

Ing. Zuzana Lazárková

**FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ JAKOST STERILOVANÝCH
TAVENÝCH SÝRŮ**

**FACTORS AFFECTING STERILIZED PROCESSED CHEESE
QUALITY**

DIZERTAČNÍ PRÁCE

Program: P2901 Chemie a technologie potravin

Obor: 2901V013 Technologie potravin

Školitel: doc. Ing. Jan Hrabě, Ph.D.

Konzultant: Ing. František Buňka, Ph.D.

Zlín, 2009

Motto:

„Kdo se příliš bojí, že udělá chybu, neudělá nikdy nic“

Stanislav Komenda

„Nemožné – to slovo najdeš jen ve slovníku hlupáků“

Napoleon

Poděkování:

Touto cestou bych ráda poděkovala svému školiteli, doc. Ing. Janu Hraběti, Ph.D. a konzultantovi Ing. Františku Buňkovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky. Mé díky patří i kolegům, kteří se podíleli na některých analýzách. Děkuji také panu Holáňovi ze společnosti Pragolab za poskytnutí spektrofotometru pro měření barvy a bratrům Sívkovým ze společnosti Sivo spol. s.r.o. za provedení některých sterilací. Zároveň děkuji své rodině za morální podporu.

Tato práce byla finančně podpořena Výzkumným záměrem Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky „Multifunkční kompozitní soustavy na bázi přírodních a syntetických polymerů“ (MSM 7088352101).

ABSTRAKT

Předložená dizertační práce se zabývá problematikou sterilovaných tavených sýrů. Cílem práce bylo prostudovat vliv sterilačního záhřevu a parametrů skladování na jakost tavených sýrů. Další cíl zahrnoval pokus o překrytí vařivé příchuti sterilovaných tavených sýrů. V dizertační práci byly analyzovány jak tavené sýry vyrobené v průmyslu, tak i laboratorně vyrobené produkty. Byly provedeny skladovací pokusy s různou skladovací teplotou (6, 23 a 40 °C), dále byly aplikovány sterilační režimy s rozdílnými kombinacemi sterilační teploty a doby sterilace (110 °C 100 min, 115 °C 32 min, 120 °C 10 min, 125 °C 3,2 min) a byly také vyrobeny tavené sýry s příchutí papriky a masa. Pro analýzy byly použity chemické (pH, obsah sušiny, popele, hrubé bílkoviny, tuku, amoniaku, aminokyselin, využitelného lyzinu, SDS-PAGE analýza), spektrofotometrické (hodnocení barvy), mikrobiologické a senzorické metody (hodnocení pomocí stupnice, párová porovnávací zkouška, pořadová zkouška). Z výsledků vyplynulo, že v průběhu skladování sterilovaných tavených sýrů došlo ke štěpení proteinů, mírnému úbytku aminokyselin a zhoršení senzorické jakosti, zejména pak při skladovací teplotě 40 °C. Jako nejvhodnější sterilační režimy se ukázaly kombinace 125 °C 3,2 min, resp. 120 °C 10 min; v případě využití nižších sterilačních teplot a adekvátně delší doby sterilace došlo k výraznějším hydrolytickým změnám proteinů, ztrátám aminokyselin a zejména zhoršení senzorických vlastností. Tyto negativní změny se prohlubovaly u sýrů s přídavkem laktózy – přijatelné byly pouze výrobky s maximálním obsahem 1 %. Pokus o zamaskování vařivé příchutě sterilovaných tavených sýrů byl úspěšný v případě aplikace čerstvé papriky, sušené papriky, paprikové pasty a extraktu z uzené šunky do surovinové skladby tavených sýrů.

Klíčová slova: tavený sýr; sterilační záhřev; skladování; vařivá příchut', proteiny, aminokyseliny, senzorická jakost, laktóza

ABSTRACT

This doctoral thesis is focused on sterilized processed cheese. The aim of the work was to study the effect of sterilization and storage parameters on the quality of processed cheese and attempt to disguise the cooked flavour of the sterilized processed cheese. Processed cheese both industrially manufactured and produced in the laboratory was analysed. Storage experiments with various storage temperature (6, 23, 40 °C) and sterilization tests using different sterilizing regimes (110 °C 100 min, 115 °C 32 min, 120 °C 10 min, 125 °C 3,2 min) were applied. Furthermore, processed cheese with paprika and meat flavours was produced. Chemical (pH, content of dry matter, ash, crude protein, fat, ammonia, amino acids, available lysine, SDS-PAGE analysis), spectrophotometric (evaluation of colour), microbiological and sensory analyses (scale assessment, pair comparative test, ranking test) were performed. During storage of sterilized processed cheese protein degradation, amino acid losses and sensory quality deterioration (especially at 40 °C) occurred. Regimes 125 °C 3,2 min and 120 °C 10 min appeared to be the most suitable for production of sterilized processed cheese; in the case of lower sterilizing temperatures and adequately prolonged exposure time more significant hydrolytic changes of proteins, amino acid drop and sensory quality decline took place. These negative changes deepened with the lactose addition – the only acceptable products were those with maximum lactose concentration 1 %. Cooked flavour masking attempt was successful in the case of fresh paprika, paprika powder, paprika paste and ham extract inclusion into the processed cheese blend.

Keywords: processed cheese; sterilization; storage; cooked flavour; proteins; amino acids; sensory quality; lactose

OBSAH

1	SEZNAM ILUSTRACÍ	7
2	SEZNAM TABULEK	8
3	SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK	9
4	SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	10
4.1	Tavené sýry	11
4.1.1	Rozdělení tavených sýrů.....	11
4.1.2	Výroba tavených sýrů.....	13
4.2	Termosterilace	14
4.3	Vliv termosterilace a podmínek skladování na jakost tavených sýrů	16
4.3.1	Vliv termosterilace	16
4.3.2	Vliv skladování.....	21
4.3.3	Vliv termosterilace a skladování na senzoričnou jakost sterilovaných tavených sýrů	23
5	CÍL PRÁCE.....	27
6	ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ.....	28
6.1	Popis experimentu.....	28
6.1.1	Charakteristika experimentu 1	28
6.1.2	Charakteristika experimentu 2.....	30
6.1.3	Charakteristika experimentu 3.....	31
6.2	Mikrobiologický rozbor.....	32
6.3	Základní chemická analýza.....	32
6.4	Stanovení obsahu aminokyselin	32
6.5	Stanovení obsahu využitelného lyzinu	34
6.6	SDS-PAGE analýza	34
6.7	Hodnocení barvy.....	34
6.8	Senzoričké hodnocení	35
6.9	Statistické vyhodnocení výsledků.....	35
7	HLAVNÍ VÝSLEDKY PRÁCE	36
7.1	Výsledky fáze 1	36
7.1.1	Mikrobiologický rozbor.....	36
7.1.2	Základní chemická analýza	36
7.1.3	Stanovení obsahu aminokyselin a amoniaku.....	36
7.1.4	SDS-PAGE analýza.....	41
7.1.5	Senzoričké hodnocení.....	43
7.1.6	Diskuze	45
7.2	Výsledky fáze 2	46
7.2.1	Mikrobiologický rozbor.....	46

7.2.2	Základní chemická analýza	46
7.2.3	Stanovení obsahu aminokyselin, využitelného lyzinu a amoniaku.....	47
7.2.4	SDS-PAGE analýza.....	55
7.2.5	Hodnocení barvy.....	56
7.2.6	Senzorické hodnocení.....	60
7.2.7	Diskuze	62
7.3	Výsledky fáze 3	64
7.3.1	Mikrobiologický rozbor.....	64
7.3.2	Základní chemická analýza	64
7.3.3	Senzorické hodnocení.....	64
7.3.4	Diskuze	67
8	PŘÍNOS PRÁCE PRO VĚDU A PRAXI	69
9	ZÁVĚR.....	71
10	LITERATURA	72
11	SEZNAM PUBLIKACÍ AUTORA	82
12	CURRICULUM VITAE.....	85
13	SEZNAM PŘÍLOH.....	86

1 SEZNAM ILUSTRACÍ

Obr. 4.1	Schematické znázornění deaminace proteinů.....	17
Obr. 4.2	Schema desulfurace proteinů.....	17
Obr. 4.3	Vznik dehydroproteinu	18
Obr. 4.4	Vznik příčných vazeb v proteinech	18
Obr. 4.5	Obecné schema Maillardovy reakce.....	19
Obr. 4.6	Streckerova degradace aminokyselin	20
Obr. 6.1	Popis experimentu	29
Obr. 7.1	Výsledky shlukové analýzy proteinového profilu sledovaných tavených sýrů	42
Obr. 7.2	Závislost obsahu využitelného lyzinu na množství přidané laktózy ..	53
Obr. 7.3	Vliv rozdílných sterilačních režimů na obsah amoniaku v tavených sýrech bez obsahu laktózy	55
Obr. 7.4	Výsledky shlukové analýzy proteinového profilu sledovaných tavených sýrů	56
Obr. 7.5	Vliv rozdílných sterilačních režimů na barvu tavených sýrů	60
Obr. 7.6	Vliv koncentrace laktózy na barvu tavených sýrů.....	61

2 SEZNAM TABULEK

Tab. 1	Obsah esenciálních aminokyselin ve standardním proteinu dle FAO/WHO.....	33
Tab. 2	Výsledky stanovení obsahu aminokyselin ve sterilovaných tavených sýrech skladovaných při třech teplotách po dobu 24 měsíců.....	37
Tab. 3	Celkový obsah aminokyselin ve sterilovaných tavených sýrech skladovaných při třech teplotách po dobu 24 měsíců.....	40
Tab. 4	Indexy esenciálních aminokyselin pro sterilované tavené sýry skladované při třech různých teplotách.....	40
Tab. 5	Vývoj obsahu amoniaku ve sterilovaných tavených sýrech v závislosti na délce a teplotě skladování.....	41
Tab. 6	Výsledky senzorické analýzy sterilovaných tavených sýrů skladovaných při třech teplotách po dobu 24 měsíců.....	43
Tab. 7	Výsledky stanovení obsahu aminokyselin v nesterilovaných tavených sýrech a sýrech sterilovaných 4 různými sterilačními režimy s obsahem laktózy 0 – 2 %	48
Tab. 8	Celkový obsah aminokyselin v nesterilovaných a sterilovaných tavených sýrech s různým obsahem laktózy	54
Tab. 9	Indexy esenciálních aminokyselin v nesterilovaných a sterilovaných tavených sýrech.....	54
Tab. 10	Výsledky spektrofotometrické analýzy barvy nesterilovaných a sterilovaných tavených sýrů s různým obsahem laktózy	58
Tab. 11	Výsledky instrumentálního hodnocení barvy sterilovaných a nesterilovaných tavených sýrů vyjádřené pomocí indexu žlutosti.....	59
Tab. 12	Výsledky senzorického hodnocení chuti a vůně tavených sýrů.....	62
Tab. 13	Výsledky senzorického hodnocení nesterilovaných a sterilovaných tavených sýrů pomocí stupnice.....	65
Tab. 14	Výsledky senzorického hodnocení nesterilovaných a sterilovaných tavených sýrů pomocí pořadové preferenční zkoušky	66

3 SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

AAS	Amino acid score (aminokyselinové skóre)
BDP	Bojové dávky potravin
CLA	Conjugated linoleic acid (konjugovaná kyselina linolová)
EAAI	Essential amino acid index (index esenciálních aminokyselin)
FAST	Fluorescence of advanced Maillard products and soluble tryptophan (fluorescence pokročilých produktů Maillardovy reakce a rozpustného tryptofanu)
FAO/WHO	Food and Agriculture Organisation/World Health Organisation (Organizace pro výživu a zemědělství/Světová zdravotnická organizace)
FDNB	1-fluoro-2,4-dinitrobenzen
IZS	Integrovaný záchranný systém
KTJ	Kolonie tvořící jednotky
NATO	North Atlantic Treaty Organisation (Severoatlantická aliance)
SCE	Specular component excluded (zrcadlová složka vyloučena)
SDS-PAGE	Sodium dodecyl sulfate – polyacrylamide gel electrophoresis (elektroforéza v polyakrylamidovém gelu v přítomnosti dodecylsíranu sodného)
STANAG	Standardisation agreement (Standardizační dohoda)
TVS	Tuk v sušině
YI	Yellow index (index žlutosti)

4 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Tavené sýry jsou velmi oblíbenou potravinou jak v České republice, tak i v dalších evropských zemích či USA. Lze je zařadit do současného trendu „*convenience food*“ díky obrovskému množství různých chutí, tvarů a fyzikálních vlastností a též kvůli možné redukci nákladů (zejména díky nižší pořizovací ceně surovin). V České republice je spotřeba tavených sýrů zhruba dvojnásobná oproti ostatním členským zemím EU a je dokonce nejvyšší na světě [1]. Podle Českého statistického úřadu byla v roce 2007 (data z roku 2008 nebyla v době psaní této práce dostupná) spotřeba tavených sýrů na jednoho obyvatele v ČR 2,6 kg, což představuje cca 19 % z celkové spotřeby sýrů [2].

Tavené sýry byly poprvé vyrobeny na počátku 20. století, jako výsledek snahy výrobců připravit výrobek na bázi přírodního sýru s prodlouženou trvanlivostí (kvůli transportu a skladování), využít mechanicky poškozené přírodní sýry a rozšířit dostupný sortiment sýrových výrobků [3].

Běžná je výroba pasterovaných (nesterilovaných) tavených sýrů. Sterilované tavené sýry jsou zvláštní skupinou tavených sýrů vyráběnou pro účely stravování příslušníků Armády ČR a členů Integrovaného záchranného systému v krizových stavech. Sterilované tavené sýry jsou součástí tzv. bojových dávek potravin (BDP), což jsou balíčky obsahující řadu potravin a pokrmů sloužící k naplnění stravní dávky v případě, že není možné vojákům a členům IZS zajistit teplou stravu (odloučení od jednotky, bojové nasazení, apod.). Stravní dávkou (nutričním standardem) jsou stanoveny požadavky na energetickou i nutriční hodnotu stravy na 24 hodin; v případě vojáků jsou tyto hodnoty stanoveny vyhláškami Ministerstva obrany. Na jednotlivé komponenty BDP jsou kladeny specifické požadavky zejména v oblasti trvanlivosti, která je stanovena Standardizační dohodou Severoatlantické aliance (STANAG 2937) na minimálně 24 měsíců při teplotě okolí. Tavené sýry se ukázaly být vhodným zdrojem vápníku splňujícím tyto požadavky. Oprávněnost jejich zařazení do BDP dokládá i skutečnost, že tavené sýry jsou součástí BDP řady armád zemí NATO (USA, Německo, Francie, Norsko) [4,5]. Kromě krizových stavů lze sterilované tavené sýry využít i v běžném životě v případě, že není k dispozici chladírenská technika (turisté, aj.).

Vzhledem k tomu, že tavené sýry patří do skupiny neúdržných potravin, jejich trvanlivost je omezena pouze na několik měsíců (řádově 6 – 12) při chladírenské teplotě. Kromě použitých surovin závisí trvanlivost tavených sýrů na tavicí teplotě a době jejího působení, způsobu balení, obalovém materiálu, teplotě skladování, apod. [6]. Prakticky jedinou možností, jak u tavených sýrů dosáhnout dvouleté trvanlivosti je termosterilace v hermeticky uzavřených obalech. Termosterilace je primárně důležitá pro zabezpečení mikrobiologické kvality a enzymatické stability produktu, ale v jejím průběhu může docházet

k nejrůznějším reakcím ovlivňujících jakost produktů. Navíc, ani sterilované produkty nemusí být plně stabilní a jejich skladování může být spojeno s výrazným fyzikálně-chemickým vývojem, zvláště při vyšších skladovacích teplotách. Termosterilace i dlouhodobé skladování tavených sýrů způsobuje obecně zhoršení nutriční hodnoty i sensorické kvality produktů, což je ovšem částečně kompenzováno právě prodlouženou trvanlivostí sterilovaných tavených sýrů a možností skladování při pokojové teplotě [7,8].

4.1 Tavené sýry

Vyhláška č. 77/2003 Sb., ve znění pozdějších předpisů, definuje tavený sýr jako sýr, který byl tepelně upraven za přídavku tavicích solí [9]. Tavené sýry jsou mléčné produkty vyráběné zahříváním směsi přírodních sýrů, vody, tavicích solí a dalších přísad (různé mléčné suroviny, zelenina, maso, stabilizátory, barviva, konzervanty, hydrokoloidy, atd.) za částečného podtlaku a stálého míchání až je dosaženo homogenní hmoty [10,11]. V současné době se z ekonomických důvodů pro produkci tavených sýrů využívá řada surovin s nezanedbatelným obsahem laktózy (např. sušené odstředěné mléko, sušená syrovátka), která může podstatně ovlivnit jakost tavených sýrů [12,13]. Fakt, že jsou tavené sýry vyráběny dalším zpracováním přírodních sýrů, výstižně charakterizuje jejich anglický název *processed cheese* [14].

Velkou výhodou tavených sýrů je skutečnost, že na jejich výrobu lze použít přírodní sýry, které by jinak nebylo možno uvádět do oběhu (např. mechanicky deformované sýry). K hlavním přednostem tavených sýrů ve srovnání s přírodními sýry patří:

- snížení nákladů na transport a skladování, které je obzvláště důležité v teplém podnebí,
- lepší zachování jakosti s méně patrnými změnami během několikaměsíčního skladování,
- obrovská variabilita výrobků v typu a intenzitě aroma (od jemného po ostré, od aroma připomínající přírodní sýr po aroma kořeněné),
- rozmanitá konzistence výrobků,
- použití obalů nejrůznějších tvarů a materiálů,
- vhodnost použití v domácnosti, restauracích a fast food provozovnách (cheesburgery, sendviče, pomazánky, omáčky aj.) [15,16].

4.1.1 Rozdělení tavených sýrů

Vzhledem k široké paletě a rozmanitosti tavených sýrů se výrobky běžně rozlišují pouze podle použité suroviny a obsahu tuku v sušině (dále jen TVS)

[14]. Vyhláška č. 77/2003 Sb., ve znění pozdějších předpisů, udává následující rozdělení tavených sýrů podle obsahu TVS:

- vysokotučné tavené sýry s obsahem nejméně 60 % (w/w) TVS,
- tavené sýry s obsahem 30 – 60 % (w/w) TVS,
- nízkotučné tavené sýry s obsahem nejvýše 30 % (w/w) TVS [9].

Další domácí literatura [14,17,18,19] rozděluje většinou tavené sýry podle obsahu TVS na vysokotučné, plnotučné, polotučné a nízkotučné, přičemž procentuální obsah TVS se v jednotlivých publikacích mírně odlišuje.

V zahraničí [20] bývají tavené sýry rozdělovány dle použitých surovin na:

- *processed cheese* (tavené sýry),
- *processed cheese foods* (tavené sýrové produkty),
- *processed cheese spreads* (tavené sýrové pomazánky),
- *blended cheese* (směsné sýry),
- *blended cheese spreads* (směsné sýrové pomazánky).

Hlavní odlišností *blended cheese* a *blended cheese spreads* od ostatních skupin je fakt, že při výrobě těchto produktů není povoleno použít tavicí soli.

Dále lze zmínit analogy tavených sýrů (*processed cheese analogues*), pojem známý převážně z anglo-americké literatury; česká legislativa tento termín nepoužívá. Analogy tavených sýrů lze označit za náhrady nebo imitace sýrů, ve kterých jsou mléčný tuk a/nebo mléčné proteiny nahrazeny nemléčnými surovinami (zejména rostlinného původu). Analogy tavených sýrů jsou vyráběny na základě poptávky spotřebitelů, řetězců, provozoven veřejného stravování a průmyslu, kteří požadují výrobky se sníženým obsahem tuku, resp. odlišným zastoupením mastných kyselin, nízkým obsahem cukru, cholesterolu, soli a dalších surovin. Pro snížení energetické hodnoty se do tavených sýrů přidávají tukové náhrady, např. modifikované škroby či syrovátkové proteiny [21,22]. Analogy lze podle použitých surovin rozdělit na mléčné, částečně mléčné a nemléčné (rostlinné). Zatímco mléčné analogy se vyrábějí z kaseinů, kaseinátů a mléčného tuku, u částečně mléčných analogů je mléčný tuk nahrazen rostlinnými tuky (např. sojovým, palmovým, řepkovým, bavlníkovým, kokosovým) a v případě nemléčných analogů se na výrobu využívají výhradně rostlinné proteiny (sója, podzemnice olejná) i tuky [16,23]. Dalšími surovinami používanými při výrobě tavených sýrových analogů jsou tavicí soli, hydrokoloidy, chlorid sodný, ochucovadla, případně je též možná fortifikace vitaminy a minerály [10, 15].

4.1.2 Výroba tavených sýrů

Výrobní proces zahrnuje výpočet surovinové skladby, výběr přírodního sýra a dalších surovin, přídavek tavicích solí, vlastní tavení, balení, chlazení a skladování.

Správný výběr přírodního sýra je nejdůležitějším krokem pro úspěšnou výrobu tavených sýrů. Jeden druh sýra se používá spíše výjimečně, běžnější je výroba tavených sýrů ze směsi přírodních sýrů. K nejdůležitějším kritériím pro výběr sýra jsou typ, aroma, zralost, textura a pH přírodního sýra a konzistence výsledného taveného sýra [23]. Lze využít sýry s mechanickými vadami, ovšem sýry napadené mikroorganismy či živočišnými škůdci, stejně jako sýry s nepřírodně změněnou chutí a vůní, by měly být vyloučeny [19,24]. Kromě přírodních sýrů se na výrobu tavených sýrů používají suroviny s obsahem mléčných bílkovin (sušené odstředěné mléko, sušená syrovátka, koncentrát syrovátkových bílkovin, tvaroh, koprecipitáty, dříve utavené sýry – tzv. krém), suroviny s obsahem tuku (smetana, máslo), voda, sůl, přísady ovlivňující chuť a barvu (zelenina, maso, koření), látky zlepšující vaznost vody (pektin, škrob, arabská guma), barviva, ochucovadla, konzervační látky a antioxidanty [15].

Přídavek tavicích solí je posledním krokem přípravy směsi určené k tavení. Tavicí soli udělují taveným sýrům jednotnou strukturu (zabraňují vysrážení bílkovin a oddělení tuku); obvykle představují 2 – 3 % hmotnosti surovinové skladby. Komerčně dodávané tavicí soli bývají směsí několika chemických látek, jejichž přesné složení a mísicí poměry jsou předmětem obchodního tajemství. V praxi se jako tavicí soli používají sodné soli kyseliny fosforečné a citronové [14,15,18].

Proces tavení sýra má především fyzikálně-chemický charakter. Vyvolává změny v koloidním a disperzním stavu sýrové hmoty, ale nezpůsobuje degradační změny bílkovin [25]. Hlavní rolí tavicích solí je upravit prostředí v tavené směsi tak, aby přítomné proteiny mohly uplatnit své přirozené vlastnosti emulgátorů. Toho je dosaženo:

- odštěpením vápníku z proteinové matrice,
- peptizací, rozpouštěním a rozptýlením proteinů,
- hydratací a bobtnáním proteinů,
- emulgací tuku a stabilizací emulze,
- ovlivňováním a stabilizací pH,
- vytvořením požadované struktury po ochlazení [23,26].

Výroba tavených sýrů může probíhat diskontinuálním nebo kontinuálním způsobem. Při diskontinuálním tavení je dosaženo efektu pasterace, používají se teploty 80 – 95 °C po celkovou dobu 5 – 15 minut (z toho doba výdrže tavicí teploty je kolem 1 – 3 minut) [14,15,17–19,24,27,28]. Kontinuální proces zajišťuje sterilaci taveného sýra, používají se teploty 130 – 145 °C působící

pouze po dobu několika sekund. Následně dochází k vymíchávání směsi pro dosažení krémování [10,15,29].

Horká tavenina se nalévá do formovacích a balících strojů, které ji automaticky balí. Teplota před balením by neměla poklesnout pod 65 – 70 °C, aby nedošlo k poškození konzistence hotového sýra a hlavně proto, aby nemohlo dojít k mikrobiální kontaminaci [14]. Obaly jsou většinou z hliníkové folie, a to ve tvaru hranolků nebo trojúhelníků [27]. Ve světě se jako obalové materiály používají také lakované folie, tuby, plastové kartony, kelímky, plechovky apod. [10]. Po zabalení se sýry opatří etiketou a vkládají se do kartonových krabic. Chlazení by mělo být co nejrychlejší pro tavené sýrové pomazánky a relativně pomalé pro tavené sýrové bloky. Rychlost chlazení totiž ovlivňuje výslednou konzistenci sýrů – krémování probíhá při teplotě nad 25 °C, proto čím pomaleji chlazení probíhá, tím je výsledná konzistence tužší [14,15]. Skladování, přeprava a uvádění tavených sýrů do oběhu by podle vyhlášky č. 77/2003 Sb., ve znění pozdějších předpisů, mělo probíhat při 4 – 8 °C [9].

4.2 Termosterilace

Termosterilace (tj. konzervace zahříváním) se řadí do skupiny přímé inaktivace mikroorganismů. Jedná se o abiotickou metodu, založenou na tepelné denaturaci mikrobních a enzymových bílkovin. Potřebné zahřátí sterilované potraviny však urychluje nejen žádoucí koagulační reakce, ale i nežádoucí nemikrobní a neenzymové procesy (autooxidace lipidů, Maillardova reakce aj.), které v nezahřátých potravinách probíhají jen velice zvolna. Je proto třeba pracovat vždy s co možná nejvyšší koagulační teplotou, ale aplikovanou tak, aby zbytečně nedocházelo k destrukci nutričních látek obsažených v potravinách [30,31]. Při výrobě sterilovaných pokrmů se posuzuje tzv. obchodní sterilita, která je definována jako nepřítomnost životaschopných mikroorganismů, které by se mohly za podmínek oběhu výrobku množit. Důkazem obchodní sterility je termostatová zkouška, při které v uzavřených výrobcích nedojde po 7 až 10 denní inkubaci při 35 až 37 °C k většímu zvýšení počtu mikroorganismů [32].

Konzervační účinek záhřevu závisí především na vlhkosti a kyselosti prostředí, počáteční četnosti mikroorganismů a trvání záhřevu. Ve vlhkém prostředí jsou mikroorganismy inaktivovány mnohem rychleji než v suchu, proto je výhodnější využít jako sterilační médium vlhkou než přehřátou páru [33]. Z hlediska kyselosti prostředí je třeba uvažovat o tom, zda je sterilovaná potravina technologicky kyselá (pH < 4) nebo méně kyselá, resp. nekyselá (pH > 4). Zatímco pro kyselé potraviny je dostačující pasterace, protože spory mikroorganismů v tomto prostředí nemohou klíčit, méně kyselá a nekyselá potravina je třeba sterilovat (obecně 5 – 20 minut při teplotě 115 – 125 °C) [34]. S poklesem četnosti mikroorganismů klesá rychlost jejich usmrcování;

inaktivace zbytku mikrobů je tedy mnohem zdouhavější než na počátku sterilace. Proto se v praxi využívá tzv. koncept 12 D (redukce četnosti přítomných sporulátů na 10^{-12}). V neposlední řadě je důležitý vliv doby, po kterou teplota působí. Platí pravidlo, že lineárním zvýšením sterilační teploty lze exponenciálně zkrátit dobu záhřevu při zachování konstantního sterilačního účinku [35].

Při sterilaci je smrtící účinek na mikroorganismy dán především výší teploty a dobou jejího působení. Pro numerické vyjádření smrtícího účinku daného sterilačního režimu (kombinace teploty a doby jejího působení) lze využít tzv. F -hodnotu [36]. Úroveň 1 F odpovídá smrtícímu účinku teploty 121,1 °C, působící právě 1 minutu (nebo ekvivalentnímu sterilačnímu záhřevu, který zabezpečí stejný destrukční účinek na testovací mikroorganismus). Hodnota veličiny F se vypočte podle vztahu:

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

kde: t je čas působení sterilační teploty (min); T je sterilační teplota (°C) a z je hodnota vyjadřující potřebný nárůst v teplotě, aby byl získán stejný letální účinek při 1/10 doby působení (°C). Hodnota z se pro obvyklé testovací mikroorganismy (např. *Geobacillus stearothermophilus* (dříve *Bacillus stearothermophilus*), *Clostridium botulinum* aj.) pohybuje kolem 10 °C [37].

Clostridium botulinum je mezofilní grampozitivní obligátně anaerobní bakterie tvořící endospory, umožňující přežití i při vysokých teplotách. Právě z letaltních křivek tohoto mikroorganismu se vychází při výpočtu sterilačních režimů pro nekyselé a málo kyselé potraviny uzavřené v obalu. Letaltní (termoinaktivační) přímka je závislost výše sterilační teploty na dekadickém logaritmu doby jejího působení, přičemž všechny kombinace teploty a doby ležící na této přímce mají stejný sterilační účinek. Do stejného grafu lze zakreslit také termodestrukční přímky, které vyjadřují ztráty nutričně významných látek [32].

Ztráty nutričně významných látek, ke kterým může dojít v rámci sterilačního režimu definovaného kombinací teploty a doby jejího působení lze vyjádřit pomocí výše uvedené rovnice. Hodnoty z pro tyto ztráty se pohybují přibližně na úrovni 5 až 10 násobku ve srovnání se z -hodnotami potřebnými pro usmrcení daných mikroorganismů [32]. To znamená, že zvýšením sterilační teploty o 10 °C se rychlost termoinaktivace mikroorganismů zvýší cca 10krát (5 – 100krát), zatímco rychlost destrukce cenných látek (vitaminů a dalších termolabilních sloučenin) pouze 1,5 – 2krát [33]. Pro zachování vysoké nutriční hodnoty sterilovaných potravin při konstantním smrtícím účinku na mikroorganismy je tedy třeba využít spíše vyšších sterilačních teplot působících

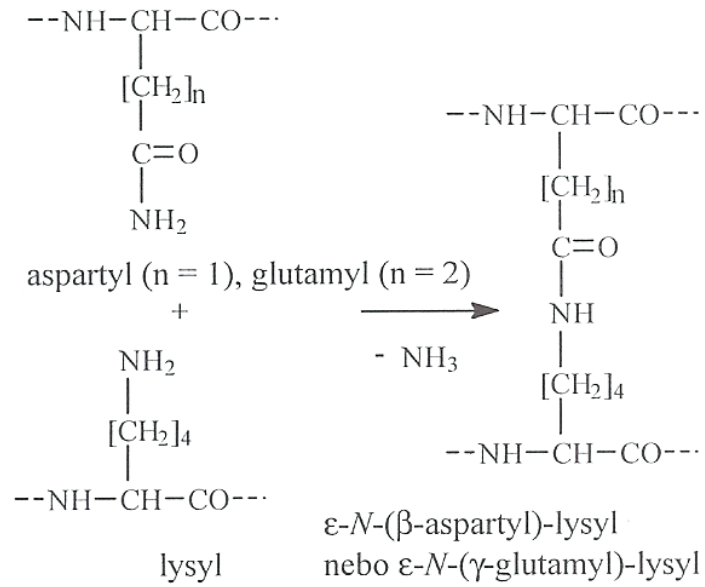
adekvátně kratší dobu. Toto pravidlo je využíváno při produkci UHT-mléka a UHT-smetany, jejichž trvanlivost se prodlužuje UHT-záhřevem (130 – 145 °C po dobu několika sekund). Aplikace výše zmíněného principu na výrobky s pevnou konzistencí (např. tavené sýry) zatím nebyla publikována.

4.3 Vliv termosterilace a podmínek skladování na jakost tavených sýrů

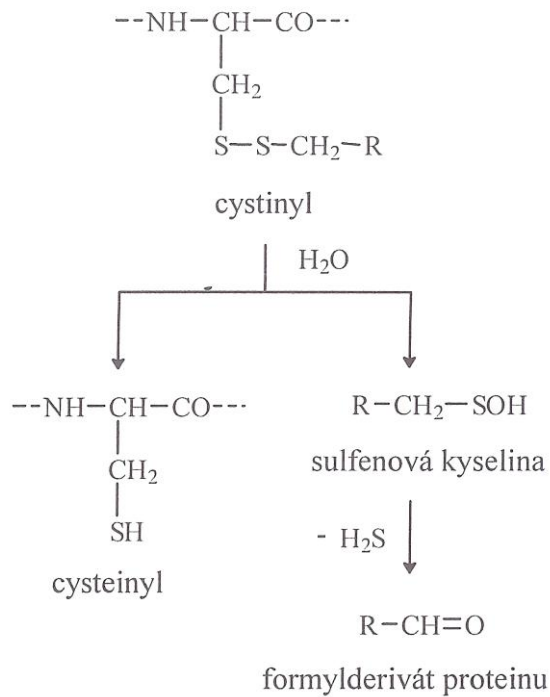
Termosterilace slouží k usmrcení mikroflóry a deaktivaci enzymů v tavených sýrech, ale ovlivňuje všechny přítomné chemické sloučeniny. Sterilované tavené sýry mají sice prodlouženou trvanlivost, ale v průběhu dlouhodobého skladování (zejména při zvýšené skladovací teplotě) lze očekávat průběh nejrůznějších reakcí.

4.3.1 Vliv termosterilace

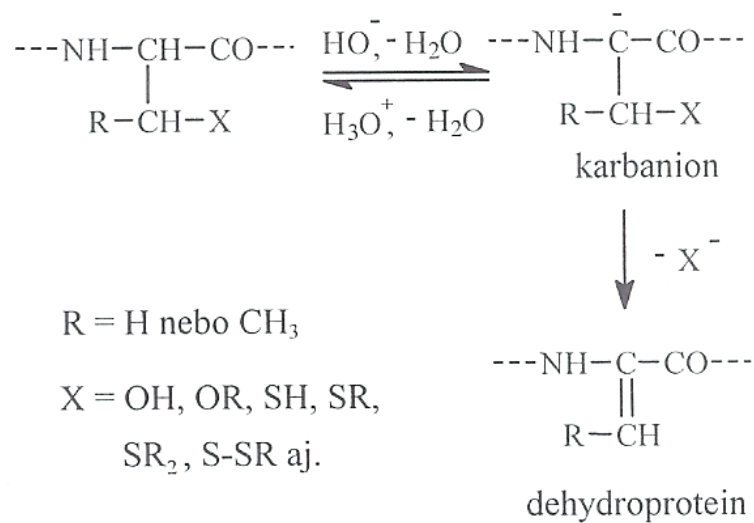
V průběhu sterilace může docházet k mnoha reakcím probíhajících na molekulární úrovni. Patří k nim zejména denaturace proteinů vedoucí k deaktivaci enzymů, které destabilizují potraviny a snižují jejich stravitelnost, autooxidace lipidů, změny v obsahu minoritních složek (např. vitaminů) a reakce zahrnující volné či vázané aminokyseliny [16,38]. Nejhojněji zastoupený vitamin – riboflavin – sterilace prakticky neovlivňuje za předpokladu zabránění pronikání ultrafialového a krátkodobého viditelného záření [39]. Obsah tiaminu a pyridoxinu je účinkem sterilačních teplot snižován, niacin a vitamin A jsou poměrně stabilní sloučeniny a jejich ztráty se pohybují do 10 % [40–42]. K reakcím zahrnujícím volné a vázané aminokyseliny patří zejména zánik nebo rekombinace intra- a intermolekulových disulfidických vazeb, reakce postranních aminokyselinových řetězců vedoucích ke vzniku izopeptidů či zesíťovaných proteinů a samozřejmě též reakce aminokyselin s redukujícími sacharidy označované jako Maillardova reakce, případně reakce neenzymového hnědnutí [38]. Izopeptidové vazby, které nejsou štěpitelné enzymy lidského trávicího traktu, vznikají např. při reakci vázaného asparaginu a glutaminu s lyzinem za uvolnění amoniaku (deaminace; schéma reakce na obrázku 4.1) [43]. Ke ztrátám lyzinu dochází také při eliminaci sulfanu z cystinu. Meziproduktem této tzv. desulfurace proteinů, jejíž schematické znázornění je na obrázku 4.2, je cystein a sulfenová kyselina, jejíž hydrolýza vede k uvolnění sulfanu a sloučeniny, která reaguje s ϵ -aminoskupinou vázaného lyzinu. Důsledkem této reakce je pak nejen ztráta cystinu, resp. cysteinu, ale i lyzinu. Ke změnám aminokyselin může dojít také při zesíťování proteinů, které vznikají eliminací thiolové či hydroxylové skupiny aminokyselin a následnou reakcí



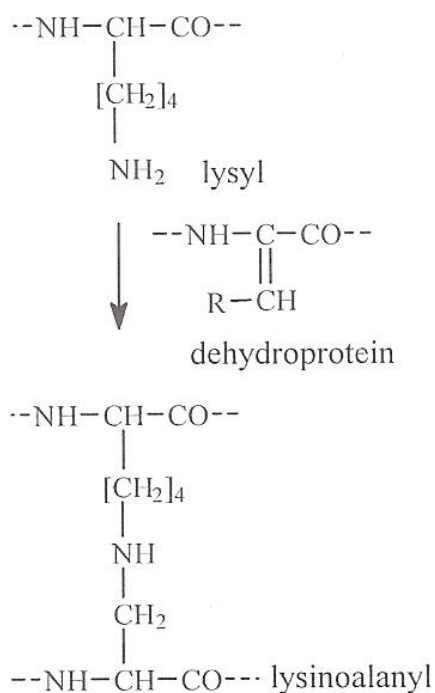
Obr. 4.1: Schematické znázornění deaminace proteinů [40]



Obr. 4.2: Schema desulfurace proteinů [40]



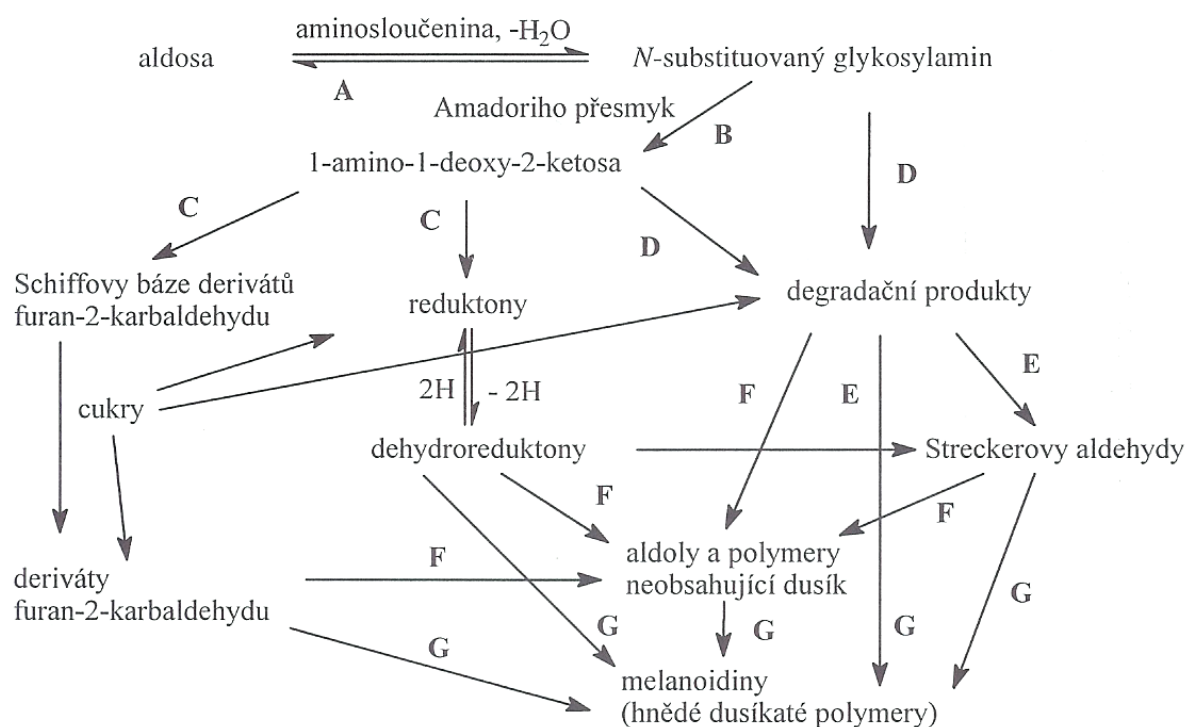
Obr. 4.3: Vznik dehydroproteinu [40]



Obr. 4.4: Vznik příčných vazeb v proteinech [40]

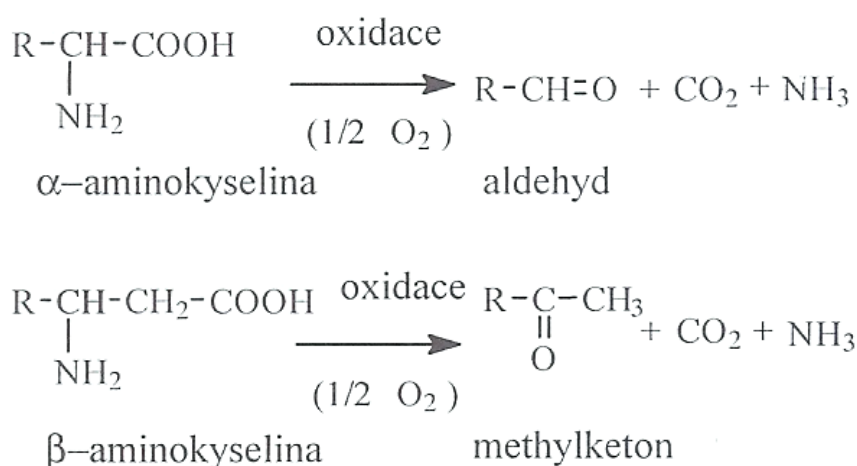
vzniklého dehydroproteinu s postranními řetězci dalších aminokyselin. Proteolýzou takto zesíťovaných proteinů pak vznikají neobvyklé aminokyseliny, např. lyzinoalanin a lantionin, které jsou biologicky nevyužitelné. Schematicky je vznik dehydroproteinu a příčných vazeb v proteinech znázorněn na obrázku 4.3 a 4.4 [40].

Jednou z nejvýznamnějších reakcí probíhajících v důsledku termosterilace je Maillardova reakce (schéma na obrázku 4.5), tj. komplex reakcí karbonylových sloučenin (zejména redukujících sacharidů) s aminosloučeninami (většinou aminokyselinami), jejichž produktem jsou nejčastěji hnědé pigmenty, melanoidiny [40,44,45]. Použití surovin obsahujících vyšší množství laktózy proto může mít za následek zvýšení intenzity Maillardovy reakce [12,46]. Velmi zjednodušeně lze Maillardovu rozdělit na tři fáze. V průběhu prvotní fáze (tzv. *early stage*) dochází ke kondenzaci karbonylové skupiny redukujícího sacharidu s aminoskupinou aminokyseliny a následnému přeskupení vzniklé molekuly (tzv. Amadoriho, případně Heynsův přesmyk).



Obr. 4.5: Obecné schéma Maillardovy reakce. Reakce A, B: počáteční fáze (tvorba glykozylaminu následovaná Amadoriho přesmykem). Reakce C, D, E: střední fáze (dehydratace a fragmentace sacharidů, Streckerova degradace aminokyselin). Reakce F, G: závěrečná fáze (reakce meziproductů vedoucí k tvorbě heterocyklických sloučenin a vysokomolekulárních pigmentů melanoidinů) [40]

Další fáze (tzv. *intermediate stage*) pak zahrnuje štěpení molekul, cyklizace, dehydratace, kondenzace a oligomerace [38,47]. Součástí tohoto stádia je též Streckerova degradace (oxidativní dekarboxylace) aminokyselin, jejíž obecný průběh je uveden na obrázku 4.6. Tato reakce vede obecně ke vzniku karbonylové sloučeniny (zpravidla aldehydu) o jeden atom uhlíku kratší, než byla původní aminokyselina, oxidu uhličitého a amoniaku [40,45,48]. Důležitým důsledkem Streckerovy degradace je možná inkorporace síry a dusíku do produktů Maillardovy reakce. Kromě Streckerových aldehydů vznikají v průběhu Maillardovy reakce i další senzory aktivní sloučeniny, např. ketony, pyraziny, pyridiny, furany, tiazoly, glyoxal, metylglyoxal, malondialdehyd aj. Konečně, v pokročilé fázi Maillardovy reakce (tzv. *advanced stage*) vznikají polymerní melanoidiny s molekulovou hmotností až 100 kDa [34,38].



Obr. 4.6: Streckerova degradace aminokyselin [40]

Projevy výše popsaných reakcí ovlivňují nutriční hodnotu taveného sýra [7, 46]. Při interakcích může dojít ke ztrátám aminokyselin [49]. Ne vždy se přitom musí jednat o jejich přímou destrukci, lze předpokládat i tvorbu vazeb, které jsou neštěpitelné v lidském trávicím traktu, čímž se takto vázané látky stávají pro člověka nevyužitelnými. Těmto reakcím podléhá zejména lyzin, esenciální aminokyselina často využívaná jako indikátor potenciální biologické hodnoty bílkovin. Silně reaktivní ϵ -aminoskupina lyzinu může kondenzovat s laktózou za vzniku Amadoriho sloučeniny ϵ -laktulozyllyzinu, která není štěpitelná trávicími enzymy zažívacího traktu člověka. Tento derivát lyzinu je nestabilní v kyselém prostředí a může přecházet zpět na lyzin při kyselé hydrolýze, která je součástí tradiční analýzy aminokyselin. Tím se však i takto vázaný a pro člověka nevyužitelný lyzin stává součástí celkově stanoveného obsahu lyzinu ve vzorku,

čímž z nutričního hlediska dochází k nadhodnocování jeho obsahu [46,50]. Tento problém lze řešit derivatizačními postupy umožňujícími při analýze aminokyselin stanovit pouze tzv. využitelný lyzin. Většina chemických metod používaných ke stanovení využitelného lyzinu je založena na reakci derivatizačního činidla s volnou ϵ -aminoskupinou lyzinu vázaného v proteinech. Využitelný lyzin poskytuje v reakci s derivatizačním činidlem derivát lyzinu, zatímco vázaný lyzin (ve kterém je ϵ -aminoskupina lyzinu blokována) nemůže reagovat [51]. Nejvíce používanou derivatizační metodou je reakce s 1-fluoro-2,4-dinitrobenzenem (FDNB), která poskytuje žlutý derivát N^ε-dinitrofenyllyzin, který se stanovuje spektrofotometricky při 435 nm [52,53]. Kromě FDNB se využívají i jiná barviva, např. azobarvivo Orange 12 [54], nebo o-ftalaldehyd [55,56], přičemž koncentrace využitelného lyzinu se opět stanovuje spektrofotometricky. Dalšími vhodnými metodami pro určení obsahu využitelného lysinu v potravinách je guanidizace, kdy se jako činidlo využívá o-metylizomochovina [57, 58], fluorimetrické stanovení s využitím o-ftalaldehydu [59,60] nebo fluorescaminu [61], případně měření množství furozinu, jakožto produktu rozkladu laktulozyllyzinu [62,63]. Furozin je produktem počátečního stádia Maillardovy reakce a je tedy vhodným indikátorem nežádoucích nutričních změn pouze v případě mírného tepelného záhřevu, kdy se ještě neobjevuje hnědnutí potravin. V případě prodloužovaného a extrémního záhřevu dochází ke vzniku pokročilých produktů Maillardovy reakce a množství furozinu již kvantitativně neodpovídá poklesu obsahu využitelného lyzinu [64]. Za těchto okolností lze s výhodou využít metodu FAST (*Fluorescence of advanced Maillard products and soluble tryptophan* – fluorescence pokročilých produktů Maillardovy reakce a rozpustného tryptofanu) [52]. Kromě lyzinu patří k nejcitlivějším aminokyselinám metionin, cystein, tryptofan, treonin, serin, tyrozin a arginin [65–68].

Lipidy podléhají vlivem sterilace zejména autooxidaci (popsáno v následující kapitole) a mění se též velikost a tvar tukových kuliček. Podle [69] dochází v průběhu sterilace tavených sýrů k poklesu množství malých tukových kuliček a naopak nárůstu počtu velkých kuliček (nad 500 μm^2), čímž roste také jejich plocha. Autoři zaznamenali také změny ve tvaru tukových kuliček, které byly ovšem nejednoznačné [69].

4.3.2 Vliv skladování

V průběhu skladování sterilovaných tavených sýrů dochází k mnoha reakcím, z nichž některé probíhají též při termosterilaci. Tyto reakce ovlivňují všechny základní složky tavených sýrů – proteiny, tuk i laktózu.

K nejdůležitějším reakcím zahrnujících proteiny (aminosloučeniny) a zároveň laktózu (redukující cukry) patří již dříve zmíněný komplex Maillardových reakcí

[44] způsobující zhoršení nutriční kvality potravin – zejména v důsledku degradace esenciálních aminokyselin a snížení stravitelnosti [70]. Důležitým jevem provázejícím Maillardovu reakci v tavených sýrech a obecně potravinách je tvorba hnědých pigmentů, tedy tmavnutí [71,72]. Změny barvy u dlouhodobě skladovaných sterilovaných tavených sýrů byly popsány v práci Buňka a kol. [73]. Rozsah neenzymového hnědnutí se zvyšuje s rostoucím obsahem redukujících cukrů, především laktózy [6,12], s vyšší teplotou skladování [71,72,74] a se zvyšujícím se množstvím oxidovaných lipidů [44,75]. Kromě Maillardovy reakce mohou proteiny podléhat denaturaci a glykozylaci [8], může docházet ke vzniku izopeptidů a zesíťovaných proteinů [34] a lze očekávat také interakce mezi proteiny a oxidovanými lipidy nebo mezi proteiny navzájem [65]. K nejběžnějším destrukčním reakcím aminokyselin náleží Streckerova degradace aminokyselin [48], racemizace a oxidační reakce, vedoucí k tvorbě nevyužitelných produktů [65].

Jak uvádí Gliguem a Birlouez-Aragon [8] a Fox a McSweeney [16], laktóza přítomná v tavených sýrech může kromě Maillardovy reakce podléhat také izomerizačním reakcím, jejichž produktem je laktulóza, působící jako prebiotikum.

Vedle proteinů se reakcí probíhajícími během skladování tavených sýrů účastní zejména lipidy, přičemž nejdůležitější jsou oxidační reakce. Produktem počáteční fáze oxidace lipidů jsou volné radikály a hydroperoxy [75,76], k sekundárním produktům náleží např. těkavé karbonylové sloučeniny vedoucí ke vzniku pachutí („off-flavours“) [76]. Zatímco iniciace reakce (tj. tvorba volných radikálů) je podle Kristensen a Skibsted [76] podmíněna spíše přístupem světla a kyslíku, vlastní průběh oxidace souvisí v první řadě s vyšší teplotou skladování. Důležité jsou oxidační reakce kyseliny linolové [8], jejichž produktem může být konjugovaná kyselina linolová (CLA), u které se předpokládají antikarcinogenní, antioxidační a antiaterosklerotické účinky a podle Luna kol. [77] je zastoupena také v tavených sýrech. Ha a kol. [78] navrhli dva možné faktory ovlivňující přítomnost CLA v tavených sýrech – jednak oxidaci kyseliny linolové pomocí volných radikálů, která je ovlivněna zráním, tepelným záhřevem a kvalitou proteinů a jednak izomeraci kyseliny linolové a linolenové v batoru přežvýkavců. Tvorbu CLA urychluje vyšší teplota tavení a skladování, obsah proteinů, laktózy a přísadek nízkomolekulárních syrovátkových proteinů [72]. K podobným závěrům došli též Garcia-Lopez a kol. [79], kteří zjistili, že 86 % CLA v tavených sýrech pochází z přírodního sýra a 14 % pak vzniká při tavení. Reakce oxidovaných lipidů (hydroperoxidů i sekundárních produktů) s proteiny a aminokyselinami zmíněné výše vedou k tvorbě nekovalentních i kovalentních komplexů, štěpení proteinů a aminokyselin a také k radikálovým reakcím. Lyzin, metionin, cystein, tryptofan, arginin, histidin, cystin a tyrozin jsou podle Gardner [80]

aminokyseliny nejčastěji podléhající reakcím s oxidovanými lipidy. Kromě oxidačních reakcí lipidů, může v průběhu skladování docházet též k uvolňování volných mastných kyselin, zejména působením termorezistentních lipáz, které nebyly inaktivovány během sterilace. Jejich případná lipolytická aktivita je vyšší v případě vyšších skladovacích teplot [34].

Během skladování dochází ke změnám obsahu vitaminů. Vitaminy rozpustné v tucích jsou v případě uchovávání v temnu stabilní minimálně po dobu 3 měsíců. Některé ve vodě rozpustné vitaminy (např. riboflavin, tiamin, kyselina nikotinová) jsou taktéž poměrně stabilní; k nejvýraznějším degradačním změnám dochází u kyseliny askorbové a folové, zejména v přítomnosti většího množství rozpuštěného kyslíku [34].

Kromě výše uvedených reakcí se během skladování sterilovaných tavených sýrů můžeme setkat se ztrátou vody; obal totiž nemusí poskytovat kompletní bariéru před odparem a tak lze předpokládat zvýšení tuhosti výrobků [72]. Texturu tavených sýrů ovlivňuje také hydrolýza přítomných polyfosfátů vedoucí ke snížení pH, změna iontové rovnováhy a tvorba krystalů (zejména fosfátu, citrátu a laktátu sodného, laktózy či tyrozinu) [6]. Tvorbu citrátových krystalů popsali např. Buňka a kol. [81], z jejichž práce vyplývá, že citrátové tavicí soli nejsou pro výrobu tavených sýrů příliš vhodné. Podle Kapoor a Metzger [26] roste možnost tvorby krystalů se zvyšujícím se pH a celkovým obsahem fosforu a také v případě, že je povrch taveného sýra přímo vystaven působení chladného vzduchu. Proto je pro prevenci tvorby krystalů důležitý vhodný výběr tavicích solí a podmínek skladování. Buňka a kol. [81] uvedli též zvýšení tuhosti sterilovaných tavených sýrů v průběhu 24měsíčního skladování při chladírenské teplotě. V případě skladování při teplotě okolí (23 °C) byl počáteční nárůst tuhosti následován jejím poklesem v druhém roce skladování.

V průběhu termosterilace sice dochází k inaktivaci většiny enzymů, ovšem, jak uvádí Muir a Banks [47], Topçu a kol. [82] a Haki a Rakshit [83], některé rezistentní proteázy a lipázy si mohou uchovat část své aktivity. Podle Turner a Vulfson [84] zůstávají při nízké aktivitě vody aktivní termorezistentní enzymy i při teplotě kolem 200 °C. Podobné teploty (110 – 200 °C) uvádí též Janeček [85]. Synowiecki a kol. [86] uvedli, že termostabilní β -galaktosidáza může být aktivní při teplotě cca 110 °C.

4.3.3 Vliv termosterilace a skladování na sensorickou jakost sterilovaných tavených sýrů

V předchozích kapitolách byly popsány změny, ke kterým dochází vlivem sterilace a skladování. Doposud ovšem nebyly rozvedeny změny ovlivňující sensorickou jakost sterilovaných, případně dlouhodobě skladovaných produktů.

Těkavé i netěkavé sloučeniny, které přispívají k celkovému aroma tavených sýrů, vznikají zejména při proteolýze a lipolýze, případně též rozkladem dalších sloučenin. Aroma tavených sýrů je ovlivněno mnoha faktory, počínaje vlastnostmi mléka a konče technologickým procesem jejich výroby [87–89]. Mnoho produktů Maillardovy reakce jsou sensoricky aktivní sloučeniny ovlivňující chuť a vůni sterilovaných produktů, např. uhlovodíky, aldehydy, ketony, kyseliny, aj. Další z Maillardových produktů mohou ovlivňovat barvu, případně konzistenci sterilovaných tavených sýrů. Podle Buňka a kol. [81,90] a Lazárková [91] dochází vlivem sterilace ke zhoršení organoleptických vlastností tavených sýrů, zejména tmavnutí, zhoršení chuti a vůně a tuhnutí. Příčinou tužší konzistence sterilovaných tavených sýrů je pravděpodobně zesílení proteinové matrice způsobené dodatečnou hydrolýzou tavicích solí [6, 92].

Při sterilaci mléka vzniká podle Fox a McSweeney [16] a Hashim a Chaveron [93] více než 400 těkavých látek, z nichž se asi 50 významně podílí na výsledné chuti a vůni. Obsah vybraných aldehydů a ketonů u pasterovaných a sterilovaných mlék byl srovnáván v práci Contarini a kol. [94]. Byl popsán např. nárůst koncentrace pentan-2-onu, heptan-2-onu, pentanalů či 3-metylbutanalů a pokles obsahu acetonu a butan-2onu vlivem sterilace. Autoři též uvádějí původ některých těkavých látek. Pentan-2-on a heptan-2-on vznikají jak β -oxidací nasycených mastných kyselin následovanou dekarboxylací, tak i dekarboxylací β -ketokyselin. 3-metylbutanal má původ v neenzymových reakcích leucinu, další aldehydy (pentanal, hexanal, heptanal) jsou výsledkem autooxidace nenasycených mastných kyselin. Dimethyl disulfid vzniká oxidací metantiolu [94].

Sensoricky aktivní těkavé organické látky jsou podle Sunesen a kol. [95] ovlivňovány též při skladování, zejména při vyšší teplotě. Přítomnost světla v průběhu skladování má podle jejich výsledků na profil těkavých aromatických látek velký vliv. Stoupá zejména obsah oktanu, některých aldehydů (oktanalu, hexanalů, heptanalů, nonanalů, dekanalů), a dále např. limonenu či toluenu. Naopak klesá množství 2-pentylfuranu, většiny ketonů (butan-2-onu, pentan-2-onu, 3-hydroxybutan-2-onu, hexan-2-onu, heptan-2-onu, oktan-2-onu, nonan-2-onu, undekan-2-onu, dodekan-2-onu a tridekan-2-onu), styrenu, benzaldehydu, některých aminů či nitrilů. Skladování při 5 a 20 °C nemá podle výsledků autorů zpočátku na změnu koncentrace aromatických látek téměř žádný dopad. Po roce skladování lze ovšem pozorovat nárůst množství těkavých sloučenin s rostoucí teplotou. V případě skladování při 37 °C je tato tendence patrná již od počátku skladování. Největší souvislost mezi stoupající teplotou skladování a dobou je patrná u alkoholů (2-propylpentan-1-olu), metylketonů (dekan-2-onu, tridekan-2-onu, oktan-2-onu a hexan-2-onu) a aldehydů (oktanalu, nonanalů a dekanalů). Koncentrace 3-hydroxybutan-2-onu, butan-2,3-dionu, styrenu, limonenu,

benzaldehydu, toluenu či heptanalů naopak s rostoucí teplotou klesá [95]. Vliv skladovacích podmínek na UHT mléko sledovali Contarini a kol. [94] a došli k podobným výsledkům jako Sunesen a kol. [95]. V mléce skladovaném při pokojové teplotě byl sledován nárůst koncentrace heptan-2-onu a pentan-2-onu. Vznik metylketonů s lichým počtem atomů uhlíku podle autorů závisí především na teplotě skladování, nikoli na přítomnosti kyslíku. Co se týká aldehydů, zejména pentanalů, hexanalů a heptanalů, byl pozorován mírný pokles jejich koncentrace v průběhu skladování při pokojové teplotě. To lze opět přisoudit vlivu teploty a přístupu kyslíku. Skladování mléka při nízké teplotě (4 °C) mělo za následek omezení chemických reakcí, které byly pozorovány při skladování mléka při teplotě pokojové [94].

Důležitým negativním důsledkem sterilace je tvorba tzv. vařivé příchutě (v literatuře bývá označována též jako sirná, karamelová či kapustová), která se rychle mění během několika prvních dnů po tepelném ošetření [93]. Tyto změny jsou ovlivněny zejména teplotou a množstvím přítomného rozpuštěného kyslíku. Za vařivou příchut' jsou zodpovědné sulfhydrylové (tiolové) SH skupiny, které mimo jiné snižují oxidačně-redukční potenciál sterilovaných potravin a působí jako antioxidanty. Hlavními zdroji tiolových skupin jsou laktalbuminová frakce a některé proteiny asociované s tukovými kuličkami. V případě tavených sýrů je přítomnost laktalbuminu a jiných syrovátkových proteinů způsobena zahrnutím sušené syrovátky do surovinové skladby. Aktivní tiolové skupiny v průběhu skladování postupně mizí, čímž se sice ztrácí vařivá příchut', ale na druhou stranu se produkty stávají náchylnější k oxidačním reakcím [96]. Změny v chuti a vůni mléčných produktů v průběhu tepelného záhřevu a skladování lze rozdělit na dvě fáze, primární a sekundární.

Primární fáze zahrnuje:

- počáteční vařivou příchut' doprovázenou silnou sirnou a kapustovou vůní, za kterou jsou zodpovědné nízkomolekulární sloučeniny, jako např. karbonylsulfid, metantiol, karbon disulfid a dimetylsulfid,
- slabší sirnou a kapustovou vůni a zbytkovou vařivou příchut' a
- běžnou, přijatelnou, příjemnou chuť a vůni.

V sekundární fázi pak následuje tvorba:

- prázdné, mírně oxidační příchuti a
- výrazné oxidační či žluklé chuti a vůně, které jsou způsobeny zejména aldehydy a metylketony vznikajícími při autooxidaci lipidů.

Vývoj oxidační příchutě lze vysvětlit na základě oxidačních reakcí, které probíhají v průběhu skladování sterilovaných výrobků. Nejdříve jsou oxidovány sulfhydrylové skupiny, následované kyselinou askorbovou a lipidovou frakcí. Zhoršování sensorické jakosti v průběhu skladování lze zmírnit využitím nižších skladovacích teplot, přesto bývá uváděno, že např. UHT-mléka si uchovávají nejvhodnější sensorické vlastnosti pouze cca 2 měsíce od data výroby. Intenzita

vařivé příchuti může být snížena též přidavkem cystinu, resp. jodičnanu draselného k mléku před vlastním zákrokem, ovšem v tomto případě dochází ke vzniku sedimentu, resp. vývinu hořké chuti po 14 dnech skladování [34].

Vzniku nevhodných organoleptických vlastností (tj. tmavnutí, tuhnutí a zhoršení chuti a vůně) vlivem sterilace a jejich prohlubování v průběhu skladování pravděpodobně není možné zabránit, existuje ovšem jistá možnost jejich maskování – např. paprikou, masovou složkou, apod. V dostupné literatuře ovšem o maskování nevhodné barvy a vařivé příchutě sterilovaných výrobků nebyly nalezeny vhodné informace.

5 CÍL PRÁCE

Základním cílem dizertační práce bylo popsat vliv vybraných faktorů na jakost sterilovaných tavených sýrů. Naplnění tohoto cíle bylo realizováno v rámci následujících dílčích cílů:

- založit skladovací pokus se sterilovanými tavenými sýry a v půlročních intervalech zhodnotit jejich nutriční a sensorickou jakost
- vyhodnotit vliv délky skladování při třech různých skladovacích teplotách na jakost sterilovaných tavených sýrů
- pomocí 4 různých sterilačních režimů daných kombinací teploty a času vyrobit tavené sýry s různým obsahem laktózy a u těchto produktů posoudit jejich nutriční a sensorickou jakost
- vyhodnotit vliv různých sterilačních režimů na jakost tavených sýrů v závislosti na jejich obsahu laktózy
- vyrobit sterilované tavené sýry s příchutí papriky a masové složky za účelem maskování vařivé příchuti a tmavého odstínu a provést sensorickou analýzu těchto výrobků

6 ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ

6.1 Popis experimentu

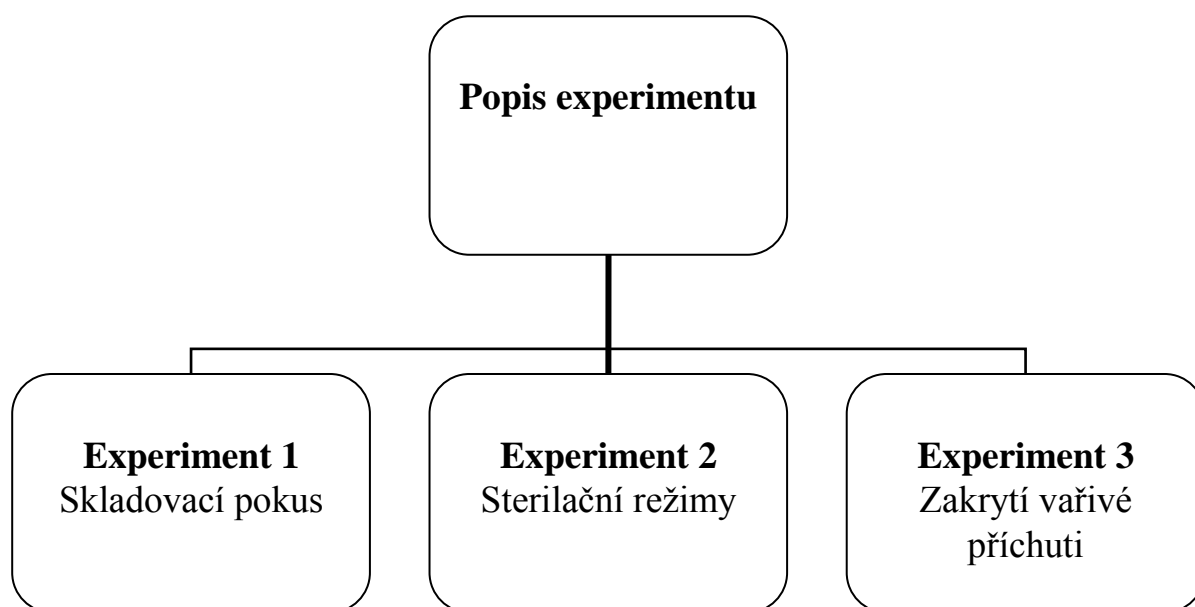
Dlouhodobě skladovatelné tavené sýry představují zvláštní skupinu tavených sýrů využívanou především Armádou České republiky a Integrovaným záchranným systémem. Dle požadavků těchto složek je nezbytná 24 – 30měsíční trvanlivost všech komponent, které lze dosáhnout prakticky pouze termosterilací (dvouletá trvanlivost je dána požadavky STANAG 2937 a dalších 6 měsíců slouží pro manipulaci s produkty). Vezmeme-li v úvahu, že běžné tavené sýry lze uchovávat pouze po dobu několika měsíců, je takto prodloužená trvanlivost výhodou. Na druhou stranu termosterilace může způsobovat nejružnější fyzikálně-chemické změny popsané v rešeršní části práce, vedoucí obecně ke zhoršení nutriční i sensorické jakosti výrobků. Průběh těchto změn lze pravděpodobně zmírnit volbou vhodného sterilačního režimu, tj. kombinací sterilační teploty a doby jejího působení. Jak již bylo uvedeno, sterilace prodlužuje skladovatelnost tavených sýrů zejména ve smyslu mikrobiální jakosti. Nicméně i během skladování sterilovaných sýrů lze očekávat nejružnější reakce zhoršující jejich jakost. Vývoj těchto reakcí a změn závisí do jisté míry na zvolené skladovací teplotě. Jedním ze sensoricky nejvýraznějších negativních důsledků sterilace tavených sýrů je tvorba tzv. vařivé příchuti, jejímuž vzniku patrně nelze zcela zabránit. Pravděpodobnou možností, jak ji alespoň zamaskovat, je přidavek různých ochucujících látek (zelenina, maso, aj.) do surovinové skladby, což je běžné při výrobě klasických (pasterovaných) tavených sýrů.

Faktory determinující jakost sterilovaných tavených sýrů byly zkoumány v rámci 3 experimentů (obrázek 6.1). V prvním experimentu byl proveden skladovací pokus (0 – 24 měsíců) se třemi skladovacími teplotami (6, 23 a 40 °C), ve druhém experimentu byly aplikovány 4 různé sterilační režimy (110 °C 100 min, 115 °C 32 min, 120 °C 10 min a 125 °C 3,2 min) a ve třetím experimentu byly vyrobeny tavené sýry s příchutí za účelem zakrytí vařivé příchuti.

6.1.1 Charakteristika experimentu 1

Dvě řady (I a II) tavených sýrů (37 % w/w sušiny a 45 % w/w tuku v sušině) byly vyrobeny ve společnosti Madeta a.s. Surovinami použitými pro jejich produkci byla směs přírodních sýrů, máslo, voda, tavicí soli (JOHA, Benckiser-Knapsack, Ladenburg, Německo) a sušená syrovátka (0,5 % w/w). Tavení probíhalo při 92 °C a utavená směs byla plněna do hliníkových vaniček s přivařitelným víčkem. Následně byly vzorky rozděleny na dvě skupiny; jedna

byla uložena do mrazícího zařízení při -19 ± 1 °C (nesterilované tavené sýry N, které byly podrobeny pouze SDS-PAGE analýze) a druhá byla po vychlazení sterilována (sterilované tavené sýry S). Pro termosterilaci byl využit záhřev 117 °C s výdrží 20 minut. Vysterilované produkty byly zchlazeny na 25 °C a rozděleny na čtyři skupiny. Jedna skupina byla skladována po dobu dvou let v lednici při 6 ± 2 °C (SL), druhá při pokojové teplotě 23 ± 2 °C (SS) a třetí v termostatu při 40 ± 2 °C (ST). Čtvrtá část vzorků byla uložena do mrazícího zařízení při -19 ± 1 °C (tyto vzorky byly opět analyzovány pouze pomocí SDS-PAGE). Ostatní analýzy byly prováděny ihned po výrobě (SL0) a dále vždy v půlročních intervalech (SL6, 12, 18 a 24, SS6, 12, 18 a 24 a ST6, 12, 18 a 24).



Obr. 6.1: Popis experimentu

Vzorky byly podrobeny mikrobiologickému rozboru, základní chemické analýze (pH, obsah sušiny, popele, tuku, amoniaku, hrubé bílkoviny), analýze obsahu aminokyselin, SDS-PAGE analýze (pouze vzorky nesterilovaných a sterilovaných sýrů skladovaných 2 roky) a senzoričkému hodnocení. Senzoričké hodnocení bylo provedeno pomocí stupnice a párové porovnávací zkoušky [97]. V případě hodnocení použitím stupnice byla využita sedmibodová jakostní ordinální stupnice hedonického typu s charakteristikou každého stupně. Orientace škály byla volena tak, že 1. stupeň byl vyhrazen úrovni „vynikající“ a 7. stupeň úrovni „nepřijatelný“. Takto bylo posuzováno 5 senzoričkých znaků: vzhled a barva, lesk, konzistence, chuť a vůně a celkové hodnocení. Výsledky hodnocení pomocí stupnice byly prezentovány jako mediány. Hodnocení pomocí stupnice bylo doplněno třemi párovými porovnávacími zkouškami. Párovými porovnávacími zkouškami byla srovnávána preference, odstín a

tuhost. Vždy byly srovnávány dvojice sýrů skladované v lednici a při pokojové teplotě (SL vs. SS) a při pokojové teplotě a v termostatu (SS vs. ST). Řady I a II byly hodnoceny samostatně. Vzorky uchovávané v termostatu byly hodnoceny pouze do 12 měsíců skladování. Protokoly pro senzorické hodnocení sterilovaných tavených sýrů jsou součástí příloh A a B a hodnotitelské schema pak přílohy C.

6.1.2 Charakteristika experimentu 2

V druhé části práce byly připraveny tavené sýry (37 % w/w sušiny a 45 % w/w tuku v sušině) s přidavkem laktózy. Laktóza byla do tavených sýrů přidávána v cílové koncentraci 0,5; 1,0; 1,5 a 2,0 % w/w, kromě toho byly vyrobeny též sýry bez laktózy. Tavené sýry byly vyrobeny na přístroji Vorwerk Thermomix TM 31-1 blender cooker (Vorwerk & Co. Thermomix; GmbH, Wuppertal, Německo) ze směsi přírodního sýru (Eidamská cihla), másla, vody a tavicích solí (JOHA, Benckiser-Knapsack, Ladenburg, Německo). Množství dodané laktózy bylo korigováno úpravou množství másla a vody tak, aby bylo dosaženo konstantní hodnoty sušiny a tuku v sušině. Tavicí teplota byla 90 °C a celkový čas tavení asi 10 minut (z toho doba výdrže tavicí teploty 1 minuta). Po ukončení tavení byla horká tavenina plněna do 75 gramových hliníkových nádob s přivařitelným víčkem. Část každé šarže byla zchlazena na 6 ± 2 °C během 3 – 4 hodin (nesterilované tavené sýry) a zbylá větší část byla dále rozdělena na 4 skupiny, které byly vysterilovány v autoklávu SVV2AKV (Pacovské strojírna, Pacov, SR) (sterilované tavené sýry). Pro sterilaci byly použity 4 různé sterilační režimy dané kombinací teploty a času: 110 °C 100 min (A), 115 °C 32 min (B), 120 °C 10 min (C) a 125 °C 3,2 min (D). Všechny režimy měly konstantní smrtící účinek na mikroorganismy (daný *F*-hodnotou). Celkem tak bylo vyrobeno 25 různých vzorků: 4 skupiny sterilovaných produktů lišící se aplikovaným režimem (A – D) a skupina nesterilovaných výrobků; v každé skupině byly vzorky bez přidané laktózy a vzorky s obsahem laktózy 0,5; 1,0; 1,5 a 2,0 %. Analýzy byly provedeny po jednom měsíci skladování při 6 ± 2 °C.

Vzorky nesterilovaných a sterilovaných tavených sýrů byly analyzovány z hlediska mikrobiologie, chemické analýzy (pH, obsah sušiny, tuku, amoniaku, hrubé bílkoviny), obsahu aminokyselin, využitelného lyzinu, SDS-PAGE analýzy, hodnocení barvy a senzorické analýzy. Senzorické hodnocení bylo provedeno pomocí stupnice a pořadových zkoušek [98]. Byla využita stupnice jako ve fázi 1, ale byla hodnocena pouze chuť a vůně. Pořadovými zkouškami byl zjišťován vliv sterilačního režimu a obsahu laktózy na barvu výrobků. Vždy bylo hodnoceno 5 vzorků (1 – nejsvětější, 5 – nejtmavší). Nejdříve byly seřazovány sýry vyrobené různými sterilačními záhřevy (nesterilované a 4 druhy sterilovaných) s konstantním obsahem laktózy – tj. celkem 5 testů. Poté byly

senzoricky hodnoceny sýry s různým obsahem laktózy vždy pro stejný sterilační režim (nesterilované a 4 druhů sterilovaných) – tj. celkem 5 testů. Výsledky byly agregovány a prezentovány jako mediány (hodnocení pomocí stupnice), resp. součty pořadí (pořadová zkouška). Protokoly pro sensorické hodnocení chuti a vůně, resp. barvy sterilovaných tavených sýrů jsou uvedeny v příloze D, resp. E.

6.1.3 Charakteristika experimentu 3

Pro třetí část práce byly ze směsi přírodních sýrů, másla, vody a tavicích solí (JOHA, Benckiser-Knapsack, Ladenburg, Německo) vyrobeny tavené sýry (37 % w/w sušiny, 45 % w/w tuku v sušině) bez příchuti (skupina I) a dále šest druhů tavených sýrů s příchutí papriky, resp. masové složky, a to přidáním čerstvé papriky (10 % w/w; skupina II), sušené papriky (0,5 % w/w; skupina III), jejich kombinace (skupina IV), paprikové pasty (0,2 % w/w; skupina V), resp. hovězího extraktu (0,5 % w/w; skupina VI) a extraktu z uzené šunky (0,25 % w/w; skupina VII) do základní směsi. Extrakt z papriky byl získán z firmy SIVO spol. s.r.o. (Vsetín, Česká republika) a extrakty z hovězího masa a uzené šunky ze společnosti Rieber & Søn (Bergen, Norsko). Surovinová skladba, tj. zejména přídavek papriky a masových extraktů, byla volena tak, aby byl zachován konstantní obsah sušiny a tuku v sušině (korigováno přídavkem másla a vody). Použitým přístrojem byl Vorwerk Thermomix TM 31-1 blender cooker (Vorwerk & Co. Thermomix; GmbH, Wuppertal, Německo). Teplota tavení byla 85 °C s výdrží 1 minuty; celková doba tavení pak představovala 9 až 10 minut. Tavenina byla plněna do hliníkových vaniček s přivařitelným víčkem a po vychlazení byly výrobky rozděleny na dvě skupiny. Jedna byla uložena do lednice (nesterilované tavené sýry N_i, kde i je číslo skupiny) a druhá byla sterilována při 120 °C po dobu 10 minut v autoklávu SVV2AKV (Pacovské strojírna, Pacov, SR) (sterilované tavené sýry S_i, kde i je číslo skupiny). Všechny tavené sýry byly uloženy 1 měsíc v lednici (6 ± 2 °C) až do provedení analýz.

U vzorků byl proveden mikrobiologický rozbor, základní chemická analýza (pH, obsah sušiny, popele a tuku) a sensorické hodnocení. Tavené sýry bez příchuti a s příchutí papriky a masové složky byly sensoricky hodnoceny opět pomocí stupnice a pořadových preferenčních zkoušek. Pomocí sedmibodové jakostní ordinální stupnice hedonického typu byly posuzovány 4 sensorické znaky: vzhled a barva, konzistence, chuť a vůně a celkové hodnocení. Sýry bez příchutě a s příchutí byly hodnoceny samostatně, tzn., že nejdříve byly hodnotitelům předloženy vzorky bez příchutě spolu s příslušnými protokoly, po odevzdání protokolů byly rozdány sýry s příchutí papriky včetně protokolů a po jejich odevzdání konečně vzorky s příchutí masové složky s odpovídajícími protokoly. Hodnocení pomocí stupnice bylo doplněno pořadovými

preferenčními zkouškami, zvláště pro sýry nesterilované a sterilované. Protokol pro tuto zkoušku byl posuzovatelům předložen až po odevzdání předchozích tří za účelem zajištění nezávislosti hodnocení. Součástí příloh F, G a H jsou protokoly pro sensorické hodnocení tavených sýrů bez příchuti, s paprikou a s masovou složkou. V příloze I je uveden protokol pro sensorické hodnocení tavených sýrů preferenční pořadovou zkouškou a v přílohách J, K a L pak příslušná hodnotitelská schemata.

6.2 Mikrobiologický rozbor

Mikrobiologická jakost nesterilovaných i sterilovaných tavených sýrů byla posouzena stanovením celkového počtu mikroorganismů [99], plísní a kvasinek [100] a aerobních a anaerobních sporulujících mikroorganismů [101]. U nesterilovaných vzorků byly provedeny rozborů na detekci koliformních mikroorganismů [102]. Sterilované tavené sýry byly navíc podrobeny termostátové zkoušce. Hermeticky uzavřené vzorky byly na 10 dní umístěny do termostatu při 37 ± 1 °C a následně byl určen celkový počet mikroorganismů a počet sporulujících mikroorganismů [103].

6.3 Základní chemická analýza

Základní chemická analýza zahrnovala stanovení obsahu sušiny (gravimetricky po vysušení při 105 °C [104]), popele (po vyžhání při 550 ± 5 °C po dobu 4 hodin [105]), pH (vpichovým pH metrem se skleněnou elektrodou GRYP 209S, GryfHB, Havlíčkův Brod, ČR), tuku (acidobutyrometricky dle Van Gulika [106]), amoniaku (podle Conwayovy metody [107,108]) a hrubé bílkoviny (Kjeldahlovou metodou s přepočítávacím faktorem 6,38 [109]).

6.4 Stanovení obsahu aminokyselin

Pro zjištění celkového obsahu aminokyselin byly vázané aminokyseliny ze vzorků uvolněny kyselou hydrolyzou (6 mol.l^{-1} HCl, 115 °C, 23 hodin) [49,66,110,111]. Sirné aminokyseliny (cystein a metionin) byly před kyselou hydrolyzou oxidovány směsí HCOOH a H₂O₂ v poměru 9:1 v/v (2 °C, 16 hodin), protože při kyselé hydrolyze by docházelo k jejich rozkladu [66]. Po ukončení hydrolyzy byla ze vzorků odpařena HCl (rotační vakuová odparka RVO 400, Ingos, Praha, ČR), sirupovitý odparek byl rozpuštěn v sodno-citrátovém pufru (pH 2,2) a nakonec byl vzorek přefiltrován přes 0,45 µm filtr. Uvolněné aminokyseliny byly analyzovány pomocí iontové výměnné kapalinové chromatografie na Automatickém analyzátoru aminokyselin AAA

400 (Ingos, Praha, ČR) s kolonou 370 x 3,7 mm (iontoměnič Ostion LG ANG), postkolonovou ninhydrinovou derivatizací a spektrofotometrickou detekcí (440 nm pro prolin a 570 nm pro ostatní aminokyseliny [112]). Cystein a metionin byly stanoveny jako kyselina cysteová a metioninsulfon a asparagin, resp. glutamin jako suma s kyselinou asparagovou, resp. glutamovou (při kyselé hydrolyze dochází ke konverzi amidů na příslušné kyseliny [66]). Tryptofan v této práci nebyl stanoven, pro jeho separaci je nutná alkalická hydrolyza [113,114]. Výsledky byly vyjádřeny v g.16gN⁻¹ [115].

Pro zhodnocení výživové hodnoty bílkovin bylo vypočítáno aminokyselinové (chemické) skóre (AAS) a index esenciálních aminokyselin (EAAI) [40].

$$AAS = \frac{100 \cdot A_i}{A_{si}}$$

$$EAAI = \sqrt[n]{\frac{100 \cdot A_1}{A_{s1}} \cdot \frac{100 \cdot A_2}{A_{s2}} \cdot \dots \cdot \frac{100 \cdot A_n}{A_{sn}}}$$

kde A_i: obsah dané esenciální aminokyseliny v testovaném proteinu, A_{si}: obsah téže aminokyseliny ve standardním (referenčním) proteinu [40].

Jako referenční protein byl organizací FAO/WHO zvolen fiktivní protein, který má optimální složení esenciálních aminokyselin. Hodnota AAS pro každou z nich je 100 %. Složení tohoto proteinu je uvedeno v tabulce 1.

Tab 1: *Obsah esenciálních aminokyselin ve standardním proteinu dle FAO/WHO (v g.16gN⁻¹) [40]*

Aminokyselina	Protein FAO/WHO
valin	5,0
leucin	7,0
izoleucin	4,0
metionin + cystein	3,5
treonin	4,0
lyzin	5,4
fenylalanin + tyrozin	6,1
tryptofan	1,0

6.5 Stanovení obsahu využitelného lyzinu

Využitelný lyzin byl stanoven tzv. Carpenterovou metodou s modifikací podle Booth [116]. K naváženému vzorku byl přidán 8% (w/v) NaHCO_3 a směs byla 10 minut ponechána stát při laboratorní teplotě. Následně byl přidán 3% (v/v) roztok FDNB (1-fluoro-2,4-dinitrobenzen) v etanolu a vzorky byly 2 hodiny třepány na třepačce. Etanol byl odpařen na vodní lázni a následný postup hydrolýzy byl stejný jako u aminokyselin. Množství využitelného lyzinu (rel. %) bylo vypočteno jako poměr rozdílu celkového množství lyzinu a obsahu lyzinu získaného po reakci s FDNB ku celkovému obsahu lyzinu.

6.6 SDS-PAGE analýza

Vzorky tavených sýrů byly připraveny dle metody popsané v Bütikofer a kol. [117]. Ke vzorku byl přidán 2-merkaptoetanol, SDS (dodecylsírán sodný) a vzorkový pufr a vzorky byly 10 minut povařeny (termoblok Bio TDB-100, Biosan, Riga, Litva). Polyakrylamidový gel (15%) a systém pufrů byl připraven podle Laemmli [118] s použitím vertikální elektroforetické aparatury P9DS Emperor Penguin (Owl Separation Systems Inc., Portsmouth, USA). Elektroforéza probíhala 5,5 hodiny při 15 °C a 40 mA. Pro určení molekulové hmotnosti separovaných proteinů byl využit molekulový hmotnostní standard Protein Test Mixture 5 (Serva, Heidelberg, Německo) s proteiny o definovaných molekulových hmotnostech 29,0; 21,0; 12,5 a 6,5 kDa. Gely byly obarveny dusičnanem stříbrným se zkráceným fixačním časem, jak uvádí Kirkeby a kol. [119] a následně byly uchovány při 4 ± 1 °C v destilované vodě. Snímky gelů byly analyzovány pomocí programu UltraQuant™ 6.0 (Ultra-Lum. Inc., Claremont, USA).

6.7 Hodnocení barvy

Barva nesterilovaných a sterilovaných tavených sýrů byla měřena pomocí spektrofotometru CM-2600d (Konica Minolta, Tokio, Japonsko). Výsledky byly vyjádřeny ve stupnici CIE $L^*a^*b^*$ pro standardní osvětlení D_{65} (průměrné denní světlo s podílem UV světla s barevnou teplotou 6504 °K) a 10° standardního pozorovatele. Byla použita geometrie d/8 a zrcadlová složka byla vyloučena (specular component excluded – SCE). Stanovovanými parametry byl jas L^* ($L^* = 0$ pro černou barvu a $L^* = 100$ pro bílou barvu), zelenočervená složka a^* ($-a^*$ = zelená, $+a^*$ = červená), modrožlutá složka b^* ($-b^*$ = modrá, $+b^*$ = žlutá) a index žlutosti YI. K analýze výsledků byl použit program SpectraMagic NX 1.60 (Minolta, Tokio, Japonsko).

6.8 Senzorické hodnocení

Senzorického hodnocení se účastnili zaměstnanci a studenti Ústavu potravinářského inženýrství (vybraní posuzovatelé podle [120]). Hodnocení probíhalo v senzorické laboratoři vybavené kóji, vzorky označené kódy byly podávány při teplotě 22 ± 2 °C [121]. Byly použity následující metody (blíže popsané v kapitole 3.1.1, 3.1.2 a 3.1.3): hodnocení pomocí stupnice, párová porovnávací zkouška, pořadová zkouška.

6.9 Statistické vyhodnocení výsledků

Výsledky stanovení pH, obsahu sušiny, popele, tuku, amoniaku, hrubé bílkoviny, aminokyselin a hodnocení barvy byly podrobeny statistické analýze s použitím parametrického testu srovnávajícího střední hodnoty dvou nezávislých výběrů (Studentův t-test). Výsledky SDS-PAGE byly vyhodnoceny metodou shlukové analýzy (Euklidovská míra vzdálenosti, shlukovací metoda – průměr mezi skupinami) v programu Unistat 5.5 (Unistat Ltd., Londýn, Velká Británie). Data získaná senzorickým hodnocením pomocí stupnice byla statisticky vyhodnocena Wilcoxonovým testem, výsledky pořadových zkoušek Friedmanovým testem a výsledky párových zkoušek pomocí testu o parametru binomického rozdělení [122]. Všechna statistická hodnocení byla provedena na hladině významnosti 5 %.

7 HLAVNÍ VÝSLEDKY PRÁCE

7.1 Výsledky fáze 1

7.1.1 Mikrobiologický rozbor

Mikrobiologická analýza neprokázala ve sterilovaných tavených sýrech přítomnost sledovaných mikroorganismů, a to ani při termostátové zkoušce. Lze tedy konstatovat, že aplikovaný sterilační záhřev (117 °C 20 minut) byl dostatečný pro inaktivaci přítomné mikroflóry a že si sterilované tavené sýry uchovaly obchodní sterilitu i po 2 letech skladování.

7.1.2 Základní chemická analýza

Základní chemická analýza potvrdila očekávání, že se sterilované tavené sýry signifikantně nelišily ($P \geq 0,05$) v obsahu sušiny (36,70 – 37,59 % w/w), popele (3,86 – 4,32 % w/w), tuku (17,0 – 18,0 %) a hrubé bílkoviny (15,03 – 17,43 % w/w). pH všech sterilovaných tavených sýrů se v průběhu skladování postupně zvyšovalo ($P < 0,05$); celkový nárůst činil průměrně 0,2 – 0,3. Rostoucí skladovací teplota neměla jednoznačný vliv na hodnoty pH.

7.1.3 Stanovení obsahu aminokyselin a amoniaku

Analýza aminokyselinového složení je jednou z nejspolehlivějších metod stanovení aminokyselin a identifikace proteinů. Zahrnuje dva základní kroky, hydrolyzu substrátu a následnou chromatografickou analýzu hydrolyzátu [66,110,111]. V tabulce 2 jsou prezentovány výsledky stanovení obsahu aminokyselin iontově výměnnou chromatografií. Vzhledem k tomu, že výsledky pro obě řady tavených sýrů vykazovaly shodný trend a číselně se lišily pouze nevýznamně ($P \geq 0,05$), jsou uvedeny pouze hodnoty získané analýzou řady I. Délka skladování se na snížení obsahu aminokyselin projevila u kyseliny glutamové, tyrozinu a histidinu. Treonin, valin, lyzin, arginin a metionin vykazovaly nižší koncentrace v průběhu skladování při 23 a 40 °C, serin a prolin pouze při 40 °C a cystein při pokojové teplotě. U některých aminokyselin (fenylalanin, kyselina asparagová) byl pozorován pokles v obsahu pouze po 1 roce skladování, u dalších (alanin, izoleucin, leucin) naopak až po 24 měsících. Vyšší skladovací teplota negativně ovlivnila množství kyseliny glutamové, tyrozinu, argininu a metioninu. U kyseliny asparagové, serinu, prolinu, valinu a izoleucinu došlo ke snížení množství až při nejvyšší skladovací teplotě. Poslední skupina aminokyselin (tj. treonin, leucin, fenylalanin, histidin a lyzin) snížila

Tab. 2: Výsledky stanovení obsahu aminokyselin (v g·16gN⁻¹) ve sterilovaných tavených sýrech skladovaných při třech teplotách po dobu 24 měsíců

AK	Teplota skladování (°C)	Délka skladování (měsíce)		
		0	12	24
Asp	6	6,25 ± 0,249 ^a	6,02 ± 0,319 ^b A	5,92 ± 0,216 ^b A
	23	6,25 ± 0,249 ^a	6,00 ± 0,130 ^b A	5,94 ± 0,298 ^b A
	40	6,25 ± 0,249 ^a	5,75 ± 0,142 ^b B	5,65 ± 0,354 ^b B
Thr	6	3,19 ± 0,144 ^a	3,18 ± 0,204 ^a A	3,12 ± 0,061 ^a A
	23	3,19 ± 0,144 ^a	3,06 ± 0,139 ^b B	2,94 ± 0,086 ^c B
	40	3,19 ± 0,144 ^a	3,10 ± 0,080 ^b B	2,67 ± 0,119 ^c C
Ser	6	4,72 ± 0,211 ^a	4,73 ± 0,280 ^a A	4,54 ± 0,175 ^b A
	23	4,72 ± 0,211 ^a	4,52 ± 0,201 ^b B	4,46 ± 0,198 ^b A
	40	4,72 ± 0,211 ^a	4,53 ± 0,173 ^b B	3,82 ± 0,117 ^c B
Glu	6	19,88 ± 0,979 ^a	19,05 ± 0,638 ^b A	18,54 ± 0,355 ^c A
	23	19,88 ± 0,979 ^a	18,27 ± 0,441 ^b B	17,95 ± 0,274 ^c B
	40	19,88 ± 0,979 ^a	17,23 ± 0,342 ^b C	17,08 ± 0,223 ^b C
Pro	6	9,72 ± 0,376 ^a	9,54 ± 0,352 ^{a,b} A	9,46 ± 0,301 ^b A
	23	9,72 ± 0,376 ^a	9,50 ± 0,301 ^b A	9,38 ± 0,215 ^b A
	40	9,72 ± 0,376 ^a	9,22 ± 0,224 ^b B	9,02 ± 0,359 ^c B
Gly	6	1,57 ± 0,052 ^{a,b}	1,58 ± 0,034 ^a A	1,54 ± 0,023 ^b A
	23	1,57 ± 0,052 ^{a,b}	1,59 ± 0,033 ^a A	1,56 ± 0,015 ^b A
	40	1,57 ± 0,052 ^a	1,51 ± 0,020 ^b B	1,55 ± 0,039 ^{a,b} A
Ala	6	2,37 ± 0,074 ^a	2,43 ± 0,141 ^a A	2,26 ± 0,067 ^b A
	23	2,37 ± 0,074 ^a	2,32 ± 0,082 ^a B	2,26 ± 0,045 ^b A
	40	2,37 ± 0,074 ^a	2,39 ± 0,035 ^a A	2,19 ± 0,064 ^b B

Pokračování Tab. 2

Val	6	$5,62 \pm 0,143^a$	$5,46 \pm 0,111^bA$	$5,43 \pm 0,063^bA$
	23	$5,62 \pm 0,143^a$	$5,51 \pm 0,154^bA$	$5,40 \pm 0,154^cA$
	40	$5,62 \pm 0,143^a$	$5,39 \pm 0,118^bB$	$5,19 \pm 0,153^cB$
Ile	6	$4,11 \pm 0,085^a$	$4,12 \pm 0,083^aA$	$3,96 \pm 0,099^bA$
	23	$4,11 \pm 0,085^a$	$4,10 \pm 0,126^aA,B$	$3,94 \pm 0,151^bA$
	40	$4,11 \pm 0,085^a$	$4,07 \pm 0,073^aB$	$3,78 \pm 0,124^bB$
Leu	6	$8,18 \pm 0,108^a$	$8,20 \pm 0,342^aA$	$7,99 \pm 0,173^bA$
	23	$8,18 \pm 0,108^a$	$8,14 \pm 0,391^aA$	$7,89 \pm 0,104^bB$
	40	$8,18 \pm 0,108^a$	$8,09 \pm 0,366^aA$	$7,72 \pm 0,219^bC$
Tyr	6	$5,07 \pm 0,059^a$	$4,95 \pm 0,117^bA$	$4,82 \pm 0,121^cA$
	23	$5,07 \pm 0,059^a$	$4,82 \pm 0,113^bB$	$4,72 \pm 0,140^cB$
	40	$5,07 \pm 0,059^a$	$4,75 \pm 0,094^bC$	$4,51 \pm 0,168^cC$
Phe	6	$4,49 \pm 0,051^a$	$4,30 \pm 0,270^bA$	$4,28 \pm 0,108^bA$
	23	$4,49 \pm 0,051^a$	$4,22 \pm 0,124^bA$	$4,19 \pm 0,132^bB$
	40	$4,49 \pm 0,051^a$	$4,06 \pm 0,318^bB$	$3,95 \pm 0,073^bC$
His	6	$2,75 \pm 0,067^a$	$2,66 \pm 0,137^bA$	$2,52 \pm 0,037^cA$
	23	$2,75 \pm 0,067^a$	$2,69 \pm 0,098^bA$	$2,43 \pm 0,032^cB$
	40	$2,75 \pm 0,067^a$	$2,43 \pm 0,100^bB$	$2,10 \pm 0,047^cC$
Lys	6	$6,75 \pm 0,144^a$	$6,70 \pm 0,180^aA$	$6,52 \pm 0,104^bA$
	23	$6,75 \pm 0,144^a$	$6,64 \pm 0,117^bA$	$6,45 \pm 0,066^cB$
	40	$6,75 \pm 0,144^a$	$6,00 \pm 0,097^bB$	$5,89 \pm 0,053^cC$
Arg	6	$3,65 \pm 0,066^a$	$3,54 \pm 0,202^bA$	$3,48 \pm 0,147^bA$
	23	$3,65 \pm 0,066^a$	$3,37 \pm 0,120^bB$	$3,27 \pm 0,096^cB$
	40	$3,65 \pm 0,066^a$	$3,21 \pm 0,105^bC$	$3,08 \pm 0,114^cC$

Pokračování Tab. 2

Cys	6	$0,43 \pm 0,015^a$	$0,39 \pm 0,023^{bA}$	$0,37 \pm 0,027^{bA}$
	23	$0,43 \pm 0,015^a$	$0,39 \pm 0,016^{bA}$	$0,36 \pm 0,031^cA$
	40	$0,43 \pm 0,015^a$	$0,36 \pm 0,027^{bA}$	$0,33 \pm 0,048^{bA}$
Met	6	$3,16 \pm 0,037^a$	$3,11 \pm 0,128^{a,bA}$	$3,06 \pm 0,067^{bA}$
	23	$3,16 \pm 0,037^a$	$2,99 \pm 0,057^{bB}$	$2,84 \pm 0,109^cB$
	40	$3,16 \pm 0,037^a$	$2,92 \pm 0,132^{bC}$	$2,61 \pm 0,115^cC$

Pozn.: Obsah aminokyselin je uveden jako průměr \pm SD (n = 20). Průměrné hodnoty v řádcích (vliv délky skladování) se stejným horním indexem se statisticky neliší ($P \geq 0,05$). Průměrné hodnoty ve sloupcích (vliv teploty skladování) následované různým velkým písmenem se statisticky liší ($P < 0,05$).

svoji koncentraci vlivem teploty až po dvou letech skladování. Kvantitativně nejdůležitějšími aminokyselinami byly kyselina glutamová (spolu s glutaminem), prolin, leucin a lyzin. V příloze A – D jsou na ukázkou přiloženy vybrané chromatogramy.

Pokud bychom hodnotili celkový obsah aminokyselin (viz tabulka 3) lze jednoznačně konstatovat snížení množství jak vlivem teploty, tak i délky skladování. Zatímco při uchovávání tavených sýrů v lednici byl pozorován úbytek cca 2 % po 1 roce, resp. 4,5 % po 2 letech skladování, v termostatových vzorcích to bylo již 7,5, resp. téměř 12 % (vzhledem k obsahu aminokyselin na vstupu).

Tab. 3: Celkový obsah aminokyselin (v $g \cdot 16gN^{-1}$) ve sterilovaných tavených sýrech skladovaných při třech teplotách po dobu 24 měsíců

Teplota skladování (°C)	Délka skladování (měsíce)		
	0	12	24
6		90,0	87,8
23	91,9	88,1	86,0
40		85,0	81,1

Vypočítané indexy esenciálních aminokyselin jsou uvedeny v tabulce 4. Z výsledků je patrné, že se indexy esenciálních aminokyselin mírně snižovaly jak vlivem teploty, tak i délky skladování. Z toho vyplývá též jisté, i když ne příliš významné snížení výživové hodnoty proteinů.

Tab. 4: Indexy esenciálních aminokyselin (EAAI) pro sterilované tavené sýry skladované při třech různých teplotách

Teplota skladování (°C)	Délka skladování (měsíce)		
	0	12	24
6		110,2	107,8
23	111,7	108,5	105,0
40		105,7	98,8

Výsledky stanovení obsahu amoniaku jsou uvedeny v tabulce 5. Opět jsou pro ukázkou uvedeny pouze hodnoty získané analýzou řady I. Je patrné, že v případě vyšších skladovacích teplot (tj. 23 a 40 °C) docházelo v průběhu dvouletého skladování sterilovaných tavených sýrů obou řad k nárůstu množství amoniaku ($P < 0,05$). Během 24měsíčního skladování v termostatu se obsah amoniaku zvýšil téměř 4x. U sýrů skladovaných v lednici obsah amoniaku víceméně

kolísal bez jednoznačně rostoucího trendu. Teplota skladování ovlivnila koncentraci amoniaku ve sterilovaných tavených sýrech velmi výrazně. Ve všech případech byl s rostoucí teplotou skladování pozorován nárůst amoniaku ($P < 0,05$). Po dvouletém skladování v termostatu se koncentrace amoniaku zvýšila (ve srovnání se skladováním v lednici) téměř o 3/4.

Tab. 5: Vývoj obsahu amoniaku (mg.kg^{-1}) ve sterilovaných tavených sýrech v závislosti na teplotě a délce skladování

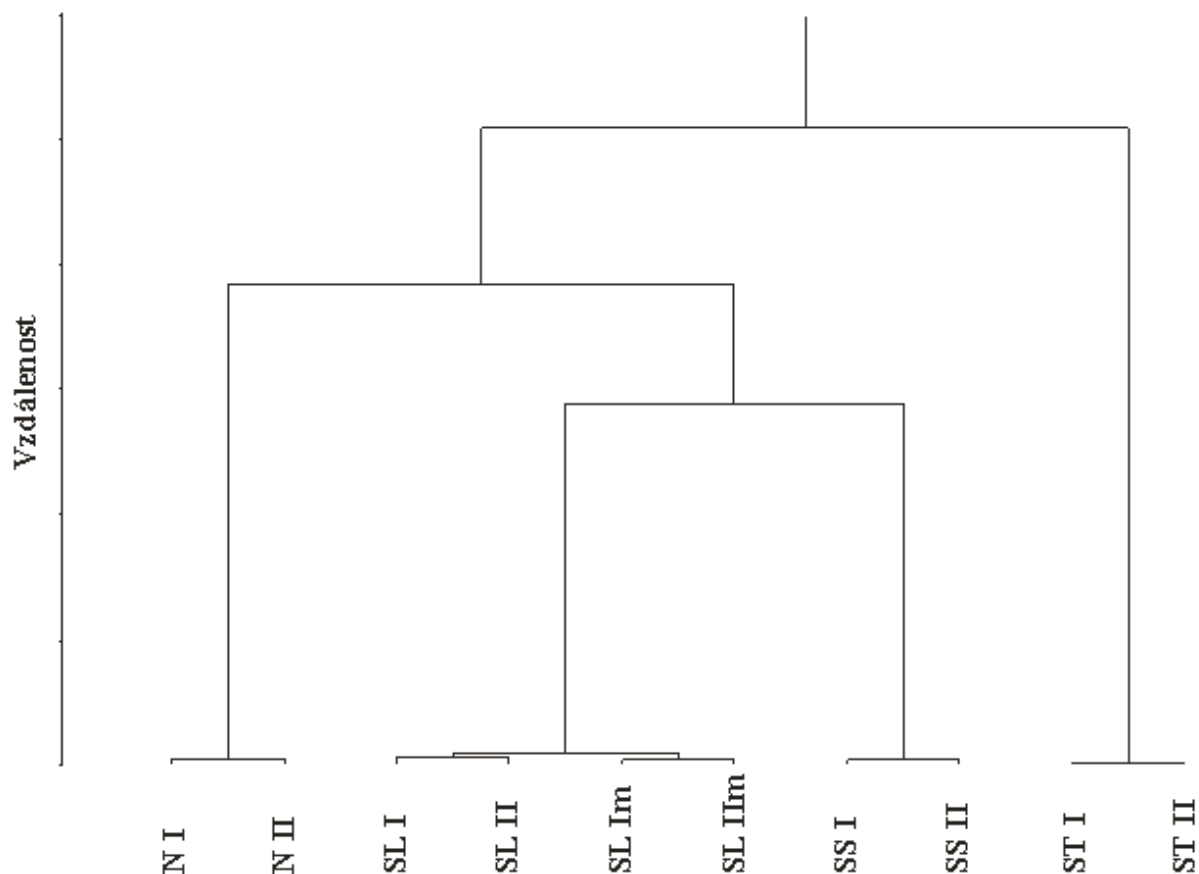
Teplota skladování ($^{\circ}\text{C}$)	Délka skladování (měsíce)		
	0	12	24
6	$226,7 \pm 13,6^{\text{a}}$	$247,0 \pm 22,4^{\text{bA}}$	$229,8 \pm 7,7^{\text{aA}}$
23	$226,7 \pm 13,6^{\text{a}}$	$323,1 \pm 15,3^{\text{bB}}$	$388,3 \pm 6,7^{\text{cB}}$
40	$226,7 \pm 13,6^{\text{a}}$	$601,2 \pm 12,9^{\text{bC}}$	$892,8 \pm 4,8^{\text{cC}}$

Pozn.: Obsah amoniaku je uveden jako průměr \pm SD ($n = 13$). Průměrné hodnoty v řádcích (vliv délky skladování) se stejným horním indexem se statisticky neliší ($P \geq 0,05$). Průměrné hodnoty ve sloupcích (vliv teploty skladování) následované shodným velkým písmenem se statisticky neliší ($P \geq 0,05$).

7.1.4 SDS-PAGE analýza

Z výsledků SDS-PAGE vyplynulo, že největší množství proteinů bylo zaznamenáno u nesterilovaných vzorků, u kterých bylo zjištěno 21 proteinů o molekulové hmotnosti 3,7 – 27,6 kDa. Vzhledem k tomu, že velikost největšího kaseinu – α_{S2} kaseinu – je 25,2 kDa a v rámci experimentu byly detekovány proteiny o velikosti až 28 kDa, je pravděpodobné, že tyto větší proteiny zahrnovaly část syrovátkových proteinů, resp. rezidua mikrobních proteinů. Nesterilované sýry vytvořily samostatný shluk, výrazně oddělený od všech sýrů ošetřených sterilací (dendrogram je znázorněn na obrázku 7.1). Sterilace způsobila rozpad některých proteinů s molekulovou hmotností nad 20 kDa přítomných v nesterilovaných sýrech. Proteiny sterilovaných tavených sýrů skladovaných v lednici a mrazícím zařízení byly více degradovány než proteiny vzorků nesterilovaných. Bylo jich detekováno 17 (3,7 – 28 kDa), nicméně jejich proteinové profily byly nejvíce příbuzné nesterilovaným produktům. U vzorků sterilovaných tavených sýrů skladovaných při pokojové teplotě bylo identifikováno 13 proteinů s molekulovou hmotností pohybující se v rozmezí 3,9 – 28,2 kDa a jejich proteinový profil byl v poměrně blízké příbuznosti s profily sýrů skladovaných v lednici a mrazničce. Nejvíce degradovány byly proteiny vzorků skladovaných při zátěžové teplotě v termostatu, což dokládá

jejich nízký počet (5 proteinů s molekulovou hmotností 9,6 – 28,6 kDa) a také samostatný shluk zcela odlišný jak od nesterilovaných, tak od ostatních sterilovaných tavených sýrů. Důvodem, proč bylo v případě tavených sýrů uchovávaných při 40°C detekováno pouze 5 proteinů může být fakt, že spodní limit námi použité SDS-PAGE je 3 kDa. U těchto vzorků pravděpodobně došlo k rozsáhlé hydrolyze a menší fragmenty se již nepodařilo zachytit. Elektroforegram tavených sýrů je součástí přílohy E.



Obr. 7.1: Výsledky shlukové analýzy proteinového profilu sledovaných tavených sýrů: *N* – nesterilované sýry skladované 2 roky v mrazícím zařízení (-19 ± 1 °C), *SL* – sterilované sýry skladované 2 roky v lednici (6 ± 2 °C), *SLm* – sterilované sýry skladované 2 roky v mrazícím zařízení (-19 ± 1 °C), *SS* – sterilované sýry skladované 2 roky při pokojové teplotě (23 ± 2 °C), *ST* – sterilované sýry skladované 2 roky v termostatu (40 ± 2 °C)

7.1.5 Senzorické hodnocení

Výsledky sensorického hodnocení sterilovaných tavených sýrů řady I s pomocí stupnice jsou prezentovány v tabulce 6 (výsledky pro řadu II nejsou uvedeny, ale od řady I se statisticky neliší).

Tab. 6: Výsledky sensorické analýzy sterilovaných tavených sýrů skladovaných při třech teplotách po dobu 24 měsíců

Znak	Teplota skladování (°C)	Délka skladování (měsíce)				
		0	6	12	18	24
Vzhled a barva	6	3 ^a	3 ^b A	3 ^b A	4 ^c A	4 ^c A
	23	-	4 ^b B	5 ^c B	5 ^c B	5 ^c B
	40	-	6 ^b C	6 ^b C	-	-
Lesk	6	3 ^a	3 ^a A	4 ^{a,b} A	4 ^b A	4 ^b A
	23	-	4 ^b B	5 ^c B	5 ^c B	5 ^c B
	40	-	5 ^b C	6 ^c C	-	-
Konzistence	6	3 ^a	3 ^a A	4 ^b A	4 ^b A	4 ^b A
	23	-	4 ^b B	4 ^b A	4 ^b A	4 ^b A
	40	-	5 ^b C	6 ^c B	-	-
Chuť a vůně	6	3 ^a	3 ^b A	3 ^b A	4 ^c A	4 ^c A
	23	-	4 ^b B	5 ^c B	5 ^c B	5 ^c B
	40	-	6 ^b C	7 ^c C	-	-
Celkové hodnocení	6	3 ^a	3 ^b A	3 ^b A	4 ^c A	4 ^c A
	23	-	4 ^b B	5 ^c B	5 ^c B	5 ^c B
	40	-	6 ^b C	7 ^c C	-	-

Pozn: Výsledky sensorického hodnocení jsou prezentovány jako mediány (počet hodnotitelů $n = 24$). Mediány v řádcích (vliv délky skladování) se shodným horním indexem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$). Hodnoty mediánů ve sloupcích (vliv teploty skladování) následované stejným velkým písmenem se statisticky významně neliší ($P \geq 0,05$).

Při sensorické analýze vzorků skladovaných při chladírenské teplotě bylo zjištěno, že se vzhled a barva, lesk, chuť a vůně a rovněž celkové hodnocení signifikantně zhoršily až ve druhém roce skladování ($P < 0,05$). Nicméně i po dvou letech byly tyto výrobky hodnoceny jako velmi dobré či dobré. U pokojové teploty bylo zaznamenáno zhoršení jakosti již po 6 měsících skladování ($P < 0,05$), přičemž po 12. skladovacím měsíci již k signifikantním změnám sensorické jakosti u většiny ukazatelů nedocházelo ($P \geq 0,05$) – sýry byly hodnoceny jako dobré, případně méně dobré. Nejzrůslehlejší změny byly

v průběhu skladování zaznamenány u tavených sýrů skladovaných v termostatu. Již po 6 měsících skladování vykazovaly tyto vzorky u většiny posuzovaných sensorických znaků jakostní stupeň nevyhovující. K dalšímu zhoršení došlo po 12 měsících skladování, kdy posuzované vzorky byly hodnoceny jako nepřijatelné. Z tohoto důvodu byly sensorické zkoušky s výrobky skladovanými při zátěžové teplotě (40 °C) po 12 měsících ukončeny.

Senzorická jakost tavených sýrů byla podstatně ovlivněna skladovací teplotou. S rostoucí teplotou skladování se zhoršovala většina sledovaných znaků ($P < 0,05$), což lze doložit též výsledky párových porovnávacích zkoušek. Při nich bylo zjištěno, že ve všech případech byly preferovány sýry skladované při nižší skladovací teplotě a že výrobky skladované při vyšších teplotách byly vždy hodnoceny jako tmavší ($P < 0,05$). Právě ztmavnutí výrobků pravděpodobně zapříčinilo zhoršení sensorického znaku vzhled a barva. Tyto výsledky korespondují s prací Buňka a kol. [73], ve které byly sterilované tavené sýry skladované 24 měsíců při teplotě okolí hodnoceny z hlediska vzhledu a barvy hůře než sýry uchovávané v lednici a tavené sýry skladované v lednici vykazovaly statisticky významně světlejší odstín než sýry uchovávané při okolní teplotě. K obdobným závěrům, tj. zhoršení chuti a vůně vlivem vyšší teploty skladování a zároveň preference a světlejší odstín vzorků skladovaných při nižší teplotě, došla též Lazárková [91].

Hodnocení konzistence, resp. tuhosti sterilovaných tavených sýrů nebylo tak jednoznačné. Po 6 měsících byly sýry skladované při vyšší teplotě označeny v obou šaržích za tužší ($P < 0,05$). Po 12 měsících skladování byly výrobky obou šarží uchovávané při zátěžové teplotě stále signifikantně tužší ($P < 0,05$) než vzorky SL a SS. Při srovnání sterilovaných tavených sýrů SL a SS se výsledky ve 12. měsíci skladování pro jednotlivé sledované šarže lišily. Zatímco ve druhé šarži byly výrobky uchovávané při pokojové teplotě tužší ($P < 0,05$) než vzorky skladované chladírensky, v první šarži mezi tavenými sýry SL a SS signifikantní rozdíly v tuhosti detekovány nebyly ($P \geq 0,05$). V dalších měsících (18. a 24.) již nebyl rozdíl v tuhosti mezi výrobky skladovanými při chladírenské a pokojové teplotě rozpoznán ($P \geq 0,05$). Počáteční zvýšení tuhosti sterilovaných tavených sýrů skladovaných při vyšší teplotě může být pravděpodobně způsobeno dodatečným zesílením proteinové matrice sýra vyvolaným hydrolyzou tavicích solí a následným uvolněním vápenatých iontů [6]. V delším časovém horizontu lze při skladování pravděpodobně očekávat působení dvou jevů. Na jedné straně se vytváří nové vazby mezi bílkovinami, způsobené například výše popsaným dodatečným zesílením proteinové matrice, což může vést ke zvyšování tuhosti. Zároveň ale může docházet též k hydrolyze proteinů, např. zbytkovou aktivitou termostabilních proteáz. Když tento proces převáží nad tvorbou nových vazeb, což mohlo nastat při vyšší teplotě skladování, resp. dříve, než by tomu bylo při nižší teplotě, můžeme zaznamenat

pokles tuhosti. Hypotézu o degradaci bílkovin podporuje i zhoršení chuti a vůně výrobků během skladování a koresponduje s pozorováním Buňka a kol. [81]. Protokoly pro senzorické hodnocení jsou součástí příloh F a G a hodnotitelské schema pak přílohy H.

7.1.6 Diskuze

U všech sterilovaných tavených sýrů analyzovaných v rámci této fáze experimentu byla po celou dobu skladování (při všech teplotách) zachována obchodní sterilita, potvrzená termostatovou zkouškou. Aplikovaný sterilizační zážeh (117 °C 20 min) byl tedy pro inaktivaci přítomné mikroflóry dostatečný. To odpovídá údajům publikovaným např. v Mafart a kol. [123], kde jsou uváděny kombinace teploty a doby sterilace 110 – 125 °C po dobu 5 – 30 minut. Možnost vzájemného srovnání všech analyzovaných vzorků byla zajištěna zachováním konstantních hodnot obsahu sušiny, popele, tuku a hrubé bílkoviny [124–126].

Skladovací podmínky se projeví na změně proteinů přítomných v tavených sýrech. Výživová hodnota bílkovin byla v rámci této fáze sledována pomocí obsahu aminokyselin. I když se skladovací podmínky u různých aminokyselin projeví různě, lze celkově říci, že se obsah aminokyselin snížil jak vlivem délky skladování, tak i důsledkem vyšší skladovací teploty. Tyto výsledky kopírují i hodnoty indexu esenciálních aminokyselin, které se snižovaly s rostoucí teplotou i délkou skladování. Skladování tedy způsobilo jisté snížení výživové hodnoty bílkovin, které bylo nejvýraznější u sterilovaných tavených sýrů skladovaných při nejvyšší teplotě (40 °C) po dobu 24 měsíců. Pozorovaný pokles obsahu aminokyselin souvisí se zvýšením množství amoniaku v tavených sýrech, jakožto jejich degradačního produktu. Jak snížení koncentrace aminokyselin, tak i nárůst obsahu amoniaku může být způsobeno např. Maillardovou reakcí, Streckerovou degradací, deaminací, atd. [7,44,48,70].

Změny proteinů byly prokázány též při analýze proteinového profilu tavených sýrů pomocí SDS-PAGE. Proteolytické reakce proteinů byly tím rozsáhlejší, čím vyšší skladovací teplota byla u sterilovaných tavených sýrů využita. Nejvíce příbuzné nesterilovaným taveným sýrům byly vzorky skladované při nejnižší teplotě, tj. v mrazícím zařízení, případně lednici. Při vyšší skladovací teplotě, zejména pak v termostatu, se proteinový profil od nesterilovaných sýrů velmi výrazně odlišoval.

Destrukční reakce proteinů se nepříznivě odrazily v organoleptických vlastnostech tavených sýrů, zejména barvě a chuti. Teplota skladování se projeví na ztmavnutí tavených sýrů. Všechny vzorky skladované při vyšší teplotě byly hodnoceny jako tmavší než produkty skladované při teplotě nižší. Barevné změny sterilovaných tavených sýrů lze pravděpodobně přisoudit

reakcím dusíkatých látek (zejména Maillardovým reakcím), jejichž intenzivní průběh je způsoben mimo jiné též přidavkem sušené syrovátky (obsahuje redukující disacharid laktózu) do surovinové skladby [6,12,70,72]. Kromě barvy byla významně ovlivněna také chuť a vůně tavených sýrů. Délka skladování se mírně projevila pouze u sýrů skladovaných při 23 a 40 °C. Naopak teplota skladování se na zhoršení parametru chuť a vůně podílela velmi výrazně. Vzorky skladované při zátěžové teplotě byly dokonce již po 1 roce skladování hodnoceny jako nepříjemné. Jak uvádí Gaucheron a kol. [43] a Friedman [44], mezi Maillardovou reakcí a změnami barvy a chuti a vůně existuje spojitost.

7.2 Výsledky fáze 2

7.2.1 Mikrobiologický rozbor

Při mikrobiologickém vyšetření byly u nesterilovaných tavených sýrů (po 1 měsíci skladování při teplotě 6 ± 2 °C) zjištěny následující výsledky: celkový počet mikroorganismů $3,7 \cdot 10^4$ KTJ.g⁻¹, aerobní sporulující mikroorganismy $2,3 \cdot 10^4$ KTJ.g⁻¹, anaerobní sporulující mikroorganismy $1,9 \cdot 10^4$ KTJ.g⁻¹, plísně a kvasinky $8,7 \cdot 10^3$ KTJ.g⁻¹. Koliformní mikroorganismy nebyly u nesterilovaných tavených sýrů zjištěny. U sterilovaných tavených sýrů nebyly detekovány žádné mikroorganismy, včetně termostatové zkoušky. Všechny aplikované sterilační režimy s hodnotou $F = 7,78$ (A – D) byly tedy dostačující pro inaktivaci přítomných mikroorganismů (detekovatelných použitými metodami).

7.2.2 Základní chemická analýza

Ze základní analýzy vyplynulo, že se sledované tavené sýry signifikantně nelišily ($P \geq 0,05$) v obsahu sušiny (37,11 – 38,46 % w/w) a obsahu tuku (18,5 – 19,0 % w/w). Zatímco sterilace obsah dusíkatých látek neovlivnila ($P \geq 0,05$), s narůstající koncentrací laktózy ve vzorcích se obsah dusíkatých látek snižoval ($P < 0,05$); celkově se pohyboval v intervalu 11,83 – 13,09 % w/w. U nesterilovaných tavených sýrů se pH pohybovalo v intervalu 5,97 – 6,10. Výrobky, na něž byly aplikovány sterilační režimy A a B, resp. C a D, vykazovaly pH v intervalu 5,75 – 5,93, respektive 5,83 – 5,95. Sterilované tavené sýry tedy vykazovaly signifikantně ($P < 0,05$) nižší pH než výrobky nesterilované, a to v průměru o cca 0,1 – 0,2. Vliv obsahu laktózy na úroveň pH nebyl u nesterilovaných ani u sterilovaných tavených sýrů pozorován ($P \geq 0,05$).

7.2.3 Stanovení obsahu aminokyselin, využitelného lyzinu a amoniaku

V tabulce 7 jsou uvedeny výsledky analýzy obsahu aminokyselin. Závislost obsahu aminokyselin na zvyšující se koncentraci laktózy v tavených sýrech nebyla jednoznačná ($P \geq 0,05$). U výrobků ošetřených sterilačními režimy A a B byl zjištěn signifikantně nižší obsah testovaných aminokyselin ($P < 0,05$) ve srovnání s nesterilovanými produkty. Ztráty jednotlivých aminokyselin se u sterilačních záhřevů A a B pohybovaly až kolem 10,1 % ve srovnání s obsahem aminokyselin v nesterilovaných tavených sýrech. Nejvyšší ztráty byly pozorovány u sirných aminokyselin cystein a metionin a dále u serinu, treoninu a tyrozinu. U většiny výrobků podrobených sterilačnímu záhřevu D se obsah aminokyselin významně nelišil ($P \geq 0,05$) od nesterilovaných tavených sýrů. Rovněž značná část produktů ošetřených režimem C vykazovala obdobný obsah aminokyselin ($P \geq 0,05$) jako příslušné nesterilované výrobky. U sterilačních režimů C a D byly pozorovány průměrné ztráty 4,9 %, resp. 3,0 % (ve srovnání s nesterilovanými tavenými sýry). Z výsledků dále vyplynulo, že s narůstající sterilační teplotou (a adekvátním snižováním doby jejího trvání pro zachování konstantního smrtícího účinku) se ztráty aminokyselin u sledovaných výrobků snížily. Většina tavených sýrů podrobených sterilačnímu režimu A a B měla nižší koncentraci testovaných aminokyselin než výrobky ošetřené režimy C a D ($P < 0,05$). Rozdíly mezi obsahem aminokyselin u produktů vysterilovaných záhřevem C a D ovšem na druhou stranu nebyly ve většině případů signifikantní ($P \geq 0,05$).

Analyzován byl rovněž obsah využitelného lyzinu (výsledky jsou uvedeny na obrázku 7.2). U nesterilovaných tavených sýrů činil podíl využitelného lyzinu více jak 98 % jeho celkového obsahu ve výrobku, a to bez ohledu na koncentraci laktózy. Sterilační záhřev způsobil u většiny testovaných produktů pokles obsahu využitelného lyzinu. Nejmarkantnější snížení jeho obsahu (ve srovnání s nesterilovanými produkty) bylo zaznamenáno u výrobků ošetřených nejnižší sterilační teplotou působící adekvátně delší čas. Zatímco při obsahu laktózy do 1,0 % w/w činila ztráta využitelného lyzinu 3 – 4 %, u koncentrací 1,5 a 2,0 % w/w již pokles dosahoval v důsledku režimu A 6 %, resp. 10 %. U většiny výrobků, na které byly aplikovány ostatní sterilační režimy (B – D) se pohybovala ztráta využitelného lyzinu obvykle pod 2 %. Přidávky laktózy nevyvolaly u těchto sterilovaných tavených sýrů (B – D) výrazně vyšší ztráty využitelného lyzinu vzhledem k výrobkům bez přídavku laktózy.

Tab. 7: Výsledky stanovení obsahu aminokyselin (v g.16gN⁻¹) v nesterilovaných tavených sýrech a sýrech sterilovaných 4 různými sterilizačními režimy s obsahem laktózy 0 – 2 % (w/w)

AK	Obsah laktózy (% w/w)	Teplota a délka sterilace				
		Nesterilovaný sýr	110°C 100 min	115°C 32 min	120°C 10 min	125°C 3,2 min
Asp	0,0	6,83 ± 0,203 ^a A	6,09 ± 0,130 ^a B	6,52 ± 0,032 ^a C	6,69 ± 0,146 ^a A,C	6,71 ± 0,041 ^a A
	0,5	6,72 ± 0,097 ^a A	6,23 ± 0,122 ^{a,b} B	6,26 ± 0,111 ^b B	6,68 ± 0,068 ^a A	6,82 ± 0,271 ^a A
	1,0	6,93 ± 0,092 ^a A	6,54 ± 0,171 ^b B	6,29 ± 0,041 ^b C	6,56 ± 0,055 ^a B	6,89 ± 0,172 ^a A
	1,5	6,84 ± 0,175 ^a A	6,34 ± 0,164 ^{a,b} B	6,48 ± 0,069 ^{a,b} B	6,78 ± 0,089 ^a A	6,82 ± 0,044 ^a A
	2,0	6,78 ± 0,103 ^a A	6,23 ± 0,071 ^{a,b} B	6,37 ± 0,122 ^{a,b} B	6,68 ± 0,068 ^a A	6,86 ± 0,308 ^a A
Thr	0,0	3,58 ± 0,105 ^{a,b} A	3,24 ± 0,049 ^a B	3,31 ± 0,056 ^a B	3,41 ± 0,037 ^a C	3,44 ± 0,082 ^a A,C
	0,5	3,55 ± 0,120 ^{a,b} A	3,32 ± 0,151 ^a B	3,18 ± 0,073 ^b B	3,55 ± 0,029 ^{b,c} A	3,50 ± 0,125 ^{a,b} A
	1,0	3,70 ± 0,095 ^b A	3,45 ± 0,204 ^a A,B	3,29 ± 0,031 ^a B	3,50 ± 0,076 ^{a,b} A	3,59 ± 0,020 ^b A
	1,5	3,72 ± 0,211 ^b A	3,42 ± 0,117 ^a B	3,32 ± 0,012 ^a B	3,68 ± 0,093 ^b A	3,56 ± 0,028 ^b A
	2,0	3,46 ± 0,025 ^a A	3,28 ± 0,030 ^a B	3,41 ± 0,015 ^c A	3,47 ± 0,032 ^{a,c} A	3,50 ± 0,248 ^{a,b} A
Ser	0,0	5,02 ± 0,181 ^a A	4,30 ± 0,092 ^a B	4,50 ± 0,106 ^a B,C	4,60 ± 0,081 ^a C,D	4,69 ± 0,056 ^a D
	0,5	4,86 ± 0,041 ^a A	4,31 ± 0,115 ^a B	4,37 ± 0,110 ^a B	4,72 ± 0,025 ^a C	4,77 ± 0,171 ^{a,b} A,C
	1,0	4,92 ± 0,047 ^a A	4,45 ± 0,174 ^a B	4,42 ± 0,066 ^a B	4,65 ± 0,055 ^a C	4,86 ± 0,062 ^b A,C
	1,5	4,66 ± 0,152 ^b A	4,27 ± 0,214 ^a B	4,55 ± 0,099 ^a A,B	4,65 ± 0,112 ^a A	4,72 ± 0,096 ^{a,b} A
	2,0	4,83 ± 0,069 ^a A	4,34 ± 0,029 ^a B	4,56 ± 0,077 ^a C	4,73 ± 0,037 ^a A	4,81 ± 0,157 ^{a,b} A

Pokračování Tab. 7

Glu	0,0	19,92 ± 0,614 ^{a,b} A	17,83 ± 0,374 ^{a,b} B	18,35 ± 0,274 ^a B	18,57 ± 0,390 ^a B,C	19,00 ± 0,243 ^a A,C
	0,5	19,62 ± 0,396 ^{a,b} A	18,11 ± 0,716 ^{a,b} B	17,39 ± 0,362 ^b B	19,45 ± 0,235 ^b A	19,25 ± 0,304 ^a A
	1,0	20,01 ± 0,277 ^a A	18,87 ± 0,593 ^a B	17,99 ± 0,061 ^a C	19,04 ± 0,082 ^a B	19,52 ± 0,343 ^a A
	1,5	19,61 ± 0,527 ^{a,b} A	18,27 ± 0,705 ^{a,b} B	18,02 ± 0,098 ^a B	19,43 ± 0,398 ^b A	19,31 ± 0,192 ^a A
	2,0	19,17 ± 0,291 ^b A	17,88 ± 0,185 ^b B	18,05 ± 0,265 ^a B	19,03 ± 0,177 ^{a,b} A	18,91 ± 0,368 ^a A
Pro	0,0	11,54 ± 0,359 ^a A	10,07 ± 0,419 ^a B	10,83 ± 0,200 ^a C	10,60 ± 0,403 ^a B,C	11,31 ± 0,030 ^a A
	0,5	11,32 ± 0,203 ^a A	10,55 ± 0,315 ^{a,b} B	10,30 ± 0,204 ^b B	11,15 ± 0,118 ^{a,b} A	11,49 ± 0,270 ^{a,b} A
	1,0	11,50 ± 0,166 ^a A	10,82 ± 0,288 ^b B,C	10,73 ± 0,045 ^{a,b} B	10,98 ± 0,127 ^{a,c} C	11,63 ± 0,066 ^b A
	1,5	11,45 ± 0,297 ^a A	10,74 ± 0,341 ^{a,b} B	10,60 ± 0,038 ^a B	11,35 ± 0,272 ^{b,c} A	11,26 ± 0,155 ^a A
	2,0	11,30 ± 0,163 ^a A	10,55 ± 0,038 ^b B	10,57 ± 0,125 ^a B	11,21 ± 0,102 ^b A	10,98 ± 0,329 ^a A
Gly	0,0	1,79 ± 0,050 ^{a,b} A	1,59 ± 0,020 ^a B	1,65 ± 0,024 ^a C	1,65 ± 0,037 ^a C	1,73 ± 0,006 ^a A
	0,5	1,73 ± 0,016 ^a A	1,60 ± 0,030 ^a B	1,59 ± 0,035 ^b B	1,71 ± 0,015 ^{b,c} A	1,73 ± 0,047 ^a A
	1,0	1,79 ± 0,014 ^b A	1,66 ± 0,059 ^a B,C	1,61 ± 0,015 ^b B	1,69 ± 0,022 ^{a,b} C	1,75 ± 0,031 ^a A
	1,5	1,73 ± 0,017 ^a A	1,60 ± 0,032 ^a B	1,64 ± 0,013 ^{a,b} B	1,74 ± 0,028 ^c A	1,73 ± 0,019 ^a A
	2,0	1,75 ± 0,024 ^a A	1,60 ± 0,014 ^a B	1,63 ± 0,034 ^a B	1,73 ± 0,011 ^c A	1,71 ± 0,021 ^a A
Ala	0,0	2,68 ± 0,083 ^{a,b} A	2,40 ± 0,043 ^a B	2,47 ± 0,032 ^a B	2,49 ± 0,047 ^a B,C	2,55 ± 0,033 ^a A,C
	0,5	2,59 ± 0,006 ^a A	2,40 ± 0,038 ^a B	2,37 ± 0,054 ^{b,c} B	2,55 ± 0,026 ^{a,b} C	2,59 ± 0,073 ^{a,b} A,C
	1,0	2,66 ± 0,022 ^b A	2,50 ± 0,080 ^a B,C	2,41 ± 0,021 ^b B	2,51 ± 0,030 ^a C	2,63 ± 0,044 ^b A
	1,5	2,57 ± 0,029 ^a A	2,42 ± 0,034 ^a B	2,44 ± 0,008 ^a B	2,55 ± 0,034 ^{a,b} A	2,58 ± 0,019 ^{a,b} A
	2,0	2,61 ± 0,044 ^{a,b} A	2,42 ± 0,017 ^a B	2,43 ± 0,047 ^{a,c} B	2,58 ± 0,015 ^b A	2,54 ± 0,075 ^{a,b} A

Pokračování Tab. 7

Val	0,0	6,48 ± 0,199 ^{a,b} A	5,85 ± 0,109 ^a B	6,00 ± 0,067 ^a B	6,05 ± 0,132 ^a B,C	6,22 ± 0,078 ^a A,C
	0,5	6,39 ± 0,043 ^{a,b} A	5,89 ± 0,108 ^a B	5,75 ± 0,089 ^b B	6,28 ± 0,079 ^b A	6,28 ± 0,179 ^a A
	1,0	6,51 ± 0,084 ^a A	6,11 ± 0,230 ^a B,C	5,83 ± 0,049 ^b B	6,15 ± 0,105 ^{a,b} C	6,34 ± 0,130 ^a A,C
	1,5	6,35 ± 0,091 ^{a,b} A	5,98 ± 0,073 ^a B	5,97 ± 0,009 ^a B	6,33 ± 0,086 ^b A	6,34 ± 0,047 ^a A
	2,0	6,30 ± 0,095 ^b A	5,84 ± 0,053 ^a B	5,86 ± 0,115 ^{a,b} B	6,23 ± 0,055 ^{a,b} A	6,17 ± 0,186 ^a A
Ile	0,0	4,89 ± 0,153 ^a A	4,32 ± 0,101 ^a B	4,51 ± 0,046 ^a C	4,49 ± 0,117 ^a B,C	4,69 ± 0,068 ^a A
	0,5	4,74 ± 0,068 ^a A	4,38 ± 0,074 ^a B	4,31 ± 0,056 ^b B	4,68 ± 0,060 ^{b,c} A	4,69 ± 0,094 ^a A
	1,0	4,85 ± 0,074 ^a A	4,54 ± 0,164 ^a B,C	4,36 ± 0,042 ^b B	4,58 ± 0,081 ^{a,c} C	4,75 ± 0,057 ^a A
	1,5	4,76 ± 0,049 ^a A	4,46 ± 0,057 ^a B	4,45 ± 0,030 ^a B	4,73 ± 0,061 ^b A	4,72 ± 0,035 ^a A
	2,0	4,72 ± 0,069 ^a A	4,38 ± 0,051 ^a B	4,35 ± 0,114 ^{a,b} B	4,67 ± 0,044 ^{b,c} A	4,62 ± 0,164 ^a A
Leu	0,0	9,20 ± 0,286 ^a A	8,20 ± 0,145 ^a B	8,56 ± 0,086 ^a C	8,53 ± 0,210 ^a B,C	8,96 ± 0,012 ^a A
	0,5	8,89 ± 0,094 ^a A	8,24 ± 0,118 ^a B	8,18 ± 0,115 ^b B	8,78 ± 0,093 ^{a,b} A	8,86 ± 0,150 ^a A
	1,0	9,12 ± 0,133 ^a A	8,58 ± 0,289 ^a B,C	8,23 ± 0,104 ^b B	8,66 ± 0,150 ^a C	9,01 ± 0,087 ^a A
	1,5	8,97 ± 0,137 ^a A	8,37 ± 0,131 ^a B	8,49 ± 0,047 ^a B	8,94 ± 0,082 ^b A	8,97 ± 0,060 ^a A
	2,0	8,92 ± 0,151 ^a A	8,21 ± 0,077 ^a B	8,33 ± 0,190 ^{a,b} B	8,77 ± 0,070 ^a A	8,86 ± 0,210 ^a A
Tyr	0,0	5,30 ± 0,154 ^a A	4,76 ± 0,090 ^{a,b} B	4,99 ± 0,062 ^a C	4,86 ± 0,020 ^a B	5,13 ± 0,020 ^a A
	0,5	5,06 ± 0,039 ^b A	4,73 ± 0,060 ^{a,b} B	4,68 ± 0,095 ^b B	4,98 ± 0,058 ^b A	5,01 ± 0,087 ^b A
	1,0	5,15 ± 0,086 ^a A	4,82 ± 0,092 ^a B	4,64 ± 0,054 ^b C	4,91 ± 0,086 ^{a,b} B,D	5,05 ± 0,076 ^a A,D
	1,5	4,94 ± 0,090 ^b A	4,67 ± 0,088 ^{a,b} B	4,84 ± 0,054 ^c A	4,99 ± 0,026 ^b A	5,01 ± 0,067 ^b A
	2,0	4,98 ± 0,089 ^b A	4,63 ± 0,043 ^b B	4,55 ± 0,177 ^b B	4,86 ± 0,036 ^a A	5,04 ± 0,162 ^a A

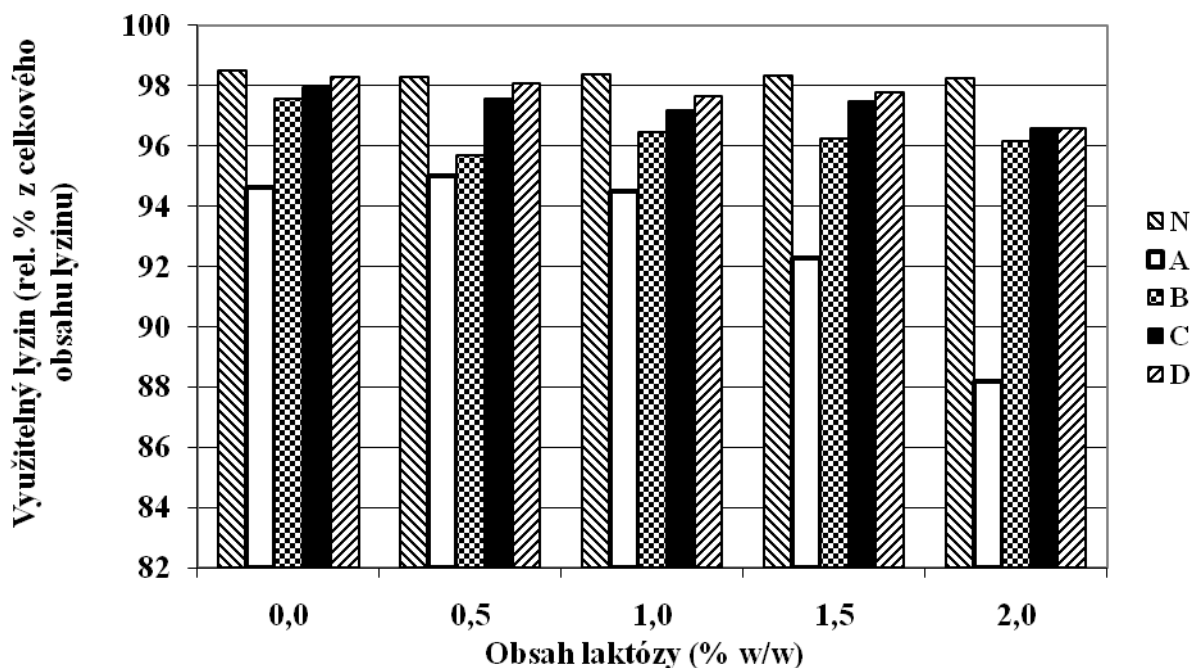
Pokračování Tab 7

Phe	0,0	4,95 ± 0,142 ^a A	4,42 ± 0,077 ^a B	4,61 ± 0,067 ^a C	4,59 ± 0,112 ^a B,C	4,80 ± 0,024 ^a A
	0,5	4,82 ± 0,051 ^a A	4,44 ± 0,083 ^a B	4,43 ± 0,056 ^b B	4,72 ± 0,061 ^a A	4,78 ± 0,098 ^{a,b} A
	1,0	4,92 ± 0,082 ^a A	4,60 ± 0,150 ^a B,C	4,43 ± 0,045 ^b B	4,64 ± 0,081 ^a C	4,85 ± 0,064 ^{a,b} A
	1,5	4,84 ± 0,074 ^a A	4,46 ± 0,093 ^a B	4,57 ± 0,020 ^a B	4,83 ± 0,043 ^b A	4,85 ± 0,013 ^b A
	2,0	4,84 ± 0,090 ^a A	4,42 ± 0,029 ^a B	4,47 ± 0,121 ^{a,b} B	4,74 ± 0,043 ^a A	4,80 ± 0,276 ^{a,b} A
His	0,0	2,86 ± 0,072 ^{a,b} A	2,51 ± 0,052 ^a B	2,73 ± 0,028 ^a C,D	2,63 ± 0,063 ^a C	2,81 ± 0,052 ^a A,D
	0,5	2,84 ± 0,048 ^a A	2,58 ± 0,051 ^a B	2,63 ± 0,052 ^b B	2,80 ± 0,038 ^b A	2,86 ± 0,074 ^{a,b} A
	1,0	2,94 ± 0,056 ^{a,b} A	2,72 ± 0,083 ^b B,C	2,65 ± 0,033 ^{b,c} B	2,76 ± 0,054 ^b A,C	2,92 ± 0,022 ^b A
	1,5	2,97 ± 0,043 ^b A	2,63 ± 0,060 ^{a,b} B	2,67 ± 0,049 ^{a,b} B	2,91 ± 0,055 ^c A	2,84 ± 0,099 ^{a,b} A
	2,0	2,84 ± 0,071 ^a A	2,55 ± 0,027 ^a B	2,72 ± 0,028 ^{a,c} C	2,76 ± 0,024 ^b A,C	2,82 ± 0,055 ^a A
Lys	0,0	7,84 ± 0,231 ^a A	6,90 ± 0,139 ^a B	7,27 ± 0,094 ^a C	7,23 ± 0,143 ^{a,b} C	7,56 ± 0,071 ^a A
	0,5	7,65 ± 0,046 ^a A	6,84 ± 0,095 ^a B	7,34 ± 0,219 ^a C	7,42 ± 0,072 ^a C	7,51 ± 0,158 ^a A,C
	1,0	7,81 ± 0,130 ^a A	6,98 ± 0,270 ^a B,C	6,86 ± 0,077 ^b B	7,27 ± 0,130 ^{a,b} C	7,57 ± 0,125 ^a A
	1,5	7,63 ± 0,115 ^a A	6,72 ± 0,104 ^a B	7,02 ± 0,033 ^c C	7,45 ± 0,090 ^a A	7,55 ± 0,042 ^a A
	2,0	7,61 ± 0,138 ^a A	6,50 ± 0,061 ^b B	6,77 ± 0,147 ^b C	7,25 ± 0,060 ^b D	7,38 ± 0,248 ^a A,D
Arg	0,0	3,86 ± 0,118 ^a A	3,47 ± 0,072 ^a B	3,53 ± 0,080 ^{a,b} B,C	3,61 ± 0,067 ^a C,D	3,70 ± 0,021 ^a A,D
	0,5	3,82 ± 0,038 ^a A	3,44 ± 0,051 ^a B	3,43 ± 0,023 ^a B	3,75 ± 0,030 ^b C	3,75 ± 0,113 ^{a,b} A,C
	1,0	3,85 ± 0,084 ^a A	3,47 ± 0,161 ^a B,C	3,46 ± 0,014 ^a B	3,65 ± 0,078 ^{a,b} C,D	3,77 ± 0,060 ^{a,b} A,D
	1,5	3,72 ± 0,097 ^a A	3,34 ± 0,065 ^a B	3,51 ± 0,021 ^b C	3,74 ± 0,075 ^{a,b} A	3,80 ± 0,040 ^b A
	2,0	3,78 ± 0,030 ^a A	3,28 ± 0,022 ^b B	3,38 ± 0,103 ^a B	3,68 ± 0,041 ^a C	3,70 ± 0,264 ^{a,b} A,C

Pokračování Tab. 7

Cys	0.0	0.67 ± 0.009 ^a A	0.52 ± 0.010 ^a B	0.61 ± 0.008 ^{a,d} C	0.60 ± 0.021 ^a C	0.64 ± 0.011 ^a D
	0.5	0.64 ± 0.007 ^b A	0.55 ± 0.020 ^{a,b} B	0.56 ± 0.010 ^b B	0.62 ± 0.033 ^a A	0.65 ± 0.013 ^{a,b} A
	1.0	0.67 ± 0.017 ^{a,c} A	0.57 ± 0.008 ^b B	0.59 ± 0.009 ^c B	0.63 ± 0.012 ^a C	0.67 ± 0.010 ^{b,c} A
	1.5	0.64 ± 0.013 ^{b,c} A	0.57 ± 0.018 ^b B	0.59 ± 0.013 ^{a,c} B	0.63 ± 0.018 ^a A	0.63 ± 0.013 ^a A
	2.0	0.66 ± 0.008 ^a A	0.56 ± 0.013 ^b B	0.62 ± 0.004 ^d C	0.60 ± 0.018 ^a C	0.69 ± 0.021 ^c A
Met	0.0	4.02 ± 0.120 ^{a,b} A	3.58 ± 0.190 ^a B	3.71 ± 0.026 ^a B	4.01 ± 0.146 ^a A	3.99 ± 0.029 ^a A
	0.5	3.78 ± 0.182 ^a A	3.49 ± 0.040 ^a B	3.42 ± 0.045 ^b B	3.72 ± 0.025 ^b A	3.75 ± 0.035 ^b A
	1.0	3.85 ± 0.134 ^a A	3.57 ± 0.096 ^a B	3.71 ± 0.206 ^a A,B	3.75 ± 0.085 ^b A	3.79 ± 0.048 ^b A
	1.5	3.79 ± 0.202 ^a A	3.40 ± 0.050 ^a B	3.37 ± 0.036 ^b B	3.82 ± 0.076 ^{a,b} A	3.77 ± 0.055 ^b A
	2.0	4.06 ± 0.068 ^b A	3.28 ± 0.021 ^b B	3.31 ± 0.208 ^b B	3.79 ± 0.030 ^b C	3.93 ± 0.081 ^a A

Pozn.: Obsah aminokyselin je uveden jako průměr ± SD (n = 20). Průměrné hodnoty v řádcích (vliv délky skladování) se stejným horním indexem se statisticky neliší (P ≥ 0,05). Průměrné hodnoty ve sloupcích (vliv teploty skladování) následované různým velkým písmenem se statisticky liší (P < 0,05).



Obr. 7.2: Závislost obsahu využitelného lyzinu na množství přidané laktózy

V tabulce 8 je prezentován celkový obsah aminokyselin jak v sýrech nesterilovaných, tak v sýrech sterilovaných 4 různými sterilačními režimy s různými obsahy laktózy. Vliv koncentrace laktózy na celkový obsah aminokyselin v tavených sýrech prokázán nebyl. Naopak, všechny sterilační režimy způsobily snížení celkového množství aminokyselin ve srovnání s nesterilovanými produkty. Nejvýraznější pokles byl pozorován u vzorků sterilovaných režimem A, tj. nejnížší sterilační teplotou působící nejdéle. Vzhledem k tomu, že jednotky $\text{g} \cdot 16\text{gN}^{-1}$ přibližně odpovídají hm. % zastoupení dané aminokyseliny v proteinu, lze říci, že čím je hodnota celkového obsahu aminokyselin nižší, tím ve vzorku klesá množství proteinového dusíku (tj. aminokyselin) a zároveň roste koncentrace dusíku neproteinového (tedy degradačních produktů aminokyselin).

Indexy esenciálních aminokyselin jsou uvedeny v tabulce 9. Vlivem všech sterilačních režimů došlo ke snížení indexu esenciálních aminokyselin, a tím i výživové hodnoty proteinů. Nejnížší hodnoty EAAI byly u většiny koncentrací laktózy pozorovány u vzorků sterilovaných při nejnížší teplotě (působící adekvátně delší čas). Vliv zvyšujícího se obsahu laktózy na výživovou hodnotu bílkovin nebyl jednoznačný.

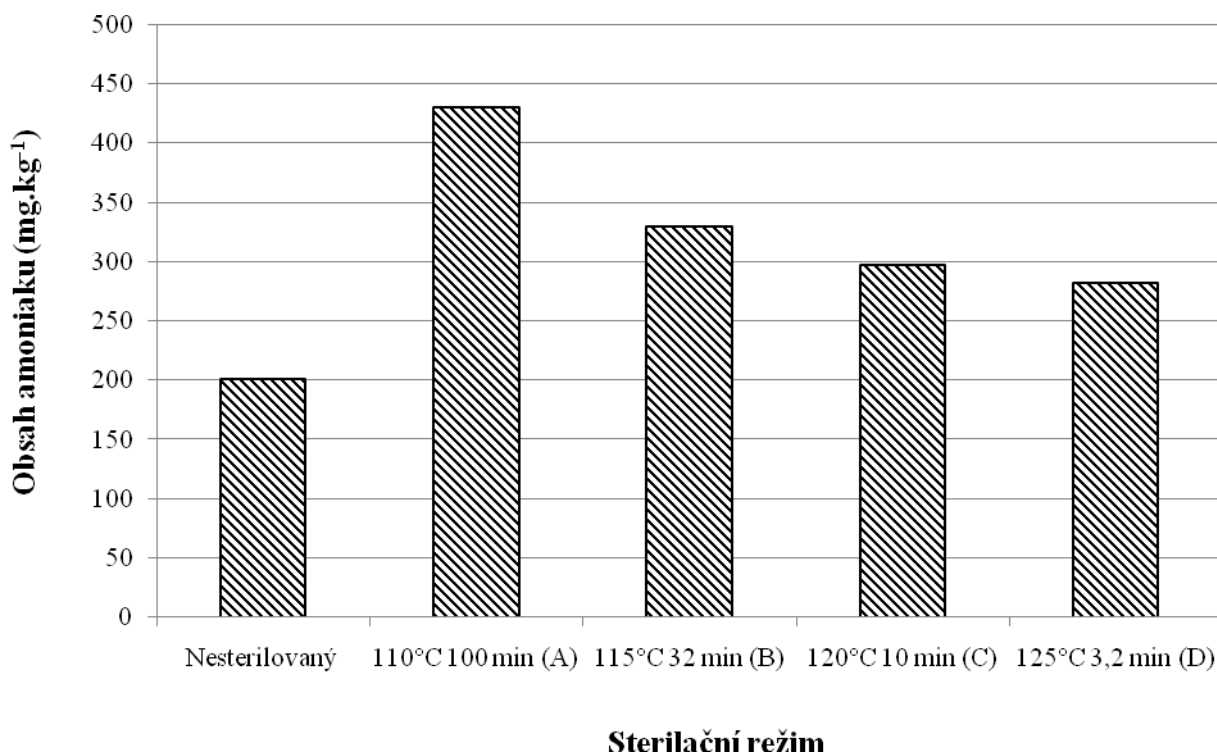
Tab. 8: Celkový obsah aminokyselin (v g.16gN⁻¹) v nesterilovaných a sterilovaných tavených sýrech s různým obsahem laktózy

Obsah laktózy (% w/w)	Teplota a délka sterilace				
	Nesterilovaný sýr	110 °C 100 min	115 °C 32 min	120 °C 10 min	125 °C 3,2 min
0,0	100,4	90,1	94,2	94,6	97,9
0,5	99,0	91,1	90,2	97,6	98,3
1,0	100,2	90,8	91,6	97,9	99,6
1,5	99,2	91,7	90,5	98,6	98,5
2,0	98,6	90,0	91,4	96,8	97,3

Tab. 9: Indexy esenciálních aminokyselin v nesterilovaných a sterilovaných tavených sýrech s různým obsahem laktózy

Obsah laktózy (% w/w)	Teplota a délka sterilace				
	Nesterilovaný sýr	110 °C 100 min	115 °C 32 min	120 °C 10 min	125 °C 3,2 min
0,0	129,5	115,3	119,5	121,8	125,3
0,5	125,7	115,7	115,0	123,7	124,3
1,0	128,8	119,4	116,2	122,0	126,0
1,5	126,4	116,3	117,2	125,7	125,3
2,0	125,9	113,4	115,2	122,7	124,3

S rostoucí koncentrací laktózy ve vzorcích tavených sýrů nedošlo ke zvýšení obsahu amoniaku; naproti tomu sterilační režimy množství amoniaku výrazně ovlivnily. Výsledky pro tavené sýry bez přídavku laktózy jsou uvedeny na obrázku 7.3. U všech sterilačních režimů (A – D) byl pozorován statisticky významný nárůst koncentrace amoniaku vzhledem k nesterilovaným výrobkům ($P < 0,05$). Se snižující se sterilační teplotou a rostoucí dobou jejího působení (při zachování konstantního smrtícího účinku) došlo k signifikantnímu nárůstu obsahu amoniaku v testovaných produktech ($P < 0,05$). Pouze mezi tavenými sýry ošetřenými sterilačním režimem C a D nebyly rozdíly v obsahu amoniaku signifikantní ($P \geq 0,05$).



Obr. 7.3: Vliv rozdílných sterilačních režimů na obsah amoniaku v tavených sýrech bez přídavku laktózy

7.2.4 SDS-PAGE analýza

Proteinové profily nesterilovaných a sterilovaných tavených sýrů získané metodou SDS-PAGE byly statisticky analyzovány pomocí shlukové analýzy (dendrogram na obrázku 7.4). Nesterilované tavené sýry vytvořily samostatný shluk, výrazně oddělený od všech vzorků, které byly ošetřeny sterilací. Proteinový profil sledovaných tavených sýrů byl významně ovlivněn jak použitým sterilačním režimem (A – D), tak i obsahem laktózy. Tavené sýry bez přídavku laktózy, na které byly aplikovány sterilační režimy C a D, měly ze všech sterilovaných produktů proteinový profil nejbližší k proteinovým profilům nesterilovaných výrobků. Naopak pokud byla přidávána laktóza, pak se proteinové profily výrobků C a D blížily více k proteinovým profilům tavených sýrů ošetřeným režimy A a B než k proteinovým profilům nesterilovaných produktů. Obecně je možné na základě získaných výsledků říci, že se snižující se sterilační teplotou (a adekvátním prodlužováním jejího trvání pro zachování konstantního smrtícího účinku) docházelo k rozsáhlejší hydrolyze přítomných proteinů. V proteolytických procesech probíhajících při sterilaci, prokázaných pomocí metody SDS-PAGE, lze hledat další příčinu poklesu pH. Vysvětlení může spočívat ve skutečnosti, že u vytvořených štěpných produktů dojde k nárůstu volných karboxylových skupin ve srovnání s nezhydrolyzovaným

kteře nevykazovaly odlišnost v hodnotách L^* a b^* mezi produkty sterilovanými režimy B, C a D ($P \geq 0,05$). Tavené sýry s obsahem laktózy (0,5 – 2,0 % w/w) sterilované režimy C a D se od sebe navzájem lišily ($P < 0,05$) v parametru a^* , rozdíly v hodnotách L^* a b^* byly významné pouze u vzorků s nejvyšším obsahem laktózy. Z výsledků vyplývá, že s klesající sterilační teplotou (a adekvátně se zvyšující dobou sterilace) došlo k poklesu jasů (snížení L^*), posunu v chromatičnosti ze zelené oblasti do červené (zvýšení a^*) a z modré do žluté (nárůst b^*).

Rostoucí koncentrace laktózy nezpůsobila žádné významné změny parametrů L^* a a^* ($P \geq 0,05$) u nesterilovaných tavených sýrů. Co se týká chromatičnosti na ose modrá – žlutá, u většiny nesterilovaných sýrů s obsahem laktózy byl ve srovnání se vzorky bez laktózy pozorován nárůst hodnoty b^* ($P < 0,05$). U všech aplikovaných sterilačních režimů (A – D) byl s rostoucí koncentrací laktózy shledán statisticky významný pokles L^* a současný nárůst a^* a b^* . Tato tendence byla více patrná u sterilačních režimů A a B, ve srovnání s režimy C a D, u kterých byl kontrast patrný zejména u vzorků s rozdílem v obsahu laktózy alespoň 1 % w/w.

Kromě hodnot L^* , a^* a b^* lze jako marker degradačních reakcí využít též index žlutosti (YI); hodnoty YI pro nesterilované i sterilované tavené sýry s různým obsahem laktózy jsou uvedeny v tabulce 11. Pozorovaný trend je podobný jako v případě hodnot L^* , a^* a b^* . V důsledku sterilace došlo u všech výrobků k signifikantnímu nárůstu hodnot indexu žlutosti ($P < 0,05$). Výrobky, na něž byl aplikován sterilační režim A a B se v indexu žlutosti významně odlišovaly ($P < 0,05$) jak navzájem, tak i od tavených sýrů podrobených sterilačním zahřevům C a D. Jedinou výjimkou byly vzorky bez přídavku laktózy, kde se index žlutosti u varianty B významně neodlišoval ($P \geq 0,05$) od sterilačních režimů C a D. Tavené sýry ošetřené způsobem C a D, do nichž byl aplikován přídavek laktózy $< 2,0$ % w/w (včetně vzorků bez přídavku laktózy), se vzájemně neodlišovaly ($P \geq 0,05$) v indexu žlutosti. Z výsledků je možné vysledovat, že se snižující se teplotou sterilace docházelo k nárůstu hodnot indexu žlutosti.

Přídavek laktózy způsobil u nesterilovaných tavených sýrů u všech realizovaných koncentrací (0,5 – 2,0 % w/w) signifikantní zvýšení hodnot indexu žlutosti ($P < 0,05$) ve srovnání s kontrolním vzorkem bez přídavku laktózy. U aplikovaných sterilačních režimů (A – D) byl s nárůstem obsahu laktózy rovněž pozorován signifikantní ($P < 0,05$) nárůst hodnot indexu žlutosti. Tento trend byl patrnější u sterilačních režimů A a B ve srovnání s C a D, kde se ve většině případů odlišovaly ($P < 0,05$) až výrobky, kde rozdíl v obsahu laktózy činil alespoň 1,0 % w/w.

Tab. 10: Výsledky spektrofotometrické analýzy barvy nesterilovaných a sterilovaných tavených sýrů s různým obsahem laktózy

Parametr	Obsah laktózy (% w/w)	Teplota a délka sterilace				
		Nesterilovaný sýr	110°C 100 min	115°C 32 min	120°C 10 min	125°C 3,2 min
L^*	0,0	82,83 ± 0,112 ^a A	78,15 ± 0,785 ^a B	81,39 ± 0,891 ^a C	82,01 ± 0,649 ^a A,C	82,81 ± 0,557 ^a A,C
	0,5	82,26 ± 0,116 ^a A	74,07 ± 0,051 ^b B	79,08 ± 0,316 ^b C	81,30 ± 1,195 ^{a,b} A	81,73 ± 0,441 ^{a,b} A
	1,0	82,02 ± 0,035 ^a A	70,28 ± 1,525 ^c B	75,77 ± 0,912 ^c C	80,36 ± 0,449 ^b A	80,57 ± 0,457 ^b A
	1,5	82,74 ± 0,580 ^a A	66,13 ± 0,113 ^d B	74,91 ± 1,395 ^c C	79,91 ± 0,806 ^{b,c} D	81,62 ± 1,174 ^{a,b} A,D
	2,0	81,98 ± 0,245 ^a A	64,75 ± 0,106 ^e B	72,14 ± 0,613 ^d C	77,99 ± 1,216 ^c D	80,32 ± 0,110 ^b E
a^*	0,0	-0,88 ± 0,173 ^a A	6,19 ± 0,032 ^a B	0,68 ± 0,517 ^a C	-0,58 ± 0,066 ^a D	-0,71 ± 0,191 ^a A,D
	0,5	-0,95 ± 0,130 ^a A	7,43 ± 0,152 ^b B	2,71 ± 0,177 ^b C	0,59 ± 0,259 ^b D	-0,17 ± 0,265 ^b E
	1,0	-0,82 ± 0,234 ^a A	8,76 ± 0,742 ^c B	4,03 ± 0,321 ^c C	1,04 ± 0,342 ^b D	0,04 ± 0,342 ^b E
	1,5	-0,56 ± 0,146 ^a A	10,35 ± 0,107 ^d B	4,76 ± 0,469 ^c C	1,28 ± 0,527 ^c D	0,22 ± 0,350 ^b E
	2,0	-0,61 ± 0,153 ^a A	10,78 ± 0,130 ^d B	5,81 ± 0,203 ^d C	2,06 ± 0,580 ^c D	0,64 ± 0,137 ^c E
b^*	0,0	10,35 ± 0,127 ^a A	12,27 ± 0,951 ^a B	11,66 ± 0,811 ^a B,C	11,45 ± 0,505 ^a B,C	11,23 ± 0,569 ^a C
	0,5	11,29 ± 0,349 ^b A	20,50 ± 0,273 ^b B	14,78 ± 0,596 ^b C	12,92 ± 1,143 ^{a,b} D	12,70 ± 0,245 ^b D
	1,0	11,67 ± 0,092 ^b A	25,98 ± 1,882 ^c B	17,90 ± 0,300 ^c C	14,12 ± 0,961 ^b D	13,25 ± 0,961 ^{b,c} D
	1,5	10,97 ± 0,709 ^{a,b} A	30,35 ± 0,538 ^d B	20,54 ± 1,652 ^d C	14,47 ± 1,206 ^b D	13,29 ± 1,048 ^{b,c} D
	2,0	11,33 ± 0,186 ^b A	31,78 ± 0,115 ^e B	23,41 ± 0,219 ^e C	17,54 ± 0,871 ^c D	14,30 ± 0,586 ^c E

Pozn.: Hodnoty L^* , a^* a b^* jsou uvedeny jako průměr ± SD (n = 10). Průměrné hodnoty v řádcích (vliv sterilizačního režimu) se stejným horním indexem se statisticky neliší ($P \geq 0,05$). Průměrné hodnoty ve sloupcích (vliv obsahu laktózy) následované různým velkým písmenem se statisticky liší ($P < 0,05$).

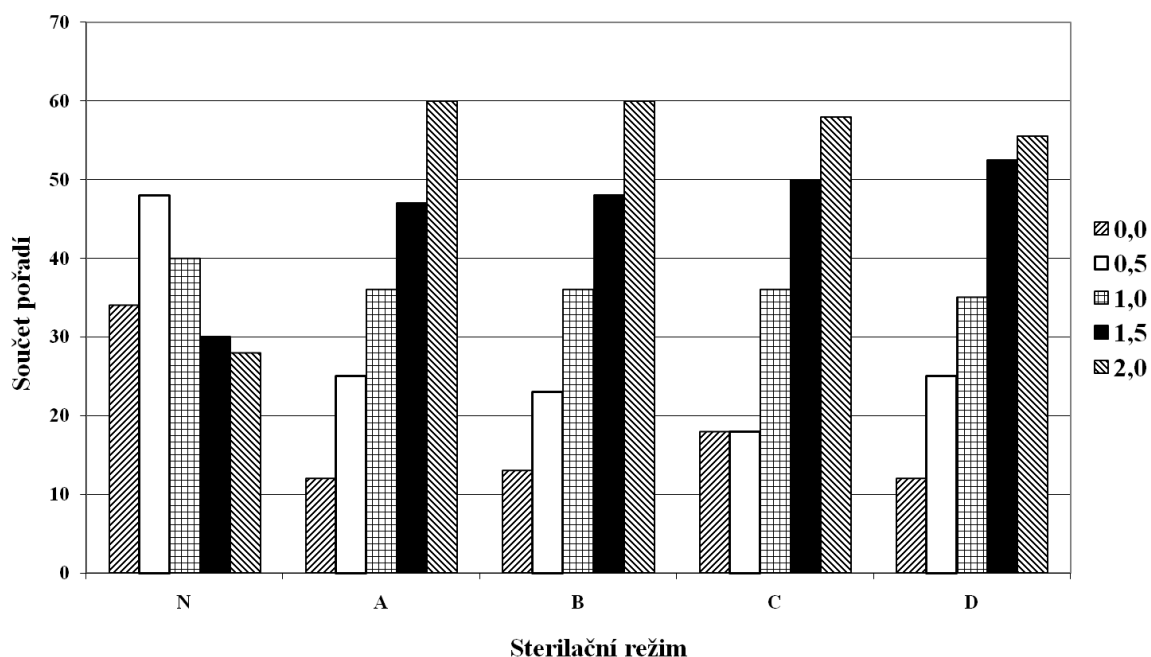
Tab. 11: Výsledky instrumentálního hodnocení barvy sterilovaných a nesterilovaných tavených sýrů vyjádřené pomocí indexu žlutosti

Obsah laktózy (% w/w)	Sterilační teplota a doba jejího působení				
	Nesterilované sýry	110°C 100 min	115°C 32 min	120°C 10 min	125°C 3,2 min
0,0	21,5 ± 0,4 ^a A	32,6 ± 2,0 ^a B	25,6 ± 2,1 ^a C	24,0 ± 1,1 ^a C	23,3 ± 1,3 ^a C
0,5	23,4 ± 0,6 ^b A	50,7 ± 0,5 ^b B	33,9 ± 1,3 ^b C	27,9 ± 2,5 ^{a,b} D	26,7 ± 0,5 ^b D
1,0	24,2 ± 0,6 ^b A	63,5 ± 4,8 ^c B	42,0 ± 1,2 ^c C	30,8 ± 2,1 ^{b,c} D	28,2 ± 2,1 ^{b,c} D
1,5	23,2 ± 1,4 ^b A	75,1 ± 0,9 ^d B	47,8 ± 3,9 ^d C	31,8 ± 2,9 ^c D	28,4 ± 2,5 ^{b,c} D
2,0	23,6 ± 0,5 ^b A	78,9 ± 0,1 ^e B	55,1 ± 0,9 ^e C	38,7 ± 2,4 ^d D	30,8 ± 1,1 ^c E

Pozn.: Hodnoty YI jsou uvedeny jako průměr ± SD. Průměrné hodnoty v řádcích (vliv sterilačního režimu) se stejným velkým písmenem se statisticky neliší ($P \geq 0,05$). Průměrné hodnoty ve sloupcích (vliv obsahu laktózy) následované různým horním indexem se statisticky liší ($P < 0,05$).

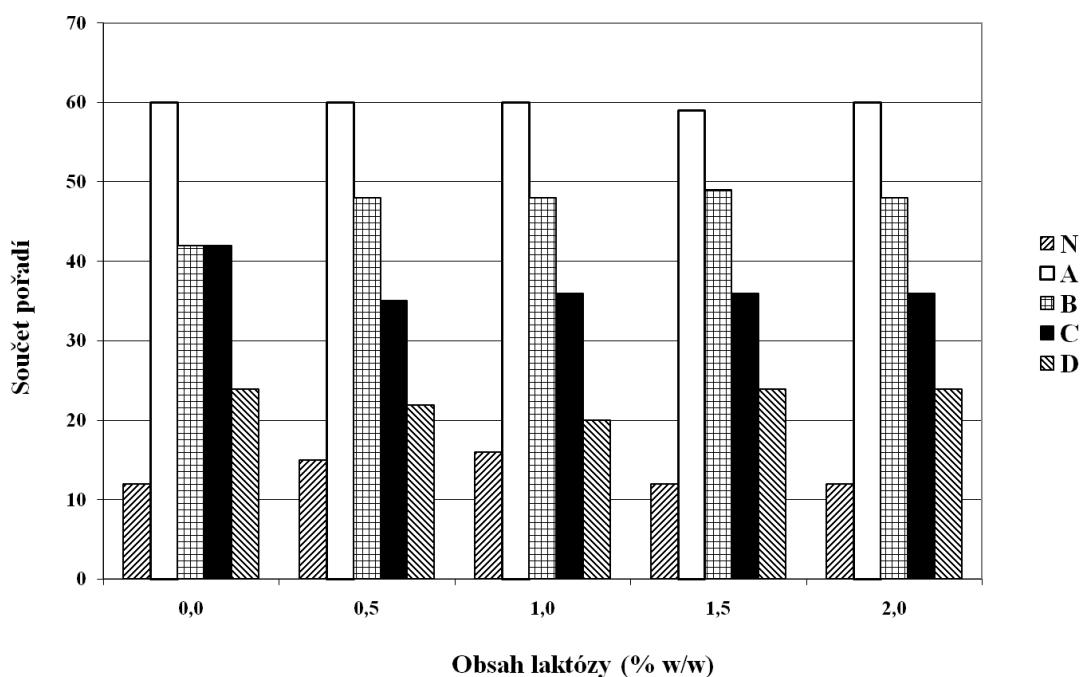
7.2.6 Senzorické hodnocení

Barva nesterilovaných i sterilovaných tavených sýrů byla hodnocena nejen spektrofotometricky, ale také senzorickou analýzou. Podle Juric a kol. [128] se tyto dvě metody vhodně doplňují. Vyhodnocení vlivu rozdílných sterilačních režimů na barvu tavených sýrů (hodnoceno pořadovou zkouškou) zdůrazňující jednotlivé koncentrace přidané laktózy je znázorněno na obrázku 7.5. Barva tavených sýrů sterilovaných pomocí režimu D se bez ohledu na obsah laktózy významně nelišila od barvy nesterilovaných produktů ($P \geq 0,05$). Naopak, vzorky ošetřené režimy A a B byly tmavší ($P < 0,05$) než nesterilované sýry a zároveň sýry sterilované podle režimu D. Vliv sterilačního režimu C na barvu tavených sýrů byl výrazně závislý na množství přidané laktózy. U produktů s nižší koncentrací laktózy ($\leq 1\%$) byla barva srovnatelná s nesterilovanými sýry, zatímco v případě množství laktózy nad 1% byly výrobky sterilované režimem C tmavší než nesterilované vzorky ($P < 0,05$). Srovnáváme-li barvu sýrů ošetřených režimem C se sýry sterilovanými podle B a D nebyly senzorickým hodnocením zjištěny žádné rozdíly ($P \geq 0,05$).



Obr. 7.5: Vliv rozdílných sterilačních režimů na barvu tavených sýrů (vyšší hodnota součtu pořadí znamená tmavší barvu taveného sýra)

Na obrázku 7.6 je znázorněn vliv obsahu laktózy na barvu tavených sýrů (hodnoceno pořadovou zkouškou) zdůrazňující jednotlivé kombinace teploty a doby sterilace. U nesterilovaných vzorků neměla laktóza na barvu žádný vliv ($P \geq 0,05$). U všech sterilačních režimů (A – D) došlo se zvyšující se koncentrací laktózy k tvorbě tmavšího odstínu ($P < 0,05$). Tavené sýry s obsahem laktózy $> 1 \%$ byly ve všech případech tmavší ($P < 0,05$) než sýry s koncentrací laktózy pod 1% . U většiny režimů (A, B a D) vykazovaly oproti vzorkům bez laktózy tmavší barvu ($P < 0,05$) také produkty s množstvím laktózy 1% .



Obr. 7.6: Vliv koncentrace laktózy na barvu tavených sýrů (vyšší hodnota součtu pořadí znamená tmavší barvu taveného sýra)

Kromě barvy byla sensoricky hodnocena také chuť a vůně tavených sýrů; výsledky jsou prezentovány v tabulce 12. Všechny nesterilované tavené sýry byly bez ohledu na množství přidané laktózy hodnoceny z hlediska chuti a vůně jako velmi dobré ($P \geq 0,05$). Produkty ošetřené sterilačním režimem D vykazovaly chuť a vůni na úrovni dobrá a v případě většiny laktózových koncentrací se nelišily od nesterilovaných vzorků ($P \geq 0,05$). U tavených sýrů sterilovaných režimy A a B došlo s rostoucím obsahem laktózy k výraznému zhoršení ($P < 0,05$) parametru chuť a vůně; tavené sýry s nejvyšším množstvím laktózy byly hodnoceny jako méně dobré nebo nepřijatelné. Režimy A a B způsobily zhoršení chuti a vůně ($P < 0,05$) oproti nesterilovaným produktům i vzorkům ošetřeným režimem D. Většina tavených sýrů sterilovaných režimem C

s obsahem laktózy ≤ 1 % se významně nelišila ($P \geq 0,05$) od výrobků ošetřených režimem D a od nesterilovaných tavených sýrů a většinou byly hodnoceny jako dobré. S narůstajícím obsahem laktózy (> 1 %) se chuť a vůně produktů sterilovaných pomocí režimu C ve srovnání s nesterilovanými sýry zhoršovala ($P < 0,05$). Protokoly pro senzorické hodnocení chuti a vůně, resp. barvy jsou součástí příloh J, resp. K.

Tab. 12: Výsledky senzorického hodnocení chuti a vůně tavených sýrů

Obsah laktózy (% w/w)	Sterilační teplota a doba jejího působení				
	Nesterilované výrobky	110°C 100 min	115°C 32 min	120°C 10 min	125°C 3,2 min
0,0	2 ^a A	5 ^a B	4 ^a B,C	3 ^a A,C	3 ^a A
0,5	2 ^a A	6 ^b B	5 ^{a,b} B,C	4 ^a A,C	3 ^a A
1,0	2 ^a A	6 ^b B	5 ^{a,b} B,C	4 ^a A,C	4 ^a A
1,5	2 ^a A	7 ^c B	6 ^{b,c} B	4 ^{a,b} C	4 ^a C
2,0	3 ^a A	7 ^c B	7 ^c B	5 ^b C	4 ^a A,C

Pozn: Výsledky senzorického hodnocení jsou prezentovány jako mediány (počet hodnotitelů $n = 24$). Nemají-li mediány ve sloupci (vliv obsahu laktózy) žádné společné písmeno v horním indexu, pak se chuť a vůně výrobků v daném sloupci signifikantně liší ($P < 0,05$). Nemají-li mediány v řádku (vliv různé teploty sterilace a doby jejího působení) žádné společné velké písmeno, pak se chuť a vůně výrobků v daném řádku signifikantně liší ($P < 0,05$).

7.2.7 Diskuze

Všechny sterilované tavené sýry splňovaly kritéria obchodní sterility, což znamená, že u všech aplikovaných sterilačních režimů byla zvolená kombinace teploty a délky sterilace (s konstantní F -hodnotou 7,78) dostatečná pro inaktivaci přítomných (a sledovaných) mikroorganismů. Tato situace odpovídá údajům publikovaných v literatuře, kde doporučuje udržovat F -hodnotu nad 5 – 6 [32].

Zachování konstantního obsahu sušiny a tuku u všech vzorků bylo důležité pro zabezpečení srovnatelnosti vzorků [124–126]. Snižování obsahu dusíkatých látek při zvyšujícím se přidavku laktózy bylo nezbytné pro zachování konstantního obsahu sušiny a tuku. Tento stav odpovídá průmyslové praxi, neboť přídavky relativně levnějších surovin s vyšším obsahem laktózy mají primárně za cíl nahradit část relativně dražší základní suroviny (přírodních sýrů – s vysokým obsahem bílkovin) při neměnném obsahu sušiny a tuku. Zároveň platí, že se na obalu výrobků vždy udává obsah sušiny a tuku v sušině, nikoli

množství bílkovin. Jednu z příčin poklesu pH vlivem sterilace lze hledat v hydrolyze přítomných polyfosfátových tavicích solí, čímž může dojít ke změně jejich pufovací schopnosti [73,127].

K nejmírnějším sterilačním režimům tedy patřily z hlediska destrukce aminokyselin režimy C (120 °C 10 min) a D (125 °C 3,2 min), u kterých se ztráty aminokyselin pohybovaly do 5 %. Naopak, režimy A (110 °C 100 min) a B (115 °C 32 min) byly poměrně nešetrné, ztráty aminokyselin zde přesáhly hranici 10%. Úbytek byl pozorován zejména u těch aminokyselin (cystein, metionin, serin, treonin a tyrozin), které podle Fountoulakis a Lahm [66] patří k citlivějším na vlivy prostředí. Příčinou ztrát aminokyselin může být soubor Maillardových reakcí, Streckerova degradace aminokyselin, popř. další interakce [43]. Některé z těchto reakcí vedou k deaminaci, tj. uvolňování amoniaku, což koresponduje se zvýšeným množstvím amoniaku. Interakcí proteinů se mohou účastnit i látky lipidové povahy, zejména primární a sekundární produkty oxidačních reakcí mastných kyselin a/nebo volné hydroxylové skupiny částečně nebo úplně hydrolyzovaných triacylglycerolů aj. [110]. Podle Bylund [32] jsou hydrolyzační i destrukční reakce aminokyselin a obecně i dalších nutričně významných látek tím intenzivnější, čím je pro sterilaci využita nižší teplota a adekvátně delší čas.

Použití nejnižší sterilační teploty působící adekvátně delší čas mělo taktéž za následek signifikantní úbytek ($P < 0,05$) využitelného lyzinu. Těmito výsledky se potvrdilo, že pro získání objektivních informací o obsahu aminokyselin a jejich potenciálu pro lidskou výživu je důležité posuzovat nejen jejich absolutní obsah, ale také využitelnost lidským organismem [57].

Kromě poklesu obsahu aminokyselin byly zaznamenány též proteolytické reakce proteinů. Hydrolyza proteinů byla tím rozsáhlejší, čím nižší sterilační teplota (působící déle) byla použita. Zatímco tavené sýry sterilované režimem C a D bez přídavku laktózy měly proteinový profil (SDS-PAGE) podobný nesterilovaným vzorkům, v případě zvyšujícího se množství redukcujícího disacharidu se jejich profil blížil více produktům sterilovaným podle A a B.

Organoleptické vlastnosti sterilovaných tavených sýrů byly nepříznivě ovlivněny destrukčními reakcemi proteinů. Co se týká vlivu rozdílných sterilačních režimů a intenzity jejich účinku na organoleptické vlastnosti tavených sýrů, lze vyslovit podobné závěry jako v případě reakcí proteinů. Nejšetnější byly režimy C a D, naopak režimy A a B způsobily výrazné ztmavnutí tavených sýrů a také zhoršení jejich chuti a vůně. Použitím nižších sterilačních teplot (působících delší dobu) došlo k poklesu hodnoty L^* a zvýšení hodnot a^* a b^* , tzn., že sýry vykazovaly nižší jas a byly více červené a žluté. Zvyšující se koncentrace laktózy v surovinové skladbě se projevila tvorbou tmavšího odstínu u všech realizovaných režimů, a to zejména překročila-li hranici 1 %. Tmavnutí sterilovaných tavených sýrů bylo prokázáno také při

senzorickém hodnocení. Podobně jako v případě barvy, vykazovaly nejlepší chuť a vůni (a nejvíce podobnou nesterilovaným sýrům) produkty sterilované režimem D. S narůstající délkou sterilace (a tedy klesající sterilační teplotou) a taktéž se zvyšujícím se obsahem laktózy docházelo ke zhoršování parametru chuť a vůně, přičemž vzorky sterilované při teplotách 110 a 115 °C obsahující nejvyšší koncentrace laktózy byly hodnoceny jako nepříjemné. Spojitost mezi Maillardovou reakcí, změnami barvy a tvorbou sloučenin, které ovlivňují aroma produktů, koresponduje s údaji publikovanými Gaucheron a kol. [43] a Friedman [44].

7.3 Výsledky fáze 3

7.3.1 Mikrobiologický rozbor

V rámci mikrobiologické analýzy nebyly u žádného ze vzorků detekovány mikroorganismy, a to včetně termostátové zkoušky. Lze tedy říci, že použitý sterilační záhřev byl dostatečný pro inaktivaci přítomné mikroflóry.

7.3.2 Základní chemická analýza

Pro základní charakterizaci nesterilovaných i sterilovaných vzorků byl určen obsah jejich sušiny (36,65 – 37,51 % w/w), popele (4,55 – 4,67 % w/w) a tuku (17,00 – 17,50 % w/w). pH sterilovaných tavených sýrů se vlivem sterilace signifikantně ($P < 0,05$) snížilo o cca 0,2 (z původních $5,67 \pm 0,03$ na $5,45 \pm 0,02$). Následkem sterilace došlo ke statisticky významnému ($P < 0,05$) nárůstu obsahu amoniaku z hodnoty $210,25 \pm 3,18 \text{ mg.kg}^{-1}$ (nesterilované tavené sýry) na hodnotu $296,65 \pm 3,86 \text{ mg.kg}^{-1}$ (sterilované tavené sýry).

7.3.3 Senzorické hodnocení

Výsledky sensorického hodnocení pomocí stupnice jsou uvedeny v tabulce 13. Vlivem sterilace došlo ke zhoršení ($P < 0,05$) organoleptických vlastností tavených sýrů bez příchuti. Výjimkou byl pouze sensorický znak konzistence, jehož vnímání ze sensorického hlediska sterilací ovlivněno nebylo ($P \geq 0,05$). Naproti tomu, u naprosté většiny ukazatelů tavených sýrů s příchutí nedošlo vlivem sterilace k signifikantnímu zhoršení. Vliv příchuti tavených sýrů byl prokázán pouze v případě konzistence a chuti a vůně. Konzistence nesterilovaných vzorků s příchutí hovězího masa byla horší než konzistence sýrů s uzenou šunkou ($P < 0,05$). U sterilovaných sýrů byly z hlediska konzistence hodnoceny sýry s přídavkem sušené papriky hůře než výrobky s paprikovou

Tab. 13: Výsledky senzoričkého hodnocení nesterilovaných a sterilovaných tavených sýrů s pomocí stupnice

Znak	Sýr	Příchuť						
		Bez příchuti I	Čerstvá paprika II	Sušená paprika III	Čerstvá + sušená paprika IV	Papriková pasta V	Hovězí extrakt VI	Uzená šunka extrakt VII
Vzhled a barva	N	1A ^a	2A ^a	2A ^a	2A ^a	2A ^a	2A ^a	2A ^a
	ST	2B ^a	2A ^a	2A ^a	3A ^a	3A ^a	2A ^a	2A ^a
Konzistence	N	2A ^{a,b}	2A ^{a,b}	3A ^{a,b}	3A ^{a,b}	2A ^{a,b}	3A ^a	2A ^b
	ST	2A ^{a,b,c}	2A ^{a,b,c}	4A ^a	3A ^{a,b}	2A ^{b,c}	3A ^{a,b,c}	2A ^c
Chuť a vůně	N	2A ^a	2A ^a	2A ^{a,b}	2A ^a	2A ^{a,b}	2A ^b	2A ^a
	ST	4B ^a	3A ^{a,b,c}	3A ^{a,b,c}	3B ^{a,b,c}	3A ^{a,b}	5B ^{a,b,c}	3A ^c
Celkové hodnocení	N	2A ^a	2A ^a	3A ^a	3A ^a	3A ^a	3A ^a	2A ^a
	ST	4B ^a	3A ^a	4A ^a	4A ^a	4A ^a	5B ^a	3A ^a

Pozn: Výsledky senzoričkého hodnocení (počet hodnotitelů $n = 24$) jsou prezentovány jako mediány. Mediány v řádcích (vliv příchuti) se shodným horním indexem se statisticky neliší ($P \geq 0,05$). Hodnoty mediánů ve sloupcích (vliv sterilace) následované stejným velkým písmenem se statisticky neliší ($P \geq 0,05$).

Tab. 14: Výsledky sensorického hodnocení nesterilovaných a sterilovaných tavených sýrů pomocí pořadové preferenční zkoušky

Sýr	Příchuť						
	Bez příchuti I	Čerstvá paprika II	Sušená paprika III	Čerstvá + sušená paprika IV	Papriková pasta V	Hovězí extrakt VI	Uzená šunka extrakt VII
N	75 ^a	93 ^{a,b}	102 ^{a,b}	101 ^{a,b}	96 ^{a,b}	132 ^b	72 ^a
ST	83 ^{a,b}	83 ^{a,b}	86 ^{a,b}	118 ^{a,b}	99 ^{a,b}	126 ^b	77 ^a

Pozn: Výsledky sensorického hodnocení (počet hodnotitelů $n = 24$) jsou prezentovány jako součty pořadí (vyšší součet pořadí znamená horší hodnocení). Součty pořadí v řádcích (vliv příchuti) se shodným horním indexem se statisticky neliší ($P \geq 0,05$). Nesterilované a sterilované tavené sýry byly hodnoceny samostatně.

pastou a extraktem z uzené šunky ($P < 0,05$). V případě sensorického znaku chuť a vůně získaly nesterilované vzorky s hovězí příchutí horší hodnocení než sýry bez příchuti a s příchutí čerstvé papriky, kombinace čerstvé a sušené papriky a uzené šunky ($P < 0,05$).

V tabulce 14 jsou prezentovány výsledky sensorického hodnocení pomocí pořadové preferenční zkoušky. V případě nesterilovaných tavených sýrů byly vzorky bez příchuti a s příchutí uzené šunky preferovány před sýry s přidavkem hovězího extraktu ($P < 0,05$). U sterilovaných výrobků získaly signifikantně nižší součet pořadí ($P < 0,05$) oproti sýrům s hovězím extraktem pouze vzorky s příchutí uzené šunky. Zajímavá je skutečnost, že jak nesterilované, tak i sterilované tavené sýry s obsahem extraktu z uzené šunky vykazovaly nejnižší součty pořadí, tzn., že byly hodnoceny dokonce lépe než vzorky bez příchuti (ovšem bez statisticky průkazného rozdílu ($P \geq 0,05$)). Protokoly pro sensorické hodnocení tavených sýrů bez příchuti, s paprikou a s příchutí masové složky jsou součástí příloh L, M a N. V příloze O je uveden protokol pro sensorické hodnocení tavených sýrů pořadovou preferenční zkouškou a v příloze P, Q a R pak hodnotitelská schemata pro hodnocení vzorků bez příchuti, s příchutí papriky a s příchutí masa.

7.3.4 Diskuze

U všech vzorků bylo termostatovou zkouškou potvrzeno splnění kritérií obchodní sterility. Aplikovaný sterilizační záhřev byl tedy dostatečný pro inaktivaci přítomné mikroflóry, což odpovídá publikovaným údajům [32,123]. Vzhledem k tomu, že se analyzované vzorky nelišily ($P \geq 0,05$) v základních charakteristikách (obsah sušiny, popele a tuku), mohly být vzájemně srovnávány [124–126]. Příčinu snížení pH vlivem sterilace lze opět hledat např. v hydrolýze polyfosfátových tavicích solí, případně v probíhajících proteolytických procesech [73,127].

Vlivem sterilace došlo k signifikantnímu zhoršení vzhledu a barvy (pravděpodobně vlivem tmavnutí vzorků) a chuti a vůně (s největší pravděpodobností díky vařivé příchuti) tavených sýrů bez příchuti. Toto zjištění koresponduje s pracemi Buňka a kol. [90] a Lazárková [91] a také s výsledky získanými ve fázi 2, kde bylo také pozorováno zhoršení sensorické jakosti vlivem sterilace. U výrobků s příchutí bylo zhoršení těchto znaků pozorováno pouze v případě přidavku kombinace čerstvé a sušené papriky a dále hovězího extraktu (zde byla chuť a vůně ovlivněna nejvýrazněji ze všech testovaných příchutí – ze stupně výborný, se zhoršila až na stupeň méně dobrý) ($P < 0,05$). Naopak velmi dobré, resp. dobré hodnocení získaly vzorky s přidavkem čerstvé papriky a extraktu z uzené šunky. Podobných výsledků bylo dosaženo i hodnocením s pomocí preferenční pořadové zkoušky. Nejnižší součty pořadí (a

tím nejlepší hodnocení) vykazovaly nesterilované i sterilované sýry s příchutí uzené šunky, sýry bez příchuti a sýry s příchutí čerstvé papriky (v uvedeném pořadí). Potvrdila se též nevhodnost aplikace kombinace čerstvé a sušené papriky, resp. hovězího extraktu do surovinové skladby tavených sýrů; tyto výrobky získaly výrazně nejvyšší součty pořadí (i když statisticky významně menší preference získala pouze příchut' hovězího masa).

8 PŘÍNOS PRÁCE PRO VĚDU A PRAXI

Sterilované tavené sýry nepatří k běžně konzumovaným potravinám, nicméně jsou využívány pro stravování příslušníků Armády ČR a členů Integrovaného záchranného systému v krizových stavech. Vzhledem k tomu, že je lze skladovat při pokojové teplotě, nikoli pouze v lednici, jak je tomu u běžných tavených sýrů, nabízí se možnost jejich využití pro širokou veřejnost (turisté, apod.). I když jsou tyto produkty ošetřeny sterilačním záhřevem, v průběhu jejich skladování (stejně tak jako během sterilace) pravděpodobně dochází k nejrůznějším chemickým reakcím a změnám, které se podílejí na zhoršení jakosti výrobků. Přínosem této práce je zejména popis těchto změn a návrh na minimalizaci vzniklých ztrát.

Přínos pro vědu:

- V rámci této práce byl prostudován vliv sterilačního záhřevu na jakost pevných výrobků (tavených sýrů) a navržena optimální teplota sterilace a doby jejího působení.
- V práci byly prozkoumány parametry skladování (teplota a délka skladování) na jakost sterilovaných tavených sýrů a navrženy nejvhodnější skladovací podmínky.

Přínos pro praxi:

- Na základě pozorovaných negativních projevů sterilace lze doporučit použití vždy co možná nejvyšší sterilační teploty působící adekvátně delší dobu (při zachování odpovídajícího letálního účinku na mikroorganismy). V rámci této práce se osvědčila kombinace teploty a času 125 °C 3,2 min, případně 120 °C 10 min.
- Negativní důsledky sterilace se u tavených sýrů prohlubovaly se zvyšujícím se obsahem laktózy. Maximální obsah redukujících sacharidů v surovinové skladbě, který lze doporučit pro praxi, je 1 % w/w ve finálním produktu. V případě zahrnutí redukujících sacharidů (laktóza, sušená syrovátka, apod.) do surovinové skladby tavených sýrů je více než vhodné využít pravidla uvedeného v předchozím bodě.
- Skladování tavených sýrů při 40 °C se ukázalo být jak z hlediska destrukčních reakcí aminokyselin a proteinů, tak i z hlediska sensorické jakosti naprosto nevhodné.
- Jako nejpříjemnější teplota pro dlouhodobé skladování sterilovaných tavených sýrů se jeví teplota chladírenská. Také pokojová teplota může být za určitých okolností pro skladování doporučena, v tomto případě je

ovšem nutné počítat s mírným zhoršením jakosti ve srovnání s tavenými sýry uchovávanými při 6 °C.

- Pro zamaskování nevhodných organoleptických vlastností sterilovaných tavených sýrů (tedy zejména tmavší barvy a vařivé příchuti) se ukázaly být nejvhodnějšími příchutěmi uzená šunka, resp. čerstvá paprika, které lze v aplikovaných koncentracích (tj. 2,5 resp. 10 % w/w) doporučit k výrobě sterilovaných tavených sýrů.
- Na druhou stranu, do surovinové skladby nelze doporučit zahrnout hovězí extrakt (v koncentraci 5 % w/w) a čerstvou papriku v kombinaci s paprikou sušenou; tyto sýry byly ze sensorického hlediska hodnoceny nejhůře ze všech aplikovaných příchutí.

9 ZÁVĚR

Cílem dizertační práce bylo prozkoumat vliv sterilace a skladování na jakost tavených sýrů. Pro naplnění tohoto cíle byly realizovány 3 experimenty (skladovací pokus, aplikace různých sterilačních režimů, maskování vařivé příchuti). Probíhající změny byly monitorovány pomocí chemických, spektrofotometrických, mikrobiologických a senzorických metod. V rámci dizertační práce byly získány následující výsledky:

- všechny realizované sterilační režimy (dané kombinací teploty a doby jejího působení) byly dostatečné pro splnění kritérií obchodní sterility všech tavených sýrů
- možnost vzájemného srovnání jednotlivých vzorků v rámci každé fáze byla zajištěna dosažením konstantních hodnot obsahu sušiny, popele, tuku, resp. hrubé bílkoviny
- pH se vlivem sterilace snížilo
- celkové množství aminokyselin se snížilo během sterilace (zejména při aplikaci nižší sterilační teploty působící adekvátně delší dobu) i v průběhu skladování (hlavně při vyšší skladovací teplotě)
- množství využitelného lyzinu kleslo následkem sterilace podobně jako obsah aminokyselin
- destrukční reakce proteinů sledované pomocí SDS-PAGE se zvýšily při sterilaci nižší teplotou a při skladování při vyšší teplotě
- obsah amoniaku vzrostl jak vlivem sterilace, tak i následkem vyšší skladovací teploty
- při spektrofotometrické analýze barvy tavených sýrů byl zjištěn pokles jasů a posun chromatičnosti do oblasti červené a žluté
- na základě výsledků senzorického hodnocení způsobily nízká sterilační teplota a vysoká teplota skladování tmavnutí tavených sýrů a zhoršení jejich chuti a vůně
- na většině popsanych reakcí se podílel též zvyšující se obsah redukcujících cukrů (laktózy)
- vařivá příchut' sterilovaných tavených sýrů byla zamaskována přidavkem čerstvé a sušené papriky, paprikového extraktu a extraktu z uzené šunky; u těchto sýrů nebyl hodnotiteli rozpoznán rozdíl mezi sterilovaným a nesterilovaným produktem

10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] DOSTÁLOVÁ J., ČURDA, L. *Význam tavených sýrů ve výživě* [online]. [cit. 11. dubna 2006]. Dostupné z: <http://www.fzv.cz/web/fzvposkytuje/tiskovematerialy/cesky_fenomen/syry_vyznam>
- [2] *Spotřeba potravin a nealkoholických nápojů na 1 obyvatele v ČR v letech 2000 – 2007* [online]. [cit. 19. února 2009]. Dostupné z: <[http://www.czso.cz/csu/2008edicniplan.nsf/t/0E004008EA/\\$File/30040801.pdf](http://www.czso.cz/csu/2008edicniplan.nsf/t/0E004008EA/$File/30040801.pdf)>
- [3] BUŇKA, F., HRABĚ, J., HOZA I. Tavené sýry ve výživě člověka. *Výživa a potraviny*, 2006, 61, 5, s. 135
- [4] STANDARDISATION AGREEMENT (STANAG) 2937 – *Survival, Emergency and Individual Combat Ration – Nutritional Values and Packing*. 3rd ed. Brussels: NATO/MAS, 2001
- [5] BUŇKA, F. Vliv sterilačního záhřevu na jakost tavených sýrů určených pro krizové situace. *Dizertační práce*. VVŠ PV, Fakulta ekonomiky a managementu, Vyškov, 2004, 111 s.
- [6] 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*, 2002, 35, s. 15 – 20
- [7] EFIGÊNIA, M., POVOA, B. MORAES-SANTOS, T. Effect of heat treatment on the nutritional quality of milk proteins. *International Dairy Journal*, 1997, 7, s. 609 – 612
- [8] GLIGUEM, H., BIRLOUEZ-ARAGON, I. Effect of sterilization, packaging, and storage on vitamin C degradation, protein denaturation, and glycation in fortified milks. *Journal of Dairy Science*, 2005, 88, s. 891 – 899
- [9] Vyhláška 77/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, v platném znění. *Sbírka zákonů*, 2003, 32, s. 2488 – 2516
- [10] GUINEE, T. P., CARIĆ, M., KALÁB, M. Pasteurized Processed Cheese and Substitute/Imitation Cheese Products. In Fox, P.H. (Ed.) *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. vol. 2, Major Cheese Groups*. 3rd ed. London and New York: Elsevier Applied Science, 2004. s. 349 – 394. ISBN 0-1226-3653-8
- [11] MULSOW, B.B., JAROS, D., ROHM, H. Processed cheese and cheese analogues. In Tamime, A. (Ed.) *Structure of Dairy Products*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2007. s. 210 – 235

- [12] BLEY, M.E., JOHNSON, M.E., OLSON, N.F. Factors affecting nonenzymatic browning of process cheese. *Journal of Dairy Science*, 1985, 68, s. 555 – 561
- [13] SAVELLO, P.A., ERNSTROM, C.A., KALÁB, M. Microstructure and meltability of model processed cheese made with rennet and acid casein. *Journal of Dairy Science*, 1989, 72, s. 1 – 11
- [14] GAJDŮŠEK, S. *Mlékařství II*. 1. vyd. Brno: MZLU, 1998. 142 s. ISBN 80-7157-342-6
- [15] CARÍĆ, M., KALÁB, M. Processed Cheese Products. In Fox, P.H. (Ed.) *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, vol. 2, Major Cheese Groups*. 2nd ed. London and New York: Elsevier Applied Science, 1997. s. 467 – 505
- [16] FOX, P.F., McSWEENEY, P.L.H. *Dairy chemistry and biochemistry*. London: Blackie Academic & Professional, 1998. ISBN 0-412-72000-0. 478 s.
- [17] BŘEZINA, P., KOMÁR, A., HRABĚ, J. *Technologie, zbožiznalství a hygiena potravin II. část – Technologie, zbožiznalství a hygiena potravin živočišného původu*. Vyškov: VVŠ PV, 2001. 177 s. ISBN 80-7231-079-8
- [18] FORMAN, L. a kol. *Mlékárenská technologie II*. 2. vyd. Praha: VŠCHT, 1996. 228 s. ISBN 80-7080-250-2
- [19] FORMAN, L., STRMISKA, J. *Mlékárenství II*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1984. 176 s.
- [20] FOX, P.F., GUINEE, T.P., COGAN, T.M., McSWEENEY, P.L.H. *Fundamentals of cheese science*. Gaithersburg: Aspen Publishers, Inc., 2000. ISBN 0-8342-1260-9. 638 s.
- [21] BACHMAN, H.P. Cheese analogues: a review. *International Dairy Journal*, 2001, 11, s. 505 – 515
- [22] MUIR, D.D., TAMIME, A.Y., SHENANA, M.E., DAWOOD, A.H. Processed cheese analogues incorporating fat-substitutes. 1. Composition, microbiological quality and flavour changes during storage at 5 °C. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 1999, 32, s. 41 – 49
- [23] BARBUT, S. Processed cheese. In Francis, F.J. *Encyclopedia of food science and technology, vol. 1*. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2000, s. 1973 – 1987. ISBN 0-471-19285-6
- [24] MATYÁŠ, Z., HOLEC, J. *Technologie potravin a surovin živočišného původu*. 5. vyd. Brno: VŠZ, 1967. 352 s
- [25] PIJANOWSKI, E. *Základy chémie a technológie mliekárstva*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1987. 632 s
- [26] KAPOOR, R., METZGER, L.E. Process cheese: Scientific and technological aspects – a review. In *Comprehensive Reviews in Food*

- Science and Food safety*, vol. 7. Chicago: Institute of food technologists, 2008. s. 194 – 214
- [27] SIMEONOVÁ, J., INGR, I., GAJDŮŠEK, S., *Zpracování a zbožiznalství živočišných produktů*. 1. vyd. Brno: MZLU, 2003. 124 s. ISBN 80-7157-708-1
- [28] KADLEC, P. a kol. *Technologie potravin II*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2002. 236 s. ISBN 80-7080-510-2
- [29] KLOSTERMEYER, H. Zur Struktur des Schmelzkäses – Fakten und Hypothesen. *Die Molkerei-Zeitung Welt der Milch*, 1990, 44, s. 214 – 219
- [30] INGR, I. *Základy konzervace potravin*. 2. vyd. Brno: MZLU, 2005. 130 s. ISBN 80-7157-849-5
- [31] KYZLINK, V. *Teoretické základy konzervace potravin*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1998, 512 s.
- [32] BYLUND, G. *Dairy Processing Handbook*. Lund: Tetra Pak Processing Systems, 1995. 436 s.
- [33] KYZLINK, V. *Principles of food conservation*. Amsterdam, Oxford, New York and Tokyo: Elsevier, 1990. ISBN 0-444-98844-0. 598 s.
- [34] LEWIS, M., HEPPELL, N. *Continuous thermal processing of foods. Pasteurization and UHT sterilization*. Gaithersburg: Aspen Publishers, Inc., 2000. ISBN 0-8342-1259-5. 392 s.
- [35] LEWIS, M.J. Improvements in the pasteurisation and sterilisation of milk. In Smit, G. (Ed.) *Dairy processing. Improving quality*. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd, 2003, s. 81 – 103. ISBN 1-85573-676-4
- [36] GAILLARD, S., LEGUÉRINEL, I., SAVY, N., MAFART, P. Quantifying the combined effects of the heating time, the temperature and the recovery medium pH on the regrowth lag time of *Bacillus cereus* spores after a heat treatment. *International Journal of Food Microbiology*, 2005, 105, s. 53 – 58
- [37] ZANONI, B., PAGLIARINI, E., GIOVANELLI, G., LAVELLI, V. Modelling the effects of thermal sterilization on the quality of tomato puree. *Journal of Food Engineering*, 2003, 56, s. 203 – 206
- [38] ARNOLDI, A. Thermal processing and nutritional quality. In Henry, C.J.K., Chapman, C. *The nutrition handbook for food processors*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2002, s. 265 – 292. ISBN 1-85573-464-8
- [39] BUŇKA, F., SEVEROVÁ, M., HRABĚ, J., KŘÍŽ, O. Vliv sterilace na obsah riboflavinu v tavených sýrech určených do bojových dávek potravin. *Sborník VVŠ PV 2/2003*, Vyškov: VVŠ PV, 2003, s. 121 – 130
- [40] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*. 2. vyd. Tábor: Osis, 2002. 344 s. ISBN 80-86659-00-3

- [41] HOZOVÁ, B., TAKÁCSOVÁ, M. The influence of combined storage procedures of food on B vitamins content demonstrated at the example of heat sterilisation and irradiation. *Nahrung*, 1993, 37, s. 345 – 351
- [42] ROLLS, B.A., PORTER, W.G. Some effect of processing and storage on the nutritive value of milk and milk products. *Proceedings of the Nutrition Society*, 1973, 32, s. 9 – 15
- [43] GAUCHERON, F., MOLLÉ, D., BRIARD, V., LÉONIL, J. Identification of low molar mass peptides released during sterilization of milk. *International Dairy Journal*, 1999, 9, s. 515 – 521
- [44] FRIEDMAN, M. Food browning and its prevention: An overview. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 1996, 44, 3, s. 631 – 653
- [45] DAVIDEK, J., VELÍŠEK, J., POKORNÝ, J. *Chemical changes during food processing*. Amsterdam, Oxford, New York and Tokyo: Elsevier, 1990. ISBN 0-444-98845-9. 448 s.
- [46] RUFÍAN-HENARES, J.A., GUERRA-HERNÁNDEZ, E., GARCÍA-VILLANOVA, B. Available lysine and fluorescence in heated milk proteins/dextrinomaltose or lactose solutions. *Food Chemistry*, 2006, 98, s. 685 – 692
- [47] MUIR, D.D., BANKS, J.M. Milk and milk products. In Kilcast, D., Subramaniam P. *The stability and shelf-life of food*. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd, 2000, s. 197 – 219. ISBN 1-85573-500-8
- [48] ADAMIEC, J., CEJPEK, K., RÖSSNER, J., VELÍŠEK, J. Novel Strecker degradation products of tyrosine and dihydroxyphenylalanine. *Czech Journal of Food Science*, 2001, 19, s. 13 – 18
- [49] BUŇKA, F., HRABĚ, J., KRÁČMAR, S. The effect of sterilisation on amino acid contents in processed cheese. *International Dairy Journal*, 2004, 14, s. 829 – 831
- [50] RAMÍREZ-JIMÉNEZ, A., GARCÍA-VILLANOVA, B., GUERRA-HERNÁNDEZ, E. Effect of storage conditions and inclusion of milk on available lysine in infant cereals. *Food Chemistry*, 2004, 85, s. 239 – 244
- [51] ALBALÁ-HURTADO, S., BOVER-CID, S., IZQUIERDO-PULIDO, M., VECIANA-NOGUÉS, M.T., VIDAL-CAROU, M.C. Determination of available lysine in infant milk formulae by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1997, 778, s. 235 – 241
- [52] LECLÉRE, J., BIRLOUEZ-ARAGON, I. The fluorescence of advanced Maillard products is a good indicator of lysine damage during the Maillard reaction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2001, 49, s. 4682 – 4687
- [53] MOUGHAN, P.J., DONG, G.Z., PEARSON, G., WILKINSON, B.H.P. Protein quality in blood meal. II. The effect of processing on in vivo

- nitrogen digestibility in rats, protein solubility and FDNB-available lysine. *Animal Feed Science and Technology*, 1999, 79, s. 309 – 320
- [54] REHMAN, Z.U. Storage effects on nutritional quality of commonly consumed cereals. *Food Chemistry*, 2006, 95, s. 53 – 57
- [55] MALEC, L.S., PEREYRA GONZÁLES, A.S., NARANJO, G.B., VIGO, M.S. Influence of water activity and storage temperature on lysine availability of a milk like system. *Food Research International*, 2002, 35, s. 849 – 853
- [56] PEREYRA GONZÁLES, A.S., NARANJO, G.B., MALEC, L.S., VIGO, M.S. Available lysine, protein digestibility and lactulose in commercial infant formulas. *International Dairy Journal*, 2003, 13, s. 95 – 99
- [57] TORBATINEJAD, N.M., RUTHERFURD, S.M., MOUGHAN, P.J. Total and reactive lysine contents in selected cereal-based food products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2005, 53, s. 4454 – 4458
- [58] RUTHERFURD, S.M., MOUGHAN, P.J., VAN OSCH, L. Digestible reactive lysine in processed feedstuffs: Application of a new bioassay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1997, 45, s. 1189 – 1194
- [59] FERRER, E., ALEGRÍA, A., FARRÉ, R., ABELLÁN, P., ROMERO, F. Effects of thermal processing and storage on available lysine and furfural compounds contents of infant formulas. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2000, 48, s. 1817 – 1882
- [60] GOODNO, C.C., SWAISGOOD, H.E., CATIGNANI, G.L. A fluorimetric assay for available lysine in proteins. *Analytical Biochemistry*, 1981, 115, s. 203 – 211
- [61] READ, M.L., ETRYCH, T., ULBRICH, K., SEYMOUR, L.W. Characterisation of the binding interaction between poly(L-lysine) and DNA using the fluorescamine assay in the preparation of non-viral gene delivery vectors. *FEBS letters*, 1999, 461, s. 96 – 100
- [62] DELGADO-ANDRADE, C., RUFÍAN-HENARES, J.A., MORALES, F.J. Lysine availability is diminished in commercial fibre-enriched breakfast cereals. *Food Chemistry*, 2007, 100, s. 725 – 731
- [63] MENDOZA, M.R., OLANO, A., VILLAMIEL, M. Chemical indicators of heat treatment in fortified and special milks. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2005, 53, s. 2995 – 2999
- [64] BIRLOUEZ-ARAGON, I., NICOLAS, M., METAIS, A., MARCHOND, N., GRENIER, J., CALVO, D. A rapid fluorimetric method to estimate the heat treatment of liquid milk. *International Dairy Journal*, 1998, 8, s. 771 – 777
- [65] FINOT, P.A. Chemical modifications of the milk proteins during processing and storage. Nutritional, metabolic and physiological

- consequences. *Symposium on Role of Milk Proteins in Human Nutrition*. Kiel, 1983, s. 357 – 368
- [66] FOUNTOULAKIS, M., LAHM, H.W. Hydrolysis and amino acid composition analysis of proteins. *Journal of Chromatography A*, 1998, 826, s. 109 – 134
- [67] RAMÍREZ-JIMÉNEZ, A., GUERRA-HERNÁNDEZ, E., GARCÍA-VILLANOVA, B. Evolution of non-enzymatic browning during storage of infant rice cereal. *Food Chemistry*, 2003, 83, s. 219 – 225
- [68] AJANDOUZ, E.H., PUIGSERVER, A. Nonenzymatic browning reaction of essential amino acids: Effect of pH on caramelization and Maillard reaction kinetics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1999, 47, s. 1786 – 1793
- [69] TREMLOVÁ, B., ŠTARHA, P., BUŇKA, F., GISTINGROVÁ, Z., HRABĚ, J. The effect of sterilization on size and shape of fat globules in model processed cheese samples. *Acta Vetrinaria Brno*, 2006, 75, s. 419 – 425
- [70] PIZZOFERRATO, L., MANZI, P., VIVANTI, V., NICOLETTI, I., CORRADINI, C., COGLIANDRO E. Maillard reaction in milk-based foods: nutritional consequences. *Journal of Food Protection*, 1998, 61, s. 235 – 239
- [71] BOSCH, L. ALEGRÍA, A., FARRÉ, R., CLEMENTE, G. Fluorescence and color as markers for the Maillard reaction in milk-cereal based infant foods during storage. *Food Chemistry*, 2007, 105, s. 1135 – 1143
- [72] KRISTENSEN, D., HANSEN, E., ARNDAL, A., APPELGREN TRINDERUP, R., SKIBSTED, L.H. Influence of light and temperature on the colour and oxidative stability of processed cheese. *International Dairy Journal*, 2001, 11, s. 837 – 843
- [73] BUŇKA, F., ŠTĚTINA, J., HRABĚ, J. Změny barvy sterilovaných tavených sýrů během dvouletého skladování. *Celostátní přehledky sýrů a seminář Mléko a sýry 2006*. Praha: ČSCH, 2006, s. 192 – 198. ISBN 80-7080-620-6
- [74] CHÁVÉZ-SERVÍN, J.L., CASTELLOTE, A.I., LÓPEZ-SABATER, M.C. Analysis of potential and free furfural compounds in milk-based formulae by high-performance liquid chromatography. Evolution during storage. *Journal of Chromatography A*, 2005, 1076, s. 133 – 140
- [75] CHRISTENSEN, J., POVLSEN, V.T., SØRENSEN, J. Application of fluorescence spectroscopy and chemometrics in the evaluation of processed cheese during storage. *Journal of Dairy Science*, 2003, 86, s. 1101 – 1107
- [76] KRISTENSEN, D., SKIBSTED, L.H. Comparison of three methods based on electron spin resonance spectrometry for evaluation of oxidative

- stability of processed cheese. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1999, 47, s. 3099 – 3104
- [77] LUNA, P., ANGEL DE LA FUENTE, M., JUÁREZ, M. Conjugated linoleic acid in processed cheeses during the manufacturing stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2005, 53, s. 2690 – 2695
- [78] HA, Y.L., GRIMM, N.K., PARIZA, M.W. Newly recognized anticarcinogenic fatty acids: Identification and quantification in natural and processed cheese. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1989, 37, s. 75 – 81
- [79] GARCIA-LOPEZ, S., ECHEVERRIA, E., TSUI, I., BALCH, B. Changes in the content of conjugated linoleic acid (CLA) in processed cheese during processing. *Food Research International*, 1994, 27, s. 61 – 64
- [80] GARDNER, H.W. Lipid hydroperoxide reactivity with proteins and amino acids: A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1979, 27, s. 220 – 229
- [81] BUŇKA, F., ŠTĚTINA J., HRABĚ, J. The effect of storage temperature and time on the consistency and color of sterilized processed cheese. *European Food Research and Technology*, 2008, 228, s. 223 – 229
- [82] TOPÇU, A., NUMANOĞLU, E., SALDAMLI, İ. Proteolysis and storage stability of UHT milk produced in Turkey. *International Dairy Journal*, 2006, 16, s. 633 – 638
- [83] HAKI, G.D., RAKSHIT, S.K. Developments in industrially important thermostable enzymes: a review. *Bioresource Technology*, 2003, 89, s. 17 – 34
- [84] TURNER, N.A., VULFSON, E.N. At what temperature can enzymes maintain their catalytic activity? *Enzyme and Microbial Technology*, 2000, 27, s. 108 – 113
- [85] JANEČEK, Š. Strategies for obtaining stable enzymes. *Process Biochemistry*, 1993, 28, s. 435 – 445
- [86] SYNOWIECKI, J., GRZYBOWSKA, B. ZDZIEBŁO, A. Sources, properties and suitability of new thermostable enzymes in food processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2006, 46, s. 197 – 205
- [87] ENGELS, W.J.M., DEKKER, R., de JONG, C., NEETER, R., VISSER, S. A comparative study of volatile compounds in the water soluble fraction of various types of ripened cheese. *International Dairy Journal*, 1997, 7, s. 255 – 263
- [88] PINHO, O., PÉRÉS, C., FERREIRA, I.M.P.L.V.O. Solid phase microextraction of volatile compounds in “Terrichno” ewe cheese. Comparison of different fibers. *Journal of Chromatography A*, 2003, 1011, s. 1 – 9

- [89] CALVO, M.M., de la HOZ, L. Flavour of heated milks. A review. *International Dairy Journal*, 1992, 2, s. 69 – 81
- [90] BUŇKA, F. ŠTĚTINA J., HRABĚ, J. Vliv sterilace na konzistenci, vzhled a barvu tavených sýrů. *Celostátní přehlídka sýrů a seminář Mléko a sýry 2003*. Praha: ČSCH, 2003a, s. 60 – 65. ISBN 80-86238-31-8
- [91] LAZÁRKOVÁ, Z. Vliv sterilačního záhřevu na vybrané aromatické látky v tavených sýrech. *Diplomová práce*. VUT, Fakulta chemická, Brno, 2006, 93 s.
- [92] TAMINE, A.Y., MUIR, D.D., SHENANA, M.E., KALAB, M., DAWOOD, A.H. Microstructure and firmness of processed cheese manufactured from Cheddar cheese and skim milk powder cheese base. *Food Microstructure*, 1990, 9, s. 23 – 37
- [93] HASHIM, L., CHAVERON, H. Comparison study of UHT milk aroma. In Contis, E.T. (ed.) *Food flavors: Formation, analysis and packaging influences*. Amsterdam, Oxford, New York and Tokyo: Elsevier, 1998, s. 393 – 399
- [94] CONTARINI, G., POVOLO, M., LEARDI, R., TOPPINO, P. M. Influence of heat treatment on the volatile compounds of milk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1997, 45, s. 3171 – 3177
- [95] SUNESEN, L.O., LUND, P., SØRENSEN, J., HØLMER, G. Development of volatile compounds in processed cheese during storage. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 2002, 35, s. 128 – 134
- [96] HANSEN, A.P., SWARTZEL, K.R., GIESBRECHT, F.G. Effect of temperature and time of processing and storage on consumer acceptability of ultra-high-temperature steam injected whole milk. *Journal of Dairy Science*, 1980, 63, s. 187 – 192
- [97] ČSN EN ISO 5495, Senzorická analýza – Metodologie – Párová porovnávací zkouška. Český normalizační institut, Praha, 2008
- [98] ČSN ISO 8587, Senzorická analýza. Metodologie. Pořadová zkouška. Český normalizační institut, Praha, 1993
- [99] ČSN EN ISO 4833, Mikrobiologie potravin a krmiv – Horizontální metoda pro stanovení celkového počtu mikroorganismů – Technika počítání kolonií vykultivovaných při 30 °C, Český normalizační institut, Praha 2003
- [100] ČSN ISO 6611, Mléko a mléčné výrobky. Stanovení počtu jednotek kvasinek a/nebo plísňových kolonií. Technika počítání kolonií vykultivovaných při 25 °C. Český normalizační institut, Praha, 1996
- [101] ČSN 56 0100, Mikrobiologické zkoušení potravinářských provozoven. Vydavatelství úřadu pro normalizaci a měření, 1968

- [102] ČSN ISO 5541-1, Mléko a mléčné výrobky. Stanovení počtu koliformních bakterií. Část 1: Technika počítání kolonií vykultivovaných při 30 °C. Český normalizační institut, Praha, 1996
- [103] HARRIGAN, W.F. *Laboratory methods in food microbiology*. London: Academic Press Ltd., 1998, 532 s. ISBN 0-12-326043-4
- [104] ČSN EN ISO 5534, Sýry a tavené sýry – Stanovení obsahu celkové sušiny (Referenční metoda), Český normalizační institut, Praha, 2005
- [105] ČERNÁ, E. MERGL, M. *Kontrolní metody v mlékařství*. Praha: STN, 1971
- [106] ISO standard No. 3433:2008, Cheese – Determination of fat content – Van Gulik method. International Organisation for Standardization Geneva
- [107] PIPEK, P. a kol. *Návody pro laboratorní cvičení z technologie neúdržných potravin*. Praha: VŠCHT, 1991, 155 s. ISBN: 80-7080-104-2
- [108] SOMMER, L., ŠIMEK, Z., VOZNICA, P. *Základy analytické chemie II*. Brno: Vutium, 2000, 347 s. ISBN80-214-1742-0
- [109] LYNCH, J.M., BARBANO, D.M., FLEMING, J.R. Determination of the total nitrogen content of hard, semihard and processed cheese by the Kjeldahl method: collaborative study. *Journal of AOAC International*, 2002, 85, s. 445 – 455
- [110] JURANVILLE, J.F., PÖSCHL, B., OESTERHELT, G., SCHÖNFELD, H.J., FOUNTOULAKIS, M. Glycerol affects the quantification of aspartate and glutamate in acid hydrolyzed proteins. *Amino Acids*, 1998, 15, s. 253 – 262
- [111] WEISS, M., MANNEBERG, M., JURANVILLE, J.F., LAHM, H.W., FOUNTOULAKIS, M. Effect of the hydrolysis method on the determination of the amino acid composition of proteins. *Journal of Chromatography A*, 1998, 795, s. 263 – 275
- [112] FRIEDMAN, M. Application of the ninhydrin reaction for analysis of amino acids, peptides, and proteins to agricultural and biochemical sciences. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 2004, 52, s. 385 – 406
- [113] JASKOSKI, B.J., BUTLER, V.L. *Rhipicephalus sanguineus*: Amino acid composition of egg shell. *Experimental Parasitology*, 1971, 30, s. 400 – 406
- [114] HANKO, V.P., ROHRER, J.S. Direct determination of tryptophan using high-performance anion-exchange chromatography with integrated pulsed amperometric detection. *Analytical Biochemistry*, 2002, 308, s. 204 – 209
- [115] KRÁČMAR, S., GAJDŮŠEK, S., JELÍNEK, P., ZEMAN, L., KOZEL, V., KOZLOVÁ, M., KRÁČMAROVÁ, E. Changes in amino acids composition of goats colostrums during the first 72 hours after birth. *Czech Journal of Animal Science*, 1999, 44, s. 541 – 545

- [116] BOOTH, V.H. Problems in the determination of FDNB-available lysine. *Journal of Science and Food Agriculture*, 1971, 22, s. 658 – 666
- [117] BÜTIKOFER, U., RÜEGG M., ARDÖ Y. Determination of nitrogen fractions in cheese: evaluation of a collaborative study. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 1993, 26, s. 271 – 275
- [118] LAEMMLI, U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 1970, 227, s. 680 – 685
- [119] KIRKEBY, S., MOE, D., BOG-HANSEN, T.C. The silver staining procedure of sodium dodecyl sulfate gels may be accelerated by shortening fixation time. *Electrophoresis*, 1993, 14, s. 51 – 55
- [120] ČSN ISO 8586-1, Senzorická analýza – Obecná směrnice pro výběr, výcvik a sledování činnosti posuzovatelů – Část 1: Vybraní posuzovatelé. Český normalizační institut, Praha, 2003
- [121] ČSN ISO 8589, Senzorická analýza. Obecná směrnice pro uspořádání senzorického pracoviště. Český normalizační institut, Praha, 1993
- [122] KRÍŽ, O., BUŇKA, F., HRABĚ, J. *Senzorická analýza potravin II. Statistické metody*. Zlín: UTB, 2006, 127 s. ISBN 80-7318-494-X
- [123] DIMITRELI, G., THOMAREIS, A.S. Texture evaluation of block-type processed cheese as a function of chemical composition and in relation to its apparent viscosity. *Journal of Food Engineering*, 2007, 79, s. 1364 – 1373
- [124] LEE, S.K., ANEMA, S., KLOSTERMEYER, H. The influence of moisture content on the rheological properties of processed cheese spreads. *International Journal of Food Science and Technology*, 2004, 39, s. 763 – 771
- [125] HENNELLY, P.J., DUNNE, P.G., O'SULLIVAN, M., O'RIORDAN, D. Increasing the moisture content of imitation cheese: effect on texture, rheology and microstructure. *European Food Research Technology*, 2005, 220, s. 415 – 420
- [126] MAFART, P., COUVERT, O., LEGUÉRINEL, I. Effect of pH on the heat resistance of spores. Comparison of two models. *International Journal of Food Microbiology*, 2001, 63, s. 51 – 56
- [127] MOLINS, R.A. *Phosphates in food*. Boca Raton: CRC Press, 1991. ISBN 0-8493-4588-1. 260 s.
- [128] JURIC, M., BERTELSEN, G., MORTENSEN, G., & PETERSEN, M. A. Light-induced colour and aroma changes in sliced, modified atmosphere packaged semi-hard cheeses. *International Dairy Journal*, 2003, 13, s. 239 – 249

11 SEZNAM PUBLIKACÍ AUTORA

Příspěvky v impaktovaných časopisech

LAZÁRKOVÁ, Z., BUŇKA, F., BUŇKOVÁ, L., HOLÁŇ, F., KRÁČMAR, S., HRABĚ, J. Optimization of sterilization temperature and time for production of processed cheese with high nutritive and sensory quality. *Journal of Food Process Engineering* – accepted for publication 5. 1. 2009

LAZÁRKOVÁ, Z., BUŇKA, F., BUŇKOVÁ, L., VALÁŠEK, P., KRÁČMAR, S., HRABĚ, J. The consequence of different sterilizing modes on processed cheese quality. *Czech Journal of Food Science* – submitted

Příspěvky v mezinárodních časopisech

LAZÁRKOVÁ, Z., BUŇKOVÁ, L., MACKŮ, I. Vliv 24měsíčního skladování na senzoricou jakost sterilovaných tavených sýrů. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 2009, 12, s. 349 – 355

MACKŮ, I., LAZÁRKOVÁ, Z., BUŇKA, F., HRABĚ, J. Biogenic amine content in mould cheese during storage. *Ecological Chemistry and Engineering* – submitted

KRAMÁŘOVÁ, D., ALTANGERER, B., LAZÁRKOVÁ, Z., ROP, O., VONDRUŠKA, M. Determination of heavy metals and nutrition values in broccoli. *Ecological Chemistry and Engineering* – submitted

Příspěvky ve sbornících z konferencí ve světovém jazyce

LAZÁRKOVÁ, Z., BUŇKA, F., VLČKOVÁ, O., HRABĚ, J. The effect of 12-month storage on amino acids content in sterilized processed cheese. *Sborník příspěvků z XI. Setkání biochemiků a molekulárních biologů*, MU Brno, 2007, s. 30 – 31. ISBN 978-80-210-4234-6

LOUPANCOVÁ, B., VÍTOVÁ, E., ŠTOUDKOVÁ, H., LAZÁRKOVÁ, Z., ZEMANOVÁ, J. Determination of volatile compounds in processed cheese by gas chromatography. *Vitamins 2006*, Pardubice, 2006, s. 151, ISBN 80-7194-855-1

Příspěvky ve sbornících z konferencí v češtině

LAZÁRKOVÁ, Z., BUŇKA, F., BUŇKOVÁ, L., HRABĚ, J. Změny aminokyselinového složení sterilovaných tavených sýrů v průběhu skladování. *Proteiny 2008*, UTB ve Zlíně, 2008, s. 89 – 93. ISBN 978-80-7318-706-4

BUŇKA, F., LAZÁRKOVÁ, Z., BUŇKOVÁ, L., KRÁČMAR, S., HRABĚ, J. Sterilace – faktor ovlivňující jakost tavených sýrů. *Bezpečnost' a kontrola potravin*, SPU v Nitre, 2008, s. 221 – 225. ISBN 978-80-552-0028-6

LAZÁRKOVÁ, Z., BUŇKA, F., BUŇKOVÁ, L., HRABĚ, J. Vliv rozdílných sterilačních režimů na obsah aminokyselin v modelových vzorcích tavených sýrů. *Bezpečnost' a kvalita surovín a potravin*, SPU v Nitre, 2008, s. 86. ISBN 978-80-8069-997-0

BAČÁKOVÁ, M., KRAMÁŘOVÁ, D., LAZÁRKOVÁ, Z., HOZA, I. Chemické charakteristiky brokolice. In *Bezpečnost' a kvalita surovín a potravin*, SPU v Nitre, 2008, s. 17. ISBN 978-80-8069-997-0

BUŇKA, F., LAZÁRKOVÁ, Z., BUŇKOVÁ, L., HOLÁŇ, F., KRÁČMAR, J., HRABĚ, J. Vliv rozdílného sterilačního záhřevu s konstantním smrtícím účinkem na jakost tavených sýrů. *Mléko a sýry 2008*, VŠCHT, 2008, s. 64 – 70. ISBN 978-80-7080-695-1

NOHÁLOVÁ, Z., KRAMÁŘOVÁ, D., LAZÁRKOVÁ, Z., HOZA, I. Stanovení vitamínu B₂ v mléce. *Mléko a sýry 2008*, VŠCHT, 2008, s. 217 – 220. ISBN 978-80-7080-695-1

LAZÁRKOVÁ, Z., BUŇKA, F., VLČKOVÁ, O., HRABĚ, J., KRÁČMAR, J. Vliv 12 měsíčního skladování na obsah aminokyselin ve sterilovaných tavených sýrech. *Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie Bezpečnost' a kontrola potravin*, SPU Nitra, 2007, s. 288 – 291. ISBN 978-80-8069-859-1

Učební texty

HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D., LAZÁRKOVÁ, Z., BUDÍNSKÝ, P.
Potravinářská Biochemie IV. [skripta] FT UTB Zlín, 2007. 105 s. ISBN 978-80-7318-623-4

HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D., LAZÁRKOVÁ, Z., BUDÍNSKÝ, P.
Potravinářská Biochemie V. [skripta] FT UTB Zlín, 2008. 70 s. ISBN 978-80-7318-666-1

12 CURRICULUM VITAE

OSOBNÍ ÚDAJE:

Jméno a příjmení: Ing. Zuzana LAZÁRKOVÁ
Datum narození: 26. 4. 1982
Adresa: Tyršova 1328, 75501 Vsetín
E-mail: lazarkova@ft.utb.cz

VZDĚLÁNÍ:

1997 – 2001 **Masarykovo Gymnázium Vsetín**
2001 – 2006 **VUT Brno, Fakulta chemická**
Magisterské prezenční studium
Obor: Potravinářská chemie a biotechnologie
2006 – dosud **Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická**
Doktorské prezenční/kombinované studium
Obor: Technologie potravin

PRAXE:

2007 – dosud **Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická**
Asistent

ŠKOLENÍ:

12/2005 **System kritických bodů (HACCP) a požadavky standardu BRC Food a IFS**
1/2006 **Školení interních auditorů systémů řízení jakosti dle standardu ISO 9001:2000**

JAZYKOVÉ ZNALOSTI:

Angličtina Pokročilá znalost (8/2008 certifikát FCE)
Němčina a ruština Základní znalost

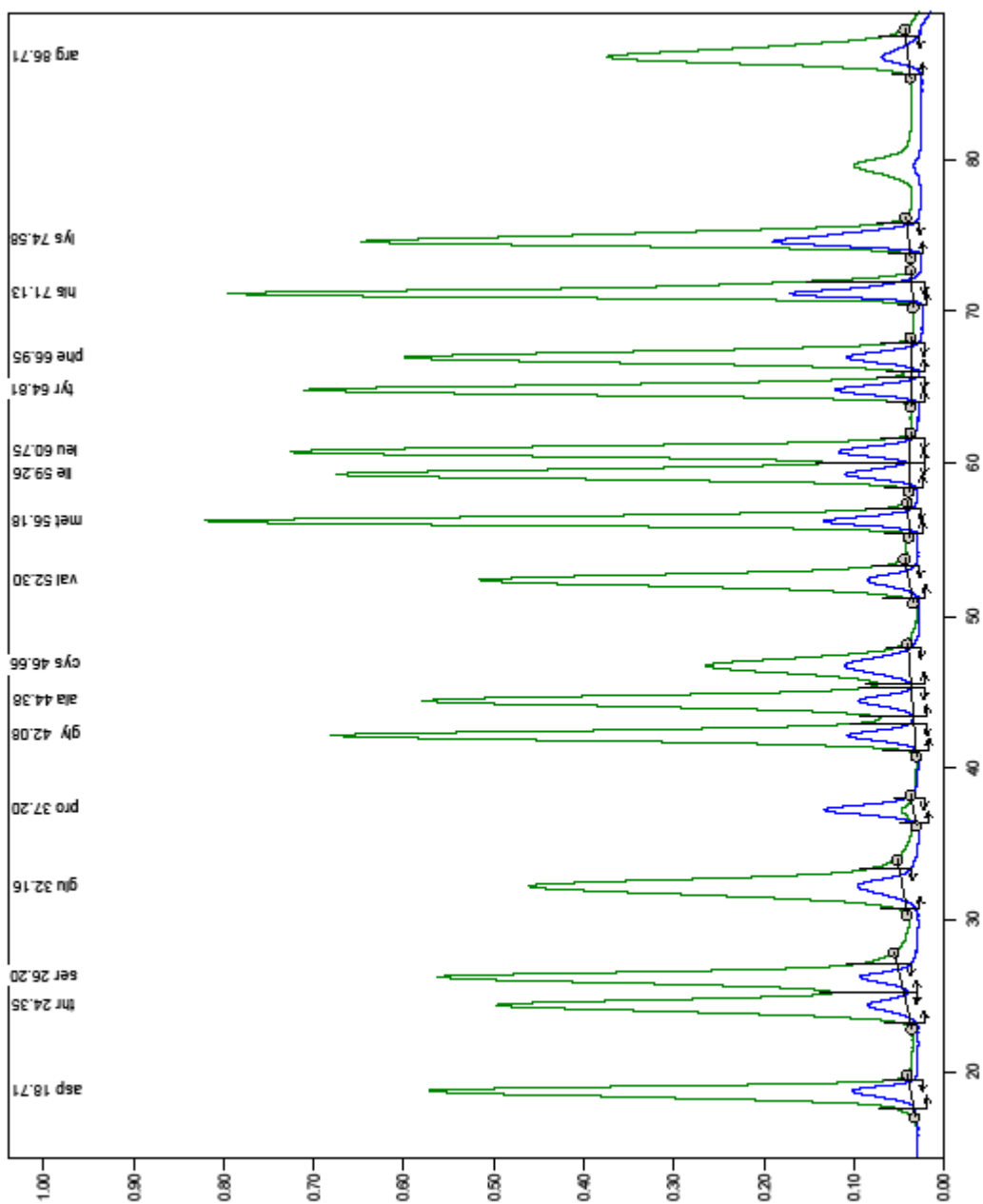
OSTATNÍ DOVEDNOSTI:

Práce s PC OS Windows, MS Office
Řidičský průkaz Skupina B

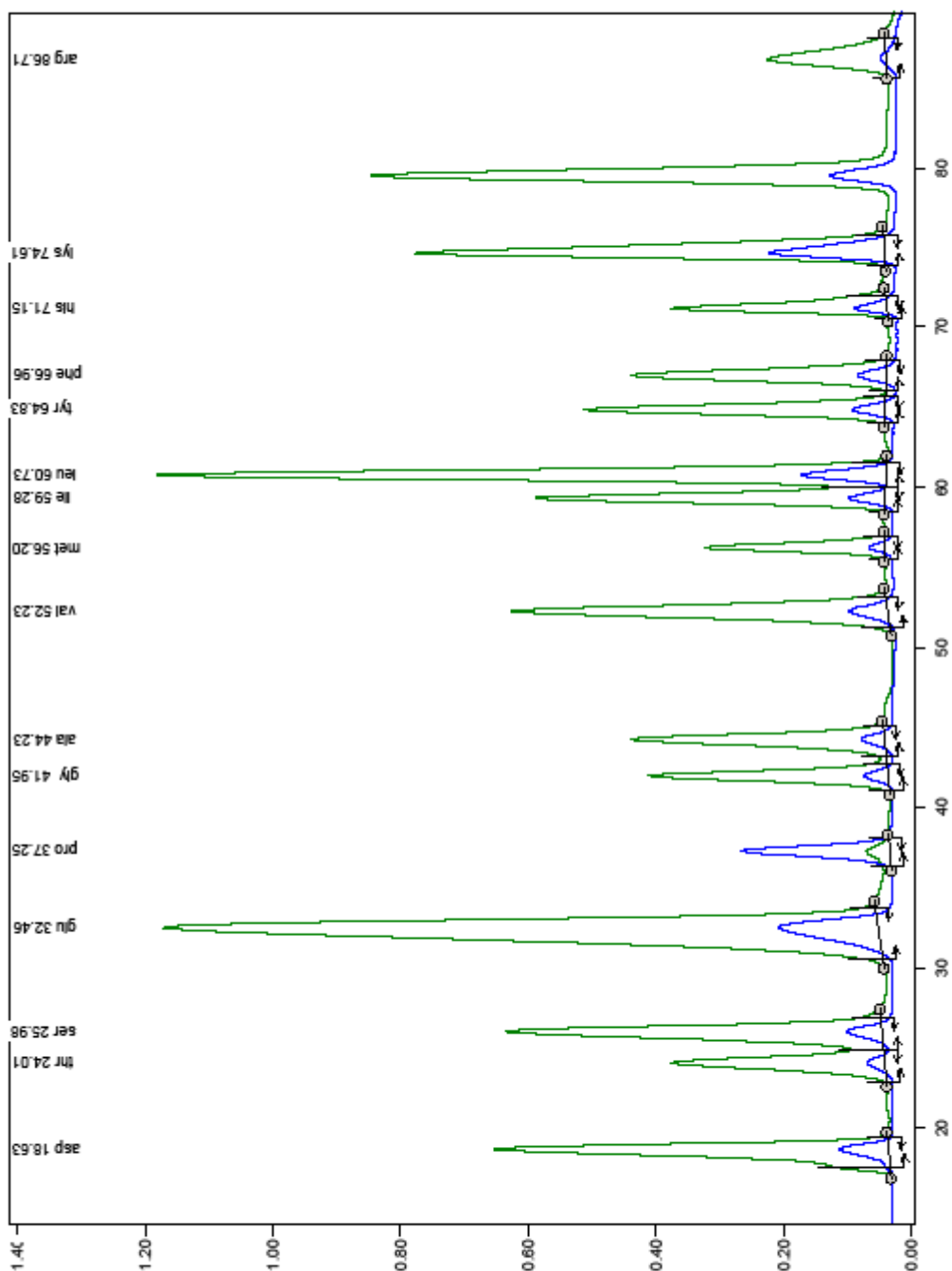
13 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A	Chromatogram standardu (kyselá hydrolýza)
Příloha B	Chromatogram vzorku skladovaného v lednici po dobu 2 let – SL I 24 (kyselá hydrolýza)
Příloha C	Chromatogram standardu (oxidativně-kyselá hydrolýza)
Příloha D	Chromatogram vzorku skladovaného v lednici po dobu 2 let – SL I 24 (oxidativně-kyselá hydrolýza)
Příloha E	Elektroforegram tavených sýrů (experiment 1)
Příloha F	Protokol pro sensorické hodnocení sterilovaných tavených sýrů (experiment 1 – hodnocení na vstupu a po 6 a 12 měsících)
Příloha G	Protokol pro sensorické hodnocení sterilovaných tavených sýrů (experiment 1 – hodnocení po 18 a 24 měsících)
Příloha H	Hodnotitelské schema pro sterilované tavené sýry (experiment 1)
Příloha I	Elektroforegram tavených sýrů (experiment 2)
Příloha J	Protokol pro sensorické hodnocení chuti a vůně sterilovaných tavených sýrů (experiment 2)
Příloha K	Protokol pro sensorické hodnocení barvy sterilovaných tavených sýrů (experiment 2)
Příloha L	Protokol pro sensorické hodnocení tavených sýrů bez příchuti (experiment 3)
Příloha M	Protokol pro sensorické hodnocení tavených sýrů s paprikou (experiment 3)
Příloha N	Protokol pro sensorické hodnocení tavených sýrů s masovou složkou (experiment 3)
Příloha O	Protokol pro sensorické hodnocení tavených sýrů pořadovou preferenční zkouškou (experiment 3)
Příloha P	Hodnotitelské schema pro tavené sýry bez příchuti (experiment 3)
Příloha Q	Hodnotitelské schema pro tavené sýry s paprikou (experiment 3)
Příloha R	Hodnotitelské schema pro tavené sýry s masovou složkou (experiment 3)

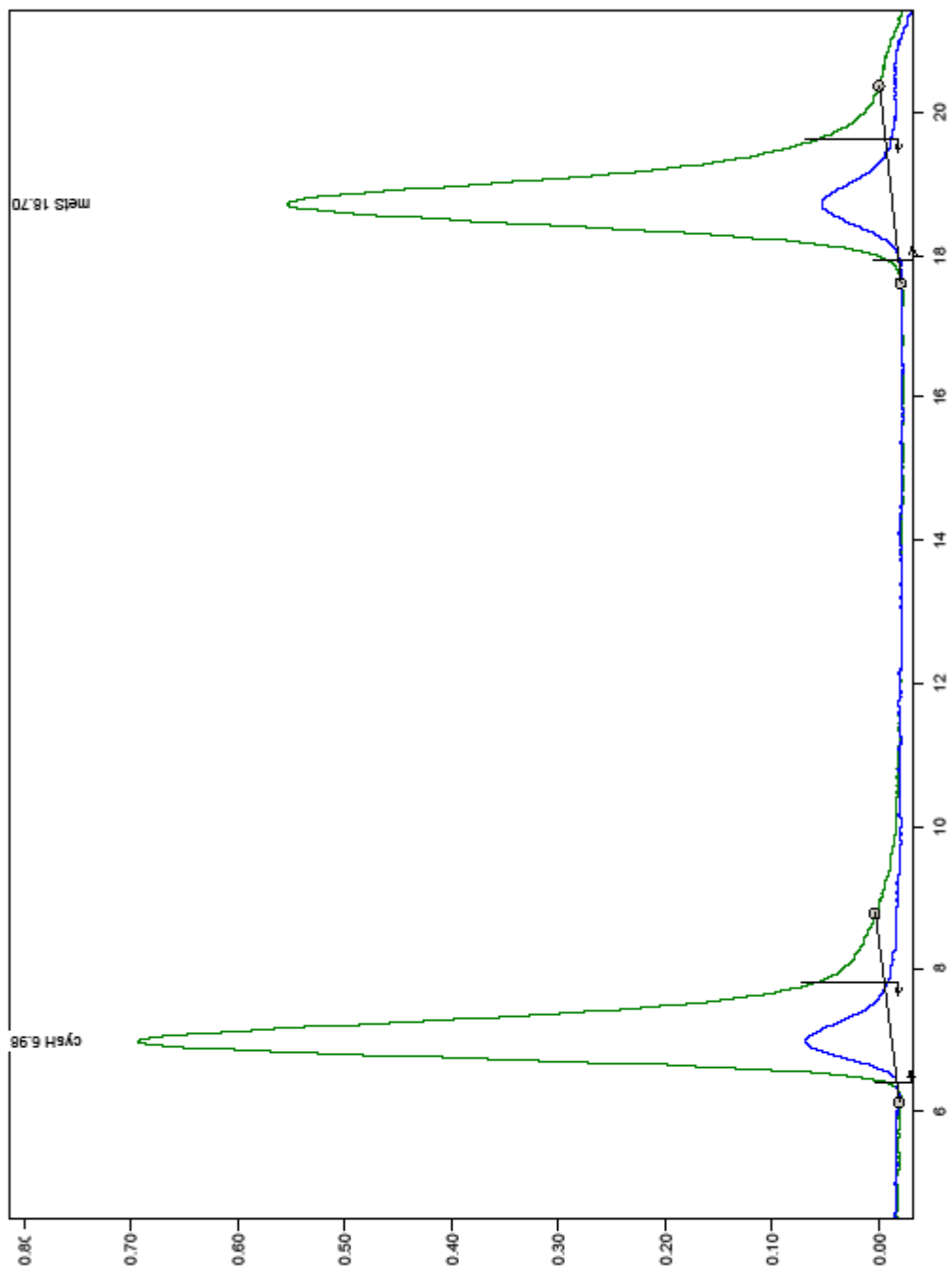
Příloha A: Chromatogram standardu (kyselá hydrolýza)



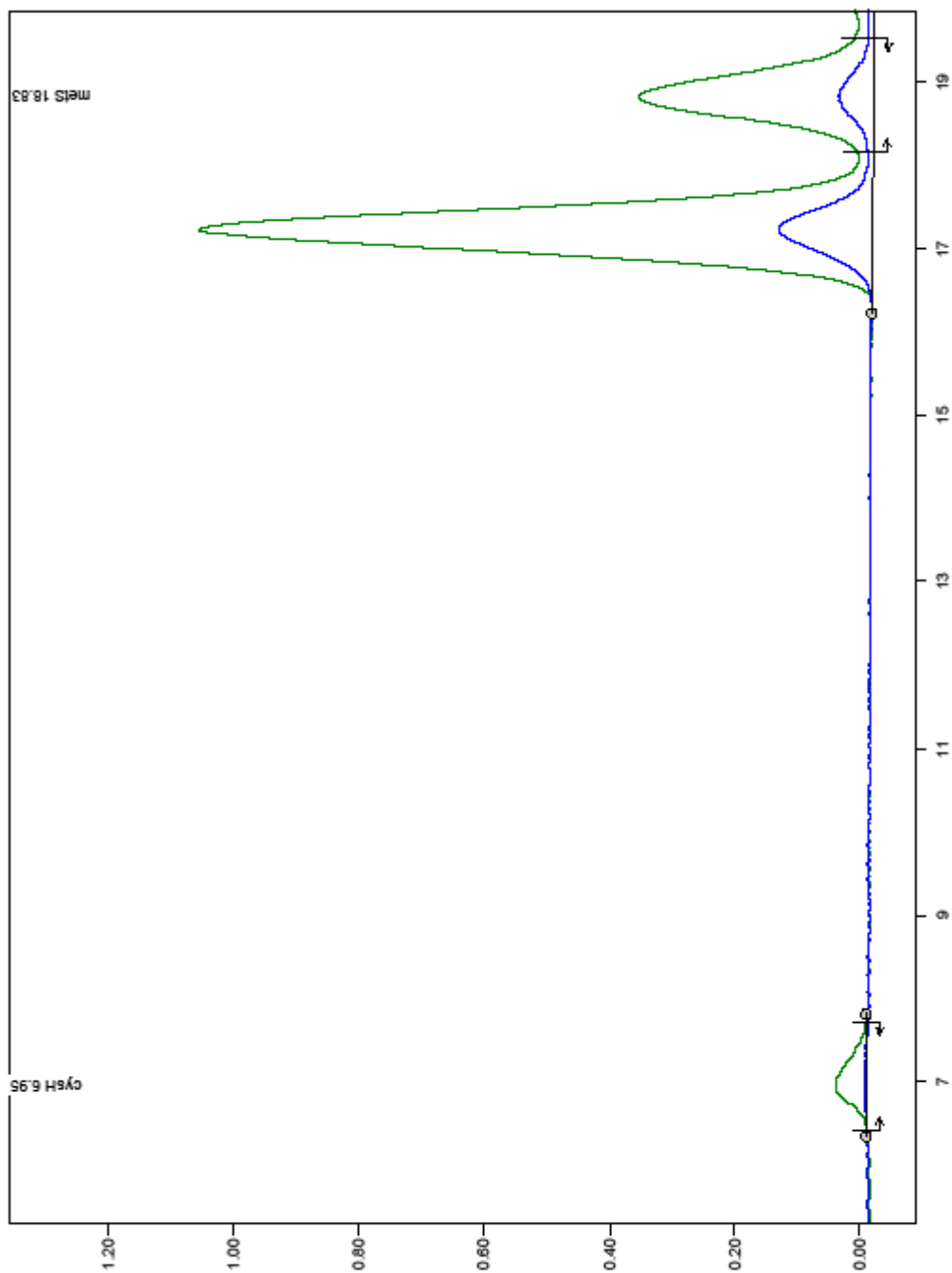
Příloha B: Chromatogram vzorku skladovaného v lednici po dobu 2 let – SL I 24 (kyselá hydrolyza)



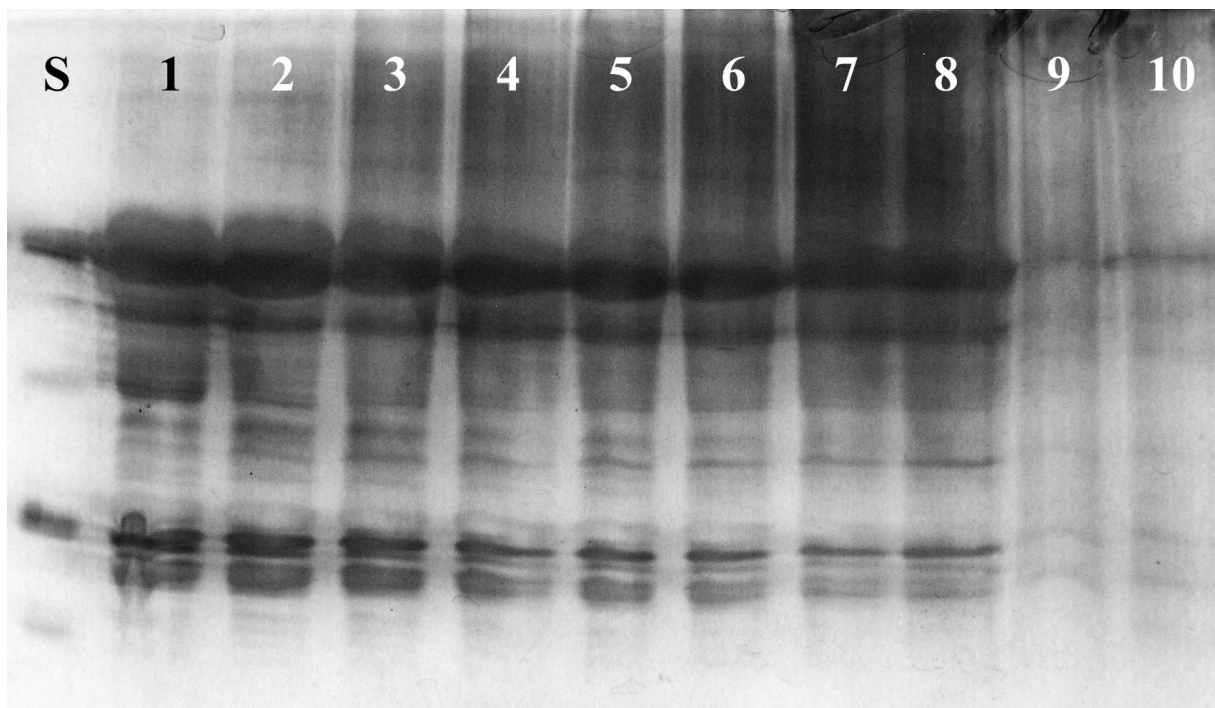
Příloha C: Chromatogram standardu (oxidativně-kyselá hydrolyza)



Příloha D: Chromatogram vzorku skladovaného v lednici po dobu 2 let – SL I 24 (oxidativně-kyselá hydrolyza)



Příloha E: Elektroforegram tavených sýrů (experiment 1)



Proteinový profil vzorků nesterilovaných a sterilovaných tavených sýrů skladovaných při různých teplotách po dobu 2 let získaných metodou SDS-PAGE: **S**: molekulový hmotnostní standard; **1, 2**: nesterilované vzorky (N I, N II); **3, 4**: sterilované sýry uchovávané v lednici (SL I, SL II); **5, 6**: sterilované sýry uchovávané v mrazícím zařízení (SL Im, SL IIm); **7, 8**: sterilované sýry uchovávané při pokojové teplotě (SS I, SS II); **9, 10**: sterilované sýry uchovávané v termostatu (ST I, ST II)

Příloha F: Protokol pro sensorické hodnocení sterilovaných tavených sýrů
(experiment 1 – hodnocení na vstupu a po 6 a 12 měsících)

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?

Příloha G: Protokol pro senzorické hodnocení sterilovaných tavených sýrů
(experiment 1 – hodnocení po 18 a 24 měsících)

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					
C					
D					
E					

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 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?

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 a oxidačními změnami vyloučeny. Vzhled bez jakýchkoliv známek deformace, čistý, hladký, lesklý.
- 3. Velmi dobrá** – mírná odchylka od deklarované barvy a vzhledu, bez cizích odstínů, homogenní, typická pro smetanový tavený sýr. Změny barvy způsobené osycháním sýru a oxidačními změnami jen nepatrné. Vzhled bez jakýchkoliv známek deformace, na povrchu sýra čistý, hladký, lesklý.
- 4. 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 matný, 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. Nepříjemná** – 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

- 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 nevyhovující 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

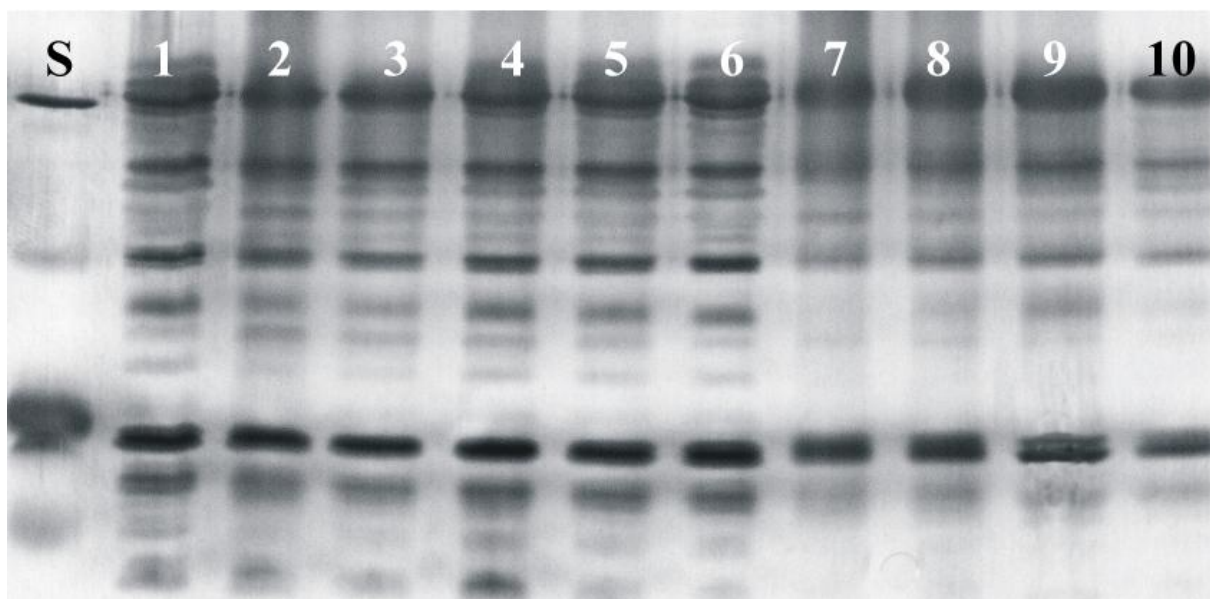
1. **Vynikající** – chuť jemná, mléčně sýrová, nebo máslová, smetanová, jemně sýrově nasládlá, výrazná. Vůně čistá velmi harmonická, cizí příchutě jsou vyloučeny.
2. **Výborná** – nepatrné odchylky od vynikající chuti a vůně, chuť a vůně harmonická, sýrová, nebo máslová, smetanová, jemně mléčně nakyslá 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 velmi dobrý, ve všech ostatních relevantních ukazatelích ne hůře než dobrý.
4. **Dobrý** – 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 I: Elektroforegram tavených sýrů (experiment 2)



Proteinový profil vzorků tavených sýrů skladovaných při různých teplotách po dobu 2 let získaných metodou SDS-PAGE: **S**: molekulový hmotnostní standard; **1 – 5**: tavené sýry s obsahem laktózy 0,0 % w/w; **1**: nesterilované vzorky, **2**: sýry sterilované režimem A (110 °C 100 min), **3**: sýry sterilované režimem B (115 °C 32 min), **4**: sýry sterilované režimem C (120 °C 10 min), **5**: sýry sterilované režimem D (125 °C 3,2 min); **6 – 10**: tavené sýry s obsahem laktózy 2,0 % w/w; **6**: nesterilované vzorky, **7**: sýry sterilované režimem A (110 °C 100 min), **8**: sýry sterilované režimem B (115 °C 32 min), **9**: sýry sterilované režimem C (120 °C 10 min), **10**: sýry sterilované režimem D (125 °C 3,2 min)

Příloha J: Protokol pro sensorické hodnocení chuti a vůně sterilovaných tavených sýrů (experiment 2)

Jméno:

Datum a hodina:

Podpis:

1. **Vynikající** – chuť jemná, mléčně sýrová, nebo máslová, smetanová, jemně sýrově nasládlá, výrazná. Vůně čistá, cizí příchutě jsou vyloučeny.
2. **Výborná** – nepatrné odchylky od vynikající chuti a vůně, chuť 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 stále 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 harmonická a čistá.
5. **Méně dobrá** – nepatrný, téměř nezatelný výskyt cizích příchutí, 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. **Naprosto nevhovující** – nečistá, žluklá, slaná, hořká, cizí, netypická, silně oxidovaná (žluklá), zatuchlá, kvasnicová, ostře kyselá aj.

Hodnocení:

Kód		Kód		Kód		Kód		Kód	
A		F		L		Q		V	
B		G		M		R		W	
C		H		N		S		X	
D		I		O		T		Y	
E		K		P		U		Z	

Příloha K: Protokol pro sensorické hodnocení barvy sterilovaných tavených sýrů (experiment 2)

Jméno:

Datum a hodina:

Podpis:

1. Seřad'te následujících 5 vzorků od nejsvětlejšího (1) po nejtmavší (5). Dva vzorky nesmí mít stejné pořadí.

Vzorek	A	H	M	T	Z
Pořadí					

2. Seřad'te následujících 5 vzorků od nejsvětlejšího (1) po nejtmavší (5). Dva vzorky nesmí mít stejné pořadí.

Vzorek	C	K	N	R	V
Pořadí					

3. Seřad'te následujících 5 vzorků od nejsvětlejšího (1) po nejtmavší (5). Dva vzorky nesmí mít stejné pořadí.

Vzorek	E	G	O	S	X
Pořadí					

4. Seřad'te následujících 5 vzorků od nejsvětlejšího (1) po nejtmavší (5). Dva vzorky nesmí mít stejné pořadí.

Vzorek	B	F	P	Q	U
Pořadí					

5. Seřad'te následujících 5 vzorků od nejsvětlejšího (1) po nejtmavší (5). Dva vzorky nesmí mít stejné pořadí.

Vzorek	D	I	L	W	Y
Pořadí					

6. Seřad'te následujících 5 vzorků od nejsvětějšího (1) po nejtmavší (5). Dva vzorky nesmí mít stejné pořadí.

Vzorek	A	I	P	S	V
Pořadí					

7. Seřad'te následujících 5 vzorků od nejsvětějšího (1) po nejtmavší (5). Dva vzorky nesmí mít stejné pořadí.

Vzorek	C	F	G	L	T
Pořadí					

8. Seřad'te následujících 5 vzorků od nejsvětějšího (1) po nejtmavší (5). Dva vzorky nesmí mít stejné pořadí.

Vzorek	B	K	M	O	W
Pořadí					

9. Seřad'te následujících 5 vzorků od nejsvětějšího (1) po nejtmavší (5). Dva vzorky nesmí mít stejné pořadí.

Vzorek	E	H	N	Q	Y
Pořadí					

10. Seřad'te následujících 5 vzorků od nejsvětějšího (1) po nejtmavší (5). Dva vzorky nesmí mít stejné pořadí.

Vzorek	D	R	U	X	Z
Pořadí					

Příloha L: Protokol pro senzorické hodnocení tavených sýrů bez příchuti (experiment 3)

Jméno:

Datum a hodina:

Podpis:

Senzorické hodnocení pomocí stupnic (zapište zvolený stupeň)

	Vzhled a barva	Konzistence	Chuť a vůně	Celkové hodnocení
B				
N				

Příloha M: Protokol pro senzorické hodnocení tavených sýrů s paprikou (experiment 3)

Jméno:

Datum a hodina:

Podpis:

Senzorické hodnocení pomocí stupnic (zapište zvolený stupeň)

	Vzhled a barva	Konzistence	Chuť a vůně	Celkové hodnocení
A				
C				
D				
H				
K				
L				
P				
S				

Příloha N: Protokol pro sensorické hodnocení tavených sýrů s masovou složkou (experiment 3)

Jméno:

Datum a hodina:

Podpis:

Senzorické hodnocení pomocí stupnic (zapište zvolený stupeň)

	Vzhled a barva	Konzistence	Chuť a vůně	Celkové hodnocení
E				
I				
M				
O				

Příloha O: Protokol pro senzoričké hodnocení tavených sýrů pořadovou preferenční zkouškou (experiment 3)

Jméno:

Datum a hodina:

Podpis:

Senzoričké hodnocení pomocí preferenční pořadové zkoušky

Seřaďte tavené sýry podle svých preferencí (1 – nejlepší, 7 – nejhorší; 2 tavené sýry nesmí mít stejné číslo)

Tavený sýr	A	B	E	I	L	P	S
Preference							

Seřaďte tavené sýry podle svých preferencí (1 – nejlepší, 7 – nejhorší; 2 tavené sýry nesmí mít stejné číslo)

Tavený sýr	C	D	H	K	M	N	O
Preference							

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 a oxidačními změnami vyloučeny. Vzhled bez jakýchkoliv známek deformace, čistý, hladký, lesklý.
- 3. Velmi dobrá** – mírná odchylka od deklarované barvy a vzhledu, bez cizích odstínů, homogenní, typická pro smetanový tavený sýr. Vzhled bez jakýchkoliv známek deformace, na povrchu sýra čistý, hladký, lesklý.
- 4. 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. Změny barvy způsobené osycháním sýru a oxidačními změnami jen nepatrné. Vzhled vykazuje odchylky způsobené deformací tvaru, drobnější závady v hladkosti povrchu, povrch sýra je mírně matný, 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. Nepřijatelná** – barva na povrchu i v těstě nehomogenní, silné oxidativní změny na povrchu, výskyt plísně, značná deformace povrchu, vzhled narušen duřením sýra, vytavený, oddělený tuk.

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, jemně sýrově nasládlá, výrazná. Vůně čistá velmi harmonická, cizí příchutě jsou vyloučeny.
- 2. Výborná** – nepatrné odchylky od vynikající chuti a vůně, chuť 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

Prioritní postavení mají **chuť a vůně**, dalšími relevantními ukazateli jsou **vzhled a barva a konzistence**.

- 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 velmi dobrý, ve všech ostatních relevantních ukazatelích ne hůře než dobrý.
- 4. Dobrý** – 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.

Vzhled a barva

- 1. Vynikající** – barva typická pro sýr s paprikou (načervenalá, narůžovělá, mírně oranžová), stejnorodá, bez cizích odstínů. Sýr hladký, lesklý.
- 2. Výborná** – nepatrná odchylka od deklarované barvy a vzhledu, bez cizích odstínů, homogenní, typická pro tavený sýr s paprikou. Změny barvy způsobené osycháním sýru a oxidačními změnami vyloučeny. Vzhled bez jakýchkoliv známek deformace, čistý, hladký, lesklý.
- 3. Velmi dobrá** – mírná odchylka od deklarované barvy a vzhledu, bez cizích odstínů, homogenní, typická pro tavený sýr s paprikou. Změny barvy způsobené osycháním sýru a oxidačními změnami jen nepatrné. Vzhled bez jakýchkoliv známek deformace, na povrchu sýra čistý, hladký, lesklý.
- 4. 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 matný, 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. Nepříjemná** – barva na povrchu i v těstě nehomogenní, silné oxidativní změny na povrchu, výskyt plísně, značná deformace povrchu, vzhled narušen duřením sýra, vytavený, oddělený tuk.

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. Nepříjemná** – 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, papriková, jemně sýrově nasládlá, výrazná. Vůně čistá velmi harmonická, cizí příchutě jsou vyloučeny.
- 2. Výborná** – nepatrné odchylky od vynikající chuti a vůně, chuť a vůně harmonická, sýrová nebo máslová, smetanová, papriková, 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 tavený sýr s paprikou 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. Nepříjemná** – nečistá, žluklá, slaná, hořká, cizí, netypická, silně oxidovaná (žluklá), zatuchlá, kvasnicová, ostře kyselá aj.

Celkové hodnocení

Prioritní postavení mají **chuť a vůně**, dalšími relevantními ukazateli jsou **vzhled a barva a konzistence**.

- 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 velmi dobrý, ve všech ostatních relevantních ukazatelích ne hůře než dobrý.
- 4. Dobrý** – 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.

Vzhled a barva

- 1. Vynikající** – barva typická pro sýr s masem (nahnědlá), stejnorodá, bez cizích odstínů. Sýr hladký, lesklý.
- 2. Výborná** – nepatrná odchylka od deklarované barvy a vzhledu, bez cizích odstínů, homogenní, typická pro tavený sýr s paprikou. Změny barvy způsobené osycháním sýru a oxidačními změnami vyloučeny. Vzhled bez jakýchkoliv známek deformace, čistý, hladký, lesklý.
- 3. Velmi dobrá** – mírná odchylka od deklarované barvy a vzhledu, bez cizích odstínů, homogenní, typická pro tavený sýr s paprikou. Změny barvy způsobené osycháním sýru a oxidačními změnami jen nepatrné. Vzhled bez jakýchkoliv známek deformace, na povrchu sýra čistý, hladký, lesklý.
- 4. 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 matný, 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. Nepřijatelná** – barva na povrchu i v těstě nehomogenní, silné oxidativní změny na povrchu, výskyt plísně, značná deformace povrchu, vzhled narušen duřením sýra, vytavený, oddělený tuk.

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, masová, jemně sýrově nasládlá, výrazná. Vůně čistá velmi harmonická, cizí příchutě jsou vyloučeny.
- 2. Výborná** – nepatrné odchylky od vynikající chuti a vůně, chuť a vůně harmonická, sýrová nebo máslová, smetanová, papriková, 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 tavený sýr s paprikou 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

Prioritní postavení mají **chuť a vůně**, dalšími relevantními ukazateli jsou **vzhled a barva a konzistence**

- 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 velmi dobrý, ve všech ostatních relevantních ukazatelích ne hůře než dobrý.
- 4. Dobrý** – 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.