

Mikrobiologická charakteristika tavených syrov bez tradičných taviacich solí v priebehu skladovania

Mária Plšková

Bakalárska práca
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie a mikrobiologie potravin
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Mária PLŠKOVÁ**
Osobní číslo: **T080214**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Mikrobiologická charakteristika tavených sýrů bez tradičních tavicích solí v průběhu skladování**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Rešerš týkajúca sa charakteristiky tavených syrov a ich výroby.
2. Opis náhrad tradičných taviacich solí.
3. Popis mikrobiológie tavených syrov, ich kontaminantov a faktorov, ktoré ju ovplyvňujú.

II. Praktická část

1. Sledovanie vývoja mikrofóry tavených syrov pripravených s použitím náhrad taviacich solí počas skladovania.
2. Zhodnotenie možnosti použitia týchto náhrad vo výrobe tavených syrov na základe výsledkov experimentu..

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] BUŇKA, F., BUŇKOVÁ, L., KRÁČMAR, S., 2009: Basic principles of processed cheese production. Folia univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 70 s., ISBN 978 - 80 - 7375 - 336 - 8.

[2] ČERNÍKOVÁ, M., BUŇKA, F., POSPIECH, M., TREMLOVÁ, B., HLADKÁ, K., PAVLÍNEK, V., BŘEZINA, P., 2010: Replacement of traditional emulsifying salts by selected hydrocolloids in processed cheese production. International Dairy Journal, 5, 1 - 8. ISSN 0958 - 6946.

[3] DAVIDSON, P. M., SOFOS, J. N., BRANEN, A. L., 2005: Antimicrobials in Food. CRC Press, Boca Raton: 706. ISBN 0824740378.

[4] WHITFIELD, F.B., 1998: Microbiology of food taints. International Journal of Food Science and Technology, 33, 31 - 51.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. František Buňka, Ph.D.

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

11. února 2011

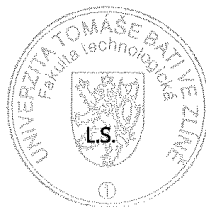
Termín odevzdání bakalářské práce:

30. května 2011

Ve Zlíně dne 12. dubna 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Jan Hrabě, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: HÁRA PISKOVÁ

Obor: UTI

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 26.5.2011

Mária Pisková

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ABSTRAKT

Bakalárska práca je zameraná na porovnanie mikrobiologickej charakteristiky tavených syrov pripravených s fosforečnanovými taviacimi soľami s mikrobiologickou charakteristikou tavených syrov pripravených s κ – karagenanom a kyselinou adipovou v rôznych koncentráciách. Tavené syry boli sledované počas trojmesačného skladovania pri chladiarenských teplotách. Pozorovanými skupinami mikroorganizmov boli aerobné sporuláty, anaerobné sporuláty, koliformné mikroorganizmy, kvasinky, plesne a celkový počet mikroorganizmov. Vzorka taveného syru s obsahom kyseliny adipovej v koncentrácii 2 % (w/w) vykazovala mikrobiologickú charakteristiku porovnateľnú s mikrobiologickou charakteristikou vzorky pripravenej s tradičnými fosforečnanovými taviacimi soľami.

Kľúčové slová: tavený syr, taviace soli, kyselina adipová, mikrobiologická charakteristika

ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis was to compare the microbiological characteristics of two types of processed cheeses during their three – months – long storing at cooling temperatures: cheeses prepared with phosphate emulsifying agents and cheeses prepared with κ – carrageenan or adipic acid (in various concentrations) instead of phosphate emulsifying agents. Objects of study were these groups of microorganisms: aerobic sporulates, anaerobic sporulates, coliform microorganisms, yeasts, molds and total number of microorganisms. The microbiological characteristic of processed cheese prepared with adipic acid in concentration of 2 % (w/w) was comparable with the microbiological characteristic of processed cheese prepared with traditional phosphate emulsifying salts.

Keywords: processed cheeses, emulsifying agent, adipic acid, microbiological characteristic

Ďakujem doc. Ing. Františkovi Buňkovi, PhD., za odborné vedenie mojej práce. Taktiež ďakujem RNDr. Leone Buňkovej, PhD. a Ing. Kristýne Hladkej za poskytnutie cenných informácií a prínosných rád.

Prehlasujem, že odovzdaná verzia bakalárskej/diplomovej práce a verzia elektronická nahraná do IS/STAG sú totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 TAVENÉ SYRY	11
1.1 ZÁKLADNÁ CHARAKTERISTIKA TAVENÝCH SYROV	11
1.2 PRINCÍP VÝROBY TAVENÝCH SYROV.....	12
1.3 TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY TAVENÝCH SYROV	13
2 TAVIACE SOLI	15
2.1 PRIEMYSELNE VYUŽÍVANÉ TAVIACE SOLI	15
2.2 NÁHRADY TRADIČNÝCH TAVIACICH SOLÍ	16
3 MIKROBIOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA TAVENÝCH SYROV	19
3.1 MIKROORGANIZMY SPÔSOBUJÚCE KAZENIE POTRAVIN.....	19
3.2 KONTAMINANTY TAVENÝCH SYROV	20
3.2.1 Baktérie tvoriace spóry.....	21
3.2.2 Sekundárne kontaminanty	22
3.3 FAKTORY OVPLYVŇUJÚCE VÝSKYT MIKROBIOLOGICKÝCH KONTAMINANTOV V TAVENÝCH SYROCH.....	23
II PRAKTICKÁ ČÁST	25
4 CIEĽ PRÁCE	26
5 METODIKA PRÁCE	27
5.1 POPIS EXPERIMENTU	27
5.2 VÝROBA TAVENÝCH SYROV	27
5.3 SKLADOVACÍ POKUS.....	28
6 VÝSLEDKY A DISKUSIA	29
6.1 CELKOVÝ POČET MIKROORGANIZMOV	29
6.2 ANAEROBNÉ SPORULÁTY	30
6.3 KVASINKY A PLESNE	31
6.4 AEROBNÉ SPORULÁTY A KOLIFORMNÉ MIKROORGANIZMY	31
6.5 DISKUSIA.....	32
ZÁVER	34
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	35
ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK	38
ZOZNAM OBRÁZKOV	39

ÚVOD

Tavené syry majú v skupine mliečnych výrobkov bohaté zastúpenie a tešia sa vysokej obľube spotrebiteľov. Predstavujú každodennú a nezanedbateľnú súčasť výživy ľudí rôznych vekových skupín, od detí až po seniorov. Technológia výroby tavených syrov spočíva v procese tavenia, kedy na zmes prírodných syrov pôsobí vysoká teplota v rozmedzí 90 až 100 °C (respektíve 135 až 140 °C pri kontinuálnom spôsobe výroby) a mechanické miešanie. Pre vznik homogénneho výrobku je nevyhnutný prídavok emulgujúceho činidla, ktorý zabraňuje oddeleniu tekutej fázy od tuhej. Tradične sú na tento účel využívané fosforečnanové taviace soli. Fosforečnany, okrem vhodných chemických a fyzikálnych vlastností, potrebných pri výrobe tavených syrov, môžu vykazovať aj priaznivé antimikróbne účinky. Tým je umožnená výroba tavených syrov z mikrobiologického hľadiska nezávadných. Akokoľvek, existujú údaje o nepriaznivom vplyve zvýšeného príjmu fosforu na využiteľnosť vápnika v ľudskom organizme. Kvôli odstráneniu tohto problému sú hľadané látky, ktoré by svojimi vlastnosťami spĺňali požiadavky na emulgačné činidlo pri výrobe tavených syrov a ich konzumácia by nezvyšovala nadmerne hladinu fosforu v ľudskom organizme. Takouto látkou je aj kyselina adipová, ktorá je v potravinárstve bežne používaná ako regulátor pH a intenzifikátor chuti. Vhodnosť použitia kyseliny adipovej ako emulgačného činidla pri výrobe tavených syrov bola z fyzikálneho a chemického hľadiska potvrdená niekoľkými vedeckými prácami. Cieľom tejto bakalárskej práce bolo zhodnotiť antimikróbne účinky kyseliny adipovej, porovnať ich s antimikróbnyimi účinkami fosforečnanových taviacich solí a tým pádom posúdiť mikrobiologické hľadisko použitia kyseliny adipovej ako náhrady tradičných taviacich solí.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TAVENÉ SYRY

1.1 Základná charakteristika tavených syrov

Tavený syr je podľa Vyhlášky ministerstva poľnohospodárstva Českej Republiky č. 77/2003 Sb., v platnom znení, definovaný ako syr, ktorý bol tepelne upravený za prídavku taviacich solí. U výrobkov takto označených je limitovaný obsah laktózy, sacharidov so sladiacim účinkom a ostatných zdravotne nezávadných potravín. Popri tavených syroch sú zmienou vyhláškou definované aj tzv. tavené syrové výrobky, u ktorých je požadovaný 51 % obsah prírodných syrov v sušine. [2]

Základnou surovinou pre výrobu tavených syrov sú prírodné syry, ako rozšírená surovina je používaný tvaroh. Tavené syry sú vyrábané zahrievaním základných surovín v rôznom stupni zrelosti, s prídavkom taviacich solí, za čiastočného podtlaku a stáleho miešania do dosiahnutia homogénnej hmoty požadovaných vlastností. Teplota tavenia sa pohybuje v rozmedzí od 90 do 100 °C pri diskontinuálnom spôsobe výroby, doba tavenia je 3 až 8 minút. Pri kontinuálnom spôsobe výroby sú aplikované teploty v rozmedzí 130 – 145 °C po dobu dvoch až troch sekúnd. [3, 4, 6, 7, 11, 12]

Surovinová skladba tavených syrov zahŕňa veľké množstvo kombinácii jednotlivých druhov prírodných syrov, rôzne suroviny mliečneho a nemliečneho pôvodu a ochucujúce zložky. Do surovinovej skladby tavených syrov možno zahrnúť aj prírodné syry s mechanickými vadami, čím je zabezpečené ich využitie, pretože takto poškodené syry by nebolo možné poskytnúť pre priamy predaj spotrebiteľovi. V súčasnej dobe býva časť základnej suroviny v surovinovej skladbe nahradená rôznymi mliečnymi koncentrátmi (sušenou syrovátkou, sušeným odstredeným mliekom, kazeínom, atď.) a aj surovinami nemliečneho pôvodu (napríklad natívnymi a modifikovanými škrobmi) za účelom zníženia nákladov na surovinovú skladbu. Ako ochucujúca zložka tavených syrov býva použitá zelenina, šampióny, mäsová zložka a podobne. [3, 14]

Konzistencia tavených syrov sa pohybuje od pevnej a lomivej cez krémovitú po tekutú a je ovplyvnená mnohými faktormi, napríklad kvalitou spracovávaného prírodného syra, zložením použitých taviacich solí, množstvom vody v spracovávanej surovinovej zmesi, teplotou pri výrobe, dobou miešania a ďalšieho spracovávaní zmesi, prídavkom prísad

mliečného aj nemliečného pôvodu. Pre dosiahnutie jemnej a stabilnej konzistencie je do surovínovej skladby možno pridať vopred utavený syr, tzv. krém. [3, 8]

Tavené syry možno deliť podľa Vyhlášky Ministerstva zemědělství ČR č. 77/2003 Sb., v platnom znení, na základe obsahu tuku v sušine na vysokotučné tavené syry (s obsahom tuku v sušine najmenej 60 % hmotnostných) a nízkotučné tavené syry (s obsahom tuku v sušine najviac 30 % hmotnostných). [2] V literatúre je možné nájsť tiež delenie na plnotučné tavené syry (s obsahom tuku v sušine v rozmedzí od 45 % do 60 %) a polotučné tavené syry (s obsahom tuku v sušine v rozmedzí od 30 % do 45 %).

1.2 Princíp výroby tavených syrov

Princíp výroby tavených syrov spočíva v zahrievaní zmesi základných surovín s prídavkom taviacich solí. Prítomnosť týchto solí je nevyhnutná pre dosiahnutie požadovanej jemnej homogénnej štruktúry finálneho výrobku a zabezpečuje súdržnosť hlavných zložiek taveného syra. Bez použitia taviacich solí by pri zahrievaní surovínovej zmesi došlo k spájaniu tukových guľôčiek do väčších zhlukov a k oddeleniu hydrofilnej a hydrofóbnej fázy. V praxi sa používajú soli s viacsýtnymi iónmi (predovšetkým fosforečnany, polyfosforečnany a citrany) a monovalentnými alkalickými kovmi (najmä sodíkom). [4]

Bielkovina kazeín tvorí priemerne 80 % celkového obsahu čistých bielkovín v kravskom mlieku. Kazeínový komplex je tvorený štyrmi fosfoproteínmi: α_{S1} -, α_{S2} -, β - a κ - kazeínom. Každú frakciu je možné hydrolyticky rozštiepiť na hydrofilný a hydrofóbny segment – tento fakt predurčuje emulgačnú schopnosť kazeínov. Jednotlivé segmenty sú v surovom kravskom mlieku usporiadané do submiciel, ktoré sú ďalej prostredníctvom koloidného fosforečnanu vápenatého spájané do micelárnych častíc.

Hydrolytické štepy kazeínu tvoria prostredníctvom vápenatých mostíkov trojrozmernú sieť prírodných syrov. Taviace soli zabezpečujú výmenu vápenatých katiónov za ióny sodíka a tým podmieniajú vznik rozpustných sodných solí kazeínu. Týmto procesom je umožnené uvoľnenie kazeínových štepov z trojrozmernej matrice a ich rozptýlenie do prostredia. Uvoľnené kazeíny môžu pôsobiť ako emulgátory a zaemulgujú, respektíve stabilizujú tuk v zmesi. Počas procesu tavenia sú na kazeínové štepy prostredníctvom vápenatých iónov naväzované polyvalentné anióny, ktoré sa vyznačujú vysokou väzbovosťou vody.

Následným viazaním vody a radou väzbových interakcií dochádza k tvorbe sieťovitej štruktúry a tým pádom k vzniku viskózne taveniny. [4, 6, 7, 11, 12]

K vytvoreniu finálnej štruktúry taveného syra dôjde pri chladnutí taveniny vplyvom vzniku vodíkových mostíkov, hydrofóbných interakcií, vápnikových a disulfidických mostíkov.[4]

1.3 Technologický postup výroby tavených syrov

Produkcia tavených syrov vyrábaných diskontinuálnym spôsobom sa skladá z nasledujúcich fáz:

1. príprava surovínovej zmesi na tavenie
2. určenie zloženia taviacich solí
3. vlastný proces tavenia surovínovej zmesi
4. balenie taveniny, chladenie, skladovanie a expedícia.

Zloženie surovínovej zmesi, určenej na tavenie, je volené s ohľadom na požadované vlastnosti finálneho výrobku. Dôležitými faktormi sú obsah sušiny, obsah tuku v sušine a očakávaná konzistencia finálneho výrobku.

Určenie zmesi taviacich solí závisí od charakteru prírodných syrov a ostatných surovín, na pH surovínovej zmesi a taktiež na požadovaných vlastnostiach výsledného taveného syra, je nutné prihliadať aj na typ výrobného zariadenia a baliacu techniku. Dôležité je nielen stanovenie zloženia zmesi taviacich solí, ale tiež stanovenie ich potrebného množstva. Nadbytok taviacich solí môže mať negatívny dopad na konzistenciu aj chuťové vlastnosti finálneho výrobku.

Proces výroby tavených syrov začína rozomletím zmesi prírodných syrov. Táto zmes je následne dopravovaná k taviacemu kotlu, kde sú do nej pridané ostatné suroviny a taviace soli. Po uzavretí taviaceho kotla začína vlastný proces tavenia – za zníženého tlaku je teplota zmesi zvýšená na taviacu teplotu. Pri diskontinuálnom spôsobe výroby sa jedná o teplotu v rozhraní 90 – 100 °C, ktorá je udržiavaná po niekoľko minút. Pri kontinuálnom spôsobe výroby je zmes zahriata na teplotu 130 až 145 °C po dobu 2 – 3 s. Výhodou tohto spôsobu je jeho sterilizačný efekt, zatiaľ čo diskontinuálny spôsob poskytuje pri pH taveného syra iba efekt pasterizačný. Hotová tavenina je balená skôr, ako jej teplota poklesne pod cca 60 °C, čím sa zabráni kontaminácii výrobku mikroorganizmami z prostredia.

Tavené syry sú v Českej a Slovenskej Republike balené v hranolovitom alebo trojuholníkovom tvare do zvnútra lakovaných hliníkových fólií, rozšírené je tiež balenie do umelohmotných kelímkov alebo plastových črievok. Zabalený tavený syr sa skladuje pri teplote 4 – 8 °C. [2, 4]

2 TAVIACE SOLI

Taviace soli vystupujú pri výrobe tavených syrov ako emulgačné činidlá, pretože v pravom slova zmysle sa o emulgátory nejedná – nepôsobia ako povrchovo aktívne látky. [3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 17] Presný popis pôsobenia týchto emulgujúcich činidiel je uvedený v kapitole 1.2.

2.1 Priemyselne využívané taviace soli

Najčastejšie používané taviace soli v priemyselnej výrobe tavených syrov sú taviace soli na báze fosforečnanov a taviace soli na báze citranov.

Pre fosforečnany je charakteristická prítomnosť aniónu $(\text{PO}_4)^{3-}$. Ortofosforečnany, ktoré obsahujú jednu skupinu $(\text{PO}_4)^{3-}$, podliehajú za vysokej teploty kondenzácii za vzniku dimérov – pyrofosforečnanov. Ak sa tejto reakcie zúčastňujú aj dlhšie reťazce fosforečnanov, dochádza k vzniku polymérov obsahujúcich viac než dva atómy fosforu v molekule, t.j. polyfosforečnanov. [3]

V potravinách fosforečnany výrazne ovplyvňujú vlastnosti prítomných proteínov prostredníctvom úpravy podmienok v prostredí. Ich veľmi dôležitou vlastnosťou je úprava pH prostredia. Pri výrobe tavených syrov sú preto používané zmesi fosforečnanov nakombinované tak, aby pH prostredia zodpovedalo hodnote 5,6 – 6,0 ktorá je nevyhnutná pre dosiahnutie požadovanej akosti finálneho výrobku. [16]

Fosforečnany majú taktiež nezanedbateľné antimikróbne účinky. Antimikrobiálne pôsobenie polyfosforečnanov je pripisované najmä ich schopnosti chelátovať katióny potrebné pre rast mikroorganizmov. Prítomnosť horečnatých a vápenatých katiónov je nevyhnutná pre dosiahnutie štruktúrnej integrity bunecnej steny grampozitívnych baktérii – z tohto dôvodu sú grampozitívne baktérie menej odolné voči pôsobeniu polyfosforečnanov v porovnaní s baktériami gramnegatívnymi. [4, 8]

Nadbytočný prídavok taviacich solí na báze fosforečnanov do surovinovej zmesi pri výrobe tavených syrov môže viesť k vývoju nežiadúcej horkej chuti. [16]

Z rady citranov sú ako taviace soli využívané najmä trojsodné soli kyseliny citrónovej. Citrany prejavujú v porovnaní s fosforečnanmi nižšiu afinitu k vápniku, významná je však

ich vysoká pufracia schopnosť voči okoliu. Taviace soli na báze citranov sú používané predovšetkým ako súčasť zmesi s inými taviacimi soľami. [4]

2.2 Náhrady tradičných taviacich solí

V poslednom desaťročí boli podniknuté pokusy vyprodukovať tavený syr vyrobený bez použitia tradičných taviacich solí na báze fosforečnanov, respektíve polyfosforečnanov, a citranov. Tento zámer vznikol kvôli potrebe zvýšiť pomer vápnika a fosforu obsiahnutých v tavených syroch. Za optimálny molárny pomer Ca : P vo výžive je považovaná hodnota 1:1. Vysoké množstvá fosforu obsiahnutého v tavených syroch redukujú tento molárny pomer na 1:1,5 – 3. Prijímanie nadmerného množstva fosforu spojené s nízkou konzumáciou vápniku môže pôsobiť ako rizikový faktor pre vznik osteoporózy. Tradičné taviace soli navyše obsahujú vysoké množstvo Na⁺ katiónov. Podľa najnovších poznatkov dlhodobý príjem nadmerného množstva Na⁺ katiónov môže viesť k vzniku rôznorodých ochorení. [20].

V dostupných publikovaných prácach boli ako potencionálne náhrady taviacich solí skúmané dikarboxylové kyseliny a ich soli [12], pričom samostatná práca bola venovaná kyseline adipovej a adipanu sodnému [11]. Ďalej boli skúmané pektíny a karagenany [6, 7].

Medzi významné vlastnosti dikarboxylových kyselín v potravinách patrí ich schopnosť meniť hodnotu pH potraviny. Tým tieto látky do značnej miery ovplyvňujú chemické reakcie prebiehajúce počas tepelného spracovania a skladovania výrobku. Pre výrobu tavených syrov je podstatným fakt, že dikarboxylová skupina prejavuje afinitu k vápenatým iónom, čiže pôsobí ako chelatačné činidlo schopné odštiepiť vápnik z proteínovej matrice prírodného syra. Táto vlastnosť predurčuje dikarboxylové kyseliny ako možnú náhradu tradičných taviacich solí. [12]

Možnosťou nahradenia tradičných taviacich solí dikarboxylovými kyselinami a ich soľami sa vo svojej práci zaoberali Hladká et al. [11,12]. Ako náhrady taviacich solí boli v tomto experimente použité kyselina šťaveľová a šťaveľan sodný, kyselina malonová a malonát sodný, kyselina jantárová a sukcinát sodný, kyselina glutarová, kyselina adipová, kyselina pimelová, kyselina suberová, kyselina maleinová a maleinát sodný a kyselina fumarová a fumarát sodný v koncentráciách 1, 2 a 3 % (w/w). Homogénny finálny výrobok bol dosiahnutý iba v prípade použitia 2 % šťaveľanu sodného a čiastočne tiež s využitím

kyseliny adipovej a adipanu sodného. Priemerná hodnota jeho pH bola $6,68 \pm 0,01$, čiže mierne vyššia ako udávaná optimálna hodnota pH pre tavené syry, ktorá sa pohybuje v intervale 5,7 – 6,0. [16] Použitie šťaveľanu sodného ako náhrady taviacich solí však nie je možné, pretože sa jedná o toxickú látku, ktorej pridávanie do potravín a krmív nie je povolené. [12]

Kyselina adipová je nehygroskopická, nasýtená dikarboxylová kyselina, vyznačujúca sa nízkou rozpustnosťou vo vode a najnižšou kyslosťou spomedzi všetkých organických kyselín používaných v potravinárstve.

Kyselina adipová je ako potravinové aditívum používaná v želatínových dezertoch, práškoch do pečiva, práškových nápojoch a uplatňuje sa pri konzervovaní zeleniny. [8]

Kyselina adipová má vlastnosti chelatačného činidla – je schopná viazať vápenaté ióny z prostredia. Ďalšou jej vlastnosťou, takisto ako aj adipanu sodného, je schopnosť ovplyvňovať pH potravín. Možnosťou náhrady tradičných taviacich solí fosforečnanového typu kyselinou adipovou a adipanom sodným sa vo svojej práci zaoberali Hladká et al. [11]. Ako sensoricky najpriateľnejšie boli ohodnotené vzorky s prídavkom 1 % (w/w) kyseliny adipovej v kombinácii s adipanom sodným v pomeroch 0:100 a 25:75 a 1,5 % (w/w) kyselina adipová v kombinácii s adipanom sodným v pomere 25:75. Kyselina adipová a jej sodná soľ sú netoxické látky, ich prídavok do potravín je povolený. [11]

Pektíny sú vysokomolekulárne lineárne anionaktívne polysacharidy, priemyselne získavané z jablčných výliskov a citrusových šupiek. [4] Základnou jednotkou pektínov je kyselina D – galakturonová. Je prítomná voľná, ako metylester alebo amid. Podľa obsahu metoxylových skupín možno pektíny rozdeliť na vysoko – a nízkoesterifikované. [6] Vysokoesterifikovaný pektín je v mliekarenskom priemysle používaný ako stabilizátor produktov s nižším pH, napríklad fermentovaných mliečnych výrobkov. Nízkoesterifikovaný pektín sa uplatňuje pri výrobe kyslých aj menej kyslých mliečnych výrobkov, a vďaka svojej schopnosti chelátovať vápenaté katióny aj pri výrobe tavených syrov. Vzorky tavených syrov, vyrobené s prídavkom nízkoesterifikovaného pektínu, vykazujú väčšiu tuhosť ako kontrolné vzorky. [4]

Použitím nízkoesterifikovaného pektínu (samostatne a v kombinácii s ďalšími látkami) ako náhrady fosforečnanových taviacich solí sa vo svojej práci zaoberali Černíková et al. [6]. Ako sensoricky najpriateľnejší bol ohodnotený finálny výrobok s obsahom pektínu 0,1 %

(w/w) a finálny výrobok s prídavkom nízkometoxylovaného pektínu a lecitínu. Prídavok lecitínu či iného emulgátoru zlepšil organoleptické vlastnosti výrobku tak, že sa sensoricky blížil kontrolnej vzorke pripravenej s použitím 2 % (w/w) fosfátových taviacich solí.

Karagenany sú vysokomolekulárne aniónaktívne polysacharidy, získané extrakciou z červených rias čeľade *Rhodophyceae*. Základnou štruktúrnou jednotkou karagenanu je disacharid karabióza. Z celkovo ôsmich frakcií karagenanu, ktoré sa od seba odlišujú prítomnosťou stavebných jednotiek, respektíve počtom a polohou sulfátových skupín, majú tri význam v potravinárstve, a to κ – karagenan, ι – karagenan a λ – karagenan. [4]

Použitím κ – karagenanu a ι - karagenanu ako náhrady fosfátových a citrátových taviacich solí sa vo svojej práci zaoberali Černíková et al. [7]. Finálne výrobky, utavené s prídavkom týchto hydrokoloidov, boli sensoricky prijateľné a κ – karagenan a ι – karagenan boli odporúčané ako vhodné a použiteľné náhrady tradičných taviacich solí.

3 MIKROBIOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA TAVENÝCH SYROV

3.1 Mikroorganizmy spôsobujúce kazenie potravín

U čerstvých aj rôznymi procesmi upravených potravín možno často pozorovať prítomnosť nepríjemných pachutí a zápachov. Tieto sensoricky neprijateľné vlastnosti slúžia ako indikátory prítomnosti rôznych mikroorganizmov a ich metabolitov. Mikroorganizmy, spôsobujúce kazenie potravín, sú baktérie (spolu s aktinomycetami a cyanobaktériami), huby, plesne a kvasinky. Ich rast závisí od fyzikálnych podmienok vonkajšieho prostredia (čiže skladovacích podmienok potraviny), a to najmä od hodnoty pH, vodnej aktivity, teploty a zloženia atmosféry; a chemického zloženia potraviny, ktorá bola mikroorganizmami kontaminovaná. Väčšina mikroorganizmov, spôsobujúcich kazenie potravín, je veľmi prispôsobivá: baktérie rastú pri hodnotách a_w od 0,70 do 1,00, pH od 2,5 do 10 a teplotách od -2 do 75 °C; anaerobné baktérie sú navyše schopné žiť pri rôznom plynnom zložení skladovacej atmosféry. Huby, plesne a kvasinky rastú pri hodnotách a_w od 0,62 do 1,00 pH od 1,5 do 10 a teplotách od -3 do 50 °C. Chemické zloženie potravín zahŕňajúce proteíny, sacharidy, pektíny, organické kyseliny a lipidy tvorí vo väčšine prípadov prostredie vhodné pre rast a množenie týchto mikroorganizmov. [21]

Chuťové nedostatky čerstvého aj pasterizovaného mlieka zapríčinené mikrobiologickou kontamináciou možno pozorovať v ktoromkoľvek štádiu produkcie a spracovania. Tieto typy pre spotrebiteľa nepríjemných aróm bývajú označované ako kyslá, spáleninová, ovocná, trpká a hnilobná, a každá z nich je spôsobená charakteristickou skupinou mikroorganizmov.

Kyslú pachuť v čerstvom aj pasterizovanom mlieku zapríčiňuje prítomnosť baktérii rodov *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc* a *Lactobacillus*. Tieto baktérie premieňajú laktózu na kyselinu mliečnu a taktiež môžu produkovať rôzne organické kyseliny s krátkymi aj dlhými reťazcami.

Chuť a vôňu mlieka po spálenine spôsobuje prítomnosť baktérií *Lactococcus lactis subsp. lactis biovar. maltigenes*. Tieto baktérie metabolizujú valín, izoleucín, leucín a kyselinu α – ketoizokaprovú a produkujú 3 – metylbutanál, 2 – metylpropanál, 2 – metylpropanol, 2 – metylbutanol a 3 – metylbutanol, látky vyvolávajúce chuť a vôňu spáleniny. [21]

Ovocná (taktiež popisovaná ako jahodová) aróma, objavujúca sa v pasterizovanom mlieku a mliečnych produktoch pri dlhodobom skladovaní v chlade, je zapríčinená kontamináciou mlieka *Pseudomonas fragi* po pasterizácii. Tento mikroorganizmus metabolizuje triglyceridy a tým umožňuje vznik aromatických esterov – etylacetátu, etylbutanoátu a etylhexanoátu.

Trpká a hnilobná pachuť v nepasterizovanom mlieku je spôsobená prítomnosťou psychrotrofných mikroorganizmov. Tieto organizmy sa množia pri teplote okolo 7 °C. I keď väčšina z nich neprežije zvýšenie teploty pri pasterizácii, boli izolované aj termorezistentné kmene. Tieto odolné baktérie môžu znehodnocovať tepelne ošetrované mlieko počas skladovania produkciou špecifických lipáz a proteáz, ktoré reagujú s kazeínom a tukovými globulami v mlieku. Produkty týchto reakcií spôsobujú trpkú a hnilobnú arómu mlieka. [4, 21]

3.2 Kontaminanty tavených syrov

Vzhľadom na hodnotu pH patria tavené syry medzi technologicky málo kyslé potraviny a predstavujú prostredie vyhovujúce mnohým mikroorganizmom. Mikrobiologické zmeny tavených syrov závisia napríklad od druhu syra, obsahu sušiny, obsahu chloridu sodného, druhu a koncentrácie taviacich solí, hodnoty pH a teploty, na ktorú bola surovina pri výrobe zahriata. Pri diskontinuálnom spôsobe výroby tavených syrov sa teplotný záhrev pohybuje od 80 do 100 °C. Táto teplota spôsobuje usmrtenie vegetatívnych foriem mikroorganizmov, avšak bakteriálne spóry prežívajú. Ich následné vyklíčenie je hodnotami $\text{pH} > 4,5$ a $a_w > 0,85$ tavených syrov umožnené.

Kvôli zabráneniu rozvoju kontaminujúcej mikroflóry, skladuje sa vyrobená tavenina v uzatvárateľných obaloch a pri chladiarenských teplotách. Tiež je možné ošetriť výrobok autoklávovaním, ktoré vedie k redukcii bakteriálnych spór. Pri sterilizácii autoklávovaním je výrobok vystavený pôsobeniu teploty 117 °C po dobu 20 minút. Výroba sterilných tavených syrov v Českej Republike v súčasnosti nie je realizovaná. [4]

Za najčastejšie kontaminanty tavených syrov sú považované baktérie tvoriace spóry a sekundárne kontaminanty – mikroorganizmy prenikajúce do tavených syrov počas výroby. [4]

3.2.1 Baktérie tvoriace spóry

Bakteriálne spóry sú rezistentné voči zvýšenej teplote používanej pri výrobe tavených syrov, taktiež sú schopné prežiť v prostredí s nízkym obsahom živín. Po priaznivej zmene podmienok spóry vyklíčia a menia sa z pokojovej formy na vegetatívne bunky schopné rozmnožovania.

Medzi sporulujúce baktérie podieľajúce sa na kazení potravín patria najmä zástupcovia rodov *Clostridium*, *Bacillus* a *Desulfotomaculum*, a zástupcovia novovyčlenených rodov [19] *Geobacillus*, *Alicyclobacillus*, *Brevibacillus*, *Paenibacillus*, *Moorella* a *Thermoanaerobacterium*.

Podľa rastových vlastností možno rozdeliť baktérie tvoriace spóry do skupín:

- Termofilné baktérie – optimálna teplota pre ich rast je vyššia ako 45 °C, striktné termofilné rastú až pri teplotách vyšších ako 55 °C. Fakultatívne termofilné rastú pri teplotách z intervalu 37 °C až 55 °C.
- Mezofilné baktérie – optimálna teplota rastu týchto baktérií je 15 až 45 °C
- Psychofilné a psychrotrofné baktérie – tieto spôsobujú kazenie potravín pri chladiarenských teplotách

Významnými kontaminantmi tavených syrov sú nepatogénne aj patogénne kmene rodu *Clostridium*. Nepatogénnymi kmeňmi, často kontaminujúcimi mliečne výrobky vrátane syrov sú *Clostridium sporogenes*, *C. butyricum* a *C. tyrobutyricum*. *C. butyricum* sa vyznačuje produkciou kyseliny maslovej. *C. tyrobutyricum* produkuje veľké množstvo vodíku, čím spôsobuje neskoré durenie tavených syrov. Tiež produkuje kyselinu octovú a maslovú, ktoré značne zhoršujú organoleptické vlastnosti potraviny.

Z patogénnych kmeňov rodu *Clostridium* je významným kontaminantom *C. botulinum*. Spóry tejto baktérie prenikajú do mlieka z prostredia. Produkcia botulotoxínu týmito baktériami je ovplyvnená hodnotou pH, obsahom sušiny vo výrobku, obsahom tuku v sušine, koncentráciou chloridu sodného a fosforečnanov.

Ďalšími sporulujúcimi baktériami, kontaminujúcimi tavené syry, sú zástupcovia rodu *Bacillus*. Spóry týchto mikroorganizmov sú veľmi odolné voči nepriaznivým podmienkam, do tavených syrov sa dostávajú po infikovaní jednotlivých surovín a prežívajú tepelné

zákroky pri spracovaní. *B. cereus*, *B. subtilis*, *B. licheniformis*, *B. pumilus* a *Brevibacillus brevis* sú pre človeka patogénne, spôsobujú potravinové otravy. [4, 19]

3.2.2 Sekundárne kontaminanty

Tieto mikroorganizmy sa do tavených syrov dostávajú až po výrobe, najmä počas balenia. Možno sem zaradiť patogénne aj nepatogénne baktérie a mikromycety.

Staphylococcus aureus je schopný prežiť v tavených syroch rôzne dlhú dobu v závislosti od skladovacej teploty, pri teplotách okolo 22 °C je to až 270 dní. Do tavených syrov preniká z ľudskej kože a slizníc, kde sa prirodzene vyskytuje. Stafylokoky prítomné v surovom mlieku produkujú toxín, ktorý nie je inaktivovaný pasterizáciou, aj keď samotné baktérie áno.

Listeria monocytogenes často kontaminuje potrubné systémy, chladiarenske zariadenia a povrchy vybavenia v syrárňach. Počas skladovania pri rôznych teplotách však počet mikroorganizmov klesá a prítomnosť baktérií dlhšia ako 14 dní nebola pozorovaná. Rovnaký priebeh má sekundárna kontaminácia tavených syrov zástupcami druhu *Salmonella* a patogénnou *Escherichia coli* O157:H7. [4]

Do skupiny nepatogénnych sekundárnych kontaminantov možno zaradiť mikroorganizmy spôsobujúce kazenie tavených syrov. Baktérie rodu *Lactobacillus* a *Pseudomonas* prežívajú v porovnaní s patogénnymi sekundárnymi kontaminantmi dlhšiu dobu – až 247 dní pri skladovaní pri teplote 22 °C.

Mikromycety sú schopné života aj v prostredí s nízkokyslíkatou atmosférou. Najčastejšie sa na kazení tavených syrov podieľajú zástupcovia rodu *Penicillium*, napríklad *P. commune* a *P. roqueforti*.

Kvasinky a kvasinkám podobné mikroorganizmy produkujú enzýmy, ktorých pôsobením dochádza k tvorbe látok spôsobujúcich nežiadúce zmeny organoleptických vlastností výrobku. Taktiež môžu vo výrobku tvoriť škvrny a rôzne iné vady. [4]

Prítomnosť, respektíve rozvoj kontaminujúcej mikroflóry v tavených syroch je ovplyvnená vonkajšími a vnútornými faktormi, ktoré su charakterizované v nasledujúcej kapitole.

3.3 Faktory ovplyvňujúce výskyt mikrobiologických kontaminantov v tavených syroch

Faktory, ovplyvňujúce prítomnosť, prípadne následný rast kontaminujúcich mikroorganizmov v tavených syroch, možno rozdeliť na vonkajšie a vnútorné. Vonkajšie faktory ovplyvňujú mikrobiologickú kvalitu tavených syrov počas ich prípravy a balenia, vnútorné faktory potom počas ďalšieho skladovania finálnych výrobkov.

Pri výrobe je najvyššia pravdepodobnosť kontaminácie zo vzduchu vo výrobných miestnostiach, najmä pri balení výrobkov; a ďalej dotykom – stykom s technologickými zariadeniami, obalmi, prípadne pracovnými odevmi či časťami tela pracovníkov. Výskyt mikroorganizmov vo vzduchu je nutné znížiť na minimum – dobré výsledky sú dosahované používaním germicidných lúčov. Taktiež je nutné, aby sklad surovín, prípravovňa a výrobná miestnosť boli od seba oddelené. [10]

Ďalším dôležitým faktorom je teplota používaná pri výrobe tavených syrov a taktiež teplota, pri ktorej sú finálne výrobky skladované. Pri výrobe tavených syrov sú používané teploty vyššie ako 80 °C, čo má za následok usmrtenie vegetatívnych foriem mikroorganizmov; avšak nižšie ako 100 °C (diskontinuálny spôsob výroby), čiže nedochádza k usmrteniu bakteriálnych spór. Pri priaznivých hodnotách vnútorných faktorov (pH a a_w) je vyklíčenie bakteriálnych spór umožnené. [4]

Finálne výrobky sú balené do uzatvárateľných obalov a skladované pri chladiarenských teplotách. V tomto štádiu sú mikrobiologické vady tavených syrov obmedzené len na tie formy, ktoré sú spôsobené psychrotrofnými baktériami, schopnými rasti pri teplotách – 5 až + 5 °C; a mikroorganizmami, schopnými rásť v atmosfére so zníženým množstvom kyslíku.

Vnútorné faktory, ovplyvňujúce mikrobiologickú akosť tavených syrov, sú najmä hodnota pH, hodnota a_w , množstvo tuku a prítomnosť emulgačných látok vo výrobku. [4]

Ideálna hodnota pH pre rozmnožovanie väčšiny mikroorganizmov je pH 6,6 – 7,5. Tavené syry s pH 5,7 – 6,0 tým pádom tvoria vhodné prostredie pre rast mikroflóry a taktiež pre vyklíčenie bakteriálnych spór. Nepriaznivý účinok zmeny pH voči mikroorganizmom spočíva v ovplyvnení funkcie respiračných enzýmov mikroorganizmov a transportu živín z vonkajšieho prostredia do bunky. Hodnotu pH možno ovplyvniť prídavkom

monokarboxylových kyselín do surovinovej skladby. Používané sú napríklad kyselina octová, mliečna a citrónová. Kyselina mliečna a jej sodné a draselné soli sú významnými z hľadiska prevencie produkcie botulotoxínu.

Hodnota a_w tavených syrov sa pohybuje v oblasti 0,91 – 0,96. Väčšina mikroorganizmov, spôsobujúcich kazenie potravín, vyžaduje prostredie s $a_w > 0,91$. Plesne sú schopné rásť už pri hodnotách $a_w = 0,80$. Taktiež je a_w tavených syrov priaznivá pre vyklíčenie bakteriálnych spór ($a_w > 0,85$). Nepriaznivá hodnota a_w znižuje rastovú rýchlosť mikroorganizmov. Úprava hodnoty a_w v kombinácii s úpravou pH a použitím vhodnej koncentrácie solí a látok s antimikróbnou aktivitou je možné výrazne inhibovať rast *C. botulinum* aj produkciu botulotoxínu.

Vysoký obsah lipidov v tavených syroch baktériám poskytuje protektívne prostredie tým, že ich chráni voči pôsobeniu antimikróbných látok rozpustných vo vode. Tým pádom je prostredie so zníženým množstvom tuku pre rast baktérií, napríklad *Listeria monocytogenes* alebo *Salmonella sp.*, o niečo menej priaznivé. Mastné kyseliny kaprinová, laurová, olejová a linolénová vykazujú antimikróbne účinky voči zmieneným mikroorganizmom a taktiež voči niektorým zástupcom rodu *Clostridium*. Produkcia botulotoxínu je vo výrobkoch so zníženým obsahom tuku či vo výrobkoch tuku prostých oneskorená voči plnotučným výrobkom s rovnakou hodnotou pH a rovnakým obsahom sušiny, NaCl a emulgačných látok. [4]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CIEĽ PRÁCE

V teoretickej časti:

1. vypracovať rešerš týkajúcu sa charakteristiky tavených syrov a ich výroby,
2. zamerať sa na opis náhrad tradičných taviacich solí,
3. popísať mikrobiológiu tavených syrov, ich kontaminanty a faktory, ktoré ju ovplyvňujú.

V praktickej časti:

1. sledovať vývoj mikroflóry tavených syrov pripravených s použitím náhrad taviacich solí počas ich skladovania,
2. na základe výsledkov experimentu zhodnotiť možnosť použitia týchto náhrad vo výrobe tavených syrov.

5 METODIKA PRÁCE

5.1 Popis experimentu

V laboratorných podmienkach bolo vyrobených päť sérií vzoriek tavených syrov označených nasledovne:

KTS – kontrolná vzorka pripravená s taviacimi soľami v množstve 2,5 % (w/w)

KK – vzorka pripravená s použitím 1 % (w/w) κ – karagenanu

AA1 – vzorka pripravená s použitím 1 % (w/w) kyseliny adipovej

AA1,5 - vzorka pripravená s použitím 1,5 % (w/w) kyseliny adipovej

AA2 - vzorka pripravená s použitím 2 % (w/w) kyseliny adipovej

Vzorky KK, AA1, AA1,5 a AA2 boli vyrobené bez použitia fosforečnanov alebo citranov.

5.2 Výroba tavených syrov

Modelové tavené syry mali obsah sušiny 40 % (w/w) a obsah tuku v sušine 50 % (w/w). Surovinová zmes bola zložená z nasledujúcich zložiek: eidamská tehla (s obsahom sušiny 50 % (w/w) a obsahom tuku v sušine 30 % (w/w)), maslo (s obsahom sušiny 84 % (w/w) a obsahom tuku v sušine 82 % (w/w)) a pitná voda. Pre výrobu vzoriek KTS boli použité taviace soli (2,5 % w/w; ortofosforečnanové a polyfosforečnanové taviace soli - JOHA HBS, JOHA S9S a JOHA S4SS v pomere 1:4:1; Benckiser-Knapsack, Landenburg, Nemecko), pre výrobu vzoriek KK κ – karagenan (1,0 % w/w; Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA), pre výrobu vzoriek AA 1, AA 1,5 a AA 2 kyselina adipová v koncentráciách 1,0, 1,5, respektíve 2,0 % w/w (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA). Použité prídavné látky boli v práškovej podobe.

Eidamská tehla a maslo boli navážené podľa surovinovej skladby a nakrájané. Potrebné množstvo vody bolo dávkované odmerným valcom. Vzorky boli utavené v zariadení Vorwerk Thermomix TM 31-1 (Vorwerk & Co., GmbH, Wuppertal, Nemecko). Aplikovaná bola taviaca teplota 90 °C po dobu 1 minúty, 4000 ot/min. Utavené produkty boli za horúca nalievané do plastových vaničiek a uzatvárané príslušnými hliníkovými viečkami. Vzorky boli schladené na 6 ± 2 °C do dvoch hodín od výroby a skladované po dobu troch mesiacov.

5.3 Skladovací pokus

V rámci trojmesačného skladovacieho pokusu boli vzorky uchovávané pri teplote 6 ± 2 °C. Po každom mesiaci skladovania boli odobrané dve plastové vaničky z každej rady tavených syrov, počnúc nultým odberom, ktorý bol vykonaný po dvoch týždňoch od utavenia vzoriek. Zo vzoriek tavených syrov bola po pridaní fyziologického roztoku v pomere 1:9 pripravená homogénna zmes, ktorá bola očkovaná na jednotlivé pôdy v závislosti od skupiny sledovaných mikroorganizmov. Použité boli pevné kultivačné pôdy v Petriho miskách.

Celkový počet mikroorganizmov bol stanovený prostredníctvom počítania kolónii mezofilných aeróbných a fakultatívne anaeróbných mikroorganizmov vyrastených na pevnej pôde PCA (Plate Count Agar) po aeróbnej inkubácii pri teplote 37 °C po dobu 48 hodín.

Počet koliformných mikroorganizmov bol stanovený spočítaním kolónii vyrastených na pevnej pôde EA (Endov agar) po inkubácii pri teplote 37 °C po dobu 48 hodín.

Rast plesní a kvasiniek bol pozorovaný na pevnej pôde CHYGA (Chloramfenicol Yeast Glucose Agar). Naočkované pôdy boli ponechané k inkubácii pri teplote 25 °C po dobu 72 hodín. .

Rast aeróbných sporulátov bol pozorovaný na pôde PCA, naočkované pôdy boli inkubované pri teplote 30 °C po dobu 48 hodín.

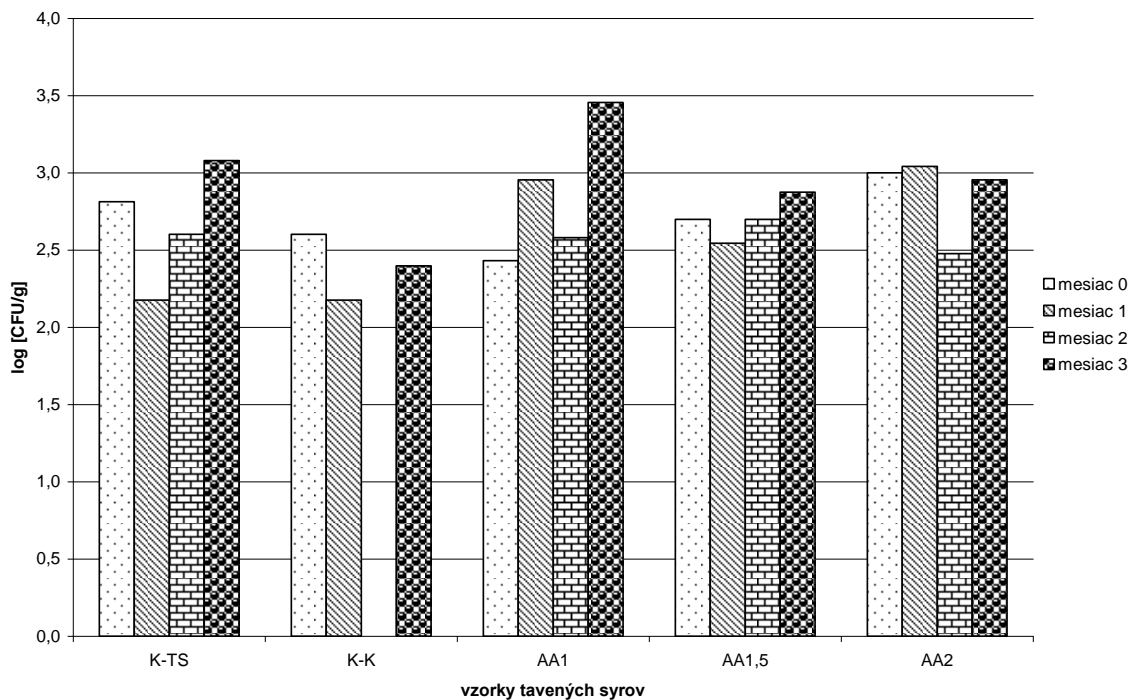
Počet anaeróbných sporulátov bol stanovený naočkováním vzorky na pevnú pôdu RCA (Reinforced Clostridium Agar). Pred naočkováním boli vzorky zahriate na teplotu 80 °C po dobu 10 minút a schladené. Naočkované pôdy boli inkubované pri teplote 30 °C po dobu 72 hodín za anaeróbných podmienok v termostate so zvýšenou tenziou CO₂.

6 VÝSLEDKY A DISKUSIA

Ako náhrady tradičných taviacich solí boli použité κ – karagenan v koncentrácii 1 % w/w a kyselina adipová v koncentráciách 1 %, 1,5 % a 2 % w/w. Mikrobiologická charakteristika týchto náhrad bola hodnotená na základe rastu kolónií CPM, aerobných sporulátov, koliformných mikroorganizmov, anaerobných sporulátov, kvasiniek a plesní v modelových tavených syrov. Vzorky vyrobené s κ – karagenanom a kyselinou adipovou boli posudzované vzhľadom na kontrolnú vzorku, vyrobenú s fosforečnanovými taviacimi soľami.

6.1 Celkový počet mikroorganizmov

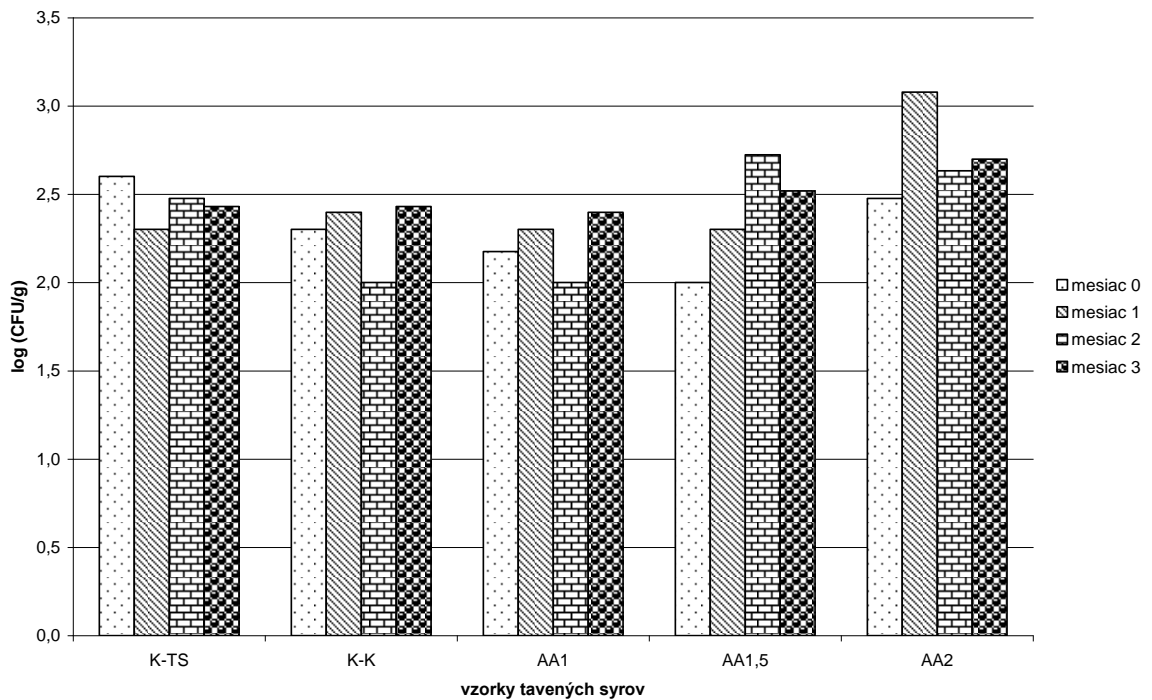
Nárast celkového počtu mikroorganizmov na pôde Plate Count Agar je graficky znázornený na obrázku č. 1. Nárast kolónií mikroorganizmov na vzorke KTS má stúpajúci trend s výnimkou nultého mesiaca - zaznamenaná hodnota $\log(\text{CFU/g})$ je vyššia ako pre druhý a tretí mesiac. Nárast kolónií na výrobku KK vykazuje naopak klesajúci trend, hodnoty $\log(\text{CFU/g})$ sú pre každý mesiac nižšie ako u kontrolnej vzorky. Výrobok AA1 vykazuje rovnaký trend nárastu kolónií ako kontrolná vzorka, taktiež hodnotami $\log(\text{CFU/g})$ je pre prvé tri mesiace s KTS zrovnateľná. Pre štvrtý mesiac je hodnota vyššia takmer o jeden logaritmický rád. U vzorky AA1,5 je pozorovaný mierny nárast hodnôt $\log(\text{CFU/g})$ v čase. Hodnoty $\log(\text{CFU/g})$ pre výrobok AA2 sú pre nultý, prvý a tretí odber takmer rovnaké. Pre druhý mesiac je hodnota $\log(\text{CFU/g})$ nižšia približne o jeden logaritmický rád od ostatných mesiacov.



Obr. č. 1: Nárast celkového počtu mikroorganizmov na pôde Plate Count Agar

6.2 Anaeróbné sporuláty

Nárast anaeróbných sporulátov na pôde Reinforced Clostridium Agar je graficky znázornený na obrázku č. 2. U kontrolnej vzorky KTS je pozorovaný pokles hodnôt $\log(\text{CFU/g})$ v čase. Hodnoty $\log(\text{CFU/g})$ pre jednotlivé mesiace sa od seba líšia len mierne. Všetky ostatné vzorky vykazujú rastúci trend. Výrobky KK a AA1 sú svojimi hodnotami zrovnateľné s kontrolnou vzorkou, okrem hodnoty $\log(\text{CFU/g})$ pre druhý mesiac, ktorá je takmer o jeden logaritmickej rád nižšia ako je tomu u vzorky KTS. Vzorka AA1,5 sa líši od kontrolnej vzorky rastúcim trendom. Hodnota $\log(\text{CFU/g})$ vzorky AA1,5 je pre nultý mesiac o viac ako jeden logaritmickej rád nižšia ako u vzorky KTS. Výrobok AA2 vykazuje pre prvý mesiac hodnotu $\log(\text{CFU/g})$ o viac ako jeden logaritmickej rád vyššiu od vzorky KTS. Pre ostatné mesiace sú hodnoty zrovnateľné s kontrolnou vzorkou.



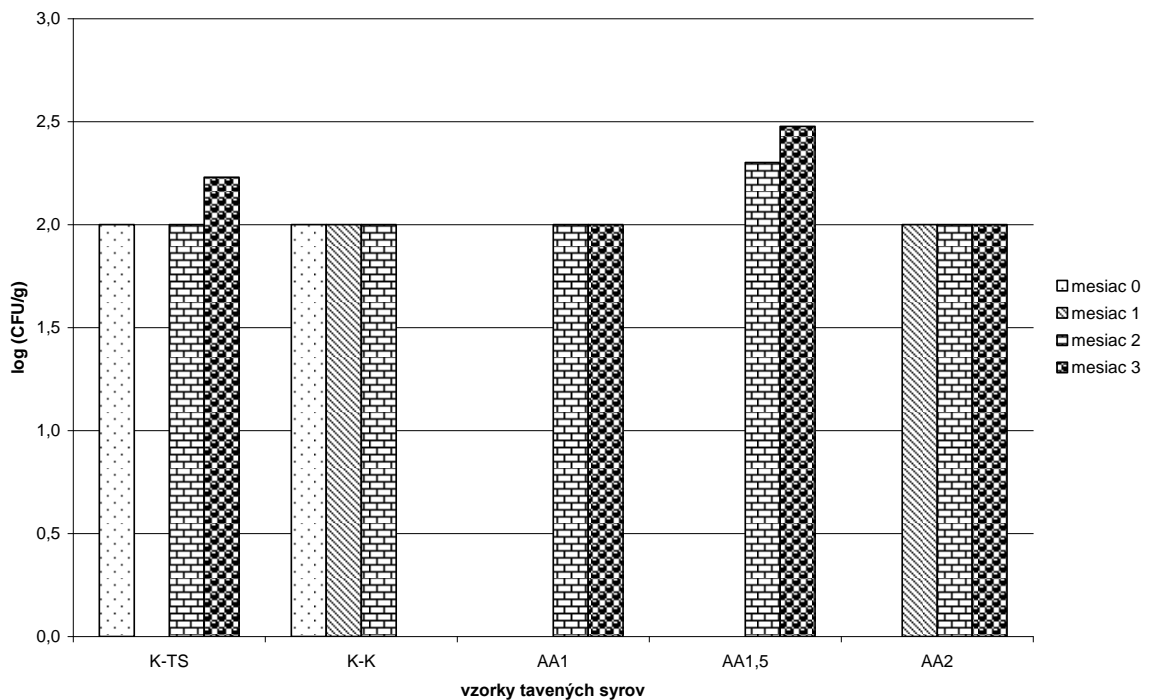
Obr. č. 2: Nárast anaeróbných sporulátov na pôde Reinforced Clostridium Agar

6.3 Kvasinky a plesne

Nárast kvasiniek a plesní je graficky znázornený na obrázku č. 3. U všetkých vzoriek sú hodnoty $\log(\text{CFU/g})$ veľmi podobné a vykazujúce stabilný trend. Výnimkou je výrobok AA1,5 – hodnota pre druhý mesiac je približne o polovicu logaritmickeho rádu vyššia, hodnota pre tretí mesiac je takmer o celý logaritmickeý rád vyššia ako je tomu u kontrolnej vzorky.

6.4 Aerobné sporuláty a koliformné mikroorganizmy

Počas celého skladovacieho pokusu nebol pozorovaný nárast aeróbných sporulátov alebo koliformných mikroorganizmov na žiadnej zo vzoriek vrátane vzorky kontrolnej.



Obr. č. 3: Nárast kvasiniek a plesní na pôde Chloramfenicol Yeast Glucose Agar

6.5 Diskusia

Pozorovný nárast kolónií na jednotlivých vzorkách bol hodnotený vzhľadom na nárast kolónií na kontrolnej vzorke pripravenej s fosforečnanovými taviacimi soľami. Počty mikroorganizmov vo vzorkách s kyselinou adipovou, zrovnateľné s počtami mikroorganizmov vo vzorkách s fosforečnanovými taviacimi soľami, boli pozorované u týchto vzoriek: celkový počet mikroorganizmov – vzorky AA1,5 a AA2; anaerobné sporuláty – vzorky AA1, AA1,5 a AA2; kvasinky a plesne – vzorky AA1 a AA2. Taktiež nebol vo vzorkách s kyselinou adipovou zistený výskyt aerobných sporulátov a koliformných mikroorganizmov, rovnako ako vo vzorkách s fosforečnanovými taviacimi soľami.

Z výsledkov experimentu vyplýva, že celkový počet mikroorganizmov v tavenom syre s fosforečnanovými taviacimi soľami počas skladovania narastá. Rovnaký trend vykazujú vzorky AA1 a AA1,5. Počet anaerobných sporulátov vo vzorke s fosforečnanovými soľami počas skladovania mierne klesá. Vzorky AA1, AA1,5 aj AA2 vykazujú naopak nárast počtu mikroorganizmov. Počet kvasiniek a plesní je počas skladovania vo vzorke s fosforečnanovými soľami stabilný a rovnako tak aj vo vzorkách AA1 a AA2.

Možno teda konštatovať, že kyselina adipová v koncentrácii 2 % (w/w) má na rast mikroorganizmov zrovnateľný vplyv ako tradičné fosforečnanové soli. Z tohto hľadiska je možné o kyseline adipovej uvažovať ako o náhrade fosforečnanových taviacich solí, ktorá za daných podmienok nezhorší mikrobiologickú akosť taveného syru.

Zistené výsledky je možné vysvetliť zmenou pH prostredia po prídavku kyseliny adipovej, keďže podľa [8] vyplývajú jej antimikróbne účinky v potravinách z jej schopnosti znížiť pH prostredia. Tým pádom prídavok vhodnej koncentrácie kyseliny adipovej zastaví rast tých mikroorganizmov, pre ktoré je prostredie s nízkym pH nepriaznivé. Pre aplikáciu kyseliny adipovej vo výrobe tavených syrov je dôležitý aj fakt, že kyselina adipová je karboxylová kyselina vyznačujúca sa vysokou afinitou k vápenatým katiónom – vystupuje ako chelatačné činidlo schopné viazať divalentné katióny vápniku z prostredia. [21] Taktiež je schopná interagovať s proteínovými makromolekulami. Takže záverom možno konštatovať, že mikrobiologická charakteristika tavených syrov vyrobených s použitím kyseliny adipovej je zrovnateľná s mikrobiologickou charakteristikou tavených syrov vyrobených s tradičnými fosforečnanovými taviacimi soľami.

ZÁVER

Počas trojmesačného skladovania bola sledovaná mikrobiologická charakteristika modelových výrobkov tavených syrov, vyrobených s použitím 1 % (w/w) κ – karagenanu, 1 % (w/w), 1,5 % (w/w) a 2 % (w/w) kyseliny adipovej. Mikrobiologická charakteristika týchto výrobkov bola porovnávaná s mikrobiologickou charakteristikou taveného syra, pripraveného s použitím fosforečnanových taviacich solí v množstve 2,5 % (w/w). Pozorované skupiny mikroorganizmov boli aerobné sporuláty, anaerobné sporuláty, koliformné mikroorganizmy, kvasinky a plesne a celkový počet mikroorganizmov. Na základe získaných výsledkov možno konštatovať:

- vo vzorkách s 1,5 % (w/w) a 2 % (w/w) kyseliny adipovej bol celkový počet mikroorganizmov zrovnateľný s kontrolnou vzorkou
- vo vzorkách s 1 % (w/w), 1,5 % (w/w) a 2 % (w/w) kyseliny adipovej bol výskyt anaerobných sporulátov zrovnateľný s kontrolnou vzorkou
- vo vzorkách s 1 % (w/w) a 2 % (w/w) kyseliny adipovej bol výskyt kvasiniek a plesní zrovnateľný s kontrolnou vzorkou
- výskyt aerobných sporulátov a koliformných mikroorganizmov nebol pozorovaný v kontrolnej vzorke ani v modelových vzorkách

Z výsledkov vyplýva, že mikrobiologická charakteristika taveného syru vyrobeného s použitím kyseliny adipovej v koncentrácii 2 % (w/w) je zrovnateľná s mikrobiologickou charakteristikou taveného syru vyrobeného s použitím tradičných fosforečnanových taviacich solí.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] ALVES, R.M.V., VAN DENDER, A.G.F., JAIME, S.B.M., MORENO, I., PEREIRA, B.C. Effect of light and packages on stability of spreadable processed cheese. *International Dairy Journal*. 2007, 17, 365 – 373. ISSN 0958 – 6946.
- [2] Anonym, 2003: Vyhláška Ministerstva zemědělství ČR č. 77/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, v platném znění.
- [3] AWAD, R.A., ABDEL – HAMID, L.B., ELSHABRAWY, S.A., SINGH, R.K. Texture and Microstructure of Block Type Processed Cheese with Formulated Emulsifying Salt Mixtures. *Lebensmittel – Wissenschaft und Technologie*. 2002, 35, 54 – 61. ISSN 0023 – 6438.
- [4] BUŇKA, F., BUŇKOVÁ, L., KRÁČMAR, S. Basic principles of processed cheese production. *Folia univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.* 2009, 70 s. ISBN 978 – 80 – 7375 – 336 – 8.
- [5] CUNHA, C.R., VIOTTO, W.H. Casein Peptization, Functional Properties and Sensory Acceptance of Processed Cheese Spreads Made with Different Emulsifying Salts. *Journal of Food Science*. 2010, 75, 1, 113 – 120.
- [6] ČERNÍKOVÁ, M., BUŇKA F., HLADKÁ, K., BŘEZINA, P., HRABĚ, J. Pectin in emulsifying agents replacing during processed cheese production. *Zborník prác z medzinárodnej vedeckej konferencie, II. diel.* 2007, 267 -270. ISBN 978 – 80 – 8069 – 861 – 4.
- [7] ČERNÍKOVÁ, M., BUŇKA F., POSPIECH, M., TREMLOVÁ, B., HLADKÁ, K., PAVLÍNEK, V., BŘEZINA, P. Replacement of traditional emulsifying salts by selected hydrocolloids in processed cheese production. *International Dairy Journal*. 2010, 1 -8. ISSN 0958 – 6946.
- [8] DAVIDSON, P. M., SOFOS, J. N., BRANEN, A. L. *Antimicrobials in Food*. CRC Press, Boca Raton: 2010. 706 s. ISBN 0824740378.

- [9] DIMITRELI, G., THOMAREISIS, A.S. Texture evaluation of block – type processed cheese as a function of chemical composition and in relation to its apparent viscosity. *Journal of Food Engineering*. 2007, 79, 1364 – 1373. ISSN 0260 – 8774.
- [10] DOLEŽÁLEK, J. *Mikrobiologie mlékarenského a tukařského průmyslu*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1962. 545 s.
- [11] HLADKÁ, K., BUŇKA, F., JEDLIČKOVÁ, L., PACHLOVÁ, V., KRÁČMAR, S. Possibilities of use of adipic acid and its sodium salt for substitution of traditional emulsifying agents in processed cheese. 2010
- [12] HLADKÁ, K., BUŇKA, F., PACHLOVÁ, V., VOJTÍŠKOVÁ, P., KOSIBOVÁ, N., KRÁČMAR, S. Use of dicarboxylic acid in emulsifying agents replacing during processed cheese production. 2009
- [13] JEDLIČKOVÁ, L. *Kyselina adipová a její soli jako možná náhrada tradičních tavicích solí*. Zlín, 2010. 86 s. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, Ústav biochemie a analýzy potravin .
- [14] KAPOOR, R., METZGER, L.E. Process Cheese: Scientific and Technological Aspects – A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2008, 7, 194 – 214. ISSN 1541 – 4337.
- [15] LEE, S.K., BUWALDA, R.J., EUSTON, S.R., FOEGEDING, E.A., McKENNA, A.B. Changes in the rheology and microstructure of processed cheese during cooking. *Lebensmittel – Wissenschaft und Technologie*. 2003, 36, 339 – 345. ISSN 0023 – 6438.
- [16] MARCHESSAU, S., GASTALDI, E., LAGAUDE, A., CUQ, J. L Influence of pH on Protein Interactions and Microstructure of Process Cheese. *Journal of Dairy Science*. 1997, 80, 1483 – 1489. ISSN 0022 – 0302.
- [17] MAYER, K.H. Bitterness in processed cheese caused by an overdose of a specific emulsifying agent? *International Dairy Journal*. 2001, 11, 533 – 542. ISSN 0958 – 6946.
- [18] SÁDLIKOVÁ, I., BUŇKA, F., BUDINSKÝ, P., VOLDANOVÁ, B., PAVLÍNEK, V., HOZA, I. The effect of selected phosphate emulsifying salts on

viscoelastic properties of processed cheese. *LWT – Food Science and Technology*. 2010, 43, 1220 – 1225. ISSN 0023 – 6438.

- [19] SEDLÁČEK, I. Taxonomie prokaryot. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2007. 270 s. ISBN 978 – 80 – 210 – 4207 – 0.
- [20] TUNICK, M. H. Calcium in Dairy Products. *Journal of Dairy Science*. 1987, 70, 2429 – 2438. ISSN 0022 – 0302.
- [21] WHITFIELD, F.B. Microbiology of food taints. *International Journal of Food Science and Technology*. 1998, 33, 31 – 51.

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

AA1	vzorka pripravená s použitím 1 % (w/w) kyseliny adipovej
AA1,5	vzorka pripravená s použitím 1,5 % (w/w) kyseliny adipovej
AA2	vzorka pripravená s použitím 2 % (w/w) kyseliny adipovej
CFU	kolóniu tvoriaca jednotka
CHYGA	Chloramfenicol Yeast Glucose Agar
CPM	celkový počet mikroorganizmov
KK	vzorka pripravená s použitím 1 % (w/w) κ – karagenanu
KTS	vzorka pripravená s taviacimi soľami v množstve 2,5 % (w/w)
PCA	Plate Count Agar
RCA	Reinforced Clostridium Agar
w/w	hmotnostný zlomok

ZOZNAM OBRÁZKOV

- Obr. 1. Nárast celkového počtu mikroorganizmov na pôde Plate Count Agar.....30
- Obr. 2. Nárast anaeróbnych sporulátov na pôde Reinforced Clostridium Agar.....31
- Obr. 3. Nárast kvasiniek a plesní na pôde Chloramfenicol Yeast Clostridium Agar.....32