

Studium změn jakosti sterilovaných tavených sýrů během skladování

Bc. Olga Vlčková

Diplomová práce
2007



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství

akademický rok: 2006/2007

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Olga VLČKOVÁ**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Studium změn jakosti sterilovaných tavených sýrů během skladování**

Zásady pro vypracování:

V teoretické části stručně popsat technologii výroby tavených sýrů a vlivy na jakostní parametry. Dále vypracovat literární rešerši v oblasti vlivu sterilačních teplot a dlouhodobého skladování na jakost tavených sýrů.

V praktické části založit skladovací pokus se sterilovanými tavenými sýry při 3 teplotách (chladírenská, pokojová a zátěžová). Po dobu 1 roku odebírat vzorky a podrobit je mikrobiologické, chemické (obsah sušiny, amoniaku, aminokyselin) a senzorické analýze. Získané výsledky statisticky vyhodnotit a vyvodit závěry.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

dle doporučení vedoucího práce

Vedoucí diplomové práce:

Ing. František Buňka, Ph.D.

Ústav potravinářského inženýrství a chemie

Datum zadání diplomové práce:

8. ledna 2007

Termín odevzdání diplomové práce:

31. května 2007

Ve Zlíně dne 2. května 2007



Ignác Hoza

prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
děkan

Ignác Hoza

prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

V současné době jsou v České republice sterilované sýry vyráběny pro zabezpečení stravování v krizových stavech, např. jako součást bojových dávek potravin pro příslušníky Armády České republiky a členů Integrovaného záchranného systému v krizových situacích. Tato diplomová práce zkoumá změny u sterilovaných tavených sýrů v průběhu 12 měsíců při třech různých skladovacích teplotách (6°C; 23°C a 40°C). Byly sledovány dvě řady sterilovaných tavených sýrů. Bylo provedeno mikrobiologické, chemické a sensorické hodnocení.

Mikrobiologické analýzy zahrnovaly stanovení celkového počtu mikroorganismů, kolidních mikroorganismů, kvasinek a plísní. Vlivem sterilačního záhřevu došlo k usmrcení mikroorganismů a spor, což bylo potvrzeno i termostatovou zkouškou.

Chemická analýza byla zaměřena na stanovení obsahu aminokyselin a amoniaku, jejichž obsah se během skladování významně měnil. Obsah aminokyselin klesal jak s teplotou tak s dobou skladování. Statisticky průkazné ztráty v průběhu celého 12 měsíčního skladování sterilovaných tavených sýrů lze pozorovat zejména u lyzinu a argininu. Ztráta jejich obsahu dosáhla cca 10 % při 40°C. Menší ztráta byla zaznamenána pro další stanovené aminokyseliny, serin, metionin a izoleucin. Statisticky významný pokles dosáhl maximálně 6 % při 23°C a 40°C.

Během ročního skladování vzrostly hodnoty volného amoniaku, ve sterilovaných tavených sýrech skladovaných při 40°C na trojnásobek oproti sterilovaným sýrům analyzovaným na vstupu skladovacího pokusu.

Ze sensorického hodnocení nesterilovaných a sterilovaných vzorků tavených sýrů jednoznačně vyplývá, že nesterilované vzorky byly hodnotiteli všeobecně více preferovány. Ze zhodnocení sterilovaných tavených sýrů bylo patrné, že se zvyšujícím se časem a vyšší teplotou skladování se zhoršuje sensorická kvalita u vzhledu a barvy, chuti a vůně.

Klíčová slova: sterilovaný tavený sýr, skladování, aminokyseliny, amoniak, sensorické hodnocení

ABSTRACT

Currently in the Czech Republic, sterilized processed cheeses are produced for food emergency boarding, for example for members of Army of the Czech Republic and Internal Emergency System.

This work studies changes of sterilized processed cheeses within twelve months of storage at three different temperatures (6°C; 23°C and 40°C). Two groups of sterilized processed cheeses were evaluated by sensory, microbiology and chemical analysis.

The microbiology analysis comprised determination of total number of microorganisms, coliformal microbes, yeasts, and moulds. Killing of microorganisms and spores due to process warming-up was confirmed by the thermostatic test.

The chemical analysis targeted determination of amino-acids and ammonia content that changed significantly during the storage time. The amino-acids content decreased both with increasing storage temperature (T) and with time of storage. The loss of lysine and arginine was the most significant as evaluated statistically. The loss of their content reached 10 % at T = 40 °C. Smaller losses were determined for other types of studied amino-acids, serine, methionine, and isoleucine. Statistically significant decrease reached at most 6 % at T = 23 and 40 °C.

One-year storage of sterilized processed cheeses at 40 °C caused triple increase of free ammonia content with respect to the content determined at the beginning of the study.

The results of sensory analysis of sterilized and unsterilized processed cheeses evaluated by several people revealed that unsterilized processed cheeses are definitely better.

Increasing time and temperature of storage led to general deterioration of appearance, color, taste, and smell of the sterilized processed cheeses.

Key words: sterilized processed cheese, storage conditions, content of amino-acid and ammonia, sensory analysis

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu diplomové práce Ing. Františku Buňkovi, Ph.D. za odbornou pomoc, konzultace a spolupráci. Dále bych ráda poděkovala za spolupráci Ing. Zuzaně Lazárkové a také kolegům za senzorická hodnocení.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 TAVENÉ SÝRY	12
1.1 DEFINICE TAVENÝCH SÝRŮ.....	13
1.1.1 Význam sterilovaných tavených sýrů.....	13
1.2 VÝZNAM TAVENÝCH SÝRŮ VE VÝŽIVĚ.....	14
1.2.1 Tuky	14
1.2.2 Bílkoviny.....	15
1.3 METABOLIZMUS VÁPŇÍKU	16
1.3.1 Obsah vápníku.....	16
1.3.2 Funkce vápníku a jeho aktivita v lidském těle	18
2 VÝROBA A SKLADOVÁNÍ TAVENÝCH SÝRŮ	21
2.1 ZÁKLADNÍ PRINCIP VÝROBY TAVENÝCH SÝRŮ.....	21
2.1.1 Chemické procesy při výrobě tavených sýrů.....	22
2.1.2 Tavicí soli.....	25
2.1.3 Příprava suroviny, tavení, formování a balení tavených sýrů	25
2.2 SKLADOVÁNÍ TAVENÉHO SÝRA.....	27
3 TERMOSTERILACE	30
3.1 STERILACE TAVENÝCH SÝRŮ	30
3.2 VLIV STERILACE NA NUTRIČNÍ HODNOTY.....	35
II PRAKTICKÁ ČÁST	39
4 CÍLE PRÁCE	40
5 MATERIÁL A METODY	41
5.1 CHARAKTERISTIKA ANALYZOVANÝCH VZORKŮ A POPIS EXPERIMENTŮ	41
5.2 MIKROBIOLOGICKÁ ANALÝZA	43
5.2.1 Stanovení sušiny a pH	44
5.2.2 Stanovení obsahu absolutního tuku a výpočet tuku v sušině	45
5.2.3 Stanovení amoniaku Conwayovou metodou.....	46
5.2.4 Stanovení hrubých bílkovin a obsahu aminokyselin.....	46
5.3 SENZORICKÁ ANALÝZA	47
5.4 STATISTICKÉ HODNOCENÍ	48
6 VÝSLEDKY A DISKUZE	50

6.1	VÝSLEDKY MIKROBIOLOGICKÝCH HODNOCENÍ I A II ŘADY.....	50
6.2	VÝSLEDKY ZÁKLADNÍCH CHEMICKÝCH ANALÝZ	51
6.3	ZMĚNY AMINOKYSELIN V TAVENÉM SÝRU	53
6.4	VYHODNOCENÍ AMONIAKU VE STERILOVANÉM TAVENÉM SÝRU	57
6.5	VÝSLEDKY SENZORICKÉHO HODNOCENÍ.....	58
6.5.1	Senzorické hodnocení na vstupu	58
6.5.2	Senzorické hodnocení po 6 měsících skladování.....	58
6.5.3	Senzorické hodnocení po 12 měsících skladování.....	59
6.5.4	Hodnocení vlivu doby skladování.....	59
6.6	DISKUZE.....	62
	ZÁVĚR	65
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	67
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	73
	SEZNAM OBRÁZKŮ	74
	SEZNAM TABULEK.....	75
	SEZNAM PŘÍLOH.....	76

ÚVOD

Tavené sýry jsou jednou z nejmladších skupin sýrů. Byly vyvinuty počátkem 20. století, kdy hlavním důvodem bylo připravit výrobek nepodléhající rychlým změnám jakostních znaků při transportu a skladování. V ČR je konzumace tavených sýrů v porovnání s ostatními vyspělými zeměmi vysoká a roční spotřeba průměrného obyvatele se pohybuje v rozmezí 2-3 kg. V ostatních vyspělých zemích je spotřeba přibližně o 1 kg nižší.

Sterilované tavené sýry jsou využívány především pro svou dobrou údržnost bez nároků na chladírenské podmínky. Předpokládaná délka minimální trvanlivosti je minimálně 30 měsíců. Byla navržena možnost zařadit sterilované tavené sýry i do stravovacích dávek pro mise v tropických a subtropických oblastech a nebo pro krizové stavy. Takto ošetřené výrobky by mohly být vítaným zpestřením i v situacích běžného života, kdy není přístup k chladírenským zařízením.

Cílem diplomové práce je popsat změny při třech skladovacích teplotách reprezentovaných chladírenskou teplotou (6°C), laboratorní teplotou (23°C) a termostatovou teplotou (40°C). Byly popsány změny jakosti u vybraných mikrobiologických, chemických a senzorických analýz.

Práce je rozčleněna do 6 kapitol. První 3 kapitoly v teoretické části popisují význam tavených sýrů ve výživě, princip a technologii výroby sterilovaných tavených sýrů. V neposlední řadě jsou přiblíženy chemické změny, které se dějí u jednotlivých složek tavených sýrů vlivem různých skladovacích teplot. Kapitola o termosterilaci vysvětluje principy sterilačního záhřevu a popisuje činitele, které uvedený technologický krok ovlivňují. V kapitole jsou také přiblíženy chemické změny, které probíhají v taveném sýru při sterilačním záhřevu. Ve dvou následujících kapitolách jsou vymezeny cíle diplomové práce a také je popsána charakteristika vzorků taveného sýra a použité mikrobiologické, chemické a senzorické metody.

Vyhodnocení zjištěných hodnot sušiny, pH, tuku, obsahu volného amoniaku a obsahu jednotlivých esenciálních a neesenciálních aminokyselin v nesterilovaných a sterilovaných tavených sýrech a jejich diskuze jsou obsahem šesté části - Výsledky a diskuze. V této kapitole jsou vyhodnoceny výsledky mikrobiologických analýz nesterilovaných a sterilovaných tavených sýrů a termostatová zkouška. Dále jsou hodnoceny výsledky senzorického hodnocení vzhledu a barvy, chuti a vůně a také vyhodnocení párových porovná-

vacích a pořadových zkoušek. V závěru jsou prezentovány získané výsledky z mikrobiologických, chemických a sensorických analýz s jejich zhodnocením.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TAVENÉ SÝRY

Tavené sýry jsou vyrobeny roztavením směsi různých typů přírodních sýrů, v různém stupni zralosti, za přídavku tavicích solí a vody. Působením částečného podtlaku a stálého míchání je pak získána homogenní hmota požadovaných vlastností. Kromě přírodních sýrů mohou být do směsi přidány suroviny mléčného i nemléčného původu (např. sojový protein, pšeničný lepek, koření, masová složka aj.) [1].

Tavené sýry byly v Evropě připraveny již v roce 1895, ale emulgační soli byly použity až v roce 1911 ve švýcarské firmě Gerber. Jako tavicí sůl byl použit citran sodný připravený za varu ve vodném roztoku z kyseliny citrónové a uhličitanu sodného. V roce 1916 vydal J. L. Kraft v Americe patent na použití solí v sýrařském průmyslu a popsal zahřívací metodu přírodního sýra za použití fosfátů jako tavicích solí [2].

Ke vzrůstu preferencí a také k rozšíření výroby začala přispívat možnost přepravovat výrobek bez zhoršení jakostních znaků. Rozšířil se sortiment tavených sýrů i jejich upřednostnění v některých odvětvích pro své nenáročné skladování.

Výhody taveného sýra proti přírodnímu sýru:

- může být uchováván při pokojové teplotě
- aroma a jiné znaky sýra mohou být udrženy vhodným výběrem a smísením suroviny
- většina patogenních organizmů (jejich vegetativní formy), které mohou ovlivnit kvalitu a bezpečnost výrobku jsou zničeny během záhřevu
- je možné přidat různé ochucující složky – ovoce, zelenina, maso, udící kouř, maso a koření
- nabízí univerzálnost použití – vaření, do omáček, snacky, studená kuchyně
- možnost vyrobit výrobky s různými fyzikálními vlastnostmi - měkké, tuhé, dobře roztíratelné
- relativně příznivé snížení výrobních nákladů díky využití přídavku surovin mléčného i nemléčného původu; dále možnost využití sýrů se špatnými zrajícími

schopnostmi, nebo zpracování odřezků přírodních sýrů, které splňují přísné mikrobiologické požadavky na uvedenou surovinu [2, 3].

1.1 Definice tavených sýrů

Vyhláška č.77/2003 Sb. rozumí pod pojmem - tavený sýr - výrobek, který byl tepelně upraven za přídavku tavicích solí. Sýry se dělí podle druhu, ten pak na následné skupiny jež jsou rozděleny na tavený sýr a tavený sýrový výrobek. Produkt se označí obsahem tuku nebo tuku v sušině, obsahem sušiny, použitou ochucující složkou [4].

Tavené sýry je možné dále dělit z celé řady hledisek, přičemž jedno z nejdůležitějších je dělení podle obsahu tuku v sušině [5]. Jako „nízkotučný“ lze označit tavený sýr s obsahem tuku v sušině nejvýše 30% hmotnostních (w/w). Jako vysokotučný lze označit tavený sýr s obsahem tuku v sušině nejméně 60% (w/w) [4]. V odborné literatuře lze najít dělení ve vyhlášce nepojmenované skupiny tavených sýrů na plnotučné (s obsahem tuku v sušině cca 45 až 60 % (w/w)) a polotučné (s obsahem tuku v sušině cca 30 až 45% (w/w)).

Kromě tavených sýrů a tavených sýrových výrobků je třeba zmínit ještě tzv. analogy (imitace) tavených sýrů, k jejichž výrobě jsou použity zejména kaseináty, bílkoviny jiného než mléčného původu, rostlinné oleje, tavicí soli, látky určené k aromatizaci aj. Jejich hlavní přednost spočívá ve snížení nákladů na výrobu, resp. snížení nákladů na suroviny, neboť relativně dražší mléčná bílkovina a tuk mohou být nahrazovány levnějšími rostlinnými zdroji. Česká legislativa prozatím pojem „imitace nebo analog“ tavených sýrů nezná [5, 6].

1.1.1 Význam sterilovaných tavených sýrů

Sterilované tavené sýry byly vyvinuty pro speciální účely – pro zabezpečení stravování příslušníku Armády České republiky a členů Integrovaného záchranného systému v krizových situacích. Význam integrovaného záchranného systému je charakterizován ve Sbírce zákonů č.239/2000. Integrovaným záchranným systémem se rozumí koordinovaný postup jeho složek při přípravě na mimořádné události a při provádění záchranných a likvidačních prací. Uvedený zákon vymezuje působnost a pravomoc státních orgánů [7]. Zákon 241/2000 Sb. popisuje hospodářská opatření pro krizové stavy [8].

Sterilované tavené sýry jsou součástí tzv. bojových dávek potravin, které můžeme zjednodušeně nazvat balíčky, které obsahují potraviny pro daného člověka (vojáka) na 24 hodin. Jednotlivé potravinové komponenty (kromě sterilovaných tavených sýrů jsou zde také hotové pokrmy, sušenky, čokoláda a řada dalších) mají trvanlivost stanovenou Standardizační dohodou Severoatlantické aliance STANAG 2937 na nejméně 24 měsíců při okolní teplotě, což v podmínkách České republiky představuje přibližně 20 – 25°C [5].

1.2 Význam tavených sýrů ve výživě

Mléko a mléčné výrobky jsou součástí základního sortimentu pro výživu obyvatelstva, včetně kojenců a dětí, a to díky svým nutričním hodnotám (obsahují mléčné bílkoviny, mléčný tuk, vápník a některé vitaminy, zejména skupiny B). Bílkoviny z mléčných výrobků dodávají životně nezbytné esenciální aminokyseliny, z nichž má zvláštní význam především lyzin [9]. Hlavní obsah živin (tj. bílkoviny, tuky) v tavených sýrech je ovlivněn obsahem tuku 30 % - 70 % tvs.

V České republice je konzumace na rok a obyvatele 2,6 kg (hodnota z roku 2005), což je téměř dvojnásobek spotřeby ve většině starých členských zemí EU. Ve světě se na tavené sýry zpracovává 10-12 % přírodních sýrů [3].

1.2.1 Tuky

Pro mléčný tuk je typické složení cca 53 – 72 % nasycených (SUFA), 26 – 42 % monoeno-
vých (MUFA) a 2 – 6% polyenových (PUFA) mastných kyselin [10]. Z uvedených hodnot je patrné, že největší zastoupení představují nasycené mastné kyseliny. Tvoří tzv. nasycený (saturovaný) tuk, jehož příjem by neměl přesahovat 10 % energie, protože představuje rizikový faktor kardiovaskulárních onemocnění. Živočišné tuky (mléčný tuk) složené z velké části z nasycených tuků jsou také zdrojem cholesterolu. U člověka je příjem sterolů v potravě menší, než je jeho denní potřeba, proto si tělo většinu potřebného cholesterolu syntetizuje. Přibližně polovina až dvě třetiny cholesterolu v těle pochází z endogenní syntézy a zbývající podíl má původ v potravě. Syntézu cholesterolu v játrech částečně reguluje příjem cholesterolu z potravy. Ve tkáních se obecně udržuje cholesterolová rovnováha mezi faktory jejichž činností se cholesterol získává a faktory, které jsou příčinou jeho ztráty. Jestliže je však příjem cholesterolu ve stravě příliš vysoký, je nebezpečí, že také stoupne jeho obsah v krvi, což představuje

jeden z rizikových faktorů při onemocnění chorobami krevního oběhu. Další vlivy působící na hladinu cholesterolu v krevním řečišti jsou: stres, kouření, konzumace kávy aj.

Za normální fyziologickou úroveň cholesterolu v krvi jsou považovány koncentrace do 5,2 mmol/l, za rizikové 5,2 – 6,2 mmol/l a za vysoce rizikové nad 6,2 mmol/l. Skutečnost je však taková, že velké množství osob v České republice má hladinu cholesterolu vyšší, než je normální stav. Při větší spotřebě potravy obsahující cholesterol byl prokázán zvýšený výskyt srdečně-cévních chorob. Není důležitý pouze celkový obsah cholesterolu, ale také poměr cholesterolu v lipoproteinových frakcích s nižšími a vyššími hustotami [10, 11, 12, 13].

Nasycené vyšší mastné kyseliny jsou navíc silně hydrofóbní, jejich stravitelnost v tenkém střevě je snížena a mohou se dostávat až do tlustého střeva a poškozovat střevní epitel [14]. Optimální poměr nasycených mastných kyselin (SUFA), monoenových mastných kyselin (MUFA) a polyenových mastných kyselin (PUFA) by měl být SUFA : MUFA : PUFA = 1 : 1,4 : 0,6. [13, 15]. Tavené sýry neposkytují doporučený poměr SUFA : MUFA : PUFA. Při konzumaci takového výrobku by bylo vhodné připravovaný pokrm obohatit o potraviny bohaté na monoenové a zejména polyenové mastné kyseliny.

1.2.2 Bílkoviny

Proteiny jsou nezbytnou složkou potravy, protože jako hlavní zdroj hrubá bílkovina v potravě, kterého v průměru obsahují 16% hmotnosti, přinášejí do organismu hmotu nutnou k výstavbě a obnově tkání. Minimální denní potřeba plnohodnotného proteinu je u dospělého člověka 0,5 - 0,6 g na 1kg tělesné hmotnosti. Při nižším příjmu již mohou nastat zdravotní poruchy, proto se jako bezpečná dávka doporučuje minimálně 0,6 – 0,8 g/kg. Běžně doporučená dávka je však vyšší, 1,0 – 1,2 g/kg, protože ne všechny aminokyseliny jsou z proteinů využity v optimálním množství. Vyšší potřebu proteinů mají děti v období růstu (až 2,4 g/kg v období rychlého růstu) a kojící ženy, které ztrácejí část proteinů mateřským mlékem, rekonvalescenti aj.

Proteiny patří k hlavním živinám spolu se sacharidy a lipidy. Jejich optimální příjem je dán tzv. trojpoměrem základních živin, který udává, že člověk by měl přijmout denně 1 díl proteinů, 1 díl lipidů a 4 díly sacharidů. Po přepočtu na přijímanou energii to činí 11 - 13 % (v období růstu 18 %) proteinů, 28 – 30 % tuků a sacharidů. Poměr živočišných a rostlinných

bílkovin by měl být přibližně 1 : 1. Mléko a mléčné výrobky jsou jedním ze základních zdrojů přijímaných živočišných bílkovin [10].

Při hodnocení potřeby a příjmu proteinů nestačí počítat pouze s celkovým příjmem proteinů. Je nutno vzít v úvahu i složení aminokyselin, dostupnost peptidových vazeb proteinu trávicím enzymům a další faktory, které se zařazují pod pojem biologická hodnota proteinu. V moderním určení nutričních hodnoty proteinů se vychází ze skutečnosti, že organismus není schopen syntetizovat esenciální aminokyseliny, zatímco skladbu ostatních aminokyselin může regulovat téměř libovolně podle potřeby. Proto se v proteinech stanovuje složení esenciálních aminokyselin a výsledky se vztahují k obsahu esenciálních aminokyselin přítomných v určeném referenčním proteinu (celovaječný protein, soubor odstředěného mléka). Tím je protein, který má z hlediska výživy optimální složení esenciálních aminokyselin. Je tedy v organismu velmi dobře využitelný [10].

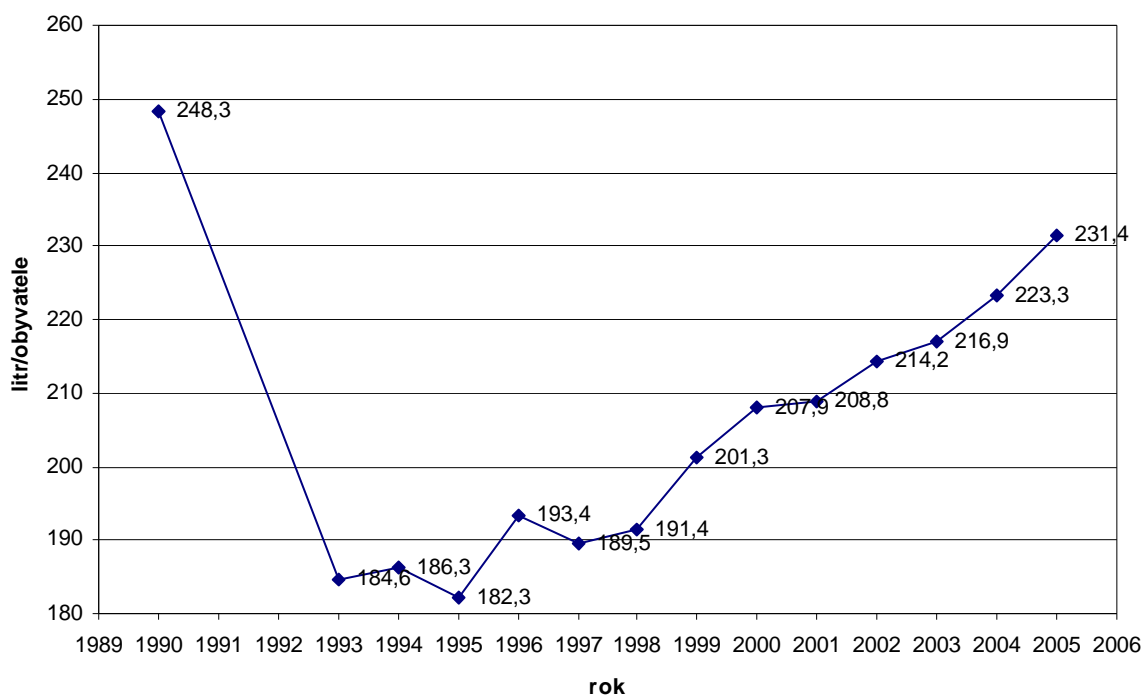
1.3 Metabolismus vápníku

1.3.1 Obsah vápníku

V poslední době je velmi diskutován problém nízkého příjmu vápníku, což je rizikový faktor pro celou řadu onemocnění jako například osteoporóza (podle WHO je osteoporóza definována jako pokles denzity kostí o 2,5 směrodatné odchylky ve srovnání s průměrnou hodnotou u mladých dospělých bělošek ve věku 20 - 30 let). Stav kostní hmoty v dospělosti (a tedy i riziko osteoporózy a zlomenin) závisí jednak na množství a kvalitě kostní hmoty vytvořené během růstu a dospívání a jednak na stupni úbytku a změnách kvality kostní hmoty ve zralém věku [16]. Osteoporóza je považována za rozšířené onemocnění celého světa. Základní terapií této nemoci je denní příjem Ca s vhodným poměrem Ca : P (1 : 1 – 2 : 1).

Přídavkem tavicích solí se zvýší obsah fosforu ve výrobku, a tím se posunuje poměr přijatého vápníku a fosforu do oblasti nepříznivé pro tvorbu a obnovu kostí a zubů. Za optimální poměr pro růst kostní tkáně se považuje poměr Ca : P = 1,3 : 1, při špatné absorpci vápníku 2 : 1. V tvrdých sýrech je poměr v rozsahu 1,3 : 1 – 1,6 : 1, což je poměr velice příznivý, zatímco v tavených sýrech je poměr velmi nepříznivý 0,4 : 1 – 0,7 : 1. V současné době je příjem fosforu u většiny našich obyvatel poměrně vysoký, protože

se jeho sloučeniny z technických důvodů přidávají i do jiných potravinářských výrobků. V USA v poslední době stouplо užívání solí fosforu o 20% a u nás není pravděpodobně situace lepší. Fosfáty se přidávají do mnoha masných výrobků, nápojů a některých dalších potravin, které nejsou zdrojem vápníku a tudíž celkový poměr Ca : P v dietě je velmi nepříznivý, zvláště u obyvatel, kteří mají zároveň nízký příjem vápníku [17]. Od roku 1990 došlo k prudkému poklesu spotřeby mléčných výrobků. Důležitým faktorem vysvětlující tento vývoj bylo výrazné zvýšení cen mléka a mléčných výrobků po roce 1989. Od roku 1995 dochází k trvalému zvyšování spotřeby mléka a mléčných výrobků na hlavu. Názorný pozitivní vývoj je patrný z grafického znázornění (Obr.1.) [18].



Obr. 1. Spotřeba mléka a mléčných výrobků v hodnotě mléka (bez másla) v letech 1990-2005 (litr/obyvatele)

Jiná znepokojivá zjištění byla sledována v maďarské populaci v letech 1990 a 1995. Z dat získaných ze studie, která sleduje vývoj spotřeby mléčných výrobků v maďarské populaci bylo zřejmé snížení denního příjmu Ca z doporučeného minima 800 mg/den v roce 1990 pod minimální hladinu na 700 mg/den (doporučený příjem vápníku se pohybuje v intervalu

800 – 1000 mg/den). Dále byla zaznamenána změna v poměru Ca : P pod optimální poměr 1 : 1 [19].

Doporučený příjem vápníku pro průměrného obyvatele se pohybuje v intervalu 800 – 1000 mg za den. Průzkum spotřeby potravin ukázal, že asi 70 % vápníku pochází z mléka a mléčných výrobků, 16 % ze zeleniny a ovoce, 7 % z nápojů včetně minerálních vod a zbylých asi 7 % z ostatních zdrojů [20].

Za nejlepší zdroj vápníku je považováno mléko a mléčné výrobky. Jiné zdroje (zelenina) obsahují sice rovněž vysoké množství vápníku, ale v důsledku vazeb na sloučeniny jako například oxaláty a fytáty je jeho vstřebatelnost značně snížena. Obsah Ca^{2+} v tavených sýrech se pohybuje v rozmezí 2,0 až 5,7 g/kg [21].

1.3.2 Funkce vápníku a jeho aktivita v lidském těle

Vápník je důležitým prvkem kostního metabolismu, ale také řady důležitých biologických procesů.

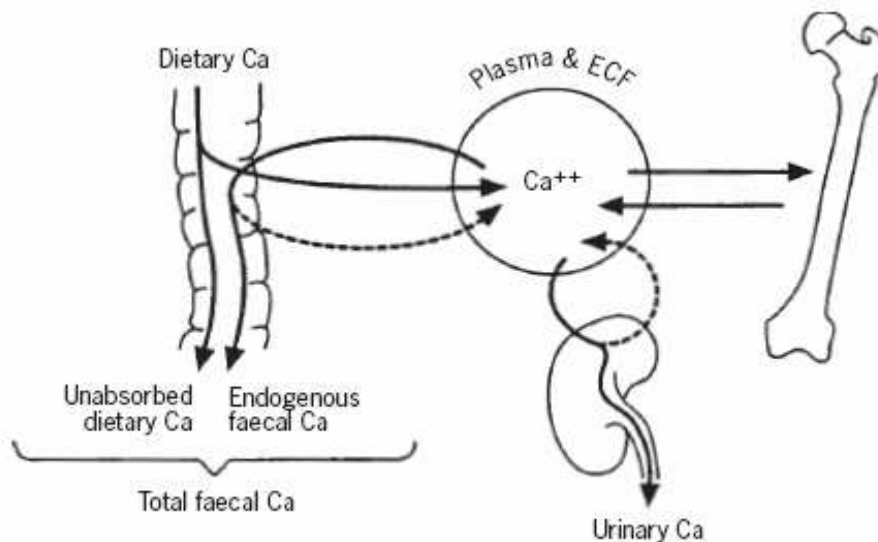
Většina vápníku (99 %) se v lidském těle nachází ve formě fosforečnanu vápenatého a zbytek (asi 1 %) se nachází v ionizované formě v krvi, extracelulárních tekutinách, sva-lech a jiných tkáních, kde je nezbytný např. pro srážení krve, pro kontrakci svalů, včetně srdečního [22].

Celková sérová koncentrace vápníku se pohybuje v rozmezí 2,25 - 2,65 mmol/l. Z hlediska biologických funkcí je důležité ionizované kalcium (Ca^{2+}), které z celkové sérové koncentrace činí okolo 45 %. Asi 40 % je vázáno na sérové proteiny (převážně albumin), okolo 15 % je přímo v komplexové formě (vázáno s citráty a fosfáty). Ionizované kalcium a kalcium v komplexové formě tvoří tzv. ultrafiltrované kalcium (50 – 70 % z celkové sérové koncentrace vápníku).

Mezi poruchy metabolismu vápníku řadíme hyperkalcemii což značí zvýšení sérové celkové koncentrace kalcia nad 2,65 mmol/l nebo zvýšení koncentrace ionizovaného kalcia na 1,2 mmol/l. Pokud sérová hladina vápníku klesá pod 2,25 mmol/l označujeme stav jako hypokalcemii. Při různých poruchách kalciového metabolismu se může vyskytovat hyperkalcie, což může být důsledkem zvýšené sérové koncentrace kalcia nebo důsledkem poruchy renálního vylučování Ca^{2+} .

Vstřebávání vápníku je řízeno podle jeho množství v potravě a tělesných nároků. Ke vstřebání zkonsumovaného vápníku dochází dvěma procesy, a to aktivním transportem v duodenu a horních částech jejunu a pasivním transportem v celé délce tenkého střeva především však v ileu a v nepatrném množství i v tlustém střevu. K aktivnímu transportu vápníku střevní stěnou je potřebná bílkovina vážící vápník (calcium binding protein). Jeho tvorba se mění v přímé závislosti na saturaci organismu vápníkem. Intenzita střevní resorpce vápníku je významně závislá na potřebě organismu. Při sníženém množství vápníku v organismu se jeho střevní resorpce zvyšuje a naopak. Střevní resorpci vápníku snižuje větší obsah fosforu, zejména fytátů ve střevním obsahu. Resorpci vápníku ve střevě zvyšuje acidita střevního obsahu, žlučové kyseliny a esenciální mastné kyseliny. Střevní resorpci vápníku významně ovlivňuje aktivní forma vitamínu D ($1,25(\text{OH})_2 \text{D}_3$), který tento proces stimuluje.

Minerální látky, které jsou obsaženy v kostech, zajišťují zásoby vápenatých iontů, které cirkulují v mimobuněčné tekutině. Vápník vstupuje absorpcí do mimobuněčné tekutiny ze zažívacího ústrojí a z kostí odchází resorpcí. Vápník odchází z tekutiny nejen přes zažívací trakt, ale také přes ledviny a kůži. Do kostí vápník vstupuje při jejich vytváření (Obr.2.) [16].



Obr. 2. Schématické znázornění hlavních aktivit vápníku v těle

Kost je aktivní metabolický orgán, ve kterém se stále odehrávají tvorba a odbourávání kostní tkáně. Za normálních podmínek jsou oba tyto procesy v dynamické rovnováze [16, 22, 23].

2 VÝROBA A SKLADOVÁNÍ TAVENÝCH SÝRŮ

2.1 Základní princip výroby tavených sýrů

Přírodní sýry obsahují především proteiny neboli bílkoviny (tzv. kaseiny), mléčný tuk, vodu a menší obsah dalších látek (soli, kyseliny, zbytky laktózy aj.) (Obr.3.)

Nejkomplexnější složkou mléka pro vytvoření stabilní proteinové matrice taveného sýra jsou bílkoviny (hrubá bílkovina a teplotně stálé látky). Čistě bílkoviny kravského mléka (3,0 – 3,3 % w/w) se člení na kaseinové (2,4 – 2,6 % w/w) a sérové (syrovátkové 0,5 – 0,7% w/w). Tavený sýr je tvořen především bílkovinou kaseinem. Převážná část kaseinových frakcí je v mléce od zdravých dojnic společně vázána do velkých koloidních útvarů, označovaných jako kaseinová micela. Jedná se o komplex heterogenních frakcí fosfoproteinů, které se při pH 4,6 sráží z mléka při teplotě 20 – 40°C, zatímco bílkoviny syrovátky zůstávají v roztoku.

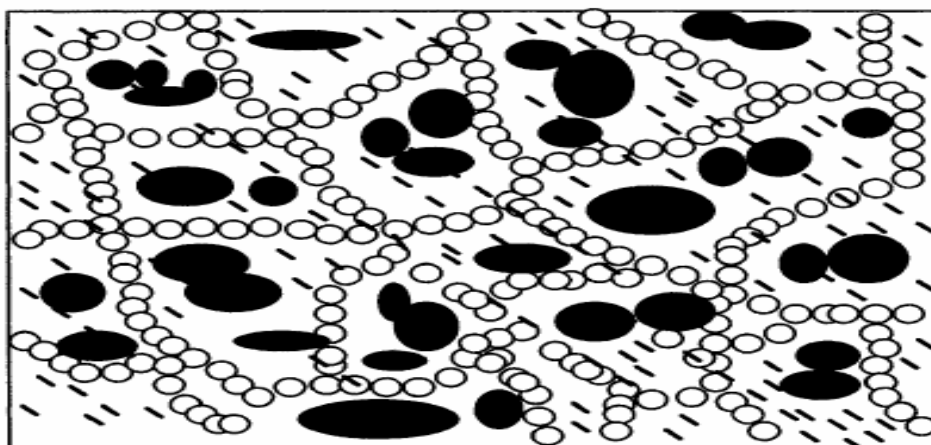
Základními složkami jsou α_s , β a κ (kapa) – kasein. Hlavní složkou kaseinové frakce jsou α_s – kaseiny. Mléčnou žlázou jsou syntetizovány α_{s1} - a α_{s2} – kaseiny. Kaseiny α_{s1} obsahují polypeptidové řetězce složené ze 199 aminokyselin a kasein α_{s2} je složen z 207 aminokyselin. Další složkou jsou polypeptidové řetězce β -kaseinů, které jsou složeny z 209 aminokyselin. κ – kaseiny obsahují ve své molekule kromě fosforu také D-galaktopyranozu, N – acetyl – D – galaktozamin a N – acetylneuraminovou kyselinu. Cukry jsou na protein vázány glykosidickou vazbou prostřednictvím N – acetyl- β - D – galaktozaminu. Tato část dodává frakci hydrofilní charakter a je podstatou jeho stabilizační úlohy vzhledem k ostatním frakcím. Frakce κ – kaseinu na rozdíl od ostatních nesráží ionty Ca^{2+} . Dále jsou v literatuře zmíněny kaseiny λ a γ . γ – kaseiny jsou proteolytické štěpy β – kaseinů. Za λ - kasein je považován proteolytický fragment kaseinu - α_{s1} .

Při sýření proteolytickými enzymy (syřidlem) dochází k rozštěpení (mezi 105. a 106. aminokyselinou – fenylalaninem a metioninem – na hydrofobní para- κ -kasein a hydrofilní κ -kaseino-makropeptid), což je základní princip výroby sladkých sýrů – základní suroviny pro tavené sýry [10, 24].

V mléce se dále vyskytují i sérové (syrovátkové) bílkoviny, mezi něž patří: globulární protein β -laktoglobulin (tvořící 50% bílkovin syrovátky), α -laktalbumin, imunoglobuliny a minoritní bílkoviny [10]. Syrovátkové bílkoviny při procesu sýření odcházejí

do syrovátky, a proto se v přírodních sýrech nevyskytují. Tudíž se nemohou ve významném množství vyskytovat v tavených sýrech. V taveném sýru se mohou vyskytnout pouze v případě, že je do jejich surovinové skladby zařazen výrobek, který syrovátku obsahuje (např. sušené odstředěné mléko, sušená syrovátka, koncentráty sérových bílkovin aj.).

Tavené sýry jsou vyráběny pomocí záhřevu přírodních sýrů s dalšími přídatnými surovinami a tavicími solemi. Při záhřevu samotných přírodních sýrů (bez přídatku tzv. tavicích solí, popřípadě látek s obdobnými účinky), by došlo nejprve k destrukci membrán pokrývajících tukové kuličky, čímž by se tukové kuličky spojovaly do větších formací, dále by v důsledku vyšší teploty docházelo k agregaci (smršťování) bílkovin, což by vedlo k oddělení tuku, vody a kaseinátů a vzniku nehomogenní hmoty [6].



Obr.3. Schématické znázornění struktury přírodního sýru. Síť je tvořena micelami parakaseinu (O), tukovou fází (●), volnou vodou (-).

2.1.1 Chemické procesy při výrobě tavených sýrů

K získání jemné a homogenní struktury bez separace vody, tuku a proteinů, je nutné zajistit přítomnost tavicích solí [1]. Bez jejich přítomnosti by došlo ke vzniku nehomogenního výrobku. Tavicí soli se označují jako emulgátory, přestože v pravém slova smyslu nejde o emulgátory jako povrchově aktivní látky. V odborné literatuře se užívá pojmenování „emulgující činidla“ (angl. emulsifying agents), což přesněji vystihuje jejich skutečnou úlohu při procesu tavení. V praxi se používají soli s vícenásobnými anionty (především fosfáty, polyfosfáty a citráty) a monovalentními alkalickými kovy (zejména sodík).

Kasein, jako nejdůležitější globulární bílkovina mléka není ve vodě rozpustná a tvoří koloidní roztoky. Jednotlivé frakce kaseinu (především α_{s1} -, α_{s2} -, β -) mají nepolární (lipofilní) segment (blíže karboxylovému konci) a polární (hydrofilní) oblast (blíže aminovému konci). Tato struktura předurčuje jednotlivé frakce kaseinů jako přirozené emulgátory, nicméně tato schopnost je v sýru potlačena díky vápenatým můstkům zesilující matici sýra. Vápník je navázán na karboxylové skupiny kyselých aminokyselin (kyseliny asparagová a glutamová) a dále na fosforylové zbytky [6].

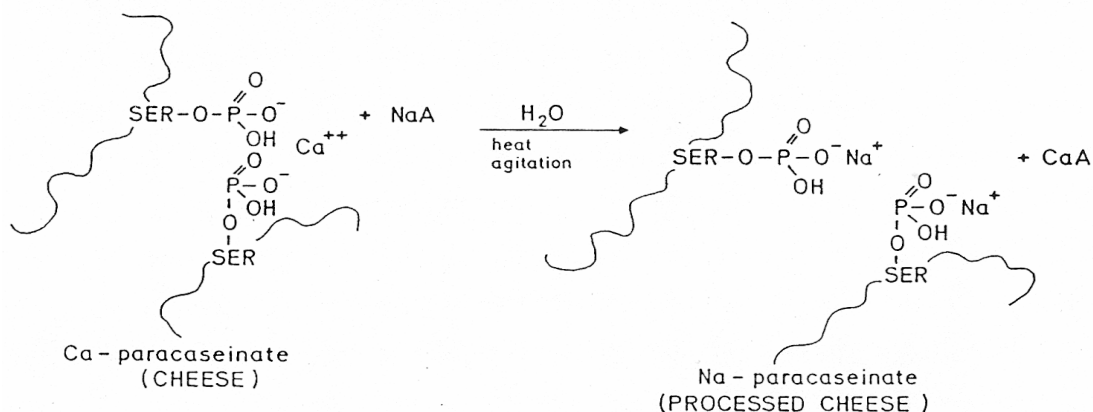
V přítomnosti tavicích solí nastává:

1. vyvázání Ca^{2+} z bílkovinného systému
2. peptizace, rozpustnost a distribuce bílkovin
3. hydratace a nabotnění bílkovin
4. emulgace tuku a stabilizace v emulzi
5. kontrola a stabilizace pH sýra
6. zajištění struktury během chlazení [1, 2].

Jednomocný sodík a dvojmocný vápník se vůči bílkovině chovají antagonisticky. Ionty sodíku dispergují, rozpouštějí, peptizují a podporují bobtnání molekuly bílkoviny. Ionty vápníku podporují dehydrataci, zahušťují a tvoří větší agregáty polypeptidů a podporují jejich seskupení do síťové struktury (pochod, který končí až viditelnou koagulací – srážením). Oba kationty působící protisměrně jsou zčásti v rovnovážném stavu a stabilizují koloidní systém, tj. příslušný komplex bílkovin. Poruší-li se rovnovážný stav jakýmkoli posunem kationtů či aniontů (z vnějšího nebo z vnitřního systému), projeví se to podle převahy jednomocného nebo dvojmocného kationtu tím, že se koloidní fáze zahušťují nebo dispergují [25].

Jednou z nejdůležitějších funkcí je schopnost odštěpit vápník, který je navázán do karboxylové skupiny kyselých AMK (kyselina asparagová a glutamová) a dále navázat na fosfoserinové zbytky. Jednotlivé frakce kaseinu (především α_{s1} -, α_{s2} - a β -) mají nepolární (lipofilní) segment (blíže karboxylovému konci) a polární (hydrofilní) oblast (blíže aminovému konci). Tato struktura předurčuje jednotlivé frakce kaseinů jako přirozené emulgátory. Jejich emulgující schopnosti jsou však v sýrech potlačeny díky vápníkovým můstkům zesilujícím matici sýra. Rozpustnost kaseinu ve vodě se zvýší výměnou iontů vápníku za

ionty sodíku - nerozpustný parakaseinát vápenatý je přeměněn na rozpustnější parakaseinát sodný [1, 26, 27]. Názorně je tento proces znázorněn na obrázku (Obr.4.)



Obr. 4. Chemická reakce výměny iontů sodíku za ionty vápníku při procesu tavení. A – anion tavicí soli, SER – aminokyselina serin [1].

Během procesu tavení dochází k navazování polyvalentních aniontů (přes vápenaté ionty) na proteiny, čímž se zvyšuje jejich hydrofilní charakter. Následným vázáním dodatečné vody (polyvalentní anionty mají vysokou vaznost vody) roste viskozita taveniny způsobující tzv. krémování. Pro vytvoření stabilní emulze je důležité, aby ve směsi byl dostatek ne zcela hydrolyzovaných peptidů, neboť krátké (příliš hydrolyzované) peptidy vedou k nebezpečí oddělení fází [1]. Při procesu tavení dochází k narušení polypeptidového řetězce a fosfátové skupiny z tavicích solí se na protein naváží buď esterově na hydroxylovou skupinu serinu nebo přes vápenaté ionty na karboxylové skupiny. Dochází ke zvýšení hydrofilních vlastností. Proteinové molekuly se stanou větší, adsorbují větší množství vody a tak zvětší viskozitu koloidního systému (taveniny). Tento jev je známý jako tzv. krémování [1, 26, 28]. Tavicí soli pomáhají k emulgaci tuku a jeho stabilizaci, ovlivňují a stabilizují pH, velkou měrou přispívají ke zformování požadované struktury po ochlazení. Mezi další úlohy tavicích solí řadíme navazování se na bílkoviny (při účinku vyšší teploty a mechanického míchání) esterově na hydroxylovou skupinu serinu nebo přes vápenaté ionty zejména na karboxylové skupiny. Vzhledem k tomu, že vícesytné anionty mají vysokou vaznost vody, roste viskozita taveniny, čímž dochází ke krémování, při němž roztavená směs „houstne“ [5].

K získání zadané konzistence, textury a roztíratelnosti taveného sýra může být vyvinuta přídatná směs obsahující odstředěné sušené mléko, syrovátka, koncentrát syrovátkových bílkovin, vápenatý kaseinát a máslo [2].

2.1.2 Tavicí soli

Uvedené soli vyrábějí, připravují a dodávají specializované výrobny dle vlastních chráněných receptur. Dávka tavicích solí ve finálním výrobku nesmí překročit 3 % (w/w). Předávkování může mít za následek nejen výrobek s jinou než původně požadovanou konzistencí, ale například i negativní změny v chuti taveného sýra. Typickým příkladem takové negativní změny, ke které by mohlo dojít při předávkování fosfátovými tavicími solemi je vznik hořké chuti. Dále může vést i k podpoře procesů jejich krystalizace - tedy tvorby písčivosti, která rovněž negativně ovlivňuje senzorickou jakost finálních produktů [5, 29]. Tavicí soli se vybírají podle druhu, stáří, zralosti a konzistence suroviny, požadovaných vlastností tavených sýrů, podmínek a způsobu tavení, chlazení a také balicího zařízení a druhu obalů [30].

2.1.3 Příprava suroviny, tavení, formování a balení tavených sýrů

Hlavní podíl suroviny na výrobu tavených sýrů tvoří tvrdé sýry, zejména Eidamská cihla a eidamský blok o různém obsahu tuku v sušině, dále Moravský blok a Primátor. Dále je možno přidávat část sýrů měkkých nebo i tvarohu, který má za úkol zvýšit obsah tuku prosté sušiny. Přidává se také do surovinových směsí s velmi zralými přírodními sýry za účelem dodání kaseinu, u kterého neproběhly rozsáhlé hydrolyzační procesy (zejména proteolýza), což má podstatný vliv na stabilitu struktury taveného sýra i na jeho konzistenci (tuhost a roztíratelnost) [5].

Obsah tuku se upravuje především přidavkem másla, smetany (zjemnění výrobku) nebo i rostlinného tuku, obsah sušiny se reguluje přidavkem pitné vody. Je možný i přidavek menšího množství sušeného mléka, nebo sušeného podmáslí [31]. Dále pro tzv. příchut'ové sýry se přidávají přísady ovlivňující chuť [30, 32].

Přírodní sýry určené pro výrobu tavených sýrů se pečlivě vytrídí podle výrobních partií, kvality a stupně prozrání. Důkladně se mechanicky očistí. Sýry se krájí na bloky, které se dále rozdrobí, následně pro dosažení homogenní struktury taveného sýra melou. Připravená surovina se podle receptury naváží, přidají se další přísady (např. máslo, tvaroh apod.)

a tavicí soli. Směs se zpracuje v diskontinuálním, nebo v kontinuálním tavicím zařízení. V České republice se používá především diskontinuální výroba v tavicích kotlích. Po nadávkování suroviny se kotel uzavírá víkem a začíná vlastní proces tavení, kdy dochází za sníženého tlaku v relativně krátkém čase ke zvýšení teploty až na tzv. tavicí teplotu, která je udržována řádově po několik minut. Přičemž tato doba závisí i na použité tavicí teplotě. Ohřev je zpravidla prováděn přímým vstřikem páry do tavené směsi. Vzniklá tavenina musí být hladká, lesklá, nesmí uvolňovat kapénky tuku, musí mít požadovanou viskozitu, nesmí se „trhat“ ani lepit na obal. Na vlastní průběh tavení má vliv kvalita použité suroviny, stupeň zralosti sýrů a také jejich pH a pufrční kapacita, teplota a doba záhřevu, složení a kvalita tavicích solí. Výsledné pH u roztíratelných tavených sýrů by mělo být nejlépe v rozmezí 5,7 až 6,0 a u polotuhých a tuhých v rozmezí 5,6 až 5,7 [33].

Horká tavenina se po kontrole tavicího procesu nalévá do formovacích a balících strojů, které ji automaticky zabalí. Teplota před balením by neměla poklesnout u většiny tavených sýrů pod 65 – 70°C čímž se sníží pravděpodobnost kontaminace výrobku mikroorganismy a současně nedochází k poškození konzistence hotového taveného sýra. Rychlost chlazení také ovlivňuje výslednou konzistenci sýrů a měla by být co nejrychlejší [30]. Tavené sýry se v České republice balí většinou do hranolovitých nebo trojúhelníkových forem předem vyložených hliníkovou fólií, která je z vnitřní strany lakovaná. Modernější baličky jsou již vybaveny strojními mechanismy umožňujícími fólii zavařit, což má podstatný vliv na trvanlivost tavených sýrů. V současné době se používají i jiné obalové materiály, jako například laminované hliníkové obaly, tuby, plasty, kelímky, sklenice, kovové konzervy, které mohou zachovávat sterilitu výrobku [28, 34]. Zabaleny tavený sýr se po vychlazení pod 8 °C dále balí v chladicích boxech do transportních obalů a je odeslán do chlazených skladů (rovněž s teplotou pod 8 °C). Velmi důležitý vliv na mikrobiální jakost tavených sýrů má rychlost chlazení. Rychlým ochlazením produktu lze zvýšit jeho údržnost. Rychlost chlazení však nemá vliv pouze mikrobiologickou jakost, ale i na konzistenci výrobku [35].

Tavené sýry jsou zařazeny do skupiny málo kyselých potravin. Takové potraviny je vhodné hermeticky balit do obalů zabraňujících nejen rekontaminaci, ale současně jsou schopné podstoupit požadovaný sterilační zákrok. Samozřejmostí je, že i obalové materiály jsou podřízené celé řadě právních předpisů. Základní obecné požadavky na obaly potravin formuluje zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích [36]. Hygienické požadavky

na obaly, které přicházejí do přímého kontaktu s potravinami formuluje zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví [37] a vyhláška Ministerstva zdravotnictví 38/2001 Sb. o hygienických požadavcích na výrobky určené pro styk s potravinami a pokrmy v platném znění [38].

2.2 Skladování taveného sýra

Potravinářské materiály, zvláště mléko a mléčné výrobky jsou velmi náchylné na podmínky skladování (teplotu a délku). Proto je důležité věnovat pozornost volbě a aplikaci uvedených skladovacích parametrů. Základním cílem této diplomové práce je studium změn jakosti sterilovaných tavených sýrů během skladování, při němž dochází ve sterilovaných tavených sýrech ke změnám, které byly odstartovány samotným sterilizačním záhřevem.

Zdroje zahraniční literatury nejsou v tématice skladování sterilovaných tavených sýrů příliš rozšířené a proto byly do sledování vývoje skladování zařazeny i změny v mléce a mléčných výrobcích po UHT, ale i po sterilizačním záhřevu.

Při skladování UHT mléka dochází k takovým chemickým změnám jednotlivých složek, které je možno sledovat i při sterilizačním záhřevu taveného sýra. V práci Valero a kol. [39] byl popsán vývoj těkavých látek v UHT mléce během skladování. Popisovaná práce navázala na výsledky práce Gaafar [40], kdy byly sledovány rozdílné faktory ovlivňující vývoj těkavých látek v UHT mléce během skladování při různých skladovacích teplotách. Do sledování bylo zařazeno 6 vzorků UHT mléka (odstředěné a plnotučné), které byly skladovány 4 měsíce při 25°C. Každý měsíc se stanovoval nekaseinový hrubá bílkovina, byly hodnoceny organoleptické vlastnosti a každých 15 dní bylo sledováno složení těkavých látek pomocí GC/MS. Bylo zjištěno, že v průběhu skladování se zvýšil nekaseinový N a to především u odstředěného mléka. V plnotučném mléku byly senzorycké charakteristiky vyhodnoceny lépe, ale ve 3. měsíci skladování se pro oba typy vzorků mléka senzorycké charakteristiky zhoršili. Těkavé složky v plnotučném mléku nepodléhaly zásadním změnám do 90 dnů trvanlivosti. Hlavní podíl se projevil ve zvýšení metylketonů. Nové složky se v odstředěném mléce objevily po 65 dnech skladování, přičemž by jejich vznik mohl souviset s proteolytickými a Maillardovými reakcemi, čemuž patrně odpovídá i snížení senzorycké kvality v odstředěných vzorcích mléka. UHT záhřevem dochází k inaktivaci bakterií, ale bakteriální enzymy odolávají tepelnému záhřevu. Dále může do-

cházet k želatinaci a vzniku cizích příchutí. Oxidovaná chuť a vůně odpovídá oxidaci lipidů a vzniku aldehydů a ketonů. Množství tuků v mléce může ovlivnit jeho údržnost, neboť odstředěná mléka podléhají – Maillardovým. reakcím a lipofilním oxidacím např. za vzniku furanických sloučenin a oktanalů. Bílkovina plnotučného mléka je chráněna uvnitř tukových kapének (fosfolipidů), zatím co bílkovina odstředěného mléka nemá žádný obal a je proto náchylnější k působení kyslíku a enzymů. Vyšší proteolytická. aktivita pochází od enzymů psychrotrofních bakterií, takže se může zvýšit počet volných aminokyselin a volných amino skupin, se kterými mohou probíhat Maillardovy reakce. Proteolytickými reakcemi a rozkladem tuků – lipolýzou - vznikají kyselina octová a máselná. S vyšší proteolýzou souvisí nejen vznik nových těkavých složek, ale současně dochází i ke snížení sensorické akceptovatelnosti (zhoršení sensorických parametrů) [39].

Sunesen a kol. [41] sledovali působení skladovacích podmínek (světlo a teplota) na vznik těkavých sloučenin v taveném sýru. Stanovení těkavých organických sloučenin provedli pomocí headspace izolace a GC/MS v 8 časových úsecích pomocí multivariační statistické analýzy identifikovali 3 nejdůležitější charakteristiky: 1. skladování - čas skladování, který koreluje se vznikem všech těkavých sloučenin; 2. přístup světla, který souvisí se vznikem oktanu, hexanalu, oktalanu a dalších; 3. při zvyšující se teplotě skladování roste koncentrace 2-propyl-1-pentanolu, 2-hexanonu, 2-octanonu, oktalanu a dalších. Hlavními prekurzory vzniku těchto těkavých aromatických látek - aldehydů, ketonů, alkoholů, mastných kyselin a uhlovodíků v mléčných výrobcích jsou tuky (autooxidace, oxidace fotosenzitivních látek), laktóza a bílkoviny. Aroma tavených sýrů je hodně ovlivněno i základními vlastnostmi mléka, a také použitou technologií [41].

Od tavených sýrů se očekává stabilní a velmi dlouhá životnost. Nicméně podobné výrobky bez mikrobiální kontaminace v ochranné atmosféře si udrží vysokou kvalitu při pokojové teplotě jen po několik měsíců. Během skladování tavených sýrů sledoval změny v sensorické charakteristice Schär a Bosset [42]. Mezi možné příčiny těchto změn patří ztráta vodních par, hydrolýza polyfosfátů, změny iontových rovnováh, tvorba krystalů, oxidace, neenzymové hnědnutí, enzymová aktivita a interakce s obalovým materiálem. Změny v závislosti na délce skladování taveného sýra jsou ovlivněny čtyřmi hlavními faktory: složení výrobků, zpracováním, balením a skladovacími podmínkami (čas a teplota). Doposud bylo nejvíce studií zaměřeno na problematiku údržnosti a skladování tavených sýrů, kdy bylo pojednáváno o příčinách mikrobiální kontaminace. Výrobky bez

bakteriální kontaminace si uchovávají typickou a dobrou kvalitu jen při skladování po dobu 4 - 12 měsíců při pokojové teplotě. Uvedená skladovací délka byla ověřena i v práci, kterou se zabýval Chambre a kol. [43]. Tuhé výrobky si kvalitu uchovávají déle než roztíratelné tavené sýry, protože obsahují menší obsah vody. Během skladování dochází k fyzikálně chemickým změnám, které zhoršují současně chuť a strukturu. Struktura se neustále mění směrem k pevnější a kratší textuře. Při nižších skladovacích teplotách a s délkou skladování byly působící změny zpomaleny [42].

3 TERMOSTERILACE

3.1 Sterilace tavených sýrů

Při obraně proti rozkladné činnosti mikroorganismů se uplatňuje pravidlo, že intenzita rozkladných procesů v určitém prostředí je přímo závislá na virulenci a počtu mikrobů a nepřímo závisí na odolnosti prostředí.

Přestoupí-li teplota zahřívání potraviny teplotní maximum mikroflóry, která zde může žít, přestávají mikroby nejprve prospívat a při dalším vzestupu teploty, popřípadě při prodlouženém záhřevu jsou inaktivovány. Nejdříve jsou usmrceny jejich vegetativní stadia a posléze i spóry. Jestliže jsme v praxi dosáhli zahříváním určité potraviny trvalé inaktivace všech forem, které zde mohou vegetovat, můžeme ji považovat za sterilovanou. Zabráníme-li vhodným způsobem, aby takto sterilovaná potravina byla po ochlazení znovu kontaminována - např. tak, že ji ještě za horka uzavřeme do neprodyšné nádoby nebo, že jsme ji přímo v takové nádobě sterilovali – nemůže se kazit a je dlouhodobě skladovatelná.

Se zřetelem k výzkumům o rezistenci a životaschopnosti různých mikrobiálních forem je třeba zdůraznit, že mluvíme-li o usmrcování mikrobů v souvislosti s konzervací potravin, máme na mysli vždy jen jejich aktivní formy, které se mohou ze spór vyvinout. Výše sterilizační teploty a doba, ve které je možno určité mikroorganismy zahříváním inaktivovat, jsou jednak ve vzájemném vztahu, jednak ve vztahu k četným jiným činitelům. Mění se např. podle povahy prostředí a zejména pak podle druhu nebo kmene mikroorganismů. V konzervační technologii, která musí počítat s potravinami různých vlastností, není tedy správné uvažovat o inaktivačních zákrocích výhradně z hlediska určitých bakteriálních, kvasinkových a plísňových forem, nýbrž vždy jen o termosterilaci určitého typu potraviny čili o podmínkách, jež vedou k trvalé inaktivaci často velmi rozličné mikroflóry daného prostředí jako celku. Ostatní, snad přítomnou a neprojevující se živou mikrobiální hmotu neuvažujeme, ať je jakkoli rezistentní. Nejde nám tedy nikdy o teoretickou, absolutní, nýbrž vždy jen o tzv. praktickou sterilaci (obchodní sterilitu), tj. o spolehlivou a trvalou přímou inaktivaci těch forem mikrobů, které mohou dané prostředí nepříznivě měnit.

Při usmrcování vegetativních forem určitých mikroorganismů – tedy nikoliv o inaktivaci spór – jedná se o pasteraci, kterou bývá označováno působení teplot dosahujících nejvýše

bodou varu vody za normálního tlaku (cca 100°C). Pokud pasteurace určitého prostředí (potravin), kde se mohou množit odolné sporulující bakterie, usmrtí všechnu mikroflóru schopnou v tomto prostředí rozvoje, je považována zároveň za tzv. praktickou sterilaci [44].

Množení mikroorganismů a účinnost konzervačního záhřevu je ovlivněna řadou činitelů. Jedná se především o:

- vliv vlhkosti prostředí mikroorganismů
- vliv kyselosti prostředí mikrobů
- výchozí počet (četnost) mikroorganismů
- trvání záhřevu

Kromě uvedených činitelů má vliv i složení zpracovávané potravin, například obsah a množství organických kyselin a látek ovlivňující činnost mikroorganismů (různé bakteriostatické nebo baktericidní sloučeniny).

Důležitým faktorem, který usnadňuje destrukci živé hmoty je dostatek pohotové vody, v jejímž prostředí probíhá inaktivační reakce. Proto jsou mikroby usmrceny ve vodnatých hmotách daleko rychleji než v suchu. Např. spóry bakterií nekyselých potravin lze za vlhka spolehlivě inaktivovat méně než půlhodinovým zahřátím na 120°C; jsou-li však v suchém prostředí, je k tomu zapotřebí asi 180°C při stejné době nebo až několikahodinového zahřívání při stejné teplotě (180°C). Zvýšená odolnost mikroorganismů v suchém prostředí se v praxi projevuje především jako nebezpečí tzv. „suchých úkrytů“. Jsou to jakékoliv „skulin“y, které chrání mikroorganismy před smáčením a tím i před všemi následky, které vlhké prostředí s sebou nese [44].

V konzervační technologii rozlišujeme tzv. kyselé potraviny, za něž jsou považovány takové, jež mají $\text{pH} < 4,0$. V takovém prostředí vegetují mikroorganismy, které jsou ve vlhkém prostředí poměrně citlivé na teplotu a jsou usmrceny v krátké době řádově několika minut při teplotách od 60 – 100°C (nesporulující bakterie, kvasinky a plísně). U sporulujících bakterií jsou vegetativní formy usmrceny a v kyselém prostředí nemohou spóry klíčit.

Za tzv. „méně kyselé potraviny“ a „nekyselé potraviny“ jsou považovány ty, jejichž pH je v rozmezí 4,0 až 6,5, resp. $\text{pH} > 6,5$. Potraviny s vyšším pH než 4,0 vyhovují mnohým po-

měrně citlivým mikroorganismům, ale také řadě odolných sporulujících bakterií tím více, čím jsou kyselější. Tavené sýry řadíme dle hodnoty pH do skupiny málo kyselých potravin. Pro takové potraviny se uvádí, že je nutné provést sterilaci 5 až 20 minut při 115 až 125°C [44, 45]. Optimální pH taveného sýra je 5,7 – 6,0 pH. Publikace [46] uvádí příklad výroby sterilovaného taveného sýra: tavené sýry mají pH > 4,5 vodní aktivitu > 0,85 a pro usmrcení 12 D sporotvorných mikroorganismů *Clostridium botulinum* je třeba provést záhřev 2,5 - 3 minuty při 121°C.

Velmi důležitý je vliv výchozí koncentrace mikroorganismů v surovině. Pokud surovina obsahuje velké množství jedinců určité mikrobiální populace je vysoká pravděpodobnost, že se mezi nimi vyskytnou zvláště odolné formy čteněji než v relativně nevelkých populacích. V této souvislosti se zavádí tzv. hodnota D (Decimal reduction time), která uvádí dobu potřebnou ke snížení počtu živých mikroorganismů obsažených v potravine zahřívané konstantní teplotou právě o jeden řád (tedy o 1/10). Hodnota D má vztah k výchozí koncentraci mikroorganismů v použité surovině a k účinnosti sterilačních zákroků. Rychlost usmrcení mikroorganismů klesá s poklesem jejich četnosti, takže inaktivace malých zbytků mikroorganismů je podstatně zdlouhavější než redukce jejich počtu na počátku sterilace. Snížení počtu mikrobů při sterilaci se blíží nule, ale absolutní nuly nedosáhne. Virulence zbytku mikrobů je ovšem již tak oslabena, že cíle je dosaženo alespoň prakticky. To je rozdíl mezi absolutní a praktickou (také obchodní) sterilitou konzerv [44, 47].

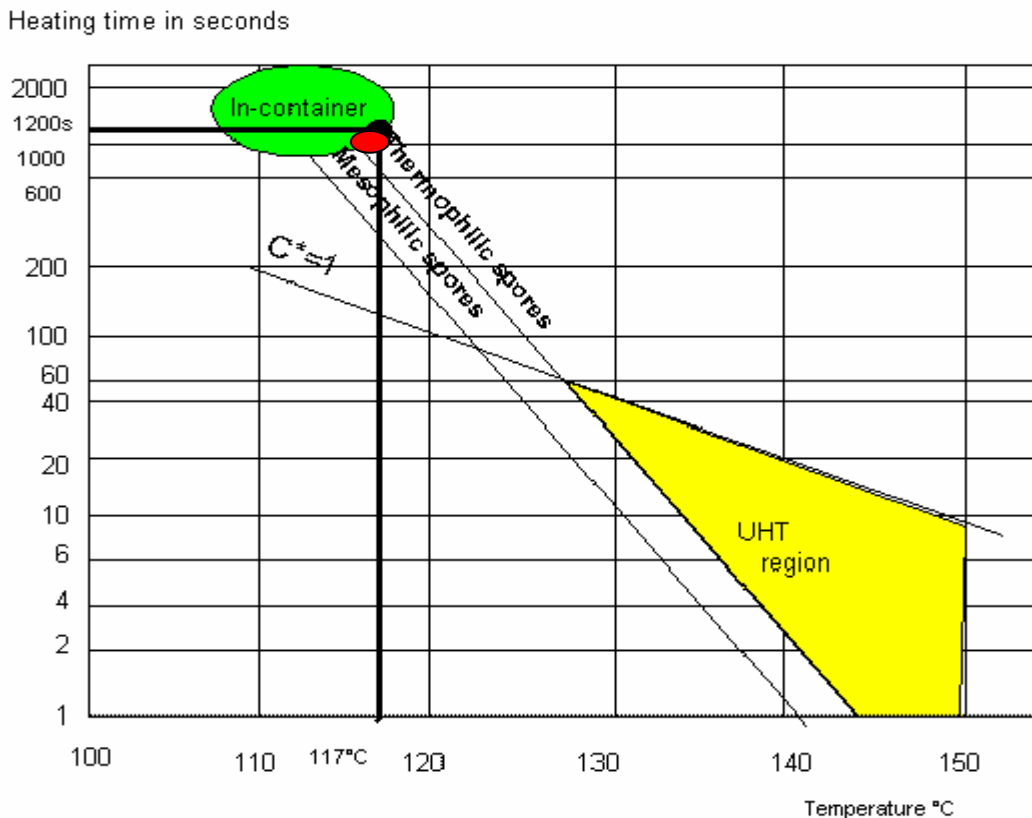
Zahraniční literatura uvádí [46], že pro bezpečný záhřev tavených sýrů ve spotřebních obalech se užívá jako testovací mikroorganismus sporulující *Clostridium botulinum*, kde je vyžadována hodnota 12 D. I další zahraniční zdroje uvádějí, že pro UHT záhřev mléka a mléčných produktů se používají jako testovací mikroorganismy *Bacillus subtilis*, u nichž jsou požadovány hodnoty D kolem 10 – 12 nebo *Bacillus Stearothermophilus* s D-hodnotou kolem 8 [48]. České prameny [44, 47] uvádí pro málo kyselé a nekyselé potraviny tzv. koncept 12 D, tzn. redukce přítomných patogenních sporulátů na počty řádu 10^{-12} původní koncentrace.

Při usmrcování mikroorganismů má rozhodující úlohu doba, po kterou za daných podmínek sterilační teplota působí. V grafu (Obr. 5) na ose x je znázorněna sterilační teplota a na ose y doba působení dané sterilační teploty. Do takového grafu je možné zakreslit tzv. termoinaktivační nebo-li letaltní přímky, které mají zápornou směrnici. Termoinaktivační čára určitého mikroorganismu je množinou a současně spojnicí bodů, které mají společnou

vlastnost v tom, že souřadnice každého bodu zabezpečují stejný smrtící efekt na spóry příslušného mikroorganismu. Ve znázorněné grafické závislosti termodestrukční přímka ($C^*=1$) vyznačuje teplotní a časové údaje, kdy dochází ke ztrátám nutričně významných látek (např. lyzin 1 %) a k barevné změně.

V obrázku jsou přibližně doplněny i hodnoty sterilačního záhřevu (červený bod), které byly použity v této diplomové práci při sterilaci tavených sýrů v obalu (117°C po dobu 20 minut – tj. 1 200 s). Obrázek (Obr.5) dále znázorňuje:

- doporučenou kombinaci teplot a času odpovídající UHT - záhřevu (žlutá oblast)
- kombinaci teplot a času při procesu sterilace v obalu (zelený ovál)
- termoinaktivační čáry skupin mikroorganismů
- termodestrukční křivku $C^*=1$



Obr. 5. Termoinaktivační čáry vybraných skupin mikroorganismů a termodestrukční křivka $C^*=1$ (barevná změna) [49]

Nejvýznamnější praktický důsledek sledování inaktivačních čar testovacích mikroorganismů a termodestrukčních přímek nutričně významných látek spočívá v nalezení takové kombinace sterilační teploty a doby jejího působení, která by na jedné straně zajistila obchodní sterilitu výrobku, ale na druhé straně zničila co nejméně nutričně významných látek. Tuto volbu optimalizace nám umožňují vztahy platící pro letaltní čáry, podle kterých dosáhneme stejného sterilačního účinku zkrátíme-li čas exponenciálně při pouze lineárním zvýšení teploty. Hodnota Q_{10} vyjadřuje kolikrát se zvýší rychlost určité reakce, vzroste-li teplota systému o 10°C (a naopak). Hodnota Q_{10} pro většinu chemických reakcí se pohybuje kolem 1,5 – 2 (při zvýšení sterilační teploty o 10°C se zvýší rychlost destrukce nutričně významných látek 1,5 – 2 krát). Pro většinu mikroorganismů se hodnoty Q_{10} pohybují v intervalu 5 – 100 (při zvýšení sterilační teploty o 10°C se zvýší rychlost inaktivaci mikroorganismů 5 – 100krát [44, 47]).

Celkový termoinaktivační efekt sterilačního procesu lze vyjádřit hodnotou F . Úroveň 1 F odpovídá smrtivému účinku teploty $121,1^{\circ}\text{C}$ působící právě 1 minutu. Veličina F se vypočte podle vztahu:

$$F = \frac{t}{60} \cdot 10^{\frac{T-121,1}{z}}$$

t - je sterilační doba [s] při $T^{\circ}\text{C}$,

T - je sterilační teplota [$^{\circ}\text{C}$],

z - je hodnota vyjadřující potřebný nárůst v teplotě, aby byl získán stejný letální účinek při 1/10 doby působení (směrnice termoinaktivační přímky), přičemž mezi Q_{10} a z platí

$$z = \frac{10}{\log Q_{10}}$$

BYLUND [48] uvádí, že k zabezpečení obchodní sterility mléka z kvalitní suroviny je třeba, aby se hodnota F pohybovala minimálně v úrovni 5 - 6. Vzhledem k tomu, že jednotlivé přímky letality mohou mít různé směrnice, používá se v zájmu srovnatelnosti normalizovaná veličina F_0 , která vyjadřuje letální účinek teploty $121,1^{\circ}\text{C}$ působící 1 minutu pro mikroorganismy, jejichž termoinaktivační přímka má směrnici $z = 10^{\circ}\text{C}$ [44].

3.2 Vliv sterilace na nutriční hodnoty

Při výrobě tavených sýrů diskontinuálním způsobem dochází k usmrcení bakterií a jejich tepelně nestabilních enzymů a dále během sterilace taveného sýra v hermeticky uzavřeném obalu dochází k inaktivaci většiny přítomných vegetativních forem (spór) bakterií a nestabilních (termorezistentních proteolytických a lipolitických) enzymů [42, 46].

Při použití „klasických“ surovin pro výrobu tavených sýrů se zde z živin nachází především bílkoviny (kaseiny), tuk a laktóza. Všechny tyto složky podléhají při sterilačním režimu degradačním změnám. Již při teplotách kolem 100°C dochází k reakci vázaného argininu a glutaminu s vázaným lyzinovým postranním řetězcem. Výsledkem je odštěpení amoniaku a vznik příčné kovalentní vazby (tzv. izopeptidová vazba) mezi polypeptidovými řetězci, čímž dochází k zesíťování proteinů. Takto izopeptidově vázaný lyzin je nevyužitelný v trávicím ústrojí člověka [10, 50].

Sírné aminokyseliny cystein a metionin, a také tryptofan a tyrozin jsou poměrně oxilabilní sloučeniny. Některé z produktů oxidace těchto aminokyselin jsou jako zdroj příslušné aminokyseliny nevyužitelné a některé produkty jsou dokonce nežádoucí.

Při tepelném zpracování potravin při 100°C je částečná eliminace sulfanu a vázaného cysteinu (disulfidických vazeb v molekule proteinu), která se nazývá desulfurací proteinů. Jako meziproduct se uvažuje cystein a reaktivní sulfenová kyselina, jejíž hydrolyzou vzniká kromě sulfanu také reaktivní štěp molekuly proteinu obsahující karbonylovou skupinu. Tato sloučenina reaguje prostřednictvím karbonylové skupiny s ϵ -aminoskupinou vázaného lyzinu, takže důsledkem reakce je nejen jistá ztráta cystinu, resp. cysteinu, ale také lyzinu. Volný cystin je při teplotách kolem 100°C poměrně stabilní. Za vyšších teplot nebo v alkalickém prostředí dochází i za mírnějších podmínek k eliminaci sulfanu také z molekuly vázaného cystinu a vzniká dehydroprotein.

Vznikající sulfan se uplatňuje při vzniku mnoha vonných a chuťových látek v tepelně zpracovávaných potravinách [10].

Obdobně probíhá oxidační reakce i u metioninu, kdy jako produkt vzniká metioninsulfoxid, který je využitelným zdrojem metioninu. Finálním produktem reakce je však nevyužitelný metioninsulfon.

Jedna z nejvýznamnějších reakcí, ke které dochází zejména při termickém zpracování potravin je Streckerova degradace aminokyselin. Jedná se o oxidaci aminokyselin působením oxidačních činidel (hydroperoxydy mastných kyselin, nenasycené aldehydy a ketony a α -hydroxykyseliny a α -hydroxyketony), při níž obecně vzniká karbonylová sloučenina obsahující o jeden atom uhlíku méně než výchozí aminokyselina, dále oxid uhličitý a amoniak. Hlavními produkty této reakce jsou důležité vonné látky u řady potravin a četné vonné a také chuťové látky vznikají následnými reakcemi těchto aldehydů s dalšími produkty Streckerovy degradace (α -aminokarbonylové sloučeniny, amoniak, aminy, aminosloučeniny a různých sirných sloučeniny). Uvedená reakce aminokyselin však má také svou negativní stránku, tj. určité ztráty některých esenciálních aminokyselin (valinu, leucinu, izoleucinu, treoninu, metioninu a fenylalaninu aj.) [10, 41].

Další významná reakce bílkovin, která může při sterilačním záhřevu proběhnout, je tzv. Mailardova reakce. Jedná se o složitý a ne zcela přesně popsáný komplex reakcí, na jejích počátku je reakce mezi redukujícími sacharidy a aminoskupinami, zejména aminokyselinami. Reagují zde α -aminoskupiny volných aminokyselin; u proteinů a peptidů se jedná o N-koncové α -aminoskupiny vázaných aminokyselin a také o ϵ -aminoskupinu vázaného lyzinu. Při poslední uvedené reakci se stane tato esenciální aminokyselina v mnoha potravinách limitující nevyužitelnou pro lidský organizmus a to díky vzniku iminů tzv. Schiffových bází, ale především Amadoriho přesmykem [10, 50]. Dále dochází ke vzniku hnědého zbarvení, kdy finálním produktem polymerace je vznik pigmentů – melanoidinů, které jsou nositeli hnědého zbarvení (odtud také označení – reakce neenzymového hnědnutí). Výsledkem Mailardovy reakce je nejenom vznik produktu polymerací, které snadno váží kovy (toxita a/nebo mutagenita produktů), ale také dochází k zesíťování proteinů [51]. Steffan a kol. [52] popisují změny v bílkovinách (obsažených v mléčných výrobcích) působením Mailardových reakcí za vzniku furozinu. Furozin je využíván jako citlivý indikátor nejen, pro hodnocení vysokého tepelného záhřevu mléka, ale také taveného sýra. Už záhřev nad 70°C aktivuje další změny u bílkovin, které se projeví denaturací bílkovinné membrány a ty jsou následně vystaveny aktivaci různých zbytků aminokyselin, zvláště cysteinu, což může způsobit uvolnění H₂S (vznik cizího pachy), kdy dochází ke změně reakce se syrovátkovými bílkovinami. Denaturované syrovátkové bílkoviny tvořící vrstvu na tukových kuličkách při teplotách nad 100°C se také mohou účastnit Maillardových reakcí.

Na průběh Mailardovy reakce má vliv celá řada faktorů, z nichž je možné jmenovat především teplotu, dobu reakce, pH prostředí, aktivitu vody, druh a dostupnost reaktantů apod. Uvedené faktory nepůsobí odděleně, ale současně a vzájemně se ovlivňují. Charakteristiky jejich působení jsou například popsány v publikacích [10, 50, 53, 54].

Další složka, jenž je obsažena v taveném sýru jsou lipidy. Při běžných teplotách podléhají oxidaci s kyslíkem pouze nenasycené mastné kyseliny. Díky vysoké teplotě (nad 100°C) může dojít i k autooxidaci nasycených mastných kyselin. Autooxidace uhlovodíkového řetězce mastných kyselin je radikálová řetězová reakce probíhající ve třech stupních (fáze iniciační, propagační a terminační). Primární produkty autooxidace jsou hydroperoxy mastných kyselin, které jsou však velmi nestálé a podléhají dalším reakcím za vzniku většího počtu látek – tzv. sekundárních produktů oxidace lipidů (např. aldehydy, cyklické peroxidy, epoxykyseliny, uhlovodíky apod.) [10]. Oxidované produkty lipidů reagují jednak mezi sebou, ale také s nelipidovými složkami potravin. Reakce bílkovin je ovlivněna zejména volnými radikály a dále hydroperoxidovými, epoxidovými a aldehydovými funkčními skupinami produktů oxidace lipidů. Uvedené změny mají společný faktor, který ovlivňuje jak autooxidaci lipidů, tak i řadu reakcí proteinů a tím je množství přítomného kyslíku, který limituje především rozsah oxidačních reakcí. Za předpokladu dobrých bariérových vlastností obalu a hermetičnosti jeho uzavření, by koncentrace kyslíku měla být dána pouze množstvím plynu, který se do výrobku dostane při transportu nezabaleného produktu a při plnění do spotřebitelského balení. Je důležité zmínit i skutečnost, že s mírou naplněnosti obalu je nutné předjímat i případnou vyšší intenzitu oxidačních reakcí ve výrobku v případě, že obal je zaplněn jen z části.

Díky tepelnému záhřevu nad 100°C může docházet i k dalším změnám, kdy nenasycené mastné kyseliny jsou převedeny na konjugované mastné kyseliny. Velmi vysoká koncentrace konjugovaných mastných kyselin (izomery kyseliny linolové) byla nalezena při záhřevu podléhajícím mléčným výrobkům. Je prokázáno, že kyselina linolenová má protikarcinogenní účinek. Největší množství kyselina linolenové bylo nalezeno v tavených sýrech [51].

Velmi důležitým faktorem jsou i biochemické změny probíhající v přírodních sýrech tvořící základní surovinu pro tavené sýry. Galaktóza a laktóza, které jsou v přírodních sýrech obsaženy jsou reaktivní v procesech Mailardových reakcí [50]. Na počátku reaguje v komplexu hlavně lyzin s mléčným cukrem- laktózou. Vysokým záhřevem nad 100°C dochází u laktózy, jako i u jiných cukrů, k početným změnám např. mutarotace, různé izo-

merace, vznik různých nestálých chemických látek (kyseliny, furfural, hydroxymetylfural, CO₂ a CO).

Na základě výše popsaných reakcí je možné se domnívat, že důsledkem sterilačního zahřevu dojde ve sterilovaných tavených sýrech k tvorbě těkavých látek, které ovlivňují senzorickou jakost výrobku. Je velmi pravděpodobné, že výše popsané změny sterilačního zahřevu se při skladovacích podmínkách (viz kapitola 2.2.1) mohou dále prohlubovat.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍLE PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo popsat vliv sterilačního záhřevu na tavené sýry a změny probíhající během skladování při zadáných skladovacích podmínkách po dobu 12 měsíců.

Pro dosažení cílů bylo třeba:

- zpracovat literární rešerši v oblasti technologie výroby a vlivů na jakostní parametry tavených sýrů
- provést literární průzkum v oblasti vlivu sterilačních teplot na tavené sýry
- vyhledat literární prameny zabývající se dlouhodobým skladováním za různých teplotních podmínek na jakost tavených sýrů

Pro zpracování praktické části diplomové práce bylo nutné naplnit tyto dílčí cíle:

- vyhodnotit vliv sterilačního záhřevu na tavené sýry
- vyhodnotit vliv skladování (skladovací teploty: 6°C; 23°C a 40°C) sterilovaných tavených sýrů po 6-ti měsících od výroby
- provést vyhodnocení vlivu tří skladovacích teplot na sterilované tavené sýry 12 měsíců po výrobě
- provést mikrobiologickou, analytickou (obsah, sušiny, amoniaku, aminokyselin) a senzorickou analýzu nesterilovaných a sterilovaných tavených sýrů
- statisticky vyhodnotit získané výsledky, provést jejich diskuzi a vyvodit závěry.

5 MATERIÁL A METODY

5.1 Charakteristika analyzovaných vzorků a popis experimentů

Cílem experimentu bylo vyhodnotit změny ve vyrobených vzorcích sterilovaného taveného sýra při konkrétních skladovacích podmínkách a délce uložení. Na vstupu bylo důležité vyhodnotit vliv sterilace na tavený sýr. Změny byly sledovány v mikrobiologických, chemických a sensorických hodnoceních. Vliv sterilace ročního skladování při stejných teplotách na jakost taveného sýra byly vyhodnoceny ve 2 šaržích tavených sýrů (označením $j = I, II$). Obě šarže byly vyrobeny za stejných podmínek. Skladovací pokus byl založen se sterilovanými tavenými sýry (40% w/w sušiny a 45% w/w tuku v sušině), které byly vyrobeny ve společnosti Madeta, a. s. Pro výrobu byla použita směs přírodních sýrů, máslo, voda, tavicí soli a sušená syrovátka (0,5% w/w). Tavicí teplota byla 92°C. Tavenina byla plněna do 75 - gramových vaniček z taženého hliníku s přivařitelným hliníkovým víčkem. Po naplnění a přivaření hliníkových víček byly nesterilované tavené sýry odděleny a označeny podle níže uvedeného klíče. Ostatní nesterilované vzorky byl následně podrobeny termosterilaci při 117°C po dobu 20 minut (autokláv Lubeca) a vysterilované vzorky byly zchlazeny na 25°C. Označení a uložení sterilovaných vzorků proběhlo dle následujícího klíče.

Označení vzorků:

$N j k$ $S i j k$

kde jednotlivé indexy zápisu mohou nabývat hodnot:

$i = L, S, T$ $j = I, II$ $k = 0, 6, 12$

Nesterilované vzorky (N) byly skladovány při teplotě $6 \pm 2^\circ\text{C}$.

Sterilované vzorky (S) po 24 hodinách od výroby byly rozděleny a uloženy při 3 teplotách i ($i = L, S, T$):

- L - v lednici $6 \pm 2^\circ\text{C}$
- S - při laboratorní teplotě $23 \pm 2^\circ\text{C}$
- T - v termostatu při $40 \pm 2^\circ\text{C}$

Byla provedena hodnocení dvou šarží tavených sýrů j s označením I a II řada ($j = I, II$)

Časové rozlišení hodnocených vzorků po dané době skladování k ($k = 0, 6, 12$):

- 0 - na vstupu (4 týdny po výrobě)
- 6 - po 6-ti měsících
- 12 - po 12-ti měsících

Pro názornost je uveden příklad označení vzorku: STII6 – jedná se o vzorek sterilovaného sýra řady II, uloženého v termostatu při $40 \pm 2^\circ\text{C}$, s délkou skladování 6 měsíců od výroby.

Pro vyhodnocení vlivu sterilace byly provedeny analýzy ze vzorků řady I i II, které byly po výrobě uloženy při teplotě $6 \pm 2^\circ\text{C}$ a poté odebrány k analýze po 4 týdnech. Analýzy na vstupu se týkaly nesterilovaného vzorku (N0) a sterilovaného vzorku uloženého v lednici (SL0). Na vstupu byly provedeny mikrobiologické analýzy zahrnující celkový počet mikroorganismů (CPM), koliformní mikroorganismy, kvasinky a plísně. Byla provedena i termostatová zkouška a senzorická analýza. Dále také chemické analýzy, které obsahovaly stanovení sušiny, pH, tuku, stanovení amoniaku (NH_3), hrubých bílkovin a aminokyselin (AMK). Termostatová zkouška byla provedena delší dobu a také při vyšší teplotě skladování, než je uvedeno v použité ČSN normě [60]. Tato „zátěžová zkouška“ byla provedena při teplotě $40 \pm 2^\circ\text{C}$ po dobu 4 týdnů. Uvedené parametry byly voleny s ohledem na možnost zařazení sterilovaných sýrů do stravovacích dávek v tropických a subtropických oblastech. Norma posuzuje změnu ve vzorku potravinu uloženého při 37°C , po 10 dnech inkubace.

Další hodnocení vzorků bylo provedeno po 6-ti měsících skladování ve všech skladovacích variantách (2 řady sterilovaných vzorků skladovaných při 3 teplotách a nesterilované vzorky obou řad). Mikrobiologickou analýzou (CPM, kvasinky a plísně) byly hodnoceny vzorky nesterilovaného taveného sýra (N6) a sterilovaného taveného sýra z termostatu (ST6). Chemické analýzy (sušina, pH, stanovení NH_3) byly provedeny ve všech sterilovaných i nesterilovaných vzorcích. Sensorické analýze byly podrobeny všechny sterilované vzorky.

Následné hodnocení vzorků proběhlo po 12-ti měsících skladování. Analýzy byly provedeny u vzorků řady I a II uložených v lednici (SL12), dále při laboratorní teplotě (SS12) a v termostatu (ST12). Chemické analýzy obsahovaly stanovení sušiny, pH, stanovení NH_3 , hrubé bílkoviny, AMK. Byla provedena senzorická analýza.

5.2 Mikrobiologická analýza

V rámci vstupní analýzy a po 6-ti měsících skladování byla provedena mikrobiologická hodnocení sterilovaných tavených sýrů. Vyšetření byla prováděna v rozsahu vyhlášky 132/2004 Sb. v platném znění [56]. Vyhláška je od 1.9. 2006 zrušena, ale v době, kdy byly zahájeny analýzy byla platná a účinná. Metodicky se postupovalo v souladu s českými technickými normami, zejména:

- ČSN ISO 6610, Mléko a mléčné výrobky – Stanovení počtu jednotek mikroorganismů tvořící kolonie – Technika počítání kolonií vykultivovaných při 30°C [57]. Uvedená metodika je od 1.9.2006 zrušena bez náhrady.
- ČSN ISO 5541/1, Mléko a mléčné výrobky – Stanovení počtu koliformních bakterií – Část 1: Technika počítání kolonií vykultivovaných při 30°C [58].
- ČSN ISO 6611, Mléko a mléčné výrobky – Stanovení počtu jednotek kvasinek a/nebo plísňí tvořících kolonie – Technika počítání kolonií vykultivovaných při 25°C [59].
- ČSN 56 0100, Mikrobiologické zkoušení potravin, předmětů běžného užívání a prostředí potravinářských provozoven – část VI. Termostatová zkouška a zjišťování těsnosti uzávěrů [60].

Stanovení celkového počtu mikroorganismů, koliformních bakterií, kvasinek a/nebo plísňí

Ke stanovení jednotlivých počtů mikroorganismů byl za aseptických podmínek odebrán vzorek taveného sýra o hmotnosti 10g a homogenizován v 90 ml sterilního fyziologického roztoku. Sterilované tavené sýry byly hodnoceny z ředění 10^{-1} a 10^{-2} . Hodnocení nesterilovaných sýrů bylo provedeno při ředění 10^{-2} a 10^{-3} , kdy bylo možné stanovit počet mikroorganismů v 1g zkoumaného vzorku. Na Petriho misky bylo za aseptických podmínek napietováno po 1ml zkoumaného vzorku z vhodného ředění. Ke stanovení jednotlivých mikroorganismů byly použity půdy (Plate Count Agar – CPM, Violet Red Bile Agar – koliformní mikroorganizmy, Chloramphenicol Yeast Glukose Agar- kvasinky a/nebo plísňě). Sterilita kultivačních půd byla ověřena na kontrolních Petriho miskách, kdy byly jednotlivé sterilní kultivační půdy nality na prázdnou sterilní Petriho misku.

Pro stanovení celkového počtu mikroorganismů byly Petriho misky přelity asi 15ml kultivační půdy Plate Count Agar (HIMEDIA, Indie). Inokulum se v misce promíchalo s kultivační půdou a nechalo se ztuhnout. Misky byly inkubovány dnem vzhůru v termostatu při teplotě $30\pm 1^\circ\text{C}$ po dobu 48 hodin.

Ke stanovení počtu koliformních bakterií ve vzorku bylo použito vhodného ředění vzorku a misky byly přelity asi 15ml kultivační půdy Violet Red Bile Agar (HIMEDIA, Indie). Misky byly inkubovány dnem vzhůru v termostatu při teplotě $30\pm 1^\circ\text{C}$ po dobu 24 hodin.

Pro hodnocení počtu jednotek kvasinek a/nebo plísní ve vzorku bylo napipetované inokulum o vhodném ředění přelito asi 15ml kultivační půdy Chloramphenicol Yeast Glukose Agar (HIMEDIA, Indie). Misky byly inkubovány dnem vzhůru v termostatu při teplotě $25\pm 1^\circ\text{C}$ po dobu 7 dní.

Termostatová zkouška

Termostatovou zkouškou byla posuzována změna vzorků sýra způsobená přítomnou mikroflórou. Norma uvádí, že je změna sledována ve vzorku potravinu uloženého při 37°C po 10 dnech inkubace. Pro účel zadaného tématu diplomové práce a vzhledem technickým možnostem byla metoda modifikována na teplotu $40 \pm 2^\circ\text{C}$. Vzorky sýra byly vloženy do termostatu vyhřátého na $40 \pm 2^\circ\text{C}$, kdy po 4 týdnech inkubace bylo zjišťováno, zda došlo ke vzhledovým změnám obalu vzorků sýra (bombáž konzervy). Dále byly sledovány změny ve srovnání četnosti mikroflóry u vzorků po termostatové zkoušce se vzorky uloženými v lednici.

5.2.1 Stanovení sušiny a pH

Aktivní kyselost je dána koncentrací oxoniových iontů v měřeném vzorku (taveného sýra). Vyjadřuje se v hodnotách pH. Hodnoty pH byly měřeny přímo vpichovým pH-metrem (typ: GRYF 209 S).

Sušina byla stanovena vázkově ve vhodně upraveném vzorku po odpaření vody s použitím nasávací hmoty (mořského písku). Pro stanovení sušiny byla použita modifikovaná mezinárodní standardní metoda FIL-IDF 4. Podstatou je vysoušení sýra při 105°C do konstantních hmotnostních úbytků. Metoda slouží k přesnému stanovení a v případech sporných jako metoda rozhodčí. Po důkladném rozmíchání (asi 3 g vzorku sýra a 15 g vy-

sušeného křemenného písku) byly miska se vzorkem vložena do sušárny a sušena při $105 \pm 1^\circ\text{C}$. Výpočet obsahu sušiny v % (w/w):

$$W = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \cdot 100$$

W ... obsah vody v % (w/w)

m_1 ... hmotnost vysoušecí misky s pískem [g]

m_2 ... hmotnost vysoušecí misky s pískem a sýrem [g]

m_3 ... hmotnost po vysušení [g]

S ... obsah sušiny v % (w/w)

$$S = 100 - W \quad [61].$$

5.2.2 Stanovení obsahu absolutního tuku a výpočet tuku v sušině

Tukem se rozumí veškeré netěkavé látky vyextrahované za podmínek metody z analyzovaného materiálu relativně nepolárním rozpouštědlem. Do varné zábrusové baňky se vloží navážka vzorku cca 2,5 g za přídavku varných kuliček (pro odhalení skrytého varu). Doplněním destilované vody na objem asi 25 ml a za přídavku 50 ml 20% (w/w) HCl se vzorek rozruší varem pod zpětným zábrusovým chladičem. Obsah baňky se za horka přefiltruje přes zvlhčený hustý filtrační papír. Zachycený tuk na filtru se vysuší, extrahuje *n*-hexanem při 69°C po dobu 2 hodin do varné baňky Soxhletova extrakčního přístroje, v níž se po vysušení při $102 \pm 2^\circ\text{C}$ do konstantních úbytků hmotnosti zváží a přepočítá na hmotnostní procenta % (w/w).

$$TVH = \frac{b - a}{m} \cdot 100$$

a ... hmotnost prázdné baňky se skleněnými kuličkami [g]

b ... hmotnost baňky se skleněnými kuličkami [g]

m ... navážka vzorku [g]

Výpočet obsahu tuku v sušině v % (w/w):

$$t_{vs} = \frac{TVH}{S} \cdot 100$$

tv_s ... tuk v sušině v % (w/w)

S ... sušina v % (w/w) (viz kap. 3.3.1) [61, 62].

5.2.3 Stanovení amoniaku Conwayovou metodou

Obsah amoniaku byl stanoven mikrodifúzní Conwayovou metodou. Princip Conwayovy metody spočívá ve vytěsnění amoniaku ze vzorku (směs analyzovaného materiálu a destilované vody v poměru 1 : 3) nasyceným roztokem K₂CO₃. Vytěsněný NH₃ je absorbován 1% (w/w) roztokem H₃BO₃ s 2 kapkami Conwayova indikátoru umístěnými ve vnitřní části Conwayovy nádoby. Množství absorbovaného amoniaku je určen titračně odměrným roztokem H₂SO₄ o c = 0,005 mol/l [63, 64]. Výsledky se uvádějí v mg/kg analyzovaného materiálu.

$$NH_3 = \frac{a \cdot f \cdot 170}{0,25} \quad [\text{mg/kg}]$$

a ... spotřeba odměrného roztoku H₂SO₄ [ml]

f ... titrační faktor H₂SO₄

5.2.4 Stanovení hrubých bílkovin a obsahu aminokyselin

Hrubá bílkovina je stanovena Kjeldahlovou metodou s aplikací dle Winklera. Princip spočívá v mineralizaci vzorku koncentrovanou H₂SO₄ za varu, přičemž N₂ přítomný ve vzorku přechází na (NH₄)₂SO₄. Ze vzniklého (NH₄)₂SO₄ je v Parnas-Wagnerově aparatuře pomocí 30 % (w/w) NaOH uvolněn za varu NH₃, který je jímán v roztoku 2% (w/w) H₃BO₃. Navázaný NH₃ je stanoven titrací odměrným roztokem H₂SO₄ o c = 0,025 mol/l a přepočten na hrubou bílkovinu.

$$\text{hrubá bílkovina} = \frac{a \cdot f \cdot k \cdot 6,38}{b} \quad [\text{g/kg}]$$

a spotřeba odměrného roztoku H₂SO₄ [ml]

f faktor odměrného roztoku H₂SO₄

b navážka vzorku [g]

k konstanta (0,35025) zahrnuje ředění, koncentrace roztoků

6,38 ... přepočítávací faktor na hrubou bílkovinu

Pro stanovení obsahu celkových (volných i vázaných) aminokyselin byla provedena hydrolyza vzorků pomocí HCl ($c = 6 \text{ mol/l}$). Hydrolyza probíhala po dobu 23 hodin při teplotě $110 \text{ }^\circ\text{C}$. Po filtraci byl vzorek na filtru promyt HCl ($c = 0,1 \text{ mol/l}$) a doplněn destilovanou vodou na objem 250 ml. Poté 25ml roztoku bylo zahuštěno do sirupovité konzistence odpařením na rotační vakuové odparce (RVO 400, Ingos, Praha, Česká Republika). Odparek byl kvantitativně převeden do odměrných baněk pomocí sodnocitrátového pufru o pH 2,2 (dávkový pufr). Aminokyseliny cystein a metionin byly stanoveny po oxidačně kyselou hydrolyzou, při níž byl vzorek zalit 15 ml oxidační směsí (85% w/w kyseliny mravenčí (HCOOH) a 30% w/w peroxidu vodíku (H_2O_2) v poměru 9 : 1 (v/v)). Vzorek byl po promíchání ponechán 16 hodin při 4°C , dále byl postup shodný s kyselou hydrolyzou.

Vlastní analýza AMK byla provedena pomocí iontově-výměnné kapalinové chromatografie se sodno-citrátovými elučními pufrů a ninydrinovou detekcí (Amino Acid Analyzer 400, Ingos, Praha, Česká Republika). Chromatografická kolona je naplněna pryskyřicí s negativním nábojem a AMK jsou na kolonu zaváděny při nízkém pH, kdy jsou všechny kladně nabity. AMK čekají na počátku kolony na změnu podmínek a při zvýšení pH, zvýšené teplotě nebo vyšší iontové síle elučního roztoku dochází k dosažení izoelektrického bodu aminokyseliny a ta je posléze eluována z kolony. Podmínky jsou upraveny tak, že izoelektrické body, pro všechny AMK, se dosahují v různých časech.

5.3 Senzorická analýza

Vzorky sterilovaných tavených sýrů řady I a II byly také hodnoceny sensorickými metodami. Oblast sensorických experimentů je ale do značné míry specifická neboť sensorické vlastnosti může posuzovat člověk jen svými smysly. Sensorické hodnocení zahrnovalo posuzování pomocí sedmibodových jakostních ordinálních stupnic hédonického typu s charakteristikou každého stupně. Orientace škály byla volena tak, že 1. stupeň byl vyhrazen úrovni „vynikající“ a 7. stupeň úrovni „nepřijatelný“. Takto byly posuzovány sensorické znaky: vzhled a barva, lesk, konzistence, chuť a vůně, celkové hodnocení. Sensorická analýza byla doplněna dvěma párovými porovnávacími zkouškami, které dovolují zachytit mezi srovnávanými vzorky menší odchylky v porovnání se stupnicovými metodami [65]. V páru byly vždy srovnávány sobě odpovídající vzorky

tavených sýrů (Tab.1.). Párovou porovnávací zkouškou byla srovnávána preference vzorku a rozdíl v intenzitě tuhosti a barvy (resp. odstínu) (PŘÍLOHA II. a IV). Položené otázky zněly:

- Kterému vzorku dáváte přednost?
- Který vzorek má tužší konzistenci?
- Který vzorek má tmavší barvu?

Tab. 1. Dvojice vzorků sýrů srovnané párovou porovnávací zkouškou

Otázky	Kterému vzorku dáváte přednost?	Který vzorek má tužší konzistenci?	Který vzorek má tmavší barvu?
VSTUP	NII0 x SLII0	NII0 x SLII0	NII0 x SLII0
	SLI0 x NIO	SLI0 x NIO	SLI0 x NIO
PO 12 MĚSÍCÍCH	SLI12x SSI12	SLI12x SSI12	SLI12x SSI12
	SSI12 x STI12	SSI12 x STI12	SSI12 x STI12
	SLII12x SSII12	SLII12x SSII12	SLII12x SSII12
	STI12 x SSII12	STI12 x SSII12	STI12 x SSII12

Dalším sensorickým hodnocením bylo srovnání pořadovou zkouškou, kdy uvedené tavené sýry byly seřazeny podle intenzity sledovaného znaku, či podle preferencí posuzovatele. Sledovaný znak byla tuhost vzorku, intenzita odstínu – tmavosti a preference hodnotitelů u uvedené trojice vzorků (PŘÍLOHA P III.). Sensorické analýzy se zúčastnilo 22, resp. 24 posuzovatelů na úrovni „vybraný posuzovatel“ ve smyslu ČSN ISO 8586-1 [66].

5.4 Statistické hodnocení

Výsledky získané na základě provedených chemických a sensorických analýz byly statisticky vyhodnoceny. Pro chemické a sensorické analýzy byla zvolena 5% hladina významnosti (maximální pravděpodobnost chybného zamítnutí správné hypotézy je 5%, tj. testy jsou prováděny s 95% spolehlivostí).

Výsledky chemických analýz (stanovení AMK a NH₃) byly vyhodnoceny jednostranným Studentovým testem. Jedná se o statistickou analýzu s použitím parametrického testu srovnání dvou středních hodnot dvou nezávislých výběrů.

Výsledky senzorických analýz byly statisticky vyhodnoceny jednostranným Wilcoxonovým testem. Párové porovnávací zkoušky byly hodnoceny testem o parametru binomického rozdělení. Srovnání pořadovou zkouškou bylo provedeno Friedmanovým testem a Nemenyiho metodu, která se používá k ověření shody úrovně sledovaného znaku v souborech vytvořených na základě R závislých výběrů se stejnými rozsahy n jednotek. K výpočtům byl použito programu Statvyd2.0 [65].

6 VÝSLEDKY A DISKUZE

6.1 Výsledky mikrobiologických hodnocení I a II řady

Mikrobiologická analýza provedena na vstupu

Mikrobiologická analýza byla provedena u nesterilovaných (N0) a sterilovaných (SL0) tavených sýrů obou řad, které byly uloženy 4 týdny při $6 \pm 2^\circ\text{C}$. Dále byla provedena termostatová zkouška. Z uvedených skupin byly náhodně vybrány 2 vzorky k analýze. K vyhodnocení účinnosti sterilačního záhřevu byly srovnány výsledky počtu kolonií mezi vzorky nesterilovanými (N0) a sterilovanými (SL0), a to stanovením koliformních mikroorganismů, CPM, kvasinek a plísní. Z výsledků bylo patrné, že tavicí teplotou při výrobě taveného sýra a vlivem následného sterilačního záhřevu došlo k usmrcení přežívajících mikroorganismů (Tab.2.). Tato skutečnost byla potvrzena i termostatovou zkouškou a vizuální kontrolou obalů vzorků tavených sýrů uložených v termostatu při $40 \pm 2^\circ\text{C}$, kdy nebyla zjištěna bombáž obalu.

Tab. 2. Množství KTJ v nesterilovaném a sterilovaném taveném sýru na vstupu (4 týdny po výrobě)

Řada tavených sýrů na vstupu	Počet KTJ na 1 g taveného sýra			
	nesterilovaný		sterilovaný	
	CPM	Plíně a/nebo kvasinky	CPM	Plíně a/nebo kvasinky
Řada I	< 100	< 100	< 100	< 100
Řada II	< 100	< 100	< 100	< 100

Mikrobiologická analýza provedena po 6 měsících

Cílem mikrobiologických analýz u obou řad vzorků tavených sýrů bylo zjistit, zda nedošlo při skladování k nárůstu mikroorganismů. Porovnání množství mikroorganismů proběhlo mezi nesterilovanými vzorky (N6) po 6 měsících skladování uložených v lednici při $6 \pm 2^\circ\text{C}$ a sterilovanými (ST6) tavenými sýry skladovaných v termostatu při $40 \pm 2^\circ\text{C}$. Při vizuální kontrole obalu vzorků z termostatu nebyla zaznamenána bombáž. Přesto byly

u nesterilovaných vzorků zjištěny vyšší počty kolonií tvořících jednotky (KTJ) u hodnocení CPM, kvasinek a plísní. Hodnoty KTJ jsou zaznamenány v tabulce (Tab. 3.). Skladováním nesterilovaných tavených sýrů po dobu 6-ti měsíců při teplotě $6 \pm 2^\circ\text{C}$ tedy došlo k nárůstu sledovaných skupin mikroorganismů.

Tab. 3. Množství KTJ v nesterilovaném a sterilovaném taveném sýru po 6-ti měsících skladování

Řada tavených sýrů skladovaných 6 měsíců	Počet KTJ na 1 g taveného sýra			
	nesterilovaný		sterilovaný	
	CPM	Plíně a/nebo kvasinky	CPM	Plíně a/nebo kvasinky
Řada I	$1,7 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^3$	< 100	< 100
Řada II	$0,8 \cdot 10^3$	< 100	< 100	< 100

Na základě mikrobiologických výsledků sterilovaných tavených sýrů I a II řady lze tedy konstatovat, že sterilačním zahřevem došlo k inaktivaci vegetativních i sporulujících forem přítomných mikroorganismů a ani po 6-ti měsíčním skladování sýrů nedošlo k nárůstu mikroorganismů (Tab.3.).

6.2 Výsledky základních chemických analýz

Pro vstupní chemickou analýzu byly odebrány vzorky nesterilovaného i sterilovaného taveného sýra z obou řad. Ve třech zadaných časových úsecích byly u vzorků hodnoceny tyto parametry: obsah sušiny a pH. V tabulce (Tab. 4.) jsou zaznamenány hodnoty obsahu sušiny a pH na vstupu 0 (4 týdny po výrobě) a dále v průběhu 6-tého a 12-tého měsíce skladování.

Srovnáním hodnot pH mezi nesterilovanými a sterilovanými vzorky tavených sýrů byl registrován pokles pH u sterilovaného vzorku proti nesterilovanému vzorku přibližně o desetinu pH. Vliv 12-ti měsíčního skladování na změnu pH u vzorků skladovaných při $6 \pm 2^\circ\text{C}$ a $40 \pm 2^\circ\text{C}$ nebyl pozorován. U vzorků řady I skladovaných při $23 \pm 2^\circ\text{C}$ byl zaznamenán nárůst hodnoty pH o 0,1 až 0,2 po dobu skladování. Vzorky taveného sýra

byly zabaleny do hermeticky uzavřeného obalu, který způsobil, že sterilační záhřev ani 12-ti měsíční skladování tavených sýrů nemají vliv na významné změny sušiny a konzistence [42].

Tab. 4. Hodnoty sušiny a pH vzorků sýrů I a II řady na vstupu 0, po 6-ti a 12-ti měsících, uložených v lednici $6 \pm 2^\circ\text{C}$ (SL), při laboratorní teplotě $23 \pm 2^\circ\text{C}$ (SS), v termostatu $40 \pm 2^\circ\text{C}$ (ST), nesterilovaný vzorek (N)

řada	I řada		II řada	
	sušina	pH	sušina	pH
N 0	$36,65 \pm 0,30$	$6,08 \pm 0,01$	$37,34 \pm 0,13$	$6,06 \pm 0,00$
SL 0	$36,85 \pm 0,22$	$6,01 \pm 0,01$	$37,59 \pm 0,26$	$5,99 \pm 0,01$
SL 6	$36,34 \pm 0,51$	$6,03 \pm 0,01$	$36,44 \pm 0,34$	$6,00 \pm 0,01$
SS 6	$36,29 \pm 0,13$	$6,18 \pm 0,02$	$36,75 \pm 0,94$	$6,03 \pm 0,01$
ST 6	$36,71 \pm 0,17$	$6,03 \pm 0,00$	$36,86 \pm 0,11$	$6,00 \pm 0,01$
SL 12	$37,23 \pm 0,36$	$6,09 \pm 0,01$	$37,20 \pm 0,20$	$6,05 \pm 0,02$
SS 12	$36,87 \pm 0,35$	$6,23 \pm 0,01$	$37,39 \pm 0,10$	$6,16 \pm 0,02$
ST 12	$37,33 \pm 0,22$	$6,05 \pm 0,00$	$37,33 \pm 0,01$	$6,04 \pm 0,01$

U nesterilovaných a sterilovaných vzorků tavených sýrů na vstupu 0 (po 4 týdnech od výroby) bylo, pro ověření deklarovaných hodnot udávaných výrobcem, provedeno stanovení obsahu tuku v sušině. Uvedené hodnoty (Tab.5.) splňují u daného výrobku množství tuku v sušině deklarovaného výrobcem.

Tab. 5. Tuk v sušině stanovený v nesterilovaných (N) a sterilovaných (SL) tavených sýrech

Tuk v sušině (w/w)		
vzorky	I.řada	II.řada
N 0	$50,86 \pm 4,02$	$49,06 \pm 3,65$
SL 0	$49,12 \pm 2,10$	$48,00 \pm 4,06$

6.3 Změny aminokyselin v taveném sýru

Ve vzorcích tavených sýrů bylo provedeno stanovení obsahu jednotlivých esenciálních a neesenciálních aminokyselin.

Na počátku založení skladovacího pokusu bylo důležité provést stanovení množství AMK u nesterilovaných (N0) sýrů uchovávaných v lednici (4 týdny), aby bylo možné sledovat vliv sterilace. Naměřené hodnoty AMK u nesterilovaných a sterilovaných vzorků tavených sýrů na vstupu jsou zaznamenány v tabulce (Tab.6.).

Tab. 6. Průměrný obsah aminokyselin v I a II řadě v nesterilovaných a sterilovaných tavených sýrech v g/kg

Aminokyselina	Obsah AMK v g/kg I řada		Obsah AMK v g/kg II řada	
	N0	S0	N0	S0
Asparagová k.	9,36 ± 0,19 ^a	9,20 ± 0,25 ^b	9,66 ± 0,23 ^a	9,61 ± 0,17 ^a
Treonin	5,36 ± 0,22 ^a	5,25 ± 0,24 ^a	5,29 ± 0,15 ^a	5,24 ± 0,11 ^a
Serin	8,01 ± 0,27 ^a	7,77 ± 0,35 ^b	8,01 ± 0,24 ^a	7,85 ± 0,17 ^b
Glutamová k.	33,32 ± 1,36 ^a	32,70 ± 1,61 ^a	34,73 ± 0,98 ^a	34,63 ± 0,81 ^a
Prolin	21,36 ± 1,45 ^a	21,42 ± 1,47 ^a	20,56 ± 1,02 ^a	20,11 ± 0,60 ^a
Glycin	2,62 ± 0,06 ^a	2,58 ± 0,09 ^a	2,66 ± 0,05 ^a	2,63 ± 0,04 ^a
Alanin	3,95 ± 0,09 ^a	3,90 ± 0,12 ^a	4,04 ± 0,07 ^a	4,00 ± 0,07 ^a
Valin	9,38 ± 0,19 ^a	9,25 ± 0,24 ^a	9,45 ± 0,16 ^a	9,39 ± 0,12 ^a
Izoleucin	6,85 ± 0,12 ^a	6,77 ± 0,14 ^a	6,87 ± 0,12 ^a	6,58 ± 0,09 ^a
Leucin	13,39 ± 0,30 ^a	13,24 ± 0,39 ^a	13,85 ± 0,22 ^a	13,84 ± 0,18 ^a
Tyrozín	8,17 ± 0,11 ^a	8,08 ± 0,15 ^a	8,51 ± 0,14 ^a	8,58 ± 0,10 ^a
Fenylalanin	7,46 ± 0,10 ^a	7,37 ± 0,14 ^b	7,58 ± 0,11 ^a	7,59 ± 0,09 ^a
Histidin	4,35 ± 0,05 ^a	4,27 ± 0,07 ^b	4,32 ± 0,05 ^a	4,27 ± 0,05 ^b
Lyzin	11,34 ± 0,21 ^a	11,10 ± 0,24 ^b	11,57 ± 0,18 ^a	11,42 ± 0,16 ^b
Arginin	6,30 ± 0,10 ^a	6,16 ± 0,13 ^b	6,26 ± 0,11 ^a	6,17 ± 0,11 ^b
Cystein	0,74 ± 0,02 ^a	0,71 ± 0,02 ^b	0,70 ± 0,02 ^a	0,62 ± 0,02 ^b
Metionin	5,21 ± 0,04 ^a	5,10 ± 0,05 ^b	5,40 ± 0,06 ^a	5,37 ± 0,03 ^a

Poznámka: AMK s odlišným indexem se statisticky významně liší ($P < 0,05$) v obsahu. Jednotlivé řady byly hodnoceny samostatně.

Při srovnávání obsahu AMK u nesterilovaných a sterilovaných tavených sýrů byly zjištěny statisticky významné rozdíly - snížení množství obsahu jednotlivých AMK o 2 % - serinu, histidinu, lyzinu, argininu, cysteinu u sterilovaného taveného sýra (PŘÍLOHA P V.,VI.).

Další srovnání stanovených obsahů jednotlivých AMK bylo provedeno u vzorků řady I a II po celkové době uložení 12 měsíců od výroby. Získané hodnoty jednotlivých AMK jsou zaznamenány v tabulce (Tab.7. a 8.).

Tab. 7. Průměrný obsah aminokyselin (v g/kg) ve sterilovaných tavených sýrech řady I

Aminokyselina	Obsah aminokyselin v g/kg			
	S 0	SL 12	SS 12	ST 12
Asparagová k.	9,20 ± 0,25 ^a	9,29 ± 0,26 ^a	9,42 ± 0,20 ^b	9,68 ± 0,23 ^c
Treonin	5,25 ± 0,24 ^a	5,04 ± 0,14 ^b	5,03 ± 0,15 ^b	5,22 ± 0,13 ^a
Serin	7,77 ± 0,35 ^a	7,61 ± 0,17 ^{a,b}	7,57 ± 0,26 ^b	7,40 ± 0,16 ^c
Glutamová k.	32,7 ± 1,61 ^a	28,19 ± 0,79 ^b	28,51 ± 0,86 ^b	28,98 ± 0,56 ^c
Prolin	21,42 ± 1,47 ^a	14,81 ± 0,46 ^b	14,91 ± 0,44 ^b	15,52 ± 0,37 ^c
Glycin	2,58 ± 0,09 ^a	2,49 ± 0,04 ^b	2,50 ± 0,05 ^b	2,54 ± 0,04 ^c
Alanin	3,90 ± 0,12 ^a	3,92 ± 0,07 ^a	3,92 ± 0,08 ^a	4,02 ± 0,06 ^b
Valin	9,25 ± 0,24 ^a	8,64 ± 0,13 ^b	8,66 ± 0,22 ^{b,c}	8,73 ± 0,22 ^c
Izoleucin	6,77 ± 0,14 ^a	6,52 ± 0,07 ^b	6,44 ± 0,17 ^c	6,47 ± 0,15 ^{b,c}
Leucin	13,24 ± 0,39 ^a	12,99 ± 0,17 ^b	12,98 ± 0,24 ^b	13,19 ± 0,19 ^a
Tyrozín	8,08 ± 0,15 ^a	7,42 ± 0,15 ^b	7,57 ± 0,16 ^c	8,16 ± 0,11 ^d
Fenylalanin	7,37 ± 0,14 ^a	7,05 ± 0,08 ^b	7,08 ± 0,14 ^b	7,23 ± 0,20 ^c
Histidin	4,27 ± 0,07 ^a	4,21 ± 0,14 ^a	4,22 ± 0,17 ^a	4,08 ± 0,19 ^b
Lyzin	11,10 ± 0,24 ^a	10,60 ± 0,13 ^b	10,43 ± 0,19 ^c	10,09 ± 0,19 ^d
Arginin	6,16 ± 0,13 ^a	5,74 ± 0,07 ^b	5,69 ± 0,10 ^c	5,48 ± 0,08 ^d
Cystein	0,71 ± 0,02 ^a	0,68 ± 0,05 ^a	0,68 ± 0,02 ^a	0,62 ± 0,02 ^b
Metionin	5,10 ± 0,05 ^a	4,99 ± 0,12 ^b	4,97 ± 0,10 ^b	4,98 ± 0,10 ^b

Poznámka: AMK s odlišným indexem se statisticky významně liší ($P < 0,05$) v obsahu.

Výsledky vzorků skladovaných v lednici (SL12), při laboratorní teplotě (SS12) a v termostatu (ST12) byly srovnány se vzorky sterilovaného taveného sýra na počátku založení pokusu. Graficky zpracované výsledky 12-ti měsíčního skladování jsou uvedeny v příloze (PŘÍLOHA P VII., VIII.).

Tab. 8. Průměrný obsah aminokyselin (v g/kg) ve sterilovaných tavených sýrech řady II

Aminokyselina	Obsah aminokyselin v g/kg			
	S 0	SL 12	SS 12	ST 12
Asparagová k.	9,61 ± 0,17 ^{a,b}	9,86 ± 0,65 ^a	9,62 ± 0,29 ^{a,b}	9,50 ± 0,42 ^b
Treonin	5,24 ± 0,11 ^{a,b}	5,33 ± 0,35 ^a	5,20 ± 0,19 ^{a,b}	5,15 ± 0,21 ^b
Serin	7,85 ± 0,17 ^a	7,94 ± 0,48 ^a	7,69 ± 0,26 ^b	7,28 ± 0,29 ^c
Glutamová k.	34,63 ± 0,81 ^a	29,77 ± 1,72 ^b	28,68 ± 0,97 ^c	28,72 ± 1,03 ^c
Prolin	20,11 ± 0,60 ^a	15,58 ± 1,06 ^b	15,22 ± 0,66 ^b	15,33 ± 0,53 ^b
Glycin	2,63 ± 0,04 ^a	2,60 ± 0,16 ^{a,c}	2,52 ± 0,07 ^b	2,54 ± 0,08 ^{b,c}
Alanin	4,00 ± 0,07 ^{a,b}	4,07 ± 0,24 ^b	3,95 ± 0,11 ^a	4,00 ± 0,14 ^{a,b}
Valin	9,39 ± 0,12 ^a	9,00 ± 0,58 ^b	8,69 ± 0,22 ^c	8,72 ± 0,28 ^c
Izoleucin	6,58 ± 0,09 ^a	6,70 ± 0,43 ^a	6,49 ± 0,15 ^b	6,48 ± 0,22 ^b
Leucin	13,84 ± 0,18 ^a	13,45 ± 0,70 ^b	13,10 ± 0,32 ^c	13,16 ± 0,52 ^{b,c}
Tyrozín	8,58 ± 0,10 ^a	7,62 ± 0,63 ^b	7,71 ± 0,25 ^b	8,16 ± 0,36 ^c
Fenylalanin	7,59 ± 0,09 ^a	7,21 ± 0,46 ^b	7,18 ± 0,18 ^b	7,25 ± 0,32 ^{b,c}
Histidin	4,27 ± 0,05 ^a	4,37 ± 0,22 ^b	4,21 ± 0,12 ^c	4,17 ± 0,24 ^{a,c}
Lyzin	11,42 ± 0,16 ^a	10,92 ± 0,57 ^b	10,47 ± 0,26 ^c	10,09 ± 0,39 ^d
Arginin	6,17 ± 0,11 ^a	5,94 ± 0,35 ^b	5,73 ± 0,16 ^c	5,48 ± 0,24 ^d
Cystein	0,62 ± 0,02 ^a	0,65 ± 0,04 ^a	0,68 ± 0,03 ^a	0,61 ± 0,03 ^a
Metionin	5,37 ± 0,03 ^a	5,28 ± 0,19 ^{a,b}	5,14 ± 0,10 ^b	5,04 ± 0,06 ^c

Poznámka: AMK s odlišným indexem se statisticky významně liší ($P < 0,05$) v obsahu.

Statisticky průkazně nejvyšší ztráty AMK v průběhu celého 12 měsíčního skladování u obou řad sterilovaných tavených sýrů lze pozorovat u lyzinu a argininu. U těchto AMK byl pokles jejich obsahu funkcí teploty, tj. nejnižší obsah AMK byl naměřen u sýrů sklado-

vaných při nejvyšší teplotě. Ztráty u lyzinu a argininu dosahovaly cca 5 % během skladování při teplotě $6 \pm 2^\circ\text{C}$, při teplotě $23 \pm 2^\circ\text{C}$ – 7 % a cca 10 % při teplotě $40 \pm 2^\circ\text{C}$.

Statisticky prokázaný pokles množství kyseliny glutamové u vzorků sterilovaných tavených sýrů z řady I se projevil během skladování při chladírenské teplotě (SL12) 15 %, ale při laboratorní teplotě (SS12) – byl úbytek menší 14 %. U řady II bylo prokazatelné snížení v obsahu kyseliny glutamové během skladování jak při chladírenské teplotě (SL12) 14 %, tak také při laboratorní teplotě (SS12) - úbytek 17%; a při teplotě $40 \pm 2^\circ\text{C}$ (ST12) byly ztráty do 17%, kdy funkce teploty zde nebyla tak významná. Prokazatelná ztráta obsahu valinu byla pozorována při všech skladovacích teplotách v řadě II, kdežto v řadě I došlo při $40 \pm 2^\circ\text{C}$ ke kolísání množství u tavených sýrů hodnocených po 12-ti měsících skladování. U fenylalaninu byl u obou řad zaznamenán při teplotě $6 \pm 2^\circ\text{C}$ a $23 \pm 2^\circ\text{C}$ pokles o 5 %. Statisticky významný úbytek byl zaznamenán u hodnot tyrozinu a to přibližně o 10 % při skladování v lednici (SL12) a laboratorní teplotě (SS12).

Statisticky významný pokles obsahu byl zaznamenán při 12-ti měsíčním uložení vzorků sterilovaných tavených sýrů z řady I v lednici a také při chladírenské teplotě (SS12) u leucinu o 2 %. U vzorků sýrů v řadě II bylo zaznamenáno statisticky významné snížení hodnot leucinu o 3 % při lednicové teplotě, laboratorní teplotě a také při $40 \pm 2^\circ\text{C}$. V případě serinu, metioninu a izoleucinu došlo v řadě I v průběhu skladování ke statisticky významnému poklesu jejich obsahu zejména při laboratorní teplotě a v termostatu do cca 6 %. U serinu ze vzorků sýra z řady II byl zaznamenán pokles při $6 \pm 2^\circ\text{C}$ i $40 \pm 2^\circ\text{C}$ do 7 %. I množství izoleucinu a metioninu u vzorků sýrů z řady II bylo sníženo jak při skladování při laboratorní teplotě (SS12), tak i při termostatové teplotě (ST12).

Aminokyseliny - asparagová kyselina, treonin, prolin, glycin, alanin, histidin, cystein - nevykazovaly při srovnání obsahu ze vzorků sterilovaných tavených sýrů na počátku založení pokusu a po 12-ti měsíčním skladování statisticky prokazatelné úbytky.

Skladovací podmínky a délka uskladnění měly zásadní vliv na změnu množství stanovených obsahů jednotlivých AMK ve vzorcích sterilovaných tavených sýrů řady I a II.

6.4 Vyhodnocení amoniaku ve sterilovaném taveném sýru

U vzorků tavených sýrů řady I a II uložených při různých skladovacích podmínkách a odebíraných ve třech zadaných časových intervalech byl stanoven vývoj množství volného amoniaku (NH_3). Výsledky analyzovaných vzorků řady I a II na vstupu, po 6-ti a 12-ti měsíčním skladování jsou uvedeny v tabulce (Tab.9.).

Srovnáním získaných hodnot NH_3 byly zjištěny statisticky významné nárůsty hodnot mezi vzorky sýrů nesterilovaných (N0) a sterilovaných (SL0). Byl prokázán statisticky významný nárůst NH_3 v průběhu 6-ti i 12-ti měsíců skladování. Rostoucí skladová teplota zapříčinila signifikantní ($P < 0,05$) nárůst obsahu amoniaku, což lze prokázat pro teplotu $23 \pm 2^\circ\text{C}$, ale zejména pro $40 \pm 2^\circ\text{C}$

Tab. 9. Průměrný obsah NH_3 (mg/kg) ve sterilovaných tavených sýrech řady I a II

Řada tavených sýrů	Obsah amoniaku v mg/kg	
	I	II
N 0	$151,8 \pm 5,8^a$	$175,6 \pm 8,6^a$
SL 0	$226,7 \pm 13,6^b$	$247,1 \pm 3,5^b$
SL 6	$245,7 \pm 13,1^c$	$241,0 \pm 18,9^b$
SS 6	$267,1 \pm 11,0^d$	$260,2 \pm 15,5^c$
ST 6	$420,4 \pm 20,1^e$	$414,6 \pm 15,3^d$
SL 12	$267,0 \pm 17,7^d$	$231,1 \pm 14,5^b$
SS 12	$312,3 \pm 12,9^f$	$346,5 \pm 14,6^e$
ST 12	$601,1 \pm 24,5^g$	$602,3 \pm 24,4^f$

Poznámka: Obsah AMK s odlišným indexem jsou statisticky významně rozdílné ($P < 0,05$). Jednotlivé řady byly hodnoceny samostatně.

6.5 Výsledky sensorického hodnocení

6.5.1 Sensorické hodnocení na vstupu

Na vstupu byly u vzorků sýra obou řad hodnoceny změny organoleptických vlastností v důsledku sterilizačního záhřevu. Bylo zjištěno, že sterilizačním procesem došlo ke zhoršení vzhledu a barvy, ale také chuti a vůně vzorků, což bylo posuzovateli hodnoceno negativně. Párovou porovnávací zkouškou byly vzorky obou řad na vstupu dle preferencí. Zkouška byla provedena u vzorků nesterilovaných (N0) a sterilovaných (SL0) tavených sýrů z řady I a II (PŘÍLOHA P II.). Posuzovatelé preferovali více nesterilované vzorky (N0). Vzorek (SL0) byl tužší a tmavší než (N0).

6.5.2 Sensorické hodnocení po 6 měsících skladování

Vzorky sýrů obou řad byly po 6 měsících skladování hodnoceny ve znacích: vzhled a barva, chuť a vůně. Srovnáním vzorků (SL6) a (SS6) bylo zjištěno, že barva a vzhled u vzorků byly posuzovateli hodnoceny bez významného rozdílu, ale při vyhodnocení chuti a vůně byl upřednostněn vzorek (SL6). Mezi vzorky (SS6) a (ST6) a také u dvojice vzorků (SL6) a (ST6) došlo k významnému zhoršení jakosti s rostoucí teplotou skladování a to ve vzhledu a barvě, v chuti i vůni. Vývoj preferencí je graficky znázorněn v obrázcích (Obr.6. - 9.). Z grafů vyplývá, že posuzovatelé ve vzhledu a barvě, chuti a vůni nejlépe hodnotili sensorickou kvalitu u vzorku (SL6). Vzorek (SL6) byl hodnocen především jako „výborný“ až „velmi dobrý“, vzorek (SS6) jako „velmi dobrý“ až „dobrý“. Vzorek (ST6) byl hodnocen převážně stupněm „nevyhovující“ až „nepřijatelný“.

Dalším důležitým sensorickým znakem byla chuť a vůně. Vzorky (SL6) a (SS6) – „výborný“ až „velmi dobrý“, (ST6) – „méně dobrý“. U vzorků skladovaných při vyšších teplotách docházelo ke zhoršení sensorických znaků.

Pomocí pořadových zkoušek (PŘÍLOHA P III.) se hodnotily vzorky obou řad ve znacích: tuhost, tmavost a preference. Byly srovnány trojice vzorků; jako nejméně preferovaný vzorek byl u obou řad (ST6). Bylo zjištěno, že preference klesaly s rostoucí teplotou skladování. Nejvíce preferovaný byl vzorek (SL6). Intenzita tuhosti a současně i tmavší odstín vzorků narůstal s teplotou skladování a jako nejtěžší a nejtímavší byl ohodnocen vzorek (ST6). Nejméně tmavý byl vzorek (SL6).

6.5.3 Senzorické hodnocení po 12 měsících skladování

Vzorky sýrů obou řad byly hodnoceny i po 12 měsících skladování ve stejných znacích jako dříve. Hodnocené parametry se se vzrůstající teplotou uložení zhoršovaly díky intenzivnějším chemickým změnám, které byly popsány v kapitole 2.2. Grafické vyjádření vývoje je zaznamenáno na obrázcích (Obr.6. - 9.). Z grafů vyplývá, že posuzovatelé ve vzhledu a barvě, chuti a vůni nejlépe hodnotili sensorickou kvalitu u vzorku (SL12). Vzorek (SL12) byl označen převážně stupněm „výborný“ až „velmi dobrý“, vzorek (SS12) byl hodnocen jako „dobrý“ až „méně dobrý“. Vzorek sýra (ST12) byl hodnocen stupněm „nevyhovující“ až „nepřijatelný“. Vzorky sýrů byly v chuti a vůni hodnoceny následujícími stupni: (SL12) – „výborný“ až „velmi dobrý“, vzorky (SS12) – „méně dobrý“, a (ST12) – byl hodnocen jako „nepřijatelný“. Posuzovatelé u vzorků po 12-ti měsících skladování s vyššími teplotami zaznamenali výrazné zhoršení sensorických znaků ve srovnání se vzorky skladovaným při $6 \pm 2^\circ\text{C}$.

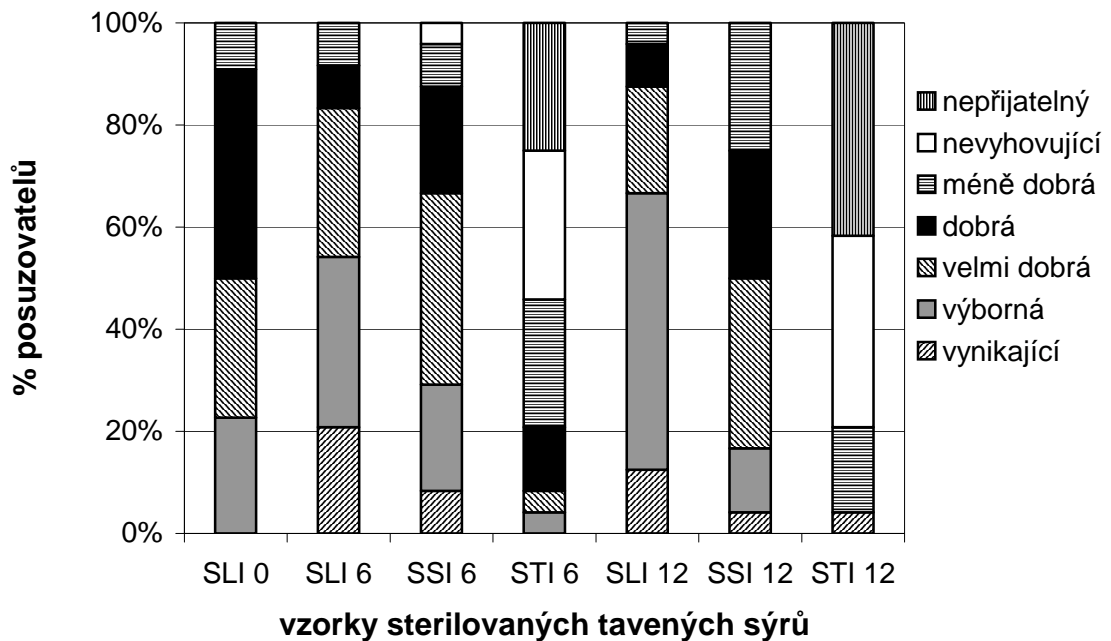
Po 12-ti měsících skladování byly provedeny párové porovnávací zkoušky (PŘÍLOHA P IV.) k určení preference tuhosti a odstínu vzorků obou řad. Nejvyšší preference z dvojice srovnávaných vzorků získal vždy vzorek, který byl uložený při nižší skladovací teplotě. Posuzovatelé upřednostnili vzorek (SL12) pak (SS12). Vyšší tuhost byly zaznamenána u (ST12). Mezi vzorky (SL12) a (SS12) nebyl prokázán významný rozdíl ve sledovaném znaku. Při hodnocení tmavosti mezi danými dvojicemi byly hodnotiteli jako tmavší hodnoceny vzorky (SS12) a (ST12), kdy intenzita tmavosti rostla s teplotou skladování.

6.5.4 Hodnocení vlivu doby skladování

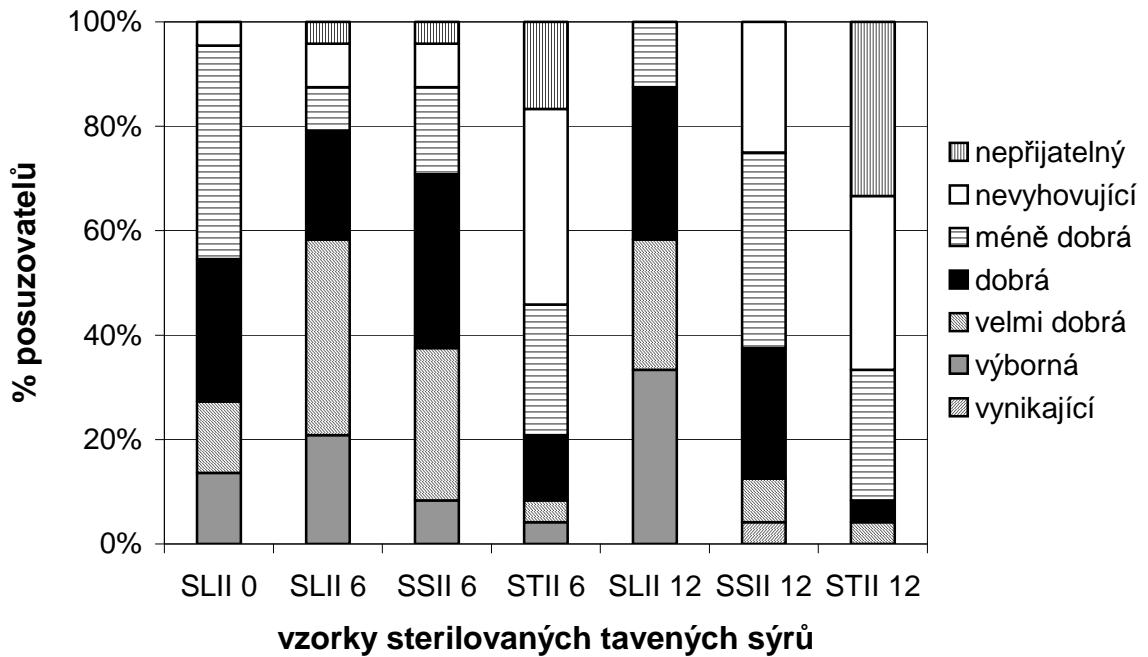
- Z výsledků 12-ti měsíčního skladování vzorků sýrů obou řad při chladírenské teplotě $6 \pm 2^\circ\text{C}$ vyplynulo, že u vzhledu a barvy, a také chuti a vůně, nedošlo během 12 měsíců k výraznějším změnám. Výrobky také nevykazovaly během skladování výrazné změny v konzistenci, lesku a v celkovém hodnocení.
- Vzorky sýrů obou řad skladované při laboratorní teplotě $23 \pm 2^\circ\text{C}$ vykazovaly zhoršování vzhledu a barvy, chutě a vůně se zvyšující se délkou skladování (12 měsíců). Byla prokázána i změna konzistence, lesku a celkového hodnocení

a tudíž byly vzorky posuzovateli méně preferovány ve 12 měsíci než při 6-ti měsíčním skladování.

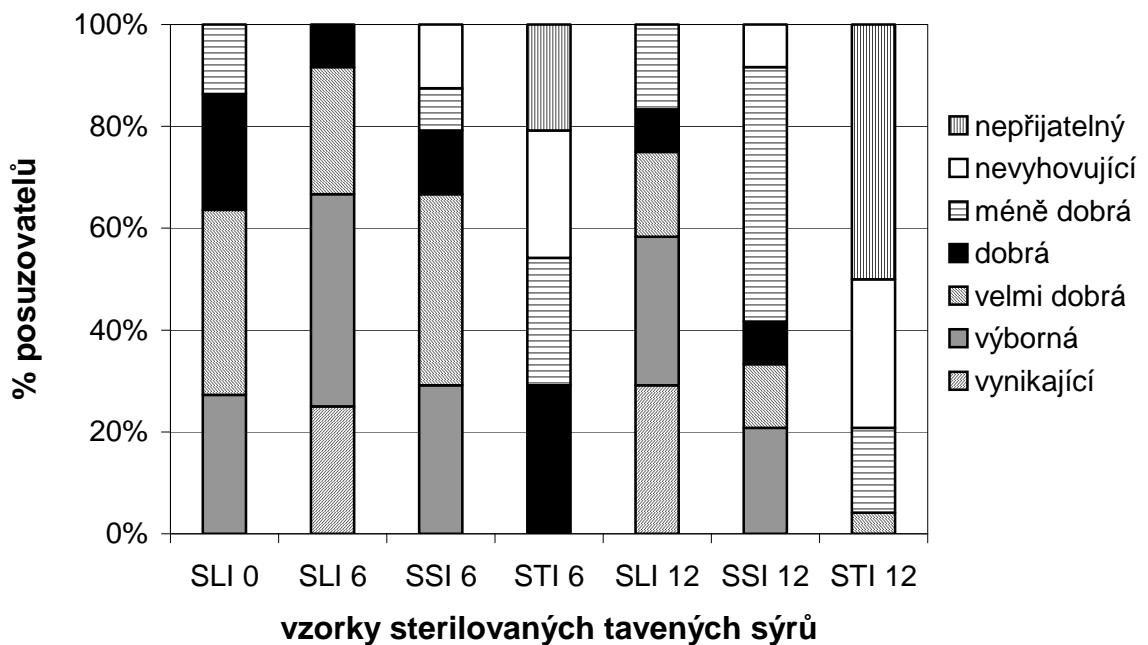
- Vzorky sýrů obou řad skladované při teplotě $40 \pm 2^\circ\text{C}$ vykazovaly nejhorší parametry u vzhledu a barvy ze všech realizovaných skladovacích teplot. Při hodnocení chuti a vůně bylo patrné, že díky rychlejšímu průběhu degradačních reakcí dochází ke vzniku takových produktů, které negativně ovlivňují hodnocené parametry. Zhoršila se také konzistence, lesk a celkové hodnocení sýrů.



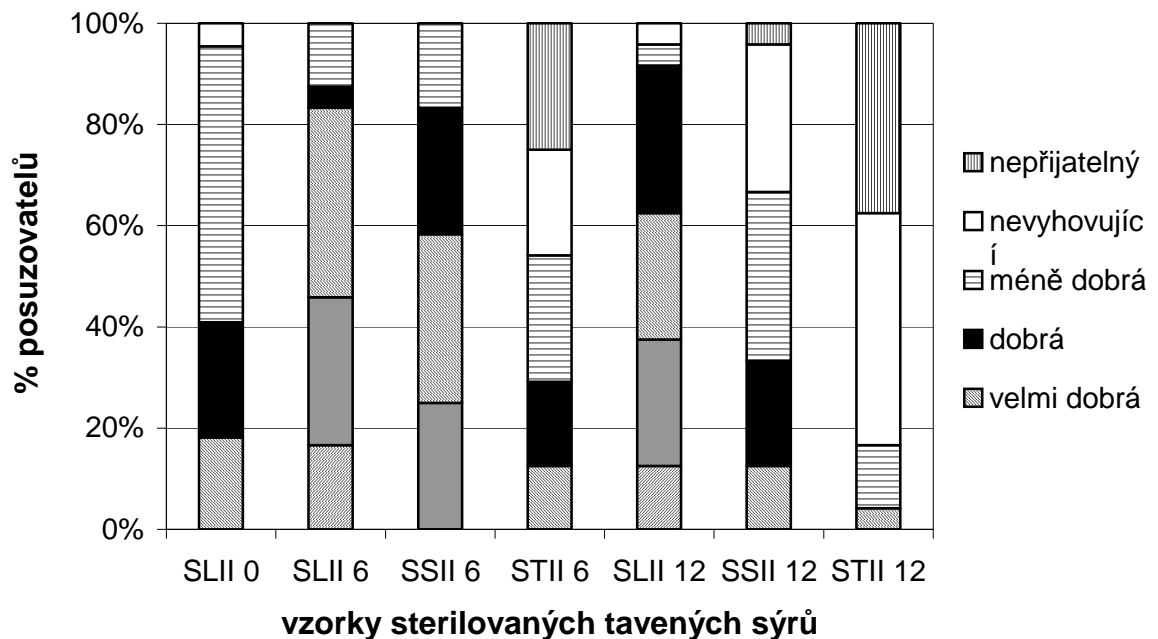
Obr. 6. Grafické vyhodnocení vzhledu a barvy u vzorků řady I po 6-ti a 12-ti měsících skladování



Obr. 7. Grafické vyhodnocení vzhledu a barvy u vzorků řada II po 6-ti a 12-ti měsících skladování



Obr. 8. Grafické vyhodnocení chutě a vůně u vzorků řada I po 6-ti a 12-ti měsících skladování



Obr. 9. Grafické vyhodnocení chutě a vůně vzorků řada II po 6-ti a 12-ti měsících skladování

6.6 Diskuze

V rámci diplomové práce byl sledován vliv sterilace na jakost taveného sýra a následné působení doby a teplot skladování na sterilované tavené sýry.

U jednotlivých vzorků byly provedeny mikrobiologické, chemické a senzorní analýzy. Mikrobiologické analýzy byly provedeny v rozsahu vyhlášky 132/2004 Sb. [56], která byla v době zadání diplomové práce platná. Hodnoceny byly parametry celkového počtu mikroorganismů, koliformních mikroorganismů, kvasinek a plísní. Vzorky sterilovaného taveného sýra byly podrobeny i termostátové zkoušce.

Mikrobiologickou analýzou bylo zjištěno, že při sterilaci taveného sýra byly zničeny vegetativní i sporulující formy sledovaných mikroorganismů, což koresponduje s [68]. Mikrobiologická kontrola nesterilovaných vzorků tavených sýrů uložených při 6°C a při 40°C po 6-ti měsících skladování potvrdila, že vzorky jsou v pořádku a z toho je zřejmá účinnost sterilačního režimu. U sterilovaných vzorků tavených sýrů došlo sterilačním záhřevem k inaktivaci přítomných vegetativních i sporulujících forem mikroorganismů. U nesterilovaných vzorků byl při 6°C zjištěn nárůst počtu kolonií tvořících jednotky

(KTJ) při hodnocení celkového počtu mikroorganismů, kvasinek a plísní.

Chemické analýzy spočívaly ve stanovení sušiny, měření pH, stanovení volného amoniaku, hrubé bílkoviny a obsahu jednotlivých esenciálních a neesenciálních aminokyselin.

Vyhodnocením chemických analýz bylo zjištěno, že u tavených sýrů nedochází k významným změnám hodnot sušiny výrobků. Vzorky taveného sýra byly zabaleny do hermeticky uzavřeného obalu, který díky bariérovým vlastnostem zajistil, že sterilační záhřev a také 12-ti měsíční skladování tavených sýrů nemají vliv na významné změny sušiny a konzistence. Uvedené závěry byly korespondují se závěry [42].

V důsledku sterilace došlo k mírnému snížení pH cca o jednu desetinu. V průběhu 12-ti měsíčního skladování sterilovaných vzorků nebyla pozorována významná změna pH. Tento výsledek lze s největší pravděpodobností přisoudit pufovacím schopnostem tavicích solí. Pouze u vzorků řady I skladovaných při $23 \pm 2^\circ\text{C}$ byl zaznamenán nárůst hodnoty pH o 0,1 až 0,2 po dobu skladování. Tato hodnota pH korespondovala s měkčí konzistencí ve srovnání se vzorky, které měly pH v blízkém okolí ideálního rozmezí 5,7 – 6,0. Podobná problematika se změnou pH byla již zaznamenána [33, 67].

Z výsledků stanovení obsahů jednotlivých aminokyselin vyplývá, že sterilačním zákrokem dochází ke snížení celkového obsahu aminokyselin přibližně o 2%, zejména serinu, histidinu, lyzinu, argininu a cysteinu. Dalším srovnávacím parametrem byla délka skladování a působení rozdílných skladovacích teplot. Statisticky významné změny byly zaznamenány u aminokyselin lyzinu a argininu, kdy došlo ke snížení jejich obsahu vlivem teploty a doby skladování. Také u kyseliny glutamové, valinu a fenylalaninu bylo snížení jejich obsahu ovlivněno zvyšující se teplotou a současně délkou skladování. U dalších sledovaných aminokyselin k tak jednoznačným poklesům obsahu nedošlo. Uvedené změny byly důsledkem chemických reakcí, které jsou ovlivněny vysokou skladovací teplotou a jsou charakteristické pro Maillardovy a Streckerovy reakce. Vzhledem ke změnám v obsahu esenciálních aminokyselin klesá jejich využitelnost [50, 51].

Vyhodnocením získaných výsledků volného amoniaku bylo zjištěno, že během skladování dochází k jeho nárůstu. Nejvyšší přírůstky vykazovaly vzorky sterilovaného taveného sýra po 12-ti měsících skladování při 40°C . Růst obsahu volného amoniaku u vzorků skladova-

ných při 23°C byl nižší než u vzorků skladovaných při 40°C. Nejnižší nárůst byl pozorován u vzorků skladovaných při 6°C. Zvýšený obsah amoniaku ve sterilovaných tavených sýrech odpovídá poklesu množství některých aminokyselin ve vzorcích sýra.

Změny pozorované ve vzorcích sterilovaného taveného sýra při analýze aminokyselin a volného amoniaku se plně projevují v sensorické analýze.

Senzorickou analýzou byly hodnoceny tavené sýry z hlediska vlivu sterilačního záhřevu, dále byl hodnocen vliv délky skladování a následné působení skladovací teploty na vzhled a barvu, chuť a vůni tavených sýrů.

Ze sensorického hodnocení (párová porovnávací zkouška) nesterilovaných a sterilovaných vzorků tavených sýrů jednoznačně vyplývá, že nesterilované vzorky byly všeobecně více preferovány. V důsledku sterilace vzorky ztmavly a vykazovaly tužší konzistenci. V průběhu 12-ti měsíčního skladování se sensorická jakost měnila. Při chladírenském skladování (6°C) nedocházelo k výrazným změnám sledovaných znaků (vzhled a barva, lesk, konzistence, chuť a vůně, celkové hodnocení). Vzorky byly po celou dobu skladování hodnoceny jako „výborné“ až „velmi dobré“. Při teplotě skladování 23°C se již změny jakosti projevovaly intenzivněji. V průběhu 12-ti měsíců se zkoumala chuť a vůně, vzhled a barva i lesk výrobků. Vzorky tmavly a stávaly se mírně tužší. Vzorky však zůstávaly „dobré“ popř. „méně dobré“ jakosti. K nejintenzivnějším změnám sensorické jakosti dochází v průběhu 12-ti měsíců skladování při 40°C. Významně se zhoršily všechny zkoumané parametry. Vzorky byly po 12-ti měsících velmi tmavé a tuhé ve srovnání s produkty uloženými při chladírenské teplotě. Vzorky uchovávané 12 měsíců při 40°C byly pro konzumaci nepřijatelné, což se projevilo už po 6-ti měsících skladování. Uvedené snížení sensorické kvality ve vzorcích byly ovlivněny rychlým průběhem chemických reakcí vzhledem k vysoké skladovací teplotě 40°C a vznikem produktů, které jsou charakteristické pro Maillardovy a Streckerovy reakce [10, 50, 51].

ZÁVĚR

Tavené sýry byly vyvinuty počátkem 20. století a jsou jednou z nejmladších skupin sýrů. Hlavním důvodem bylo připravit výrobek nepodléhající rychlým změnám jakostních znaků při transportu a skladování. V průběhu času začala narůstat obliba v jejich konzumaci. Sterilačním zákrokem si tavené sýry zachovávají dobrou kvalitu na minimálně 30 měsíců a to bez nároků na chladírenské podmínky.

V současné době jsou v České republice sterilované sýry vyráběny především pro zabezpečení stravování v krizových stavech, např. jako součást bojových dávek potravin pro příslušníky Armády České republiky a členů Integrovaného záchranného systému v krizových situacích. Byla navržena možnost zařadit sterilované tavené sýry i do stravovacích dávek pro mise v tropických a subtropických oblastech a nebo pro krizové stavy. Vyrobené sterilované tavené sýry byly po dobu 12-ti měsíců skladovány při teplotách 6°C, 23°C, 40°C. V průběhu skladování byly podrobeny mikrobiologické, chemické a senzorické analýze.

Ze získaných výsledků při hodnocení sterilovaných tavených sýrů bylo možné učinit tyto závěry:

- vlivem sterilačního záhřevu došlo ve sterilovaných tavených sýrech ke zničení vegetativních i sporulujících forem mikroorganismů,
- vyhodnocením obsahu aminokyselin ve vzorcích tavených sýrů před a po sterilačním záhřevu dochází ke snížení obsahu aminokyselin přibližně o 2 % zejména u serinu, histidinu, lyzinu, argininu a cysteinu,
- s délkou uskladnění (12 měsíců) a při působení rozdílných skladovacích teplot byl u aminokyselin lyzin, arginin, kyselina glutamová, valin, fenylylalanin, tyrozin zaznamenán statisticky významný úbytek,
- ztráty jsou u řady aminokyselin funkcí teploty a času skladování,
- při 6-ti měsíčním skladování vzorků sterilovaného taveného posuzovatelé preferovali především vzorky skladované při 6°C a označili je jako „velmi dobré“, vzorky skladované při 23°C byly ohodnoceny jako „dobré“, skladování vzorků sýra při 40°C označili již jako „nevyhovující“,

- po 12-ti měsíčním skladování vzorků sterilovaného taveného sýra posuzovatelé preferovali především vzorky skladované při 6°C a označili je jako „velmi dobré“, vzorky skladované při 23°C byly ohodnoceny jako „méně dobré“, skladování vzorků sýra při 40°C označili jako „nepřijatelné“.

Závěrem této práce můžeme zhodnotit, že po 12-ti měsíčním skladování si vzorky sterilovaných tavených sýrů zachovaly s ohledem na výsledky chemických a sensorických analýz dobrou kvalitu a to především při nižších skladovacích teplotách. Zvýšená skladovací teplota měla významný vliv nejenom na zhoršující se sensorickou kvalitu a zvyšující se množství volného amoniaku, ale také na úbytek řady aminokyselin. Vzhledem k délce minimální trvanlivosti (minimálně 30 měsíců) je sledování v průběhu 12-ti měsíců nedostatečné a proto doporučuji v započatém sledování pokračovat.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] CARIĆ ,M., Processed cheese products. In Fox, P.F. (ed.) *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Volume 2. Major Cheese Groups*, 2. ed. Elsevier Applied Science, London and New York, 1997, 467 – 505.
- [2] HUI, Y.H. Dairy science and technology handbook 2 product manufacturing. Wiley-VCH, 1993. 229 - 235 s. ISBN 1-56081-078-5
- [3] Fórum zdravé výživy (FZV) [online]. [cit. 2007-04-24]. Dostupný z WWW: http://www.fzv.cz/web/fzvposkytuje/tiskove-materialy/cesky_fenomen/syry_snidane
- [4] Vyhláška ministerstva zemědělství č. 77/2003 Sb., v platném znění
- [5] BUŇKA, F., HRABĚ, J. Tavené sýry. *Potravinářská revue*, 2006, 4, s. 13 – 16.
- [6] FOX, P. F., GUINEE, T. P., COGAN, T. M., MCSWEENEY, P. L. H. *Fundamentals of cheese science*. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland 2000. 429 – 451 s. ISBN 0-8342-1260-9.
- [7] Zákon č. 239/2000 Sb., v platném znění
- [8] Zákon č. 241/2000 Sb., v platném znění
- [9] KOPÁČEK, J. Jak vhodně komunikovat na téma sýr? (2.část). *Potravinářská revue*. 2005, 4, s. 23 – 26
- [10] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin I*. 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999. 352s. ISBN 80-902391-3-7.
- [11] BUŇKA, F., NOVÁK, V., KADIDLOVÁ, H. *Ekonomika výživy a výživová politika I*. 1.vyd, Zlín, 2006. 159s. ISBN 80-7318-429-X
- [12] MURRAY, R.K., GRANNER, D.K., MAYES, P.A., RODWELL, V.W. *Harperova biochemie*. 4. vyd. (v ČR). Jinočany: H+H, 2002, 872s.
- [13] DOSTÁLOVÁ, J. Výživová doporučení Společnosti pro výživu pro obyvatelstvo České republiky. *Potravinářská revue*. 2005, 1, s. 17 – 19.
- [14] MAROUNEK, K., BŘEZINA, P., ŠIMŮNEK, J. *Fyziologie a hygiena výživy*. 2. vyd. Vyškov: VVŠ PV Vyškov, 2003. 76s. ISBN 80-7231-106-9.

- [15] PÁNEK, J., POKORNÝ, J., DOSTÁLOVÁ, J. *Základy výživy a výživová politika*. 1.vyd. Praha: VŠCHT, 2002. 219s. ISBN 80-7080-468-8.
- [16] Stránky světové zdravotnické organizace [online]. [cit. 2007-04-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.who.int/en/>>
- [17] Fórum zdravé výživy (FZV) [online]. [cit. 2007-04-24]. Dostupný z WWW:<http://www.fzv.cz/web/fzvposkytuje/tiskove-materialy/cesky_fenomen/syry_vyznam>
- [18] Český statistický úřad [online]. [cit. 2007-04-24]. <http://www.czso.cz/czu/2006edicniplan.nsf/publ/3004-06-v_roce_2005>
- [19] SCHÄFFER, B., SZAKÁLY, S., LÖRINCZY, D., SCHÄFFER, B. Processed cheeses made with and without peptization. *Journal of thermal analysis and calorimetry*, Vol. 64 (2001), 671-679.
- [20] GUÉGEN, L., POINTILLART, A. The Bioavailability Of Dietary Calcium. *J.Am.Coll.Nutr.*2000, 2, 119-136.
- [21] *Potravinové tabulky: Část 1, Chemické složení a energetický obsah poživatin v hodnotách jedlého podílu*. 1.vyd. Praha: Společnost pro výživu, 1992. 69 s. ISBN 80-85120-42-9.
- [22] SCHÜCK, O. *Poruchy metabolismu vody a elektrolytů v klinické praxi*. GRADA Publishing, spol. s r. o., 2000. 224 s. ISBN 80-247-9020-3.
- [23] POKORNÝ J. a kol., *Přehled fyziologie člověka II. díl*. 3. vyd. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2002. 255s.ISBN 80-246-0229-6.
- [24] GAJDŮŠEK, S. *Laktologie*. 1. vyd. Brno: MZLU, 2003. 78s.
- [25] BOHÁČ, V. *Výroba tavených sýrů*. 1 vyd. Praha: SNTL, 1964. 200s.
- [26] GUINEE, T.P. Pasteurized processed cheese products. In Roginski, H., Fuquay, J.W., Fox, P.F. *Encyklopedia of Dairy Science*, Volume 1. London: Elsevier Science, 2003, 416-418.
- [27] NEY, K.H. *Gerät zur Messung des Biegebruchverhaltens von Schmelzkäsescheiben*. *Alimenta*, 2,1988, 31-36.

- [28] BUŇKA, F. *Vliv sterilizačního záhřevu na jakost tavených sýrů určených pro krizové situace* [Disertační práce]. Vyškov, 2004. 111s.
- [29] MAYER, K.H. Bitterness in processed cheese caused by an overdose of a specific emulsifying agent? *Int. Dairy J.* 11, 2001, 533-542.
- [30] GAJDŮŠEK, S. *Mlékařství I. část.* 1. vyd. Brno: MZLU, 1998. 228 s. ISBN 80-7157-342-6
- [31] BŘEZINA, P., ČURDA, L., VONDRUŠKA, V., PLACHÝ, B., BARTOŠEK, V. *Mlékárenské výrobky fortifikované fosfolipidy*. Autorské osvědčení 237476, 1987.
- [32] BŘEZINA, P., JELÍNEK, J. *Chemie a technologie mléka I. a II. část.* 1. vyd. Praha: VŠCHT, 1990. 325 s.
- [33] MARCHESSEAU, S., GASTALDI, E., LAGAUDE, A., CUQ, J.L. Influence of pH on Protein Interactions and Microstructure of Process Cheese. *Journal of Dairy Science.* 80, 1997, 1483-1489.
- [34] FORMAN, L. kol. *Mlékárenská technologie II.* 2. vyd. Praha: VŠCHT, 1996, 228 s. ISBN 80-7080-250-2.
- [35] PISKA, I., ŠTĚTINA, J. Influence of cheese ripening and rate of cooling of the processed cheese mixture on rheological properties of processed cheese. *Journal of Food Engineering.* 61, 2004, 551-555.
- [36] Zákon č. 110/1997 Sb., v platném znění
- [37] Zákon č. 258/2000 Sb., v platném znění
- [38] Vyhláška ministerstva zdravotnictví č. 38/2001 Sb., v platném znění
- [39] VALERO, E., VILLAMIEL, M., MIRALLES, B., SANZ, J., MARTÍNEZ-CASTRO, I. Changes in flavour and volatile components during storage of whole and skimmed UHT milk, *Food Chemistry.* 72, 2001. 51-58.
- [40] GAAFAR, A. M. Chemical changes in ultra-heat-treated milk during storage. 2. Production of volatile flavour compounds. *Milchwissenschaft,* 46, 1991. 33-35.
- [41] SUNESEN, L.O., LUND, P., SØRENSEN, J., HØLMER, G. Development of Volatile Compounds in Processed Cheese during Storage. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie.* 35, 2002. 128-134.

- [42] SCHÄR, W., BOSSET, J. O. Chemical and Physico-chemical Changes in Processed Cheese and Ready-made Fondue during Storage. A Review. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*. 35, 2002.15-20.
- [43] CHAMBRE, M., DAURELLES, J. Le Fromage fondu. In: ECK, A., GILLIS, J.C. (Coordinateurs). *Le Fromage*. Paris: Technique et documentation Lavoisier, 3rd Edn, 1997. 691-708.
- [44] KYZLINK, V. *Základy konzervace potravin*. 2. vyd. SNTL Praha 1980. 516 s.
- [45] MAFART, P., COUVERT, O., LEGUÉRINEL, I. Effect of pH on the heat resistance of spores. Comparison of two models. *Int. J. Food Microbiol.* 63, 2001. 51-56.
- [46] GLASS, K., DOYLE, M.E. Safety of Processed Cheese, A Review of the Scientific Literature. *Food Research Institute*. University of Wisconsin Madison, 2005. 1-11.
- [47] INGR, I. *Základy konzervace potravin*. 1. vyd. Brno: MZLU, 1999, 119
- [48] BYLUND, G. *Dairy Processing Handbook*. Lund: Tetra Pak Processing Systems, 1995, 436 s.
- [49] Sterilační technologie – ASEPTTECH [online]. [cit. 2007-04-24]. <http://www.aseptech.com/uht.htm>
- [50] FRIEDMAN, M. Food Browning and Its prevention: An Overview. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 44, number 3. 1996.
- [51] FOX, P.F., MCSWEENEY, P.L.H. Dairy Chemistry and Biochemistry. *Thomson Science, First edition*. 1998. ISBN 0 412 72000 0.
- [52] STEFFAN, W., BALZER, H.H., LIPPERT, F., SAMBOR, B. C., BRADBURY, A.G., HENLE, T. Characterization of casein lactosylation by capillary electrophoresis and mass spectrometry. *Eur Food Technol*, 222, 2006. 467-471.
- [53] BAPTISTA, J.A.B., CARVALHO, R.C.B. Indirect determination of Amadori compounds in milk-based products by HPLC/ELSD/UV as an index of protein deterioration. *Food Research Internacional*, 37, 2004. 739-747.

- [54] MESSIA, M.C., CANDIGLIOTA, T., MARCONI, E. Assessment of quality and technological characterization of lactose-hydrolyzed milk. *Food Chemistry*, 2007.
- [55] JING, H., KITTS, D.D. Chemical and biochemical properties of casein-sugar Maillard reaction products. *Food and Chemical Toxicology*, 40, 2002. 1007-1015.
- [56] Vyhláška ministerstva zdravotnictví č.132/2004 Sb. v současné době je neplatná.
- [57] ČSN ISO 6610, Mléko a mléčné výrobky – Stanovení počtu jednotek mikroorganismů tvořící kolonie – Technika počítání kolonií vykultivovaných při 30°C. Praha: Český normalizační institut, 1999.
- [58] ČSN ISO 5541/1, Mléko a mléčné výrobky – Stanovení počtu koliformních bakterií – Část 1: Technika počítání kolonií vykultivovaných při 30°C. Praha: Český normalizační institut, 1999.
- [59] ČSN ISO 6611, Mléko a mléčné výrobky – Stanovení počtu jednotek kvasinek a/nebo plísní tvořících kolonie – Technika počítání kolonií vykultivovaných při 25°C. Praha: Český normalizační institut, 1999.
- [60] ČSN 56 0100, Mikrobiologické zkoušení potravin, předmětů běžného užívání a prostředí potravinářských provozoven - Termostatová zkouška.
- [61] DAVÍDEK, J. a kol. *Laboratorní příručka analýzy potravin*. 1.vyd. Praha: SNTL, 1997. 720s.
- [62] INDRA, Z., MIZERA, J. *Chemické kontrolní metody pro obor zpracování mléka*. 1.vyd. Praha, 1992. 273s.
- [63] PIPEK, P., DOBIÁŠ, J., MÍKOVÁ, K., VOTAVOVÁ, L., ČURDA, D. *Návody pro laboratorní cvičení z technologie neúdržných potravin*. 2. vyd. Praha: VŠCHT, 1991.
- [64] INGR, I., SIMEONOVÁ, J. *Mlékařství a hodnocení živočišných výrobků. Část II. Návody do cvičení*. 1.vyd. Brno: VŠZ, 1986.
- [65] HRABĚ, J., KRÍŽ, O., BUŇKA, F. *Senzorická analýza potravin II. Statistické metody*. 1.vyd. Zlín: UTB 2007. 114s. ISBN 978-80-7318-494-0.

-
- [66] ČSN ISO 8586-1, Sensorická analýza. Obecná směrnice pro výběr, výcvik a sledování činnosti posuzovatelů. Část 1: Vybraní posuzovatelé.
- [67] LEE, S.K., KLOSTERMEYER, H. The Effect of pH on the Rheological Properties of Reduced-fat Model Processed Cheese Spreads. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 36, 2003. 339-345.
- [68] ICMSF, *International Commission on Microbiological Specifications for Foods*. Microorganismus in foods 6. Second edition, New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers. 2005, 766p.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

tv _s	tuk v sušině.
SUFA	nasycené mastné kyseliny
MUFA	monoenové mastné kyseliny
PUFA	polyenové mastné kyseliny
WHO	(World Health Organization) Světová zdravotnická organizace
AMK	aminokyseliny
UHT	(Ultra Heat Temperature) ultra vysoký záhřev
D	Decimal reduction time
w/w	hmotnostní procento
ČSN	Česká technická norma
CPM	celkový počet mikroorganismů
KTJ	kolonie tvořící jednotky
GC/MS	plynová chromatografie/hmotnostní spektrometrie

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Spotřeba mléka a mléčných výrobků v hodnotě mléka (bez másla) v letech 1990-2005 (litr/obyvatele).....	17
Obr. 2. Schématické znázornění hlavních aktivit vápníku v těle.....	19
Obr.3. Schématické znázornění struktury přírodního sýru. Síť je tvořena micelami parakaseinu (O), tukovou fází (●), volnou vodou (-).....	22
Obr. 4. Chemická reakce výměny iontů sodíku za ionty vápníku při procesu tavení. A– anion tavicí soli, SER – aminokyselina serin [1].....	24
Obr. 5. Termoinaktivační čáry vybraných skupin mikroorganismů a termodestrukční křivka $C^*=1$ (barevná změna) [49].....	33
Obr. 6. Grafické vyhodnocení vzhledu a barvy u vzorků řady I po 6-ti a 12-ti měsících skladování	60
Obr. 7. Grafické vyhodnocení vzhledu a barvy u vzorků řada II po 6-ti a 12-ti měsících skladování	61
Obr. 8. Grafické vyhodnocení chutě a vůně u vzorků řada I po 6-ti a 12-ti měsících skladování	61
Obr. 9. Grafické vyhodnocení chutě a vůně vzorků řada II po 6-ti a 12-ti měsících skladování	62

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Dvojice vzorků sýrů srovnané párovou porovnávací zkouškou	48
Tab. 2. Množství KTJ v nesterilovaném a sterilovaném taveném sýru na vstupu (4 týdny po výrobě)	50
Tab. 3. Množství KTJ v nesterilovaném a sterilovaném taveném sýru po 6-ti měsících skladování	51
Tab. 4. Hodnoty sušiny a pH vzorků sýrů I a II řady na vstupu 0, po 6-ti a 12-ti měsících, uložených v lednici $6 \pm 2^\circ\text{C}$ (SL), při laboratorní teplotě $23 \pm 2^\circ\text{C}$ (SS), v termostatu $40 \pm 2^\circ\text{C}$ (ST), nesterilovaný vzorek (N).....	52
Tab. 5. Tuk v sušině stanovený v nesterilovaných (N) a sterilovaných (SL) tavených sýrech	52
Tab. 6. Průměrný obsah aminokyselin v I a II řadě v nesterilovaných a sterilovaných tavených sýrech v g/kg ($P < 0,05$).....	53
Tab. 7. Průměrný obsah aminokyselin (v g/kg) ve sterilovaných tavených sýrech řady I ($P < 0,05$)	54
Tab. 8. Průměrný obsah aminokyselin (v g/kg) ve sterilovaných tavených sýrech řady II ($P < 0,05$).....	55
Tab. 9. Průměrný obsah NH_3 (mg/kg) ve sterilovaných tavených sýrech řady I a II	57

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I. STUPNICE PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ.....	77
PŘÍLOHA P II. PROTOKOL PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ TAVENÝCH SÝRŮ - VSTUP.....	79
PŘÍLOHA P III. PROTOKOL PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ TAVENÝCH SÝRŮ – 6. MĚSÍCŮ SKLADOVÁNÍ	80
PŘÍLOHA P IV. PROTOKOL PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ TAVENÝCH SÝRŮ – 12 MĚSÍCŮ SKLADOVÁNÍ	82
PŘÍLOHA P V. OBSAH AMINOKYSELIN V TAVENÝCH SÝRECH I ŘADA, SROVNÁNÍ NESTERILOVANÉHO A STERILOVANÉHO TAVENÉHO SÝRA NA VSTUPU [g/kg]	84
PŘÍLOHA P VI. OBSAH AMINOKYSELIN V TAVENÝCH SÝRECH II ŘADA, SROVNÁNÍ NESTERILOVANÉHO A STERILOVANÉHO TAVENÉHO SÝRA NA VSTUPU [g/kg]	85
PŘÍLOHA P VII. OBSAH AMINOKYSELIN V TAVENÝCH SÝRECH I ŘADA, SROVNÁNÍ V PRŮBĚHU 12-TI MĚSÍCŮ SKLADOVÁNÍ (SL), (SS), (ST) [g/kg]	86
PŘÍLOHA P VIII OBSAH AMINOKYSELIN V TAVENÝCH SÝRECH II ŘADA, SROVNÁNÍ V PRŮBĚHU 12-TI MĚSÍCŮ SKLADOVÁNÍ (SL), (SS), (ST) [g/kg]	87
PŘÍLOHA P IX. GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮMĚRNÝCH HODNOT NÁRŮSTU NH ₃ V I A II ŘADĚ STERILOVANÝCH TAVENÝCH SÝRŮ V PRŮBĚHU 12 MĚSÍCŮ V RŮZNÝCH PODMÍNKÁCH SKLADOVÁNÍ	88

PŘÍLOHA P I. STUPNICE PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ

Vzhled a barva

1. **Vynikající** – barva smetanově bílá, stejnorodá, bez cizích odstínů. Sýr hladký, lesklý.
2. **Výborná** – nepatrná odchylka od deklarované barvy a vzhledu, bez cizích odstínů, homogenní, typická pro smetanový tavený sýr. Změny barvy způsobené osycháním sýru, oxidačními změnami vyloučeny. Vzhled bez jakýchkoliv známek deformace, čistý, hladký, lesklý.
3. **Dobrá** – barva odpovídá druhu taveného sýra, je homogenní s vyloučením mramorování barvy. Vzhled vykazuje odchylky způsobené mírnou deformací tvaru, drobnější závady v hladkosti povrchu, povrch sýra je nepatrně matný, stále však hladký.
5. **Méně dobrá** – barva odpovídá druhu taveného sýra, je homogenní s nepatrnými náznaky mramorování barvy. Vzhled vykazuje odchylky způsobené deformací tvaru, drobnější závady v hladkosti povrchu, povrch sýra je mírně matná, mírné odchylky v hladkosti.
6. **Nevyhovující** – barva mírně nehomogenní (mramorovitá), povrch sýra matný bez lesku, na povrchu mírné barevné změny v důsledku oxidativních změn.
7. **Nepřijatelný** – barva na povrchu i v těstě nehomogenní, silné oxidativní změny na povrchu, výskyt plísně, značná deformace povrchu, vzhled narušen duřením sýra, vytavený, oddělený tuk.

Lesk sýra

1. **Vynikající vysoký lesk** – sýr s vynikajícím leskem
2. **Výborný lesk**
3. **Dobrý lesk**
4. **Uspokojivý lesk**
5. **Méně dobrý lesk**
6. **Nevyhovující lesk**
7. **Naprosto nevhovující lesk** – naprosto matný sýr

Konzistence

1. **Vynikající** – lehce roztíratelná, plastická, dokonale utavená, bez vzduchových dutin, homogenní, bez výskytu neutavených kousků sýra.
2. **Výborná** – konzistence výborně roztíratelná, jemná, nelepivá.
3. **Velmi dobrá** – roztíratelnost velmi dobrá, nepatrně tužší nebo měkčí.
4. **Dobrá** – roztíratelnost dobrá, mírně tužší nebo měkčí, slabě lepivá.
5. **Méně dobrá** – roztíratelnost horší, tužší, pastovitá nebo měkčí, lepivá.
6. **Nevyhovující** – lepivá, tuhá, řídká, nehomogenní, špatně roztíratelná.

7. **Nepřijatelná** – velmi tuhá až drobivá, silně lepivá, rozbředlá, nehomogenní s oddělujícím se tukem, zduřelá s výskytem provzdušnění, silně krupičkovitá, roztékavá

Chuť a vůně

1. **Vynikající** – chuť jemná, mléčně sýrová, nebo máslová, smetanová, jemné sýrově nasládlá, výrazná. Vůně čistá velmi harmonická, cizí příchutě jsou vyloučeny.
2. **Výborná** – nepatrné odchylky od vynikající chuti a vůně harmonická, sýrová, nebo máslová, smetanová, jemně mléčně nakyslá nebo nasládlá, typická, cizí příchutě vyloučeny.
3. **Velmi dobrá** – mírné odchylky od vynikající chuti a vůně, přesto harmonická, odpovídající deklarovanému druhu, přirozeně mléčně nakyslá nebo nasládlá, typická, cizí příchutě vyloučeny.
4. **Dobrá** - chuť a vůně typická pro smetanový tavený sýr s odchylkami ne zásadního charakteru, avšak charakteristická a čistá pro deklarovaný druh.
5. **Méně dobrá** – výskyt cizích příchutí ve velmi malé intenzitě, méně harmonická, slabě nahořklá nebo slanější, slabá příchut' po tavicích solích, mírně kyselejší, dílčí odchylky v chuti, slabě nečistá, slabě kvasničná.
6. **Nevyhovující** – výskyt cizích příchutí, méně harmonická, nahořklá, slanější, příchut' po tavicích solích, kyselejší, mírně oxidovaná, dílčí odchylky v chuti, mírně nečistá, mírně kvasničná.
7. **Nepřijatelná** – nečistá, žluklá, slaná, hořká, cizí, netypická, silně oxidovaná (žluklá), zatuchlá, kvasnicová, ostře kyselá aj.

Celkové hodnocení

Zohledňují se všechny ukazatele, prioritní postavení mají **chuť a vůně**, dalšími relevantními ukazateli jsou **vzhled a barva a konzistence**, ostatní deskriptory mají pouze „poradní sílu“

1. **Vynikající** – chuť a vůně musí mít hodnocení vynikající, ve všech ostatních relevantních ukazatelích ne hůře než výborný
2. **Výborný** – chuť a vůně musí mít hodnocení ne horší než výborný, ve všech ostatních relevantních ukazatelích ne hůře než velmi dobrý.
3. **Velmi dobrý** – chuť a vůně musí mít hodnocení ne horší než dobrý, ve všech ostatních relevantních ukazatelích ne hůře než dobrý.
4. **Dobrá** – chuť a vůně musí mít hodnocení ne horší než dobrý, ve všech ostatních ukazatelích ne hůře než méně dobrý.
5. **Méně dobrý** – tavený sýr hodnocený ve všech ukazatelích ne hůře než méně dobrý.
6. **Nevyhovující** – tavený sýr hodnocený ve všech ukazatelích ne hůře než nevyhovující.
7. **Naprosto nevyhovující** – tavený sýr, který je u jakéhokoliv ukazatele hodnocen jako naprosto nevyhovující.

PŘÍLOHA P II. PROTOKOL PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ TAVENÝCH SÝRŮ - VSTUP

Jméno:

Datum a hodina:

Podpis:

Senzorické hodnocení pomocí stupnic (zapište zvolený stupeň)

Tavený sýr	Znak				
	Vzhled a barva	Lesk	Konzistence	Chuť a vůně	Celkové hodnocení
A					
B					
C					
D					

Párová porovnávací zkouška

Vzorky A a C: Kterému vzorku dáváte přednost?

Vzorky A a C: Který vzorek má tužší konzistenci?

Vzorky A a C: Který vzorek má tmavší barvu?

Vzorky B a D: Kterému vzorku dáváte přednost?

Vzorky B a D: Který vzorek má tužší konzistenci?

Vzorky B a D: Který vzorek má tmavší barvu?

Poznámky

Tavený sýr	Poznámky
A	
B	
C	
D	

PŘÍLOHA P III. PROTOKOL PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ TAVENÝCH SÝRŮ
 – 6. MĚSÍCŮ SKLADOVÁNÍ

Jméno:

Datum a hodina:

Podpis:

Senzorické hodnocení pomocí stupnic (zapište zvolený stupeň)

Tavený sýr	Znak				
	Vzhled a barva	Lesk	Konzistence	Chuť a vůně	Celkové hodnocení
A					
B					
C					
D					
E					
H					

Pořadové zkoušky

Seřad'te sterilované tavené sýry A, C a D podle tuhosti (1 – tavený sýr nejméně tuhý, 3 – tavený sýr nejtužší; dva sterilované sýry by neměly mít stejné číslo)

Tavený sýr	A	C	D
Tuhost			

Seřad'te sterilované tavené sýry A,C a D podle tuhosti (1 – tavený sýr nejméně tuhý, 3 – tavený sýr nejtužší; dva sterilované sýry by neměly mít stejné číslo)

Tavený sýr	B	E	H
Tuhost			

Seřad'te sterilované tavené sýry A, C a D podle odstínu - tmavosti (1 – tavený sýr nejméně tmavý, 3 – tavený sýr nejtmavší; dva sterilované sýry by neměly mít stejné číslo)

Tavený sýr	A	C	D
Tmavost			

Seřad'te sterilovaní tavené sýry B, E a H podle odstínu - tmavosti (1 – tavený sýr nejméně tmavý, 3 – tavený sýr nejtmaavší; dva sterilované sýry by neměly mít stejné číslo)

Tavený sýr	B	E	H
Tmavost			

Seřad'te sterilovaní tavené sýry A,C a D podle svých preferencí (1 – tavený sýr nejlepší, 3 – tavený sýr horší; dva sterilované sýry by neměly mít stejné číslo)

Tavený sýr	A	C	D
Preference			

Seřad'te sterilovaní tavené sýry B, E a H podle svých preferencí (1 – tavený sýr nejlepší, 3 – tavený sýr horší; dva sterilované sýry by neměly mít stejné číslo)

Tavený sýr	B	E	H
Preference			

**PŘÍLOHA P IV. PROTOKOL PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ TAVENÝCH SÝRŮ
– 12 MĚSÍCŮ SKLADOVÁNÍ**

Jméno:

Datum a hodina:

Podpis:

Senzorické hodnocení pomocí stupnic (zapište zvolený stupeň)

Tavený sýr	Znak				
	Vzhled a barva	Lesk	Konzistence	Chuť a vůně	Celkové hodnocení
A					
B					
C					
D					
E					
H					

Párová porovnávací zkouška

Vzorky A a D: Kterému vzorku dáváte přednost?

Vzorky A a D: Který vzorek má tužší konzistenci?

Vzorky A a D: Který vzorek má tmavší barvu?

Vzorky D a H: Kterému vzorku dáváte přednost?

Vzorky D a H: Který vzorek má tužší konzistenci?

Vzorky D a H: Který vzorek má tmavší barvu?

Vzorky C a E: Kterému vzorku dáváte přednost?

Vzorky C a E: Který vzorek má tužší konzistenci?

Vzorky C a E: Který vzorek má tmavší barvu?

Vzorky B a E: Kterému vzorku dáváte přednost?

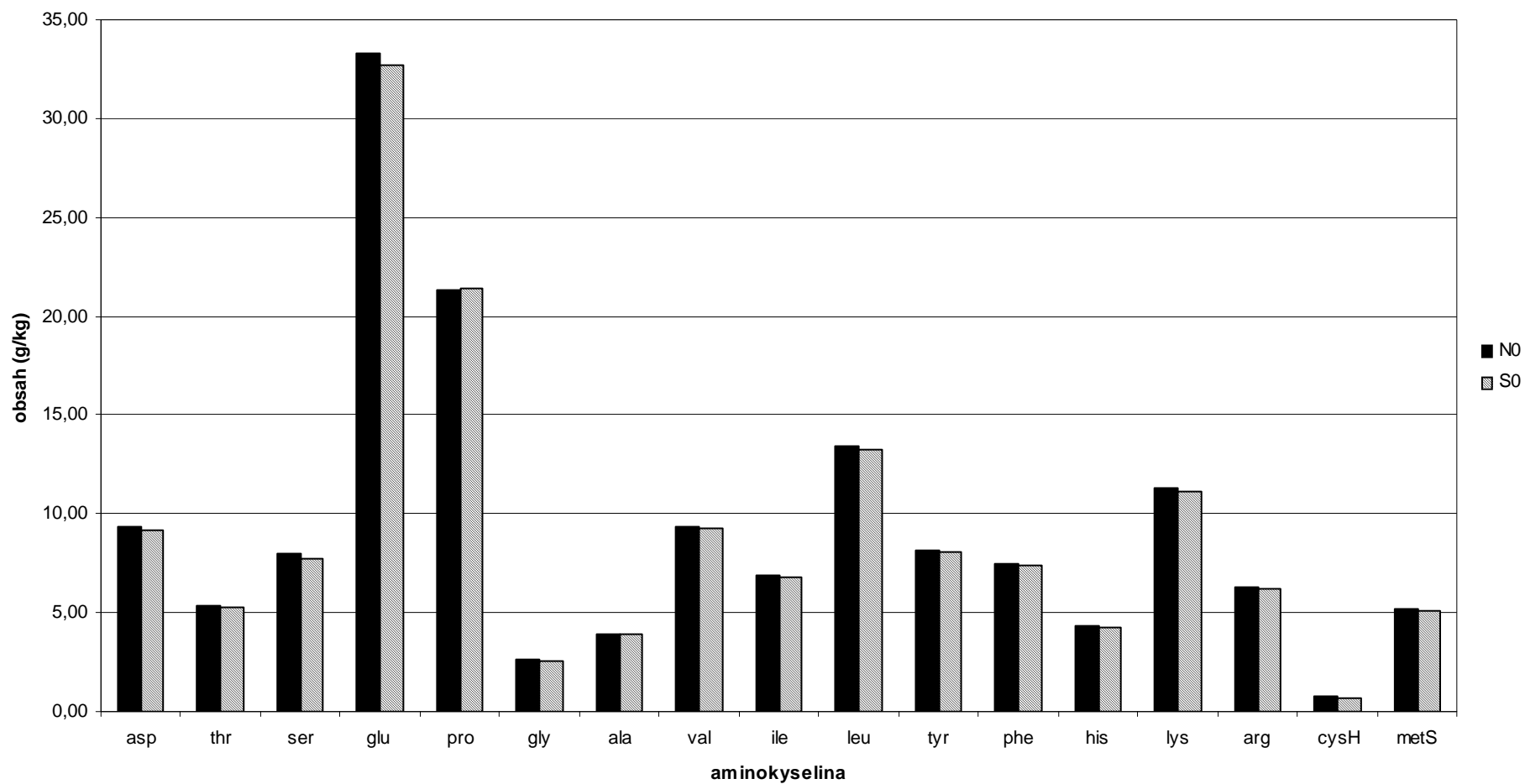
Vzorky B a E: Který vzorek má tužší konzistenci?

Vzorky B a E: Který vzorek má tmavší barvu?

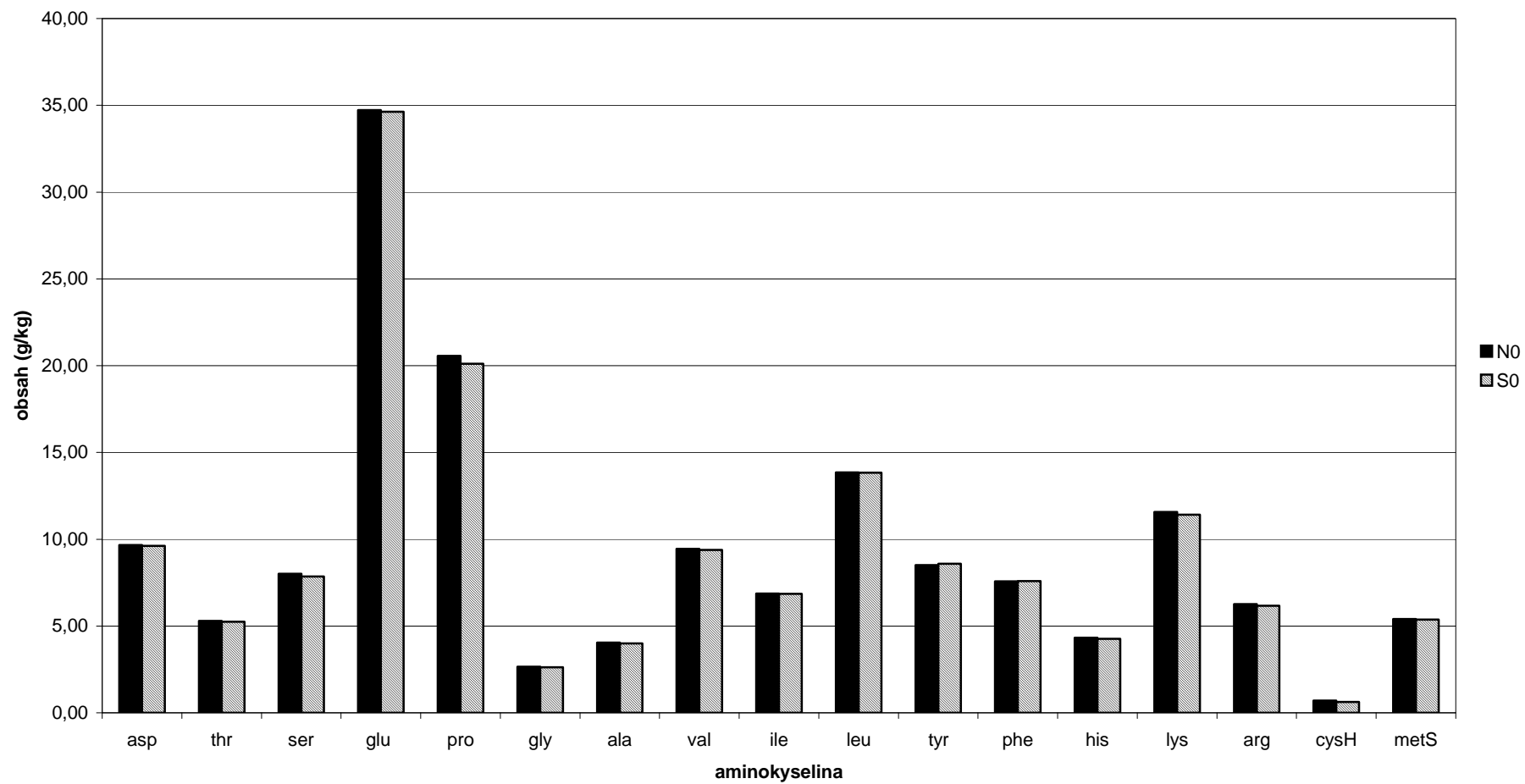
Poznámky

Tavený sýr	Poznámky
A	
B	
C	
D	
E	
H	

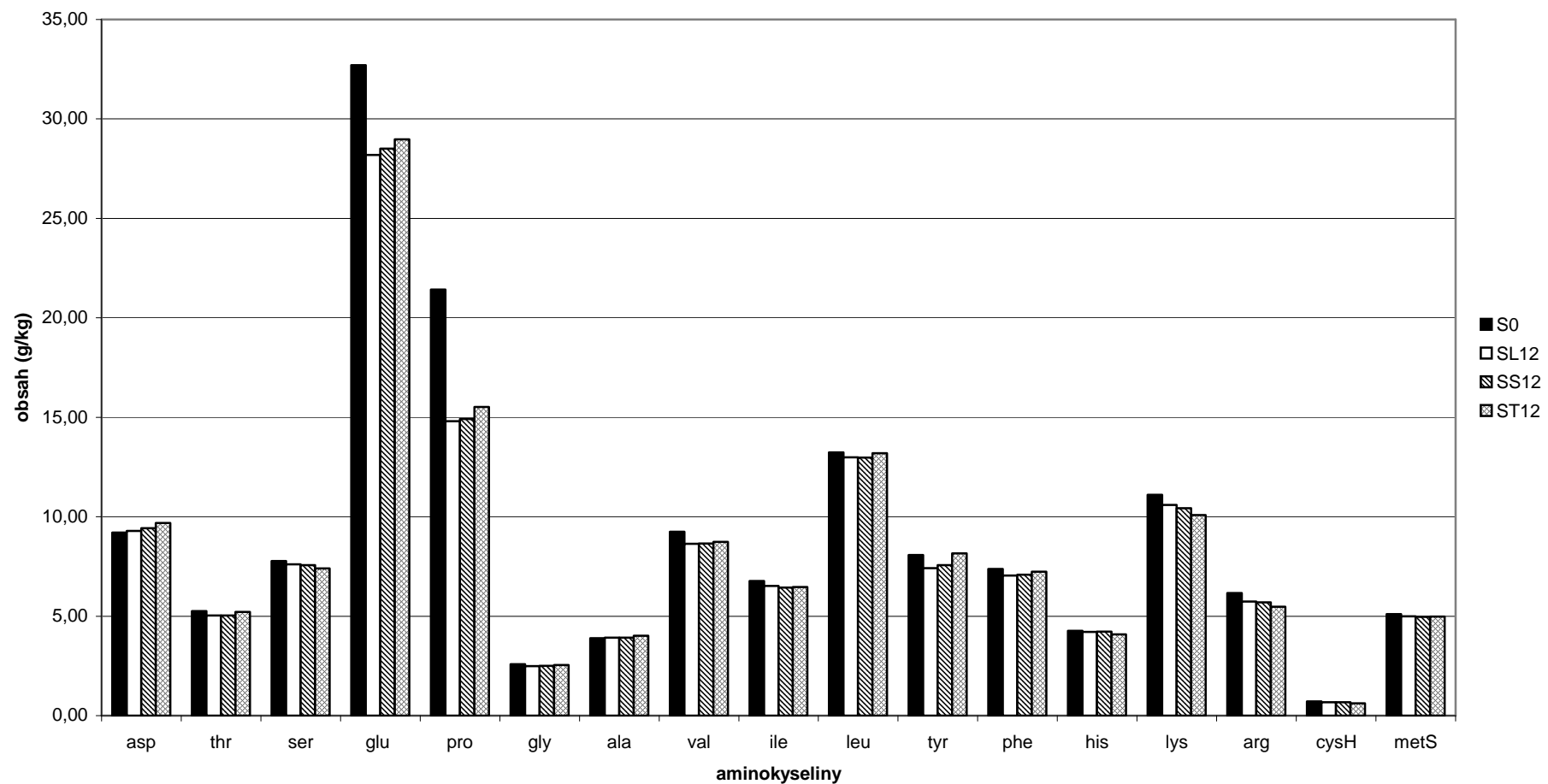
PŘÍLOHA P V. OBSAH AMINOKYSELIN V TAVENÝCH SÝRECH I ŘADA, SROVNÁNÍ NESTERILOVANÉHO A STERILOVANÉHO TAVENÉHO SÝRA NA VSTUPU [g/kg]



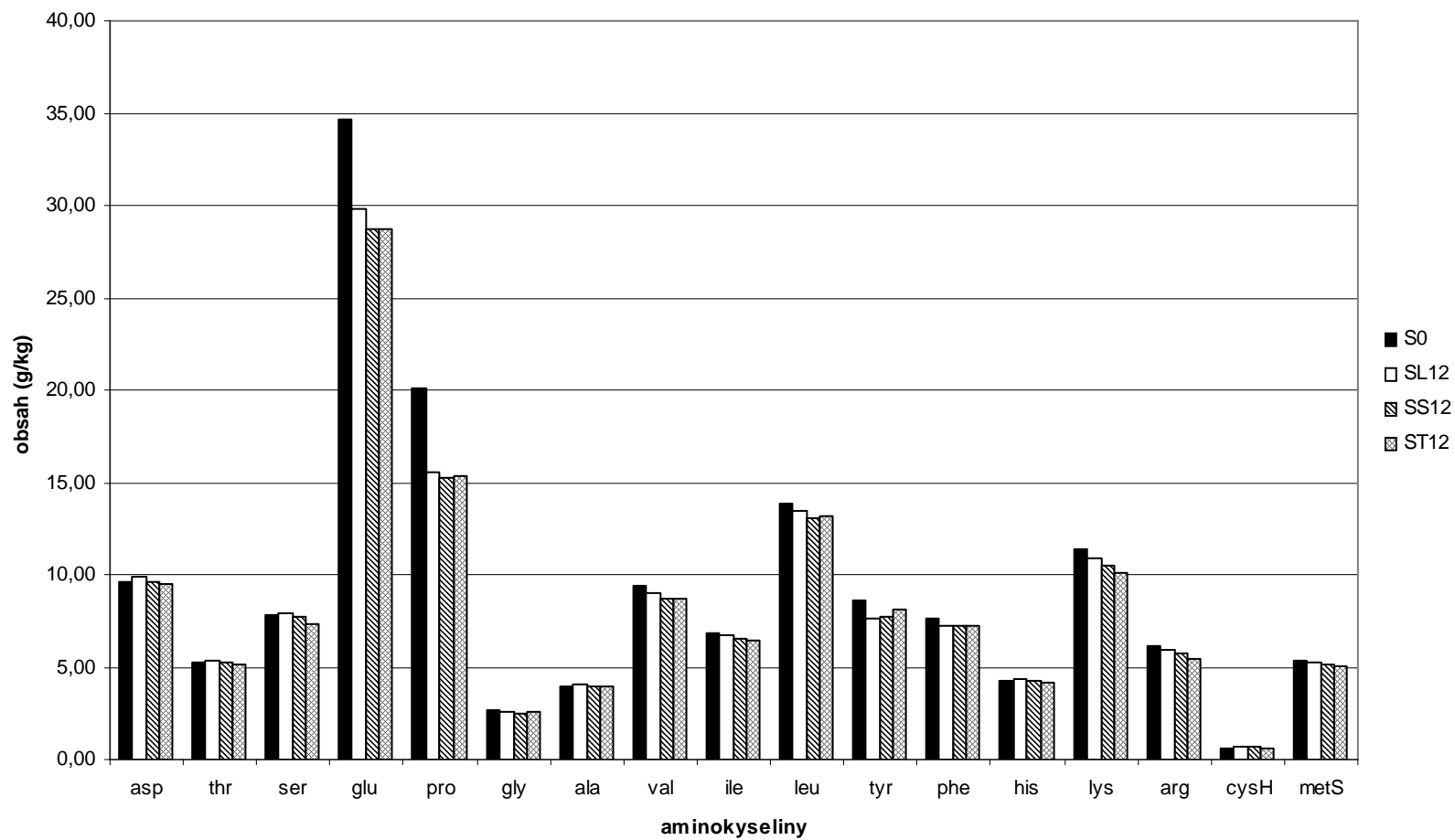
PŘÍLOHA P VI. OBSAH AMINOKYSELIN V TAVENÝCH SÝRECH II ŘADA, SROVNÁNÍ NESTERILOVANÉHO A STERILOVANÉHO TAVENÉHO SÝRA NA VSTUPU [g/kg]



PŘÍLOHA P VII. OBSAH AMINOKYSELIN V TAVENÝCH SÝRECH I ŘADA, SROVNÁNÍ V PRŮBĚHU 12-TI MĚSÍCŮ SKLADOVÁNÍ (SL), (SS), (ST) [g/kg]



**PŘÍLOHA P VIII OBSAH AMINOKYSELIN V TAVENÝCH SÝRECH II ŘADA, SROVNÁNÍ V PRŮBĚHU
12-TI MĚSÍCŮ SKLADOVÁNÍ (SL), (SS), (ST) [g/kg]**



PŘÍLOHA P IX. GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮMĚRNÝCH HODNOT NÁRŮSTU NH_3 V I A II ŘADĚ STERILOVANÝCH TAVENÝCH SÝRŮ V PRŮBĚHU 12 MĚSÍCŮ V RŮZNÝCH PODMÍNKÁCH SKLADOVÁNÍ

