,76	3,44	3,2	3,26
3. 2. 2015	6,26	5,88	1,3	3,96	3,62	5,14	3,38



Obr. 8 Senzorické hodnocení sýru bez protektivní kultury – první výroba



Obr. 9 Senzorické hodnocení sýru bez protektivní kultury – druhá výroba

Porovnání sensorického hodnocení u sýru bez protektivní kultury u obou výrob

Při porovnání sensorického hodnocení u obou výrob čerstvého sýra bez protektivní kultury sledujeme největší rozdíly u hořké a tvarohovité chuti a celkové příjemnosti. Nejmenší rozdíly byly naměřeny u deskriptorů vůně, cizí chutě, kyselosti a celkového vzhledu. Největší rozdíl byl naměřen u hořké chuti u první výroby, kdy v třetím týdnu hodnocení byla hodnota deskriptoru 63 bodů a u druhé výroby pouze 36 bodů. U obou výrob je patrné, že hořkost stoupá s každým následujícím týdnem. Stupeň hořkosti byl nejvíce pozorován v třetím týdnu.

Senzorické hodnocení textury u sýru bez protektivní kultury

Tab. 8 Průměrné hodnoty textury u sýru bez protektivní kultury – první výroba (cm)

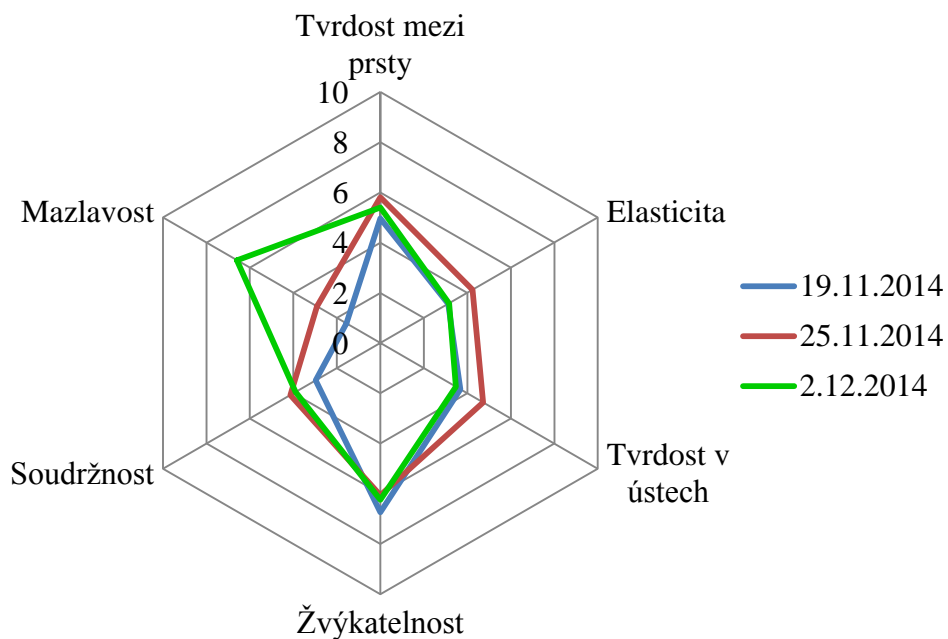
	Tvrđost mezi prsty	Elasticita	Tvrđost v ústech	Žvýkatelnost	Soudržnost	Mazlavost
19. 11. 2014	4,96	3,12	3,68	6,74	2,98	1,56
25. 11. 2014	5,8	4,24	4,72	6,06	4,14	2,92
2. 12. 2014	5,4	3,16	3,48	6,24	3,9	6,6

Tab. 9 Průměrné hodnoty textury u sýru bez protektivní kultury – druhá výroba (cm)

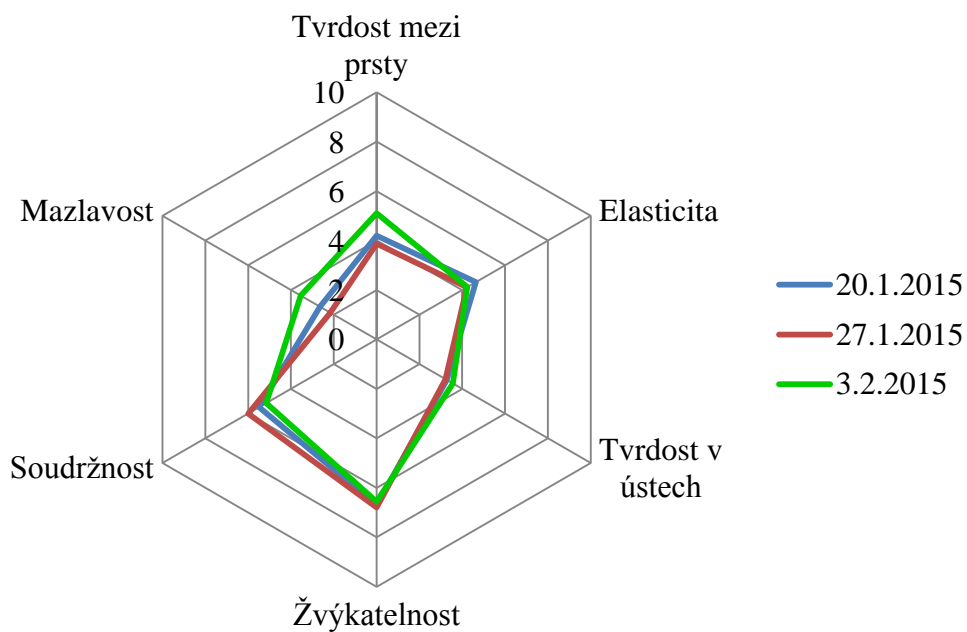
	Tvrđost mezi prsty	Elasticita	Tvrđost v ústech	Žvýkatelnost	Soudržnost	Mazlavost
20. 1. 2015	4,2	4,64	3,28	6,7	5,48	2,64
27. 1. 2015	3,88	4,22	3,22	6,8	6	2,16
3. 2. 2015	5,1	4,24	3,56	6,56	5,16	3,54

Tab. 10 Průměrné hodnoty tuku u první výroby 19.11. 2014 a u druhé výroby 20.1. 2015 pro čerstvý sýr bez protektivní kultury

	1A	1B
19. 11. 2014	20,5	19,75
20. 1. 2015	15,0	15,5



Obr. 10 *Senzorické hodnocení textury u sýru bez protektivní kultury – první výroba*



Obr. 11 *Senzorické hodnocení textury u sýru bez protektivní kultury – druhá výroba*

Porovnání sensorického hodnocení textury u sýru bez protektivní kultury u obou výrob

Při porovnání sensorického hodnocení textury vidíme z grafu, že výsledky u deskriptorů tvrdost mezi prsty, elasticita, tvrdost v ústech a žvýkatelnost se značně neliší. Největšího rozdílu bylo dosaženo u deskriptoru mazlavosti při první výrobě, kdy hodnota dosáhla 66 bodů a při druhé výrobě pouze 35 bodů. U obou výrob můžeme sledovat, že mazlavost v průběhu zrání rostla. Vyšší obsah tuku může způsobit vyšší mazlavost a měkčí konzistenci.

U sýru bez protektivní kultury se provedla dvě měření obsahu tuku. Výsledky dvou měření u první výroby jsou následující: první vzorek – 20,5 a druhý vzorek – 19,75. U druhé výroby byly obsahy tuku nižší, první vzorek – 15,0 a druhý vzorek – 15,5. Z grafu tak můžeme sledovat, že u výroby s vyšším obsahem tuku, dosahovala mazlavost vyšších hodnot, než u druhé výroby s nižším obsahem tuku.

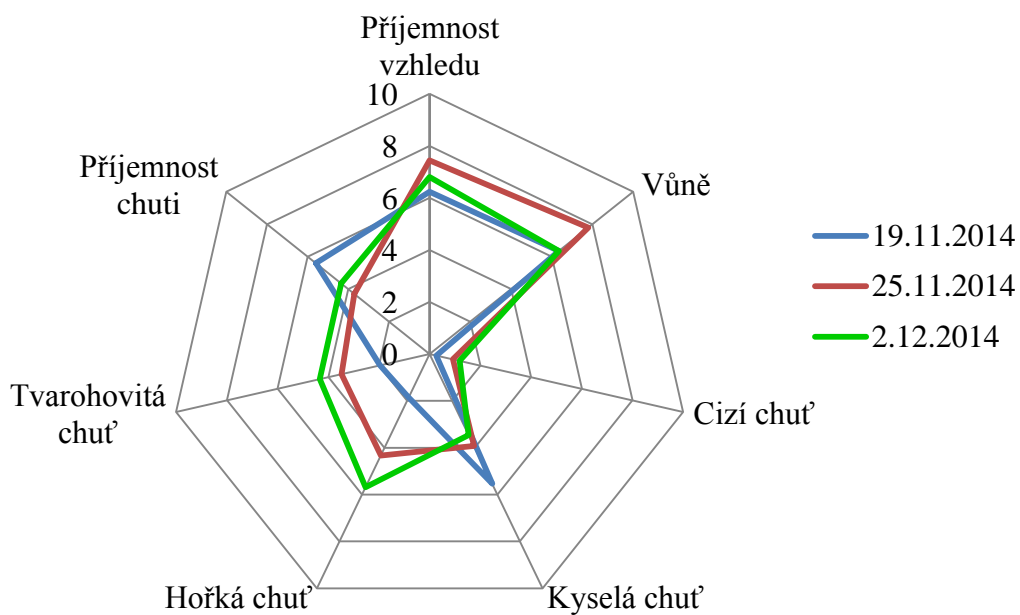
Rozdíly v celkovém sensorickém hodnocení u čerstvého sýru s protektivní kulturou *E. faecium*

Tab. 11 Průměrné hodnoty sensorického hodnocení sýru s protektivní kulturou *E. faecium* – první výroba (cm)

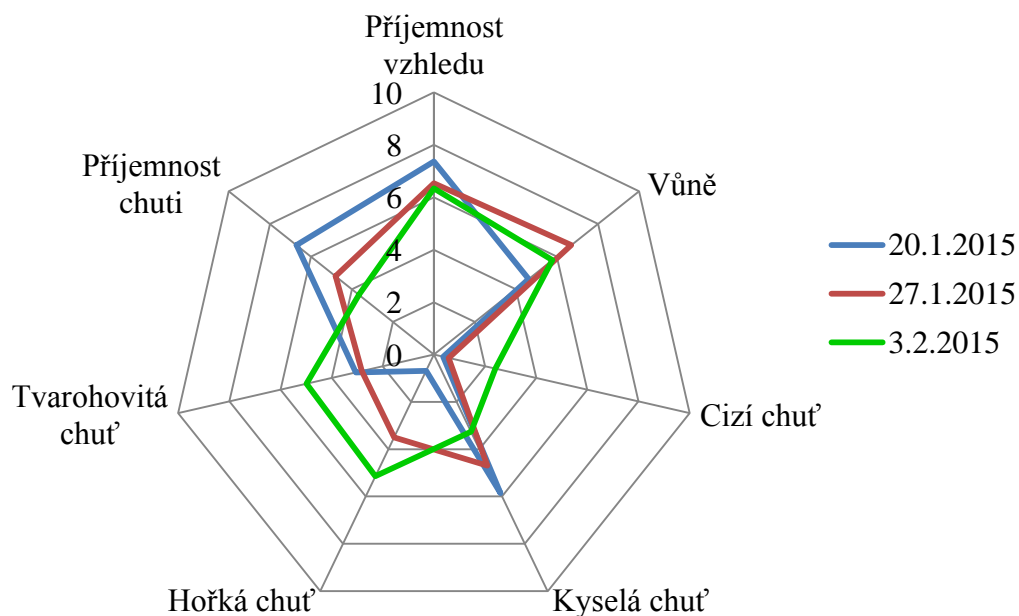
	Příjemnost vzhledu	Vůně	Cizí chuť	Kyselá chuť	Hořká chuť	Tvarohovitá chuť	Příjemnost chuti
19. 11. 2014	6,24	6,36	0,26	5,54	1,86	1,96	5,6
25. 11. 2014	7,44	7,8	0,92	3,92	4,34	3,48	3,7
2. 12. 2014	6,8	6,36	1,18	3,46	5,68	4,34	4,36

Tab. 12 Průměrné hodnoty sensorického hodnocení sýru s protektivní kulturou *E. faecium* – druhá výroba (cm)

	Příjemnost vzhledu	Vůně	Cizí chuť	Kyselá chuť	Hořká chuť	Tvarohovitá chuť	Příjemnost chuti
20. 1. 2015	7,36	4,62	0,36	5,86	0,68	3,06	6,7
27. 1. 2015	6,54	6,7	0,58	4,7	3,5	2,82	4,8
3. 2. 2015	6,34	5,78	2,4	3,26	5,14	4,98	3,66



Obr. 12 Senzorické hodnocení sýru s protektivní kulturou *E. faecium* – první výroba



Obr. 13 Senzorické hodnocení sýru s protektivní kulturou *E. faecium* – druhá výroba

Porovnání sensorického hodnocení sýru s protektivní kulturou *E. faecium* u obou výrob

Při porovnání výsledků měření u sensorického hodnocení sýru s protektivní kulturou vidíme u obou výrob, že se výsledky značně neliší. U obou výrob došlo k nárůstu kyselé i hořké chuti v třetím týdnu a nárůstu intenzity cizí chuti. Přijemnost chuti byla nejlepší v prvním týdnu hodnocení. U druhé výroby byla intenzita cizí chuti vyšší než u první, kdy hodnota deskriptoru dosáhla 24 bodů a u první činila 12 bodů. Cizí chuť byla nejčastěji definována hodnotiteli jako svíravá.

Senzorické hodnocení textury u sýru s protektivní kulturou *E. faecium*

Tab. 13 Průměrné hodnoty textury u sýru s protektivní kulturou *E. faecium* – první výroba (cm)

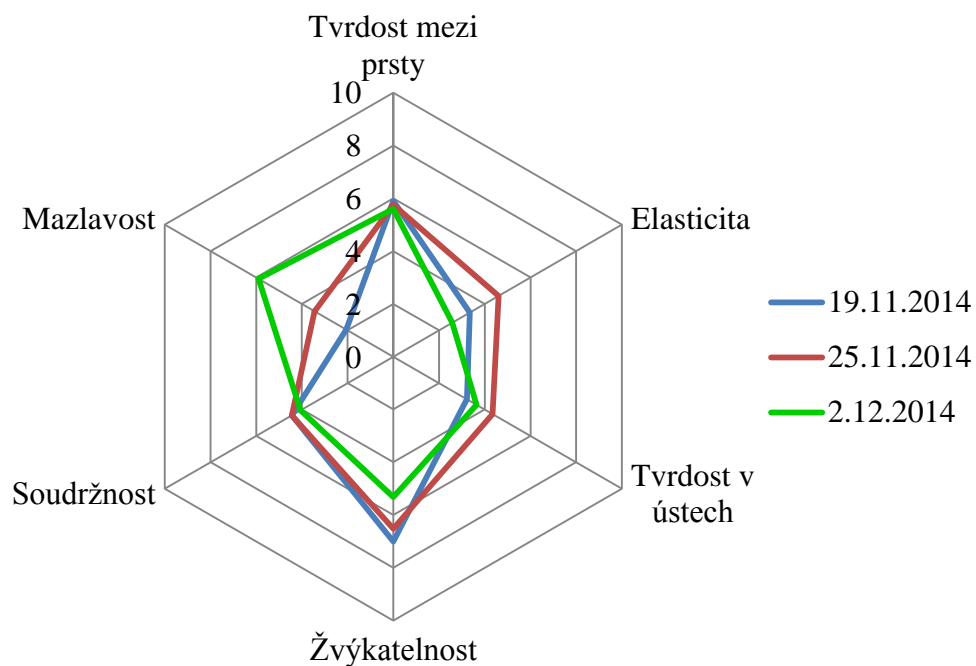
	Tvrdost mezi prsty	Elasticita	Tvrdost v ústech	Žvýkatelnost	Soudržnost	Mazlavost
19. 11. 2014	5,9	3,34	3,22	7	4,44	2,06
25. 11. 2014	5,76	4,6	4,34	6,52	4,44	3,44
2. 12. 2014	5,6	2,58	3,64	5,32	4,06	5,9

Tab. 14 Průměrné hodnoty textury u sýru s protektivní kulturou *E. faecium* – druhá výroba (cm)

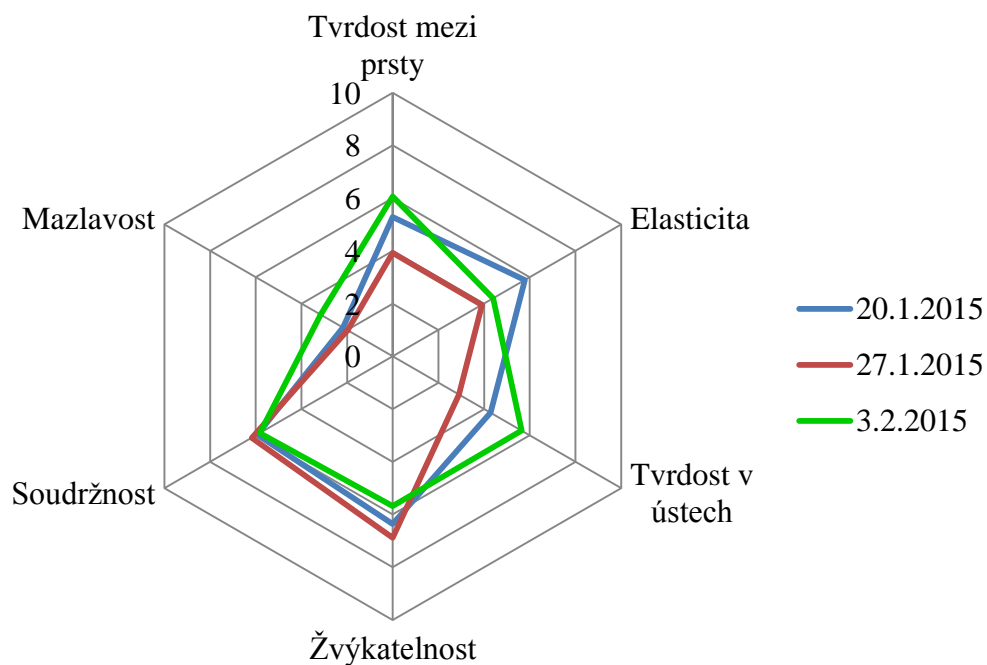
	Tvrdost mezi prsty	Elasticita	Tvrdost v ústech	Žvýkatelnost	Soudržnost	Mazlavost
20. 1. 2015	5,28	5,78	4,28	6,36	5,94	2,18
27. 1. 2015	3,92	3,9	2,9	6,88	6,18	1,98
3. 2. 2015	6,06	4,4	5,64	5,68	5,82	3,16

Tab. 15 Průměrné hodnoty tuku u první výroby 19.11. 2014 a u druhé výroby 20.1. 2015 pro čerstvý sýr s protektivní kulturou *E. faecium*

	2A	2B
19. 11. 2014	18,50	14,0
20. 1. 2015	19,50	16,0



Obr. 14 *Senzorické hodnocení textury u sýru s protektivní kulturou E. faecium – první výroba*



Obr. 15 *Senzorické hodnocení textury u sýru s protektivní kulturou E. faecium – druhá výroba*

Porovnání senzorického hodnocení textury u sýru s protektivní kulturou *E. faecium* u obou výroby

Při porovnání senzorického hodnocení textury můžeme vidět značné rozdíly zejména u mazlavosti, soudržnosti a elasticity. U sýru s protektivní kulturou *E. faecium* se provedla dvě měření obsahu tuku. Výsledky dvou měření u první výroby jsou následující: první vzorek – 18,50 a druhý vzorek – 19,50. U druhé výroby byly obsahy tuku nižší, první vzorek – 14,0 a druhý vzorek – 16,0. Z grafu tak můžeme sledovat, že u výroby s vyšším obsahem tuku, dosahovala mazlavost vyšších hodnot, než u druhé výroby s nižším obsahem tuku.

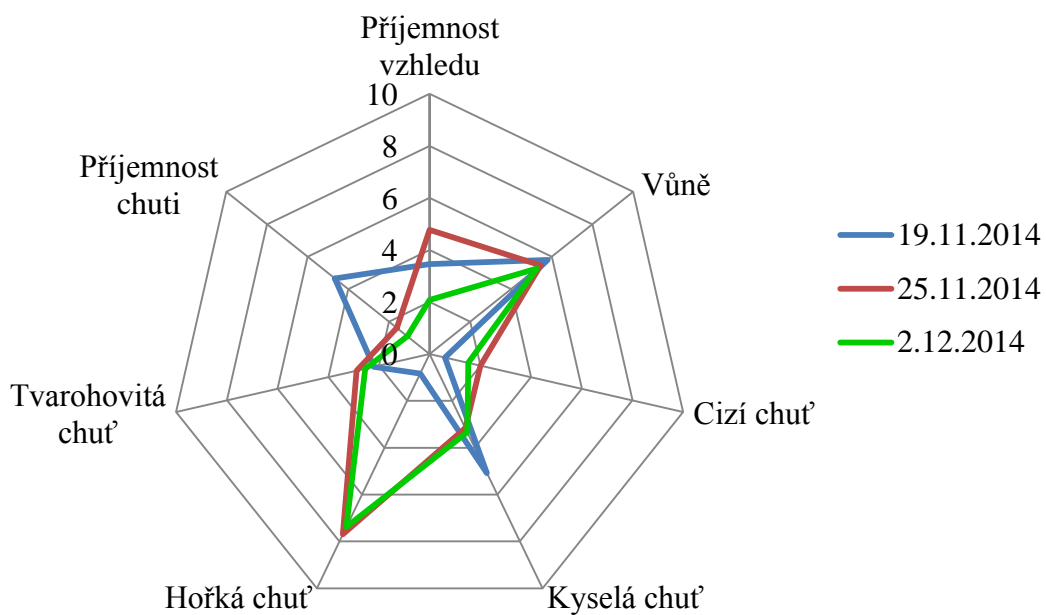
Rozdíly v senzorickém hodnocení u čerstvého sýru s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis*

Tab. 16 Průměrné hodnoty senzorického hodnocení sýru s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* – první výroba (cm)

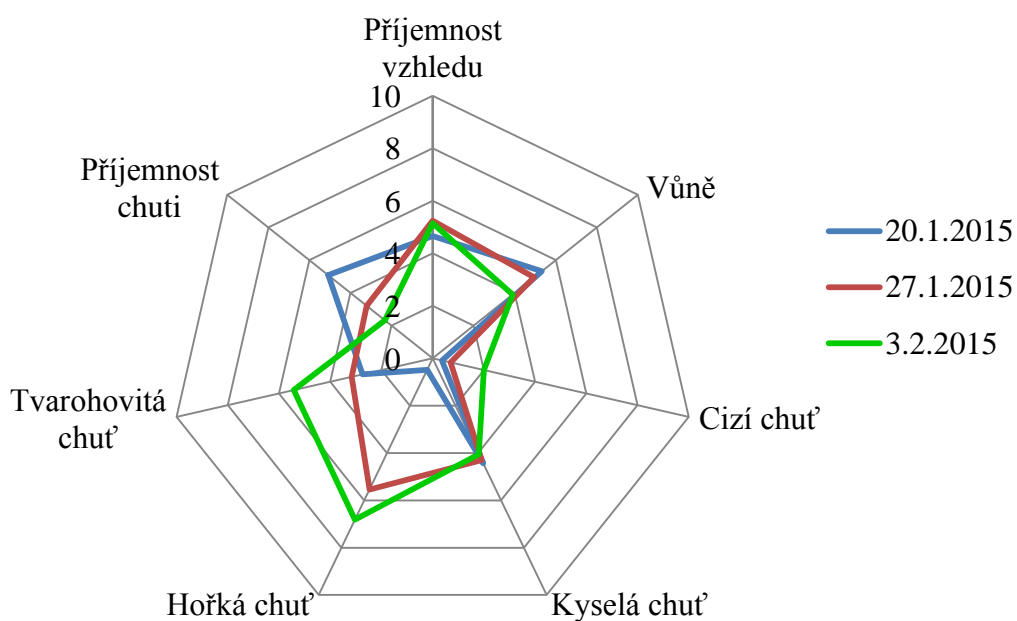
	Příjemnost vzhledu	Vůně	Cizí chuť	Kyselá chuť	Hořká chuť	Tvarohovitá chuť	Příjemnost chuti
19. 11. 2014	3,46	5,8	0,6	5,08	0,84	2,2	4,66
25. 11. 2014	4,78	5,46	2	3,16	7,7	2,88	1,62
2. 12. 2014	2,08	5,26	1,52	3,34	7,38	2,54	1,1

Tab. 17 Průměrné hodnoty senzorického hodnocení sýru s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* – druhá výroba (cm)

	Příjemnost vzhledu	Vůně	Cizí chuť	Kyselá chuť	Hořká chuť	Tvarohovitá chuť	Příjemnost chuti
20. 1. 2015	4,66	5,32	0,36	4,44	0,46	2,74	5,08
27. 1. 2015	5,24	4,94	0,7	4,3	5,54	3,16	3,2
2. 12. 2015	5,14	3,9	2	4,06	6,82	5,42	2,32



Obr. 16 *Senzorické hodnocení sýru s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* – první výroba*



Obr. 17 *Senzorické hodnocení sýru s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* – druhá výroba*

Porovnání sensorického hodnocení sýru s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* u obou výrob

Při porovnávání výsledků sensorického hodnocení sledujeme největší rozdíly v příjemnosti vzhledu a tvarohovité chuti. Příjemnost vzhledu a tvarohovitá chuť dosahovala u první výroby v třetím týdnu nižších hodnot než u výroby druhé. U první výroby byly také zaznamenány vyšší hodnoty hořkosti v druhém a v třetím týdnu sensorického hodnocení. U ostatních deskriptorů se výsledky značně nelišily.

Senzorické hodnocení textury u sýru s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis*

Tab. 18 Průměrné hodnoty textury u sýru s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* – první výroba (cm)

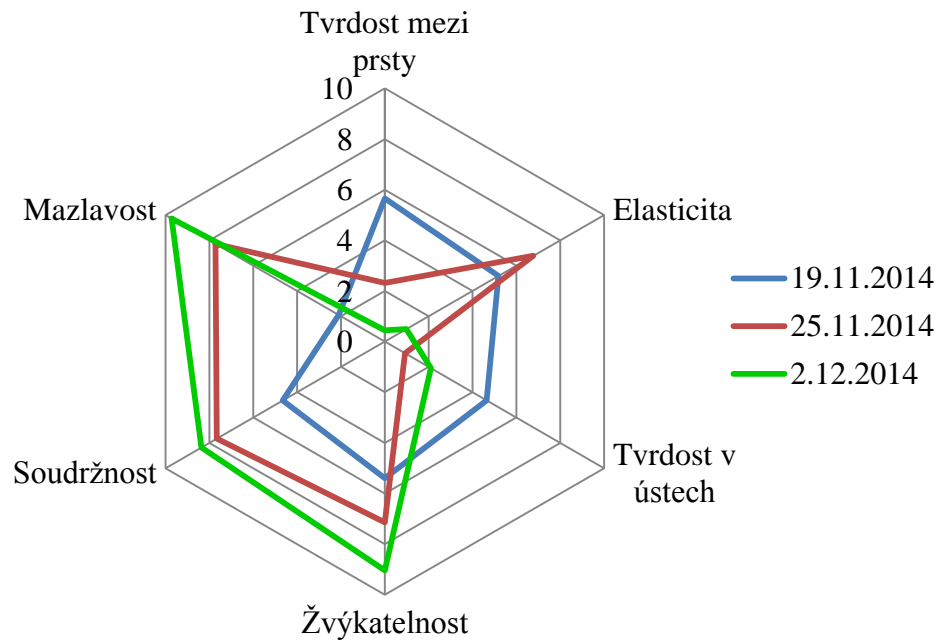
	Tvrdost mezi prsty	Elasticita	Tvrdost v ústech	Žvýkatelnost	Soudržnost	Mazlavost
19. 11. 2014	5,66	5,18	4,64	5,4	4,66	2,1
25. 11. 2014	2,32	6,78	0,92	7,14	7,66	7,72
2. 12. 2014	0,44	0,98	2,1	9,04	8,36	9,72

Tab. 19 Průměrné hodnoty textury u sýru s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* – druhá výroba (cm)

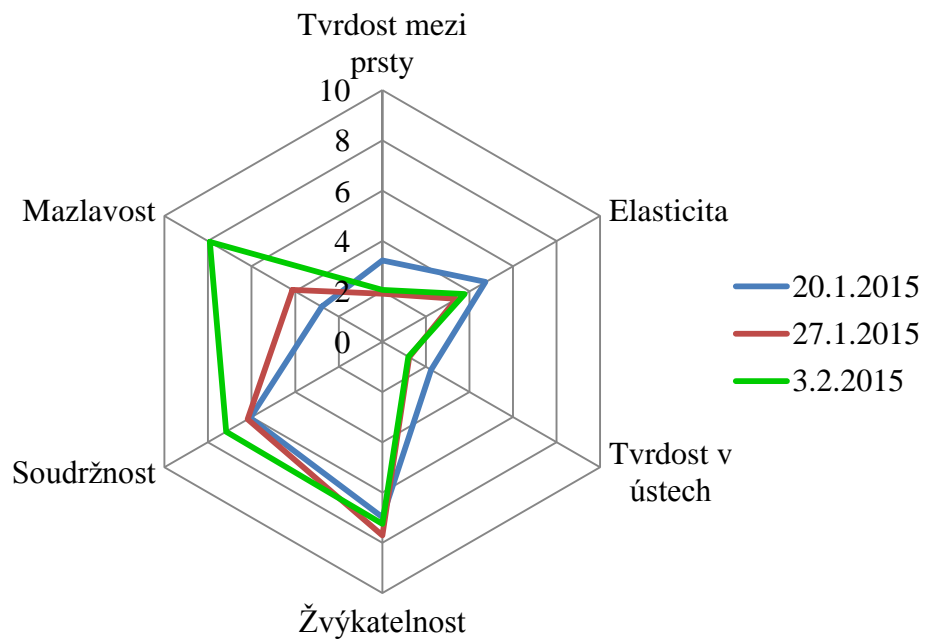
	Tvrdost mezi prsty	Elasticita	Tvrdost v ústech	Žvýkatelnost	Soudržnost	Mazlavost
20. 1. 2015	3,22	4,74	2,24	6,98	6,06	2,78
27. 1. 2015	1,9	3,4	1,24	7,7	6,18	4,12
3. 2. 2015	2,06	3,78	1,2	7,24	7,16	7,92

Tab. 20 Průměrné hodnoty tuku u první výroby 19.11. 2014 a u druhé výroby 20.1. 2015 pro čerstvý sýr s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis*

	3A	3B
19. 11. 2014	18,00	14,5
20. 1. 2015	18,00	13,75



Obr. 18 *Senzorické hodnocení textury u sýru s protektivní kulturou *L. lactis subsp. lactis* – první výroba*



Obr. 19 *Senzorické hodnocení textury u sýru s protektivní kulturou *L. lactis subsp. lactis* – druhá výroba*

Porovnání sensorického hodnocení textury u sýru s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* u obou výrob

Při porovnání sensorického hodnocení textury můžeme sledovat, že u obou výrob se mazlavost, soudržnost a žvýkatelnost značně neliší. Rozdíl byl pozorován u tvrdosti mezi prsty a tvrdosti v ústech, kdy u první výroby dosahovala vyšších hodnot než u druhé výroby. Elasticita byla nejvyšší při první výrobě v druhém týdnu sensorického hodnocení, kdy její hodnota dosáhla 68 bodů a u druhé výroby pouze 34 bodů. Tvrdost mezi prsty i v ústech byla nejvyšší v prvním týdnu měření.

Statistické vyhodnocení výsledků sensorického hodnocení u čerstvého sýru bez protektivní kultury – porovnání obou výrob

Tab. 21 Výsledky t-testu pro čerstvý sýr bez protektivní kultury – porovnání obou výrob pro hladinu významnosti $p \geq 0,05$

	19. 11. 2014 - 20. 1. 2015	25. 11. 2014 - 27. 1. 2015	2. 12. 2014 - 3. 2. 2015
Příjemnost vzhledu	0,216	0,380	0,823
Vůně	0,455	0,476	0,217
Cizí chuť	0,398	0,634	0,574
Kyselá chuť	0,910	0,924	0,519
Hořká chuť	0,644	0,659	0,082
Tvarohovitá chuť	0,644	0,465	0,542
Příjemnost chuti	0,464	0,037	0,449

Při statistickém posuzování čerstvého sýru bez protektivní kultury jsme zjistili, že výsledky se u prvního týdne měření jak v roce 2014 tak v roce 2015 statisticky neliší. Porovnávali jsme první týden měření a to 19. 11. 2014 a s prvním týdnem měření 20. 1. 2015. Hodnota významnosti u všech deskriptorů na základě použitého t-testu byla vyšší jak 0,05, což znamená, že výsledky se statisticky neliší. Při statistickém porovnávání týdne 25. 11. 2014 s týdnem 27. 1. 2015 jsme zjistili, že došlo k průkaznému rozdílu mezi deskriptory příjemnosti chuti, kdy hladina významnosti p byla nižší jak 0,05. Hodnota významnosti p činila 0,037, což ukazuje na to, že výsledky se u těchto deskriptorů v druhém týdnu měření liší. Při statistickém posuzování týdne 2. 12. 2014

s týdnem 3. 2. 2015 jsme zjistili, že výsledky se statisticky neliší. U všech deskriptorů byla hladina významnosti p vyšší jak 0,05.

Statistické vyhodnocení výsledků senzoričkého hodnocení u čerstvého sýru s protektivní kulturou *E. faecium* – porovnání obou výrob

Tab. 22 Výsledky t-testu pro čerstvý sýr s protektivní kulturou *E. faecium* – porovnání obou výrob pro hladinu významnosti $p \geq 0,05$

	19. 11. 2014 - 20. 1. 2015	25. 11. 2014 - 27. 1. 2015	2. 12. 2014 - 3. 2. 2015
Příjemnost vzhledu	0,191	0,321	0,665
Vůně	0,074	0,094	0,675
Cizí chuť	0,827	0,637	0,261
Kyselá chuť	0,740	0,519	0,880
Hořká chuť	0,191	0,600	0,725
Tvarohovitá chuť	0,390	0,663	0,732
Příjemnost chuti	0,202	0,234	0,636

Při statistickém posuzování čerstvého sýru s protektivní kulturou *E. faecium* nebyly u prvního, druhého i třetího týdne měření obou výrob zjištěny průkazné rozdíly mezi jednotlivými deskriptory.

Statistické vyhodnocení výsledků senzoričkého hodnocení u sýru s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis*

Tab. 23 Výsledky t-testu pro čerstvý sýr s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* – porovnání obou výrob pro významnosti $p \geq 0,05$

	19. 11. 2014 - 20. 1. 2015	25. 11. 2014 - 27. 1. 2015	2. 12. 2014 - 3. 2. 2015
Příjemnost vzhledu	0,277	0,795	0,048
Vůně	0,724	0,880	0,356
Cizí chuť	0,667	0,391	0,698
Kyselá chuť	0,676	0,531	0,691
Hořká chuť	0,563	0,140	0,768
Tvarohovitá chuť	0,733	0,862	0,242
Příjemnost chuti	0,681	0,119	0,248

Při statistickém posuzování čerstvého sýru s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* nebyly zjištěny průkazné rozdíly mezi jednotlivými deskriptory v prvním a druhém týdnu senzoričkého hodnocení u obou výrob. V třetím týdnu senzoričkého hodnocení byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly v příjemnosti vzhledu, kdy hodnota významnosti p dosahovala nižších hodnot jak 0,05. Hodnotitelé negativně hodnotili příjemnost vzhledu zejména kvůli unikání syrovátky.

Statistické vyhodnocení textury u čerstvého sýru bez protektivní kultury – porovnání obou výrob

Tab. 24 Výsledky t-testu pro čerstvý sýr bez protektivní kultury – porovnání obou výrob pro hladinu významnosti $p \geq 0,05$

	19. 11. 2014 - 20. 1. 2015	25. 11. 2014 - 27. 1. 2015	2. 12. 2014 - 3. 2. 2015
Tvrдост mezi prsty	0,448	0,140	0,798
Elasticita	0,393	0,986	0,449
Tvrдост v ústech	0,771	0,094	0,923
Žvýkatelnost	0,979	0,572	0,716
Soudržnost	0,169	0,108	0,299
Mazlavost	0,436	0,857	0,028

Při statistickém posuzování sensorického hodnocení textury nebyly zjištěny průkazné rozdíly mezi jednotlivými deskriptory v prvním a druhém týdnu měření u obou výrob. Průkazné rozdíly byly pozorovány v třetím týdnu měření u deskriptoru mazlavosti, kde hladina významnosti byla menší jak 0,05, což znamená, že jednotlivé deskriptory se v tomto týdnu sensorického hodnocení liší. Také z grafu měření textury u sýru bez protektivní kultury sledujeme rozdíl mezi mazlavostí v třetím týdnu měření. U vzorku sýru u obou výrob byla naměřena jiná hodnota obsahu tuku, která ukazuje, že tuk má vysoký vliv na mazlavost sýrů. U ostatních deskriptorů v třetím týdnu měření nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl.

**Statistické vyhodnocení textury u čerstvého sýru s protektivní kulturou *E. faecium*
– porovnání obou výrob**

Tab. 25 Výsledky t-testu pro čerstvý sýr s protektivní kulturou *E. faecium* – porovnání obou výrob pro hladinu významnosti $p \geq 0,05$

	19. 11. 2014 - 20. 1. 2015	25. 11. 2014 - 27. 1. 2015	2. 12. 2014 - 3. 2. 2015
Tvrlost mezi prsty	0,601	0,244	0,546
Elasticita	0,183	0,589	0,232
Tvrlost v ústech	0,247	0,132	0,070
Žvýkatelnost	0,629	0,612	0,734
Soudržnost	0,346	0,194	0,155
Mazlavost	0,923	0,200	0,049

Při statistickém vyhodnocení textury u sýru s protektivní kulturou *E. faecium* nebyly zjištěny průkazné rozdíly u jednotlivých deskriptorů v prvním a druhém týdnu měření. Průkazné statistické rozdíly byly zjištěny v třetím týdnu měření u deskriptoru mazlavost, kde hodnota významnosti p byla nižší jak 0,05. Hodnota hladiny významnosti činila 0,049. Můžeme vidět, že rozdíly v mazlavosti u třetího týdne sensorického hodnocení jsou patrné i z pavučinového grafu. U ostatních deskriptorů v třetím týdnu sensorického hodnocení textury nebyly zjištěny průkazné rozdíly.

Statistické vyhodnocení textury u sýru s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis*

Tab. 26 Výsledky t-testu pro čerstvý sýr s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* – porovnání obou výrob pro hladinu významnosti $p \geq 0,05$

	19. 11. 2014 - 20. 1. 2015	25. 11. 2014 - 27. 1. 2015	2. 12. 2014 - 3. 2. 2015
Tvrдость mezi prsty	0,164	0,738	0,006
Elasticita	0,805	0,034	0,093
Tvrдость v ústech	0,114	0,580	0,670
Žvýkatelnost	0,427	0,706	0,164
Soudržnost	0,420	0,305	0,369
Mazlavost	0,666	0,057	0,004

Při statistickém vyhodnocení textury u sýru s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* nebyly zjištěny průkazné rozdíly u prvního týdne měření u obou výrob. Ke statisticky průkazným rozdílům došlo při druhém týdnu měření u deskriptoru elasticity, kdy hladina významnosti dosahovala hodnoty 0,034. Z tabulky a grafu průměrného měření textury v druhém týdnu u obou výrob můžeme také sledovat, že při první výrobě byla elasticita vyšší než u druhé výroby v druhém týdnu měření. V třetím týdnu měření textury byly zjištěny průkazné rozdíly u deskriptoru mazlavosti a tvrdosti mezi prsty, kde hodnota významnosti byla 0,004 a 0,006. Vysoké rozdíly v mazlavosti si můžeme také všimnout z pavučinového grafu. Mazlavost souvisí s obsahem tuku v sýrech, proto můžeme vidět z grafu, že u mazlavosti, kde byl obsah tuku vyšší dosahuje vyšších hodnot, než je tomu u mazlavosti při druhé výrobě, kdy obsah tuku byl podstatně nižší. Obsah tuku také ovlivňuje konzistenci sýrů, která při vyšším obsahu tuku bývá řidší.

Statistické porovnávání celkového senzoričkého hodnocení čerstvého sýru bez protektivní kultury s čerstvým sýrem obsahující protektivní kulturu *E. faecium*

Porovnávaly jsme u obou výrob rozdíl čerstvého sýru bez protektivní kultury s čerstvými sýry obsahující protektivní kulturu *E. faecium* a *L. lactis* subsp. *lactis*. Následující výsledky t-testu jsou uvedeny v tabulkách pro obě výroby.

Tab. 27 Výsledky t-testu celkového senzoričkého hodnocení pro čerstvý sýr bez protektivní kultury a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *E. faecium* – první výroba

První výroba	19. 11. 2014	25. 11. 2014	2. 12. 2014
Příjemnost vzhledu	0,47	0,68	0,78
Vůně	0,56	0,06	0,28
Cizí chuť	0,50	0,97	0,74
Kyselá chuť	0,74	0,25	0,72
Hořká chuť	0,07	0,31	0,48
Tvarohovitá chuť	0,39	0,57	0,86
Příjemnost chuti	0,47	0,16	0,96

Tab. 28 Výsledky t-testu celkového senzoričkého hodnocení pro čerstvý sýr bez protektivní kultury a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *E. faecium* – druhá výroba

Druhá výroba	20. 1. 2015	27. 1. 2015	3. 2. 2015
Příjemnost vzhledu	0,77	0,77	0,94
Vůně	0,30	0,96	0,95
Cizí chuť	0,54	0,34	0,21
Kyselá chuť	0,91	0,41	0,65
Hořká chuť	0,96	0,97	0,43
Tvarohovitá chuť	0,56	0,80	0,93
Příjemnost chuti	0,34	0,03	0,86

Při vyhodnocení statistického porovnávání můžeme vidět, že při srovnávání prvních výrob čerstvého sýru bez protektivní kultury a čerstvého sýru s protektivní kulturou *E. faecium* nebyly zjištěny statisticky průkazné rozdíly. Při statistickém porovnávání druhých výrob čerstvého sýru bez protektivní kultury a čerstvého sýru s protektivní kulturou *E. faecium* byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly v druhém týdnu měření, kdy hladina významnosti p dosáhla hodnoty 0,03. Čerstvý sýr obsahující protektivní

kulturu *E. faecium* získal u druhé výroby v druhém týdnu měření co se týká příjemnosti chuti vyšší hodnocení než čerstvý sýr bez protektivní kultury.

Statistické porovnávání celkového senzoričského hodnocení čerstvého sýru bez protektivní kultury s čerstvým sýrem obsahující protektivní kulturu *L. lactis* subsp. *lactis*

Tab. 29 Výsledky t-testu celkového senzoričského hodnocení pro čerstvý sýr bez protektivní kultury a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *L. lactis* subsp. *lactis* – první výroba

První výroba	19. 11. 2014	25. 11. 2014	2. 12. 2014
Příjemnost vzhledu	0,13	0,01	0,0003
Vůně	0,04	0,10	0,07
Cizí chuť	0,25	0,48	0,57
Kyselá chuť	0,50	0,14	0,84
Hořká chuť	0,43	0,006	0,57
Tvarohovitá chuť	0,49	0,31	0,46
Příjemnost chutě	0,01	0,001	0,003

Tab. 30 Výsledky t-testu celkového senzoričského hodnocení pro čerstvý sýr bez protektivní kultury a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *L. lactis* subsp. *lactis* – druhá výroba

Druhá výroba	20. 1. 2015	27. 1. 2015	3. 2. 2015
Příjemnost vzhledu	0,03	0,54	0,44
Vůně	0,87	0,04	0,23
Cizí chuť	0,54	0,42	0,43
Kyselá chuť	0,43	0,41	0,95
Hořká chuť	0,75	0,28	0,06
Tvarohovitá chuť	0,50	0,98	0,90
Příjemnost chutě	0,39	0,95	0,43

Při vyhodnocení statistického porovnávání čerstvého sýru bez protektivní kultury a čerstvého sýru s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* u první výroby byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly u prvního týdne měření u deskriptorů vůně a příjemnosti chutě. U tohoto porovnávání získalo vyšší hodnocení u vůně čerstvý sýr s protektivní kulturou, ale co se týká příjemnosti chutě, získalo vyšší hodnocení čerstvý sýr bez protektivní kultury. U druhého týdne měření u první výroby byly zjištěny

průkazné rozdíly u deksriporů příjemnost vzhledu, hořká chuť a příjemnost chutě. Vyšší hodnocení dosáhly v tomto případě u druhého týdne měření čerstvé sýry bez protektivní kultury. U třetího týdne měření u první výroby nebyly zjištěny statisticky průkazné rozdíly.

U statistického porovnávání čerstvého sýru bez protektivní kultury s čerstvým sýrem obsahujícím protektivní kulturu *L. lactis* subsp. *lactis* u druhé výroby byly v prvním týdnu měření zjištěny statistické rozdíly v příjemnosti vzhledu, kdy vyšší hodnocení dosáhly čerstvé sýry bez protektivní kultury. Při druhém týdnu měření byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly u deskriptoru vůně, kdy vyšší hodnocení dosáhly opět čerstvé sýry bez protektivní kultury. Vyššího hodnocení si můžeme všimnout i z tabulky průměrných hodnot a z pavučinových grafů. U třetího týdne měření u druhé výroby nebyly zjištěny statisticky průkazné rozdíly.

Statistické porovnávání celkového sensorického hodnocení čerstvého sýru s protektivní kulturou *E. faecium* s čerstvým sýrem obsahující protektivní kulturu *L. lactis* subsp. *lactis*

Tab. 31 Výsledky t-testu celkového sensorického hodnocení pro čerstvý sýr s protektivní kulturou *E. faecium* a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *L. lactis* subsp. *lactis* – první výroba

První výroba	19. 11. 2014	25. 11. 2014	2. 12. 2014
Příjemnost vzhledu	0,02	0,01	0,002
Vůně	0,63	0,06	0,4
Cizí chuť	0,49	0,47	0,79
Kyselá chuť	0,63	0,64	0,93
Hořká chuť	0,23	0,04	0,37
Tvarohovitá chuť	0,83	0,66	0,40
Příjemnost chutě	0,13	0,04	0,004

Tab. 32 Výsledky t-testu celkového sensorického hodnocení pro čerstvý sýr s protektivní kulturou *E. faecium* a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *L. lactis* subsp. *lactis* – druhá výroba

Druhá výroba	20. 1. 2015	27. 1. 2015	3. 2. 2015
Příjemnost vzhledu	0,01	0,43	0,39
Vůně	0,39	0,04	0,23
Cizí chuť	1,00	0,85	0,69
Kyselá chuť	0,36	0,78	0,65
Hořká chuť	0,76	0,20	0,32
Tvarohovitá chuť	0,85	0,42	0,84
Příjemnost chutě	0,18	0,10	0,39

Při statistickém porovnávání čerstvého sýru s protektivní kulturou *E. faecium* a čerstvého sýru s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* u první výroby byly v prvním týdnu měření zjištěny statisticky průkazné rozdíly u deskriptoru příjemnost vzhledu, kde vyššího hodnocení dosáhl čerstvý sýr s protektivní kulturou *E. faecium*. Při druhém týdnu měření byly zjištěny rozdíly u deskriptorů příjemnost vzhledu, hořká chuť a příjemnost chuti. Vyšší hodnocení získal čerstvý sýr s protektivní kulturou *E. faecium*. V třetím týdnu měření u první výroby byly zjištěny rozdíly u deskriptorů příjemnost vzhledu a příjemnost chutě. *E. faecium* měl vyšší hodnocení jak čerstvý sýr s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis*.

Při porovnávání čerstvého sýru s protektivní kulturou *E. faecium* a čerstvého sýru s *L. lactis* subsp. *lactis* u druhé výroby byly v prvním týdnu měření zjištěny rozdíly u deskriptoru příjemnost vzhledu, kde vyššího hodnocení opět dosáhl čerstvý sýr s protektivní kulturou *E. faecium*. U druhého týdne měření byl pozorován rozdíl u deskriptoru vůně, kde vyššího hodnocení dosáhl čerstvý sýr s protektivní kulturou *E. faecium*. U třetího týdne měření u druhé výroby nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl.

Statistické porovnávání senzoričkého hodnocení textury čerstvého sýru bez protektivní kultury s čerstvým sýrem obsahující protektivní kulturu *E. faecium*

Tab. 33 Výsledky t-testu senzoričkého hodnocení textury pro čerstvý sýr bez protektivní kultury a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *E. faecium* – první výroba

První výroba	19. 11. 2014	25. 11. 2014	2. 12. 2014
Tvrдость mezi prsty	0,49	0,98	0,87
Elasticita	0,88	0,80	0,69
Tvrдость v ústech	0,70	0,70	0,86
Žvýkatelnost	0,84	0,70	0,46
Soudržnost	0,17	0,80	0,88
Mazlavost	0,52	0,69	0,48

Tab. 34 Výsledky t-testu senzoričkého hodnocení textury pro čerstvý sýr bez protektivní kultury a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *E. faecium* – druhá výroba

Druhá výroba	20. 1. 2015	27. 1. 2015	3. 2. 2015
Tvrдость mezi prsty	0,16	0,96	0,20
Elasticita	0,57	0,76	0,92
Tvrдость v ústech	0,38	0,63	0,04
Žvýkatelnost	0,82	0,93	0,16
Soudržnost	0,82	0,87	0,60
Mazlavost	0,78	0,83	0,78

Při statistickém porovnávání čerstvého sýru bez protektivní kultury s čerstvým sýrem obsahující protektivní kulturu *E. faecium* nebyly u první výroby zjištěny statisticky průkazné rozdíly. Při druhé výrobě byly zjištěny rozdíly u deskriptoru tvrдость v ústech.

Statistické porovnávání senzoričkého hodnocení textury čerstvého sýru bez protektivní kultury s čerstvým sýrem obsahující protektivní kulturu *L. lactis* subsp. *lactis*

Tab. 35 Výsledky t-testu senzoričkého hodnocení textury pro čerstvý sýr bez protektivní kultury a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *L. lactis* subsp. *lactis* – první výroba

První výroba	19. 11. 2014	25. 11. 2014	2. 12. 2014
Tvrдость mezi prsty	0,67	0,04	0,007
Elasticita	0,20	0,10	0,14
Tvrдость v ústech	0,56	0,001	0,52
Žvýkatelnost	0,40	0,54	0,01
Soudržnost	0,16	0,003	0,004
Mazlavost	0,63	0,001	0,002

Tab. 36 Výsledky t-testu senzoričkého hodnocení textury pro čerstvý sýr bez protektivní kultury a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *L. lactis* subsp. *lactis* – druhá výroba

Druhá výroba	20. 1. 2015	27. 1. 2015	3. 2. 2015
Tvrдость mezi prsty	0,35	0,003	0,002
Elasticita	0,96	0,44	0,76
Tvrдость v ústech	0,35	0,006	0,008
Žvýkatelnost	0,88	0,35	0,57
Soudržnost	0,78	0,90	0,15
Mazlavost	0,94	0,24	0,01

Při statistickém porovnávání čerstvého sýru bez protektivní kultury a s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* byly u první výroby v druhém týdnu měření zjištěny rozdíly u deskriptorů tvrdost mezi prsty, tvrdost v ústech, soudržnost a mazlavost. Vyšší hodnocení dosáhl čerstvý sýr s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* jen u deskriptoru soudržnost, u ostatních deskriptorů měl lepší hodnocení čerstvý sýr bez protektivní kultury. V třetím týdnu měření u první výroby byly zjištěny rozdíly u deskriptorů tvrdost mezi prsty, žvýkatelnost, soudržnost a mazlavost. U deskriptorů soudržnost a žvýkatelnost získal lepší hodnocení čerstvý sýr s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis*, u ostatních deskriptorů měl vyšší hodnocení čerstvý sýr bez protektivní kultury.

U porovnávání čerstvého sýru bez protektivní kultury s čerstvým sýrem obsahujícím protektivní kulturu *L. lactis* subsp. *lactis* u druhé výroby byly zjištěny v druhém a třetím

týdnu měření rozdílů u tvrdosti mezi prsty a tvrdosti v ústech. V třetím týdnu byl navíc zjištěn rozdíl u deskriptoru mazlavosti. Lepší hodnocení u této výroby dosáhl čerstvý sýr bez protektivní kultury. Lepší hodnocení pozorujeme u průměrných hodnot a pavučinových grafů u jednotlivých sýrů.

Statistické porovnávání sensorického hodnocení textury čerstvého sýru s protektivní kulturou *E. faecium* s čerstvým sýrem obsahující protektivní kulturu *L. lactis* subsp. *lactis*

Tab. 37 Výsledky t-testu sensorického hodnocení textury pro čerstvý sýr s protektivní kulturou *E. faecium* a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *L. lactis* subsp. *lactis* – první výroba

První výroba	19. 11. 2014	25. 11. 2014	2. 12. 2014
Tvrdost mezi prsty	0,88	0,07	0,0004
Elasticita	0,25	0,15	0,26
Tvrdost v ústech	0,32	0,003	0,49
Žvýkatelnost	0,28	0,67	0,009
Soudržnost	0,85	0,02	0,01
Mazlavost	0,97	0,002	0,01

Tab. 38 Výsledky t-testu sensorického hodnocení textury pro čerstvý sýr s protektivní kulturou *E. faecium* a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *L. lactis* subsp. *lactis* – druhá výroba

Druhá výroba	20. 1. 2015	27. 1. 2015	3. 2. 2015
Tvrdost mezi prsty	0,08	0,04	0,0001
Elasticita	0,6	0,69	0,7
Tvrdost v ústech	0,07	0,02	0,0002
Žvýkatelnost	0,74	0,32	0,22
Soudržnost	0,95	1,00	0,23
Mazlavost	0,73	0,19	0,003

Při statistickém porovnávání čerstvého sýru s protektivní kulturou *E. faecium* a sýru s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* byly u první výroby pozorovány rozdíly v druhém týdnu měření u deskriptorů tvrdost mezi prsty, tvrdost v ústech, soudržnost a mazlavost. V třetím týdnu byly zjištěny rozdíly u deskriptorů tvrdost mezi prsty, žvýkatelnost, soudržnost a mazlavost. U obou týdnů měl vyšší hodnocení čerstvý sýr s protektivní kulturou *E. faecium*. U druhé výroby byly pozorovány rozdíly v druhém

týdnu měření u tvrdosti mezi prsty a u tvrdosti v ústech. U třetího týdne byly zjištěny rozdíly u tvrdosti mezi prsty, tvrdosti v ústech a mazlavosti. Velmi vysokých hodnot u mazlavosti dosahoval sýr s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis*. Hodnotiteli byl hodnocen velmi negativně.

Na základě výsledků sensorických dotazníků lze usoudit, že potenciální spotřebitel by byl ochoten si koupit čerstvý sýr, který neobsahuje protektivní kulturu. Čerstvý sýr, který obsahoval pouze smetanovou kulturu bez protektivní kultury, byl hodnocen kladně. Sýry, které obsahovaly protektivní kultury, vykazovaly podle hodnotitelů silnou hořkost, a co se týká texturních vlastností, byla pozorována silná mazlavost. V Portugalsku a Španělsku byla provedena studie použití protektivních kultur při výrobě čerstvých sýrů a jejich vliv na růst *L. monocytogenes*. Dále byl také v této studii sledován vliv protektivních kultur na sensorický profil čerstvých sýrů. Hodnocení se zúčastnilo 50 – 52 degustátorů. Hodnotila se chuť, kyselost, pevnost, slaná chuť a celková přijatelnost. Bodování sýrů bylo provedeno na měřítku od jedné do pěti (kde 1 znamená absenci a 5 pro přítomnost na silné úrovni). Každý sýr byl rozdělen na několik částí a přiveden do rovnovážného stavu při teplotě místnosti. Degustátoři přiřadili nízké hodnocení u deskriptorů chutě, kyselosti, obsahu soli i celkové příjemnosti. Co se čerstvých sýrů týká, uspokojivé výsledky sensorického hodnocení vyžadují použití kmenů s mírnou acidifikací, aby se zabránilo nadměrnému vzniku organických kyselin. Celkové kladné hodnocení získaly čerstvé sýry bez použití protektivních kultur. Studie ukazují, že testované kmeny nemusí být vhodné jako počáteční mikroorganismy, ale mohou být užitečné jako přídavné kultury pro zvýšení bezpečnosti u čerstvých sýrů (Coelho, *et al.*, 2014). Výsledky v obou pracích dokazují, že použití protektivních kultur u čerstvých sýrů je u spotřebitelů hodnoceno negativně.

6 ZÁVĚR

Tato práce se zabývala použitím protektivních kultur ve výrobě čerstvých sýrů a jejich vlivem na senzorické hodnocení. Čerstvé nebo nevyzrálé sýry jsou tvarohovité produkty, které mohou být konzumovány ihned po výrobě. Obecně mají čerstvé sýry omezenou dobu trvanlivosti, cca 2 týdny v chladničce.

Protektivní neboli ochranné kultury zahrnují bakterie mléčného kysání, které jsou používány pro jejich schopnost kontrolovat růst patogenních mikroorganismů ve fermentovaných potravinách. Jejich hlavní funkcí je kontrola růstu grampozitivních patogenů, jako je *Listeria monocytogenes*, vyskytující se především v sýrech. Dále kontrolují růst kvasinek a plísní ve fermentovaných výrobcích. Pomáhají zvyšovat trvanlivost a zlepšují organoleptické vlastnosti potravin.

Protektivní kultury jsou nedílnou součástí startovacích kultur, které se používají při výrobě fermentovaných potravin, do jejichž skupiny se řadí jogurty, sýry, klobásy aj. Tyto kultury produkují inhibiční metabolity, zejména organické kyseliny, peroxid vodíku, diacetyl, reuterin a bakteriociny. Aplikace protektivních kultur představuje opatření ke zlepšení hygieny potravin.

Výroba čerstvých sýrů s protektivními kulturami probíhala na Mendelově univerzitě v Brně v mlékářské laboratoři. Po šetrné pasteraci mléka, které se nechalo vychladit, bylo mléko naočkováno smetanovou či protektivní kulturou a přidán chlorid vápenatý. Po prokysání jsme přidali vypočítanou dávku syřidla a nechali proběhnout srážení. Sýřenina se poté pokrájela na kostky. Krájení probíhalo třikrát za sebou. Sýrové zrno, které se nám vytvořilo, jsme naplnili do formiček, a poté otáčeli. Následně jsme nechali prokysat do druhého dne, kdy pak probíhalo senzorické hodnocení.

Byly vyráběny čerstvé sýry bez přidání protektivní kultury, kde byla použita smetanová kultura s názvem FLORA DANICA a čerstvé sýry s přídavkem protektivních kultury CCDM 731 obsahující *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* a protektivní kultura obsahující *Enterococcus faecium*.

Vyrobené sýry byly v průběhu dalších týdnů skladovány v chladničce a senzoricky hodnoceny po dobu tří týdnů. Odborná komise hodnotila vždy po týdnu změny celkového vzhledu, vůně, texturních vlastností, které zahrnovaly tvrdost, elasticitu, žvýkatelnost, soudržnost a mazlavost. Co se týká deskriptorů chutě, hodnotila se

zejména kyselost, hořkost, tvarohovitá chuť a intenzita cizí chutě. Byla použita 10 cm nestrukturovaná stupnice s krajními body.

Po zhodnocení sensorických dotazníků, jsme zjistili, že sýry s protektivními kulturami získaly nižší hodnocení než sýry bez protektivních kultur. Podle výsledků dotazníků i grafů můžeme sledovat, že docházelo u sýrů s protektivními kulturami k vyššímu nárůstu hořkosti, intenzity cizí chutě a co se týká texturních vlastností, tak nejvyšších hodnot dosahovala mazlavost, kterou hodnotitelé hodnotili jako negativní ukazatel. Celková příjemnost chutě i vůně klesala se zvyšující se hořkostí a mazlavostí sýrů. Některé z peptidů vznikajících v průběhu zrání vykazují hořkou chuť. Tvorba hořkých látek je jednou z nejčastějších sensorických vad u sýrů. Hodnotitelé u sensorického hodnocení čerstvého sýru s protektivní kulturou *E. faecium* zaznamenávali často svíravou chuť a u čerstvého sýru s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* negativně hodnotili celkovou příjemnost vzhledu zejména kvůli unikající syrovátce, která byla výraznější než u dvou předchozích vzorků čerstvého sýra. Celková příjemnost vzhledu i vůně byla nejlépe hodnocena v druhém týdnu měření.

Uspokojivé výsledky sensorického hodnocení vyžadují použití kmenů s mírnou acidifikací, aby se zabránilo nadměrnému vzniku organických kyselin. Testované kmeny nemusí být vhodné při použití jako počáteční mikroorganismy, ale mohou být prospěšné jako přídavné kultury pro zvýšení bezpečnosti a zabránění růstu patogenních mikroorganismů zejména *L. monocytogenes* v sýrech.

7 POUŽITÁ LITERATURA

BALCIUNAS, E. M., MARTINEZ, F., TODOROV, S. D., DE MELO FRANCO, B. D. G., CONVERTI, A., DE SOUZA OLIVEIRA, R. P. Novel biotechnological applications of bacteriocins, *Food Control*, 2013, vol. 32, p. 134 – 142

BHAT, Z.F., BHAT, H. Novel Starters for Value Added Fermented Dairy Products. *International Journal of Dairy Science*. (2011). vol. 6. p. 1 – 12

BHATTACHARAY, S., DAS, A. Novel Starters for Value Added Fermented Dairy Products. *American Journal of Food Technology*. 2010. vol. 5. p. 111 – 120

CALLEC, CH. *Encyklopedie sýrů*. 1. vyd. Čestlice: Rebo Productions. 2002. 256 s. ISBN 80-7234-225-8

CINTAS, L. M., CASAUS, M. P., HERRANZ, C., NES, F., HERNÁNDEZ, P. E. Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria. *Food Science and Technology International*. 2001. vol. 7. p. 281 – 305

CLEVELAND, J., MONTVILLE, T. J., NES, F. I., CHIKINDAS, M. L. Bacteriocins: safe, natural antimicrobials for food preservation. *International Journal of Food Microbiology*. 2001. vol. 71. p. 1–20.

COELHO, M., SILVA, C. C. G., RIBEIRO, S. C., DAPKEVICIUS, M. L. N. E., ROSA, H. J. D. Control of *Listeria monocytogenes* in fresh cheese using protective lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*. 2014. vol. 191. p. 53 – 59

CUMMIS, CS., JOHNSON, JL., GENUS, I. *Propionibacterium*. *Bergy's Manual of Systematic Bacteriology*. 1986. p. 1346 – 1353

DOBSON, A. Bacteriocin Production: a Probiotic Trait. *Applied and Environmental Microbiology*. 2012. vol. 78. p. 1 – 6

FEORI, M. 2012. *Enterococcus faecium*. *Microbewiki*. online [cit. 2015-1-16]. Dostupné z www: <http://www.microbewiki.kenyon.edu/index.php/Enterococcus_faecium>

- FOULGUIÉ MORENO, R. M., SARANTINOPOULOS, P., TSAKALIDOU, E., DE VUYST, L. The role and application of enterococci in food and health. *International Journal of Food Microbiology*. 2006. vol. 106(1). p. 1 – 24
- FOX, P. *Cheese: chemistry, physics, and microbiology*/ 3rd ed. Amsterdam: Elsevier. 2004. 617 s. ISBN 0-12-263652-x1
- GAJDŮŠEK, S. *Laktologie*. 1.vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 2003. 78 s. ISBN 80-7157-657-3
- GAJDŮŠEK, S. *Mlékařství*. 1.vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 1998. 135 s. ISBN 80-7157-342-6.
- GÁLVEZ, A., LÓPEZ, R. L. Bacteriocin-based strategies for food biopreservation. *International Journal of Food Microbiology*. 2007. vol. 120. p. 51–70
- GÁLVEZ, A., OMAR, N. B. Application of Bacteriocins in the Control of Foodborne Pathogenic and Spoilage Bacteria. *Critical Reviews in Biotechnology*. 2008. vol. 28. p. 125 – 152
- GAUTIER, M., DE CARVALHO, A., ROUAULT, A. DNA fingerprinting of dairy propionibacteria strains by pulsed-field electrophoresis. *Current Microbiology*. 1992. vol. 32. p. 17 – 24
- GÖRNER, F., VALÍK, L. *Aplikovaná mikrobiológia požívatin : princípy mikrobiológie požívatin, potravinársky významné mikroorganizmy a ich skupiny, mikrobiológia potravinárskych výrob, ochorenia mikrobiálneho pôvodu, ktorých zárodky sú prenášané požívatinami*. 1. vyd. Bratislava: Malé Centrum. 2004. 528 s. ISBN 80-967064-9-7
- GRATTEPANCHE, F., MIESCHER-SCHWENNIGER, S., MEILE, L., LACROIX, CH. Recent developments in cheese cultures with protective and probiotic functionalities. *Dairy science & technology*. 2008. 88 (4-5). p. 421 – 444
- GREY, CH. 2015. What Is *Lactobacillus paracasei*. *Livestrong*. online [cit. 2015-1-3] Dostupné z www: <<http://www.livestrong.com/article/395836-what-is-lactobacillus-paracasei/>>

- HARNETT, J., DAVEY, G., PATRICK, A., CADDICK, C., PEARCE, L. Lactic Acid Bacteria - *Streptococcus thermophilus*. *Encyklopedia of Dairy Sciences*. 2011. p. 143 – 148
- HOLLAND, R., CROW, V., CURRY, B. Lactic Acid Bacteria, *Pediococcus* spp. *Encyklopedia of Dairy Sciences*. 2011. p. 149 – 152
- JACK, W. R. Bacteriocins of GramPositive Bacteria. *Microbiological Reviews*. 1995. vol. 59. p. 171 – 200
- LAHAYE, S., MCINTYRE, J. 2010. *Lactobacillus plantarum*. *Microbewiki*. online [cit. 2014–11–20] Dostupné z www: <<http://www.microbewiki.kenyon.edu/index.php/Lactobacillusplantarum>>
- LEVERRIER, P., DIMOVA, D., PICHEREAU, V., AUFRAY, Y., BOYAVAL, P., JAN, G. Susceptibility and adaptive response to bile salts in *Propionibacterium freudenreichii*: physiological and proteomic analysis. *Application Enviromental Microbiology*. 2003. vol. 69. p. 3809 – 3818
- MARTH, E H. *Applied Dairy Microbiology*. New York: Marcel Dekker. 1998. 744 s. ISBN 0-8247-0116-X
- MAYO, B., LÓPEZ, P., PÉREZ-MARTÍNEZ, G. Citrate metabolism and aroma compound production in lactic acid bacteria. *Molecular Aspects of Lactic Acid Bacteria for Traditional and New Applications*. 2008. p. 65 – 88
- MOLIN, G. Probiotics in food not containing milk or milk constituents, with special reference to *Lactobacillus plantarum*. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2001. vol. 73, p. 380 – 385
- PAINEAU, D. Effects of seven potential probiotic strains on specific immune responses in healthy adults. 2008. *FEMS Immunology&Medical Microbiology*. vol. 53 (1). p. 107 – 113
- PALLERA, J. 2011. *Lactobacillus sakei*: *Microbewiki*. online [cit. 2014-11-27] Dostupné z www:<<http://www.microbewiki.kenzon.edu/index.php/Lactobacillus sakei>>

PANYKO, J. 2012. *Lactobacillus rhamnosus*: Probiotic Bacteria with Impressive Health Benefits. *Power of Probiotics: The Nutrition Authority on How To Be Healthy, Yet Save Money, With Probiotics*. online [cit. 2014–11–25] Dostupné z www: <<http://www.powerofprobiotics.com/Lactobacillus-rhamnosus.html>>

PARADA, J. L., CARON, C. R., MEDEIROS, A. B., SOCCOL, C. R. Bacteriocins from Lactic Acid Bacteria: Purification, Properties and use as Biopreservatives. *Brazilian Archives of Biology and Technology An International Journal*. 2007. Vol. 50. p. 521 – 542

RILEY, M. A., WERTZ, J. E. Bacteriocins: Evolution, Ecology, and Application. *Annual Reviews in Microbiology*. 2002. vol. 56. p. 117-137.

ROBINSON, R. 2002. *Dairy Microbiology Handbook*. New York. ISBN 0471385964

SALMINEN, M. K., RAUTELIN, H., TYNKKYNNEN, S., POUSSA, T., SAXELIN, M., VALTONEN, V., JÄRVINEN, A. Lactobacillus bacteremia, clinical significance, and patient outcome with, special focus on probiotic *L. rhamnosus* GG". 2004. *Oxford Journal: Clinical Infection Diseases*. Vol 38 (1). p. 62–9

ŠILHÁNKOVÁ, L. *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. 3. vyd. Praha: Academia. 2002. 363 s. ISBN 80-200-1024-6.

TODAR, K. 2008. *Lactococcus lactis*: nominated as the Wisconsin State Microbe, *Todar's Online Textbook of Bacteriology*. online [cit. 2015-1-5], Dostupné z www: <<http://www.textbookofbacteriology.net/featuredmicrobe.html>>

WALSTRA, P., WOUTERS, T. J., GEURTS, T. *Dairy science and technology*. 2nd ed. Boca Raton: CRC/Taylor & Francis. 2006. 782 s. ISBN 0-8247-2763-0.

YADAV, H., JAIN, S., SINHA, P. R. Novel Starters for Value Added Fermented Dairy Products. *Journal of Dairy Research*. 2008. vol. 75. p. 189 – 195

www.cottage-cheese.cz 2015. *Cottage Cheese*. online [cit. 2015-1-24] Dostupné z www: <<http://www.cottage-cheese.cz>>

www.en.wikipedia.org 2015. *Streptococcus thermophilus*. online [cit. 2015-1-15]. Dostupné z www: <http://www.en.wikipedia.org/wiki/Streptococcus_thermophilus>

www.gea-liquid.com 2015. *Fresch Cheese*. Dairy Process Equipment for Production of Fresh Cheese. online [cit. 2015-1-20] Dostupné z [www:<http://www.gea/liquid.com>](http://www.gea/liquid.com)

www.cheeselibrary.com 2013. *Types of cheese*. online [cit. 2015-1-17] Dostupné z [www: <http://www.cheeselibrarz.com/typesofcheese.html>](http://www.cheeselibrarz.com/typesofcheese.html)

www.italat.cz. 2006. *Výroba mozzarely*. online [cit. 2015-1-23] Dostupné z [www:<http://www.italat.cz/vyroba/vyroba-mozzarely>](http://www.italat.cz/vyroba/vyroba-mozzarely)

www.laformaggeria.com. 2013. *Ricotta – královna v kuchyni*. online [cit. 2015-1-26] Dostupné z [www: <http://www.laformaggeria.com>](http://www.laformaggeria.com)

www.old.vscht.cz. 2015. *Pediococcus acidilactici*. online [cit. 2015-1-10] Dostupné z [www: <http://www.old.vscht.cz/obsah/fakulty/fpbt/ostatni/miniatlas/ped.htm>](http://www.old.vscht.cz/obsah/fakulty/fpbt/ostatni/miniatlas/ped.htm)

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 *Lactobacillus plantarum* (microbewiki.kenyon.edu)

Obr. 2 *Lactobacillus rhamnosus* (www.lookfordiagnosis.com)

Obr. 3 *Lactobacillus sakei* (www.gettyimages.com)

Obr. 4 *Lactobacillus paracasei* (www.odontofad.com)

Obr. 5 *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* (www.textbookofbacteriology.net)

Obr. 6 *Pediococcus acidilactici* (probioticsdb.com)

Obr. 7 *Enterococcus faecium* (www.lookfordiagnosis.com)

Obr. 8 *Senzorické hodnocení sýru bez protektivní kultury – první výroba*

Obr. 9 *Senzorické hodnocení sýru bez protektivní kultury – druhá výroba*

Obr. 10 *Senzorické hodnocení textury u sýru bez protektivní kultury – první výroba*

Obr. 11 *Senzorické hodnocení textury u sýru bez protektivní kultury – druhá výroba*

Obr. 12 *Senzorické hodnocení sýru s protektivní kulturou E. faecium – první výroba*

Obr. 13 *Senzorické hodnocení sýru s protektivní kulturou E. faecium – druhá výroba*

Obr. 14 *Senzorické hodnocení textury u sýru s protektivní kulturou E. faecium – první výroba*

Obr. 15 *Senzorické hodnocení textury u sýru s protektivní kulturou E. faecium – druhá výroba*

Obr. 16 *Senzorické hodnocení sýru s protektivní kulturou L. lactis subsp. lactis – první výroba*

Obr. 17 *Senzorické hodnocení sýru s protektivní kulturou L. lactis subsp. lactis – druhá výroba*

Obr. 18 *Senzorické hodnocení textury u sýru s protektivní kulturou L. lactis subsp. lactis – první výroba*

Obr. 19 *Senzorické hodnocení textury u sýru s protektivní kulturou L. lactis subsp. lactis – druhá výroba*

9 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Druhy bakteriocinů (Cintas, *et al.*, 2001)

Tab. 2 Příklady bakteriocinů a jejich farmaceutické využití (Riley, Wertz, 2002)

Tab. 3 Účinnost bakteriocinů v potravinách – limitující faktory (Gálvez, *et al.*, 2007)

Tab. 4 Využití bakteriocinů v mlékárenském průmyslu (Gálvez, *et al.*, 2007)

Tab. 5 Seznam pomůcek na výrobu čerstvých sýrů

Tab. 6 Průměrné hodnoty sensorického hodnocení sýru bez protektivní kultury – první výroba (cm)

Tab. 7 Průměrné hodnoty sensorického hodnocení sýru bez protektivní kultury – druhá výroba (cm)

Tab. 8 Průměrné hodnoty textury u sýru bez protektivní kultury – první výroba (cm)

Tab. 9 Průměrné hodnoty textury u sýru bez protektivní kultury – druhá výroba (cm)

Tab. 10 Průměrné hodnoty tuku u první výroby 19.11. 2014 a u druhé výroby 20.1. 2015 pro čerstvý sýr bez protektivní kultury

Tab. 11 Průměrné hodnoty sensorického hodnocení sýru s protektivní kulturou *E. faecium* – první výroba (cm)

Tab. 12 Průměrné hodnoty sensorického hodnocení sýru s protektivní kulturou *E. faecium* – druhá výroba (cm)

Tab. 13 Průměrné hodnoty textury u sýru s protektivní kulturou *E. faecium* – první výroba (cm)

Tab. 14 Průměrné hodnoty textury u sýru s protektivní kulturou *E. faecium* – druhá výroba (cm)

Tab. 15 Průměrné hodnoty tuku u první výroby 19.11. 2014 a u druhé výroby 20.1. 2015 pro čerstvý sýr s protektivní kulturou *E. faecium*

Tab. 16 Průměrné hodnoty sensorického hodnocení sýru s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* – první výroba (cm)

Tab. 17 Průměrné hodnoty sensorického hodnocení sýru s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* – druhá výroba (cm)

Tab. 18 Průměrné hodnoty textury u sýru s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* – první výroba (cm)

Tab. 19 Průměrné hodnoty textury u sýru s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* – druhá výroba (cm)

Tab. 20 Průměrné hodnoty tuku u první výroby 19.11. 2014 a u druhé výroby 20.1. 2015 pro čerstvý sýr s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis*

Tab. 21 Výsledky t-testu pro čerstvý sýr bez protektivní kultury – porovnání obou výrob pro hladinu významnosti $p \geq 0,05$

Tab. 22 Výsledky t-testu pro čerstvý sýr s protektivní kulturou *E. faecium* – porovnání obou výrob pro hladinu významnosti $p \geq 0,05$

Tab. 23 Výsledky t-testu pro čerstvý sýr s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* – porovnání obou výrob pro významnosti $p \geq 0,05$

Tab. 24 Výsledky t-testu pro čerstvý sýr bez protektivní kultury – porovnání obou výrob pro hladinu významnosti $p \geq 0,05$

Tab. 25 Výsledky t-testu pro čerstvý sýr s protektivní kulturou *E. faecium* – porovnání obou výrob pro hladinu významnosti $p \geq 0,05$

Tab. 26 Výsledky t-testu pro čerstvý sýr s protektivní kulturou *L. lactis* subsp. *lactis* – porovnání obou výrob pro hladinu významnosti $p \geq 0,05$

Tab. 27 Výsledky t-testu celkového sensorického hodnocení pro čerstvý sýr bez protektivní kultury a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *E. faecium* – první výroba

Tab. 28 Výsledky t-testu celkového sensorického hodnocení pro čerstvý sýr bez protektivní kultury a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *E. faecium* – druhá výroba

Tab. 29 Výsledky t-testu celkového sensorického hodnocení pro čerstvý sýr bez protektivní kultury a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *L. lactis* subsp. *lactis* – první výroba

Tab. 30 Výsledky t-testu celkového sensorického hodnocení pro čerstvý sýr bez protektivní kultury a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *L. lactis* subsp. *lactis* – druhá výroba

Tab. 31 Výsledky t-testu celkového sensorického hodnocení pro čerstvý sýr s protektivní kulturou *E. faecium* a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *L. lactis* subsp. *lactis* – první výroba

Tab. 32 Výsledky t-testu celkového sensorického hodnocení pro čerstvý sýr s protektivní kulturou *E. faecium* a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *L. lactis* subsp. *lactis* – druhá výroba

Tab. 33 Výsledky t-testu senzoričkého hodnocení textury pro čerstvý sýr bez protektivní kultury a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *E. faecium* – první výroba

Tab. 34 Výsledky t-testu senzoričkého hodnocení textury pro čerstvý sýr bez protektivní kultury a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *E. faecium* – druhá výroba

Tab. 35 Výsledky t-testu senzoričkého hodnocení textury pro čerstvý sýr bez protektivní kultury a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *L. lactis* subsp. *lactis* – první výroba

Tab. 36 Výsledky t-testu senzoričkého hodnocení textury pro čerstvý sýr bez protektivní kultury a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *L. lactis* subsp. *lactis* – druhá výroba

Tab. 37 Výsledky t-testu senzoričkého hodnocení textury pro čerstvý sýr s protektivní kulturou *E. faecium* a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *L. lactis* subsp. *lactis* – první výroba

Tab. 38 Výsledky t-testu senzoričkého hodnocení textury pro čerstvý sýr s protektivní kulturou *E. faecium* a čerstvý sýr obsahující protektivní kulturu *L. lactis* subsp. *lactis* – druhá výroba