

Jakost dlouhodobě skladovaných sterilovaných tavených sýrů

Tereza Hlaváčová

Bakalářská práce
2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství

akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tereza HLAVÁČOVÁ**

Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**

Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Jakost dlouhodobě skladovaných sterilovaných tavených sýrů**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

- Charakteristika tavených sýrů.
- Technologie výroby tavených sýrů.
- Změny při dlouhodobém skladování tavených sýrů.

II. Praktická část

- Stanovení sušiny, popele, dusíku a tuku.
- Stanovení aminokyselin a využitelného lyzinu.
- Stanovení amoniaku Conwayovou metodou, měření pH.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] BUŇKA, F.; HRABĚ, J. Tavené sýry. Potravinářská revue, 2006, č.4.
- [2] SCHÄR, W.; BOSSET, J.O. Chemical and physico-chemical changes in processed cheese and ready-made fondue during storage. Elsevier science Ltd,2002.
- [3] SUNSEN, L.O.; LUND, P.; SRENSEN, J.; HLMER, G. Development of volatile compounds in processed cheese during storage.Elsevier science Ltd,2002.
- [4] GAJDŮŠEK, S. Mlékařství II, MZLU, Brno 1998.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. František Buňka, Ph.D.**
Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **16. února 2009**

Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2009**

Ve Zlíně dne 31. května 2009


doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan




prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Sterilované tavené sýry jsou součástí tzv. bojových dávek potravin. Slouží pro zabezpečení stravování příslušníků Armády České republiky a členů Integrovaného záchranného systému. Tavené sýry jako i ostatní mléčné výrobky patří k tzv. neúdržným potravinám. K prodloužení jejich trvanlivosti je nutné použít vhodných konzervačních metod.

Tato bakalářská práce se zabývá vlivem 3 – 5-letého skladování na jakost sterilovaných tavených sýrů skladovaných při chladírenských a pokojových teplotách.

Se zvyšující se teplotou skladování byl zaznamenán nepatrný pokles pH. Hodnoty popele, sušiny a tuku se vlivem teploty skladování neměnily. Se zvyšující se teplotou skladování vzrostl obsah amoniaku až na dvojnásobnou hodnotu. Procentuální obsah dusíku nezaznamenal změny. U sterilovaných tavených sýrů skladovaných při vyšší teplotě došlo ke snížení obsahu aminokyselin. Nejvyšší ztráty obsahu aminokyselin byly zaznamenány u metioninu, treoninu, lyzinu a tyrozinu.

Klíčová slova: sterilovaný tavený sýr, teplota skladování, pH, aminokyseliny

ABSTRACT

Sterilized processed cheese are part of food emergency boarding for the Army of the Czech Republic and the members of the Integrated Emergency system. Processed cheese, as well as other dairy products, are among the so-called products with a short shelf-life. To prolong their life, it is necessary to use appropriate methods of preservation.

This bachelor thesis deals with the influence of 3 - 5-year storage on the quality sterilized processed cheese.

With the increasing temperature of storage has been reported a slight decrease of pH. The ash matter, dry matter and fat storage did not vary during storage. Effect of temperature of storage was changing the content of ammonia in samples sterilized processed cheese. Content of ammonia increased to the double value with increasing temperature of storage. The percentage of nitrogen did not change. Higher storage temperature has decreased the content of amino acids. The highest losses of content of amino acids were recorded for methionine, threonine, lysine and tyrosine.

Keywords: sterilized processed cheese, storage temperature, pH, amino acids

Ráda bych poděkovala Ing. Františku Buňkovi, Ph.D. za odbornou pomoc, konzultaci a připomínky. Dále bych touto cestou chtěla poděkovat za spolupráci a cenné rady Ing. Zuzaně Lazárkové, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka.

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 CHARAKTERISTIKA TAVENÝCH SÝRŮ	11
1.1 OBECNĚ O TAVENÝCH SÝRECH	11
1.2 SUROVINY PRO VÝROBU TAVENÝCH SÝRŮ.....	11
2 TECHNOLOGIE VÝROBY TAVENÝCH SÝRŮ	13
2.1 TECHNOLOGICKÝ PROCES.....	13
2.2 VÝSLEDNÁ KONZISTENCE TAVENÉHO SÝRU.....	15
3 STERILOVANÉ TAVENÉ SÝRY	16
3.1 CHARAKTERISTIKA A PROCES VÝROBY	16
3.2 VLV STERILACE NA JAKOST	16
4 ZMĚNY PŘI DLOUHODOBÉM SKLADOVÁNÍ TAVENÝCH SÝRŮ	20
II PRAKTICKÁ ČÁST	23
5 CÍL PRÁCE	24
6 MATERIÁL A METODY	25
6.1 CHARAKTERISTIKA VZORKŮ STERILOVANÝCH TAVENÝCH SÝRŮ	25
6.2 SEZNAM PROVEDENÝCH CHEMICKÝCH ANALÝZ	25
6.2.1 Stanovení pH.....	25
6.2.2 Stanovení sušiny.....	25
6.2.3 Stanovení popele	26
6.2.4 Stanovení tuku v sýrech	26
6.2.5 Stanovení amoniaku Conwayovou metodou.....	27
6.2.6 Stanovení dusíku	27
6.2.7 Stanovení obsahu aminokyselin	27
6.2.8 Stanovení využitelného lyzinu	28
7 VÝSLEDKY A DISKUSE	29
7.1 VÝSLEDKY ZÁKLADNÍCH CHEMICKÝCH ANALÝZ	29
7.1.1 pH.....	29
7.1.2 Sušina	30
7.1.3 Popel.....	30
7.1.4 Tuk	31
7.1.5 Amoniak.....	31
7.1.6 Dusík	32

7.2	VÝSLEDKY STANOVENÍ OBSAHU AMINOKYSELIN VE STERILOVANÝCH TAVENÝCH SÝRECH	33
7.3	VÝSLEDKY STANOVENÍ VYUŽITELNÉHO LYZINU	38
7.4	DISKUSE	39
	ZÁVĚR	40
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	41
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	44
	SEZNAM OBRÁZKŮ	45
	SEZNAM TABULEK.....	46
	SEZNAM PŘÍLOH.....	47

ÚVOD

Tavené sýry jsou nejmladší skupinou sýrů. Průmyslově se tavené sýry začaly vyrábět až počátkem 20. století. Postupem času se staly součástí jídelníčku každého z nás. V Česku spotřeba taveného sýrů neustále roste.

Tavené sýry jsou významným zdrojem bílkovin a tuků. V důsledku tavení dochází ke zvýšení stravitelnosti bílkovin v porovnání s přírodními sýry. Obsah volných aminokyselin v tavených sýrech je vysoký. Mléko a mléčné výrobky jsou rovněž považovány za nejlepší zdroj vápníku, který je důležitý pro správnou stavbu kostní hmoty. Tavené sýry jsou hodnotným zdrojem vitamínu B₂ (riboflavinu).

Sterilované tavené sýry představují zvláštní skupinu tavených sýrů. Byly vyvinuty pro účely stravování v krizových situacích. Dle požadavků STANAG 2937 (2001) je stanovena trvanlivost sterilovaných tavených sýrů na minimálně 24 měsíců. Sterilované tavené sýry je také možné použít v běžném životě, v případech kdy není možné použít chladírenské zařízení např. při turismu či dovolené. V průběhu dlouhodobého skladování však dochází k organoleptickým a sensorickým změnám, a to zvláště při vyšších teplotách skladování. Tato práce se zabývá chemickou analýzou 3 – 5-letých tavených sýrů. Srovnáním změn, které nastaly při skladování tavených sýrů při chladírenské a pokojové teplotě po uplynutí doby jejich trvanlivosti.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA TAVENÝCH SÝRŮ

1.1 Obecně o tavených sýrech

Dle vyhlášky 77/2003 Sb. (v platném znění) taveným sýrem rozumíme sýr, který byl tepelně upraven za přídavku tavicích solí [1]. Tavené sýry se vyrábí zahříváním přírodních sýrů různého druhu s tavicími solemi spolu s dalšími surovinami, které ovlivňují výsledné vlastnosti taveného sýru.

Spotřeba sýrů a tvarohu ve světě roste. V roce 2007 činil celoevropský průměr spotřeby sýrů 17,7 kg na osobu. V Česku spotřeba tavených sýrů překročila hranici 17 kg na osobu. Na celkové spotřebě se nejvíce podílely přírodní sýry s hodnotou 11 kg, tavené sýry s objemem 2,7 kg a tvarohy činily 3,4 kg. Tavené sýry se u nás těší velké oblibě, jejich konzumace je dlouhodobě vysoká [6].

1.2 Suroviny pro výrobu tavených sýrů

Hlavní surovinu pro výrobu tavených sýrů tvoří jednotlivé druhy nebo směsi přírodních sýrů. Sýry musí být bezpečné, přípouštějí se vady vzhledu, mechanické vady. Sýry se znaky hniloby, smyslově změněné, silně zaplísňené, napadené živočišnými škůdci se nesmí použít z důvodů jejich možné zdravotní závadnosti [4]. V České republice se mezi nejčastěji používané přírodní sýry řadí Eidamská cihla, Eidamský blok či Moravský blok o různém obsahu tuku v sušině [2].

Pro výrobu taveného sýru je nezbytný přídavek tavicích solí. Bez přídavku tavicí soli, by došlo k porušení membrány pokrývající tukové kuličky, tím by se tukové kuličky spojily ve větší formace. Následně by důsledkem zvýšené teploty došlo k agregaci proteinů, oddělil by se tuk, voda, kaseináty a vznikla by nehomogenní směs. Princip funkce tavicích solí

spočívá v odštěpení vápníku z kaseinu. Vápenaté ionty jsou zaměněny za sodné a kasein se stává více rozpustný ve vodě. Dále mají tavicí soli schopnost hydratovat bílkoviny, napomáhají emulgaci a stabilizaci tuku, mají schopnost stabilizovat pH a pomáhají zformovat strukturu po ochlazení [2, 10].

Jako tavicí soli se používají různé směsi citrátů, fosfátů a polyfosfáty sodné nebo jejich kombinace. Dávky tavicích solí ve finálním výrobku by neměly překročit 3 % (w/w).

Citrátové soli se používají zejména k získání lomivé konzistence. Vybrané druhy fosforečných solí mohou zajišťovat dobrou roztíratelnost. Polyfosfáty mají velkou schopnost peptizace a ovlivňují krémování tavených sýrů. Je pro ně charakteristické, že tvoří řídkou taveninu, která se zpevňuje během procesu chlazení [4].

Další nedílnou součástí při výrobě tavených sýrů je přídavek pitné vody, která upravuje obsah sušiny. Tavení v diskontinuálním procesu spočívá v zahřívání směsi přírodních sýrů vstříkáváním páry do tavené směsi. Pára v tavené směsi zkondenzuje, proto je nutné ji započítat při určování množství přidané pitné vody. Tvaroh slouží jako zdroj

intaktního kaseinu. Tvaroh také například vede ke snížení pH vyráběného sýru, naopak zvyšuje obsah tukuprosté sušiny. Máslo přidávané při výrobě taveného sýru zvyšuje obsah tuku. Smetana zjemňuje výsledný výrobek. V některých případech se přidává tzv. krém (již utavený sýr), který má za následek jemnější a stabilnější konzistenci. Do vybraných tavených sýrů se také přidávají látky ovlivňující chuť a barvu, a to zvláště u sýrů tzv. příchutíových (zelenina, masová složka apod.) [2].

Vzhledem k široké paletě a rozmanitosti tavených sýrů se výrobky nejčastěji rozlišují podle použité suroviny, konzistence, obsahu tuku v sušině, podle příchutí a přísad. Podle obsahu tuku v sušině rozdělujeme tavené sýry na:

- tavené sýry s obsahem tuku v sušině 60 % a víc, tzv. vysokotučné
- tavené sýry s obsahem tuku v sušině 45 – 55 %, tzv. plnotučné
- tavené sýry s obsahem tuku v sušině cca 30 – 45 %, tzv. polotučné
- tavené sýry s obsahem tuku v sušině 30 % a méně, tzv. nízkotučné [5].

Tavené sýry s obsahem tuku v sušině menším než 20 % se prakticky nevyrábějí. Tavený sýr s obsahem tuku v sušině vyšším než 70 % již nemá charakter taveného sýru [7].

Dle vyhlášky 77/2003 Sb. (v platném znění) jako "nízkotučný" lze označit tavený sýr s obsahem tuku v sušině nejvýše 30 % hmotnostních. Jako vysokotučný lze označit tavený sýr s obsahem tuku v sušině nejméně 60 % hmotnostních [1].

Dále je možné tavené sýry rozdělovat podle druhu použité suroviny (tavený primátor, tavená niva), dle příchuti a přísad (s šunkou, s paprikou, se zeleninou) [5].

2 TECHNOLOGIE VÝROBY TAVENÝCH SÝRŮ

2.1 Technologický proces

Tavené sýry se vyrábějí zahříváním směsi přírodních sýrů s tavicími solemi. V současné době se tavené sýry vyrábí diskontinuálně nebo kontinuálně. Při diskontinuální přípravě se směs přírodních sýrů smísí s ostatními surovinami, přísadami a tavicími solemi, a vzniklá směs se použije jako vsádka do tavicího kotle. V České republice převládá diskontinuální způsob výroby.

Diskontinuální výrobu tavených sýrů lze shrnout do čtyř fází:

1. příprava směsi určené k tavení,
2. určení složení tavicích solí,
3. vlastní proces tavení,
4. balení, chlazení, skladování a expedice.

Při přípravě směsi přírodních sýrů je nutné si nejprve předurčit vlastnosti, které má mít vyrobený sýr. Přírodní sýry svými vlastnostmi ovlivňují například výslednou konzistenci, chuť a vůni taveného sýru. Přírodní sýry se tedy pečlivě vytřídí podle výrobních partií, kvality a stupně prozrání. Poté se důkladně očistí, případná poškozená místa se odstraní [3]. Před smícháním s tavicími solemi a ostatními přísadami se surovina rozemele na řezačce nebo v mlecí válcové soupravě. Tento úsek má zajistit dokonalé rozmělnění suroviny. V moderní výrobě se používají tavicí zařízení k rozmělnění a homogenizaci směsi [4]. Rozmělněná směs přírodních sýrů se dopraví k tavicímu kotli, kde se do směsi přidají ostatní suroviny. Je možné také smíchat rozmělněnou směs přírodních sýrů s ostatními surovinami mimo tavicí kotel. Obvykle se ke směsi přírodních sýrů přidává máslo, tvaroh, pitná voda, krém, přísady ovlivňující chuť a barvu a další. V neposlední řadě je nutné přidat vhodnou směs tavicích solí.

Určení směsi tavicích solí je nejen závislé na požadovaných vlastnostech výsledného taveného sýru, ale také na charakteru přírodních sýrů a ostatních surovin. Dále na typu výroby, výběru balící techniky, průběhu chlazení apod. Obvykle směs tavicích solí představuje 2–3 % hmotnosti surovinové skladby. Důležitým aspektem při určení směsi tavicích solí je správné stanovení množství přídavku tavicích solí. Při předávkování

tavicími solemi může dojít ke změně konzistence výrobku a také ke změně chuti (např. při předávkování fosfátovými solemi dochází ke zhořknutí). Nadměrný přírůstek tavicích solí způsobuje také krystalizaci, tím dochází ke tvorbě písčivosti. Komerčně dodávané tavicí soli představují směsi několika chemických látek. Jejich složení je předmětem výrobního tajemství, proto se obvykle tyto směsi charakterizují pomocí popisu účinnosti v oblasti výměny iontů, krémování a úpravy pH [2]. Tavicí soli vyrábějí, připravují a dodávají specializované výrobny dle vlastních chráněných receptur (např. CIFO, FOSFA, JOHA). Směsi tavicích solí se připravují na základě druhu, stáří, zralosti a konzistence suroviny, požadovaných vlastností tavených sýrů, podmínek a způsobu tavení, chlazení, také podle druhu použitého balicího zařízení a druhu obalu [3].

Při procesu tavení hraje důležitou roli teplota, ale také doba působení a rychlost míchání. Na tavení se dříve používaly dvoukotlové vakuové soupravy. Dnes se vyrábí tavené sýry převážně v tavicích zařízeních Stephan s obsahem 40 až 300 litrů. Připravená směs je zahřívána parou přes duplikátorové stěny kotle a také přímým vstřikem upravené páry. V kotli, který je opatřen míchadlem, se směs za stálého míchání zahřívá. Vývěvou se z nádoby odsává vzduch, tavení tedy probíhá za sníženého tlaku (0,04 až 0,05 MPa), tím se rychle dosáhne teploty kolem 85 °C (podle druhu sýru 75 až 90 °C). Teploty tavení při diskontinuální výrobě nelze přesně stanovit, obecně se mluví o širokém rozmezí od 80 °C do 120 °C. Podle novějších norem se využívají spíše teploty vyšší, a to od 90 °C do 105 °C. Celková doba tavení je 10 – 15 min od počátku záhřevu včetně míchání 4 – 5 min po dosažení požadované teploty. Některá nová zařízení jsou vybavena mixovacími noži s vysokými otáčkami, použitá surovina tudíž nemusí být tak rozemletá. (např. tavicí zařízení firmy Stephan, SRN) [3, 4].

Tavené sýry se formují a balí na automatických balicích strojích. Ze zásobní nádrže stéká tavenina do formovací a balicí části stroje. V České republice se tavené sýry nejčastěji balí do hranolovitých nebo trojúhelníkových forem. Dna forem jsou vykládána hliníkovými foliemi, které se plní sýrovou hmotou, ta je automaticky zabalena, vysunuta na dopravník a opatřena etiketou. Balicí zařízení umožňují folii zavařit, což minimalizuje kontaminaci mikroorganismy a zvyšuje trvanlivost výrobku. Chlazení se provádí například v chladičích tunelech. Zabalený sýr se skladuje při teplotě 4 až 8 °C [5].

2.2 Výsledná konzistence taveného sýru

Tavené sýry lze vyrobit o různé konzistenci. Musí být však stejnorodá, kompaktní a hladká. Za nevyhovující se považuje krupičkovitá nebo písčítá struktura. Tavené sýry mohou být pevné, lomivé, snadno roztíratelné, krémovité, mohou nabývat až hustě tekuté konzistence. Míra tuhosti je dána jednak složením ale také technologií výroby. Sýry s vysokým obsahem tuku mají obvykle měkkou roztíratelnou konzistenci. U sýrů s nízkým obsahem tuku, lze dosáhnout roztíratelnosti snížením obsahu celkové sušiny. Tavené sýry na krájení mají vysoký obsah sušiny ve vztahu k obsahu tuku v sušině. Formují se většinou do velkých bloků a balí do plastových obalů. Tavené sýry, u kterých neproběhl proces krémování, mají medovitou konzistenci. Tyto výrobky se balí většinou do kelímků či tub. Plátkové sýry se balí buď jednotlivě, nebo v porcích do plastových folií [3].

3 STERILOVANÉ TAVENÉ SÝRY

3.1 Charakteristika a proces výroby

Zvláštní skupinou tavených sýrů jsou sýry sterilované. Tyto sýry byly původně vyvinuty pro stravování příslušníků Armády České republiky a členy Integrovaného záchranného systému. Sterilované tavené sýry jsou součástí tzv. bojových dávek potravin. V České republice vyrábí sterilované tavené sýry MADETA a.s. [2]. Trvanlivost sterilovaných tavených sýrů je standardizační dohodou Severoatlantické aliance určena na nejméně 24 měsíců při okolní teplotě. Výrobce však garantuje trvanlivost těchto tavených sýrů na cca 28 až 30 měsíců.

Trvanlivost tavených sýrů může být prodloužena sterilací až na několik let. Přičemž výroba roztavené směsi pro výrobu sterilovaného sýru je shodná s výrobou klasické taveniny. Odlišnost spočívá v pečlivějším výběru surovin, zvláště přírodních sýrů a tavicích solí. Při následném sterilačním záhřevu dochází ke zvýšení tuhosti výrobku. Proto je nutné vybírat sýry prozrálejší, díky kterým mají výsledné produkty řidší konzistenci [2].

Sterilované tavené sýry se většinou balí do kelímků z taženého hliníku, následně jsou hermeticky uzavřeny. Po uzavření se sterilují v autoklávech při teplotě 115 °C až 120 °C po dobu několika minut [5]. Takový tavený sýr má pak výrobcem garantovanou trvanlivost více jak dvouletou [2].

3.2 Vliv sterilace na jakost

V důsledku působení sterilačních teplot však dochází také k negativnímu ovlivnění senzorické jakosti výrobku. Bílkoviny a tuk nacházející se v surovině podléhají při sterilaci degradačním změnám. Rozsah těchto reakcí se zvyšuje přidávkem sušené syrovátky či jiných surovin obsahujících vyšší množství redukcujících cukrů [14].

Lipidy představují poměrně nestabilní složku potravin, protože přítomné vázané mastné kyseliny se snadno oxidují. Obsah nasycených (SUFA), monoenových (MUFA) a polyenových (PUFA) kyselin v mléčném tuku se vyskytuje v poměru SUFA 53–72 % : MUFA 26–42 % : PUFA 2–6 % veškerých mastných kyselin [12]. Při teplotách okolo 20 °C podléhají oxidaci s kyslíkem pouze nenasycené mastné kyseliny.

Autooxidace nenasycených mastných kyselin je radikálovou řetězovou reakcí. Primárními produkty autooxidace jsou hydroperoxydy mastných kyselin, které však podléhají dalším interakcím [12]. Rozklad hydroperoxidů je rychlejší v přítomnosti kyslíku, kdy se předpokládá přechodná tvorba dihydroperoxidů, které se rozkládají rychleji než monohydroperoxydy. Přes nestabilní hydroperoxidové deriváty vznikají těkavé látky, které dodávají výrobku žluklou chuť. Hlavními reakčními produkty jsou dimery, vznikající hlavně terminačními reakcemi. Hydroperoxydy mohou dále oxidovat za tvorby diperoxidů. V praxi je velmi významnou sekundární reakcí rozklad hydroperoxidů na nízkomolekulární aldehydy, protože tyto sloučeniny jsou sensoricky velmi aktivní. Jinými důležitými oxidačními produkty jsou vinylétery. Nasycené mastné kyseliny a jejich estery se oxidují jen velmi pomalu (nejméně desetkrát pomaleji než deriváty monoenoových mastných kyselin). Teprve při teplotách nad 140 °C se rychlost oxidace nasycených mastných kyselin výrazněji zvyšuje. V reakční směsi bývá přítomno jen nepatrné množství hydroperoxidů a převažují sekundární oxidační produkty [11].

Při sterilačních teplotách většinou dochází ke kompletní denaturaci sérových bílkovin, které se mohou vyskytovat v tavených sýrech díky přidavku sušené syrovátky nebo sušeného odstředěného mléka. Rychlost denaturace závisí především na obsahu vody v soustavě. Při vyšším obsahu vody, může denaturace nastat již při teplotách okolo 100 °C, zatímco u potravinářských materiálů s nízkým obsahem vody je zapotřebí dlouhého záhřevu nad 120 °C. Mléčná bílkovina kasein se při sterilačním záhřevu částečně defosforyluje, dochází k interakcím mezi laktosou a proteiny, jedná se o tzv. Maillardovu reakci [11].

Vlivem teplot kolem 120 °C tavené sýry získávají tmavší zbarvení. Důvodem mohou být produkty tzv. Maillardovy reakce, kdy spolu reagují karbonylové sloučeniny s bílkoviny. Jsou to jedny z nejvýznamnějších a nejrozšířenějších reakcí probíhajících při výrobě a skladování potravin. Jedná se obvykle o reakci redukujících cukrů s různými aminokyselinami, při které vznikají hnědě zbarvené pigmenty nazývané melanoidy a značný počet dalších produktů. Vzhledem ke vzniku hnědě zbarvených polykondenzátů se označují reakce Maillardovy jako reakce neenzymového hnědnutí. Karbonyl–aminová reakce probíhá jak v kyselém tak i v alkalickém prostředí; vhodnější je spíše alkalické prostředí. Se zvyšující se teplotou se reakce urychluje, přičemž vztah mezi rychlostí reakce a teplotou je lineární do teploty 90 °C. Řada autorů se zabývala vlivem obsahu vody

na průběh reakce neenzymového hnědnutí. Obecně platí, že reakce probíhá spíše při nižší vlhkosti. Pokud se jedná o reaktivitu cukrů, bylo prokázáno, že aldopentosy jsou reaktivnější než aldohexosy. Neredukující sacharidy mohou reagovat jen po rozštěpení glykosidické vazby. U mléčných výrobků, ve kterých proběhla Maillardova reakce, je nutno počítat se sníženou nutriční hodnotou proteinů, tvorbou enzymově rezistentních komplexů a částečnou destrukcí některých esenciálních aminokyselin, zvláště lyzinu. Rovněž sensorická hodnota těchto výrobků je snížena v důsledku nežádoucího hnědého zbarvení způsobeného enzymovým hnědnutím. Je známo, že některé meziprodukty enzymového hnědnutí se mohou zúčastnit též reakcí neenzymového hnědnutí, zejména chinony apod.; jde však o reakce jiného typu, než je reakce Maillardova. Výsledkem Maillardovy reakce může být rovněž zesíťování proteinů [11].

Ke ztrátě aminokyselin dochází při Streckerově degradaci aminokyselin. Kdy z aminokyselin vznikají karbonylové sloučeniny, které obsahují o jeden atom uhlíku méně než výchozí aminokyselina, dále vzniká oxid uhličitý a amoniak. Streckerova degradace je také spojena s tvorbou sensoricky atraktivních sloučenin. Jaké aldehydy vzniknou, to závisí na oxidované aminokyselině i na výchozím cukru, který poskytl aktivní rozkladné produkty. Významným faktorem při reakci je kyslík, který při teplotě 100 °C oxiduje cukry na sloučeniny s aktivní skupinou. Streckerovo odbourávání aminokyselin patří k důležitým reakcím, které v potravinách probíhají zvláště při vyšších teplotách. O výsledných produktech rozhoduje nejen druh aktivní karbonylové sloučeniny a druh aminokyselin ale i přítomnost dalších složek potravin např. aminů apod. Některé aldehydy vznikající Streckerovou degradací se vyznačují charakteristickým pachem, ojedinele i pachem velmi nepříjemným. Příkladem může být vznik metanalů, který se v nepatrných množstvích vyskytuje v sýrech. Metanal vzniká degradací glycinu. V potravinách také může docházet ke změnám přítomných sírných aminokyselin. Při vyšších teplotách mohou vznikat ze sírných aminokyselin degradační produkty, např. sulfan vzniká z cysteinu [11].

Termosterilační záhřev má rozdílný vliv na obsah jednotlivých vitaminů. Z hlediska obsahu vitaminů, je v tavených sýrech nejvíce zastoupený riboflavin. Vitamin B₂ je značně stálý vůči teplu, a to především v kyselých roztocích. Vzhledem k tomu, že je riboflavin fotosenzibilní, je nutno potraviny uchovávat ve vhodném obalu. Při manipulaci by nezabalený sýr neměl být vystaven světlu, či balen do průhledných obalů. Obsah dalších

vitaminů v tavených sýrech je vlivem vysokých teplot snižován. Převážně se jedná o pyridoxin a thiamin. Vitamin A je za nepřístupu světla relativně stabilní. [11, 12].

4 ZMĚNY PŘI DLOUHODOBÉM SKLADOVÁNÍ TAVENÝCH SÝRŮ

Hlavní předností sterilovaných tavených sýrů je jejich vysoká stabilita a trvanlivost. Jsou schopné udržet vysokou kvalitu po několik měsíců při pokojové teplotě. Během skladování, se ale pomalu mění jejich struktura a chuť. Mezi nejčastější příčiny těchto změn, ke kterým může dojít z hlediska fyzikálně-chemického lze zařadit ztrátu vlhkosti, hydrolyzu polyfosfátů, oxidaci, tvorbu krystalů tavicích solí, změny barvy vlivem neenzymového hnědnutí, enzymatickou aktivitu a interakce s obalovými materiály [8].

Obalové materiály používané k balení sýrů mají obvykle dobrou, ale ne dostatečnou bariérovou ochranu proti ztrátě vlhkosti. Důležitými aspekty jsou vhodná teplota skladování. Při nevhodném skladování může dojít ke značné ztrátě hmotnosti výrobku, ale také ke zvýšené tuhosti taveného sýru. U taveného sýru, který byl skladován při teplotě 20 °C po dobu jednoho měsíce, může představovat hmotnostní ztráta až 2–5g/kg. V případě tavených sýrů hermeticky uzavřených k těmto ztrátám nebude docházet [2].

Lineární polyfosfáty lze získat kondenzací ortofosfátů za vysokých teplot. Polyfosfáty následně podléhají hydrolyze ve vodném roztoku. Proces hydrolyzy začíná již při samotném tavení sýrů a pokračuje i během skladování. Hydrolytickým štěpením nejprve vznikají trifosfáty a difosfáty, následně dojde ke vzniku ortofosfátů. Po 7 až 10 týdnech je proces hydrolyzy kompletní. Hydrolytickým štěpením polyfosfátů mohou vznikat nové kyselé produkty, které mají schopnost snižovat hodnotu pH produktu. Pufrační schopnosti polyfosfátů jsou závislé na délce řetězce. Čím delší je řetězec polyfosfátů, tím jsou menší jeho pufrační schopnosti v sýrech [8].

Při dlouhodobém skladování při nízkých teplotách může docházet ke vzniku krystalů. Tvorba krystalů je způsobena sloučeninami s nízkou rozpustností. Nejčastěji se jedná o krystaly fosfátů, citrátů, ale také laktosy a některých aminokyselin zvláště tyrozinu. Dalším faktorem ovlivňujícím tvorbu krystalů v tavených sýrech je předávkování tavicími solemi, nevyhovující směs tavicích solí nebo nedostatečné rozpuštění solí během výroby. Tvorbu krystalů také může ovlivnit vysoké pH taveniny. Krystalizace se u taveného sýru objevuje častěji na povrchu než uvnitř hmoty. Tvorba krystalků je ovlivněna zvláště obsahem citrátů ve směsi tavicích solí [8].

Mezi reakce ovlivňující jakost tavených sýrů během skladování lze zařadit i reakce vyvolané termostabilními enzymy. Přestože převážná část enzymů je deaktivována během procesu tavení, denaturované proteázy mohou vykazovat určitý stupeň proteolytické aktivity. Byly sledovány proteolytické a reologické změny během skladování u analogů sýrů. Největší změny jakosti byly zaznamenány mezi 1. a 35. týdnem skladování. Beta-kasein byl více hydrolyzován než α_{s1} -kasein. Termostabilní lipázy mohou také projevit aktivitu, zvláště u tavených sýrů vyrobených ze zralého Camembertu. U těchto výrobků se objevuje znatelná lipolýza v době skladování [8].

Vliv osvětlení a teploty skladování ne změnu barvy a oxidaci lipidů byl studován Kristensenem a kol. [13]. Tavené sýry jsou všeobecně považovány za výrobky s dlouhou trvanlivostí. Během jejich skladování však dochází ke zkrácení jejich životnosti, a to zvláště díky probíhajícím reakcím neenzymového hnědnutí a oxidaci lipidů. Byly sledovány vzorky pasterovaných tavených sýrů. Tyto produkty byly zapečetěny ve skleněných nádobách. Sklenice byly skladovány při teplotách 5 °C, 20 °C a 37 °C po dobu 12 a 15 měsíců. Část vzorků byla vystavena působení světla, ostatní vzorky byly zabaleny do hliníkových folií. Bylo zjištěno, že u vzorků, které byly vystaveny vyšším teplotám (37 °C) probíhalo hnědnutí intenzivněji. Tato změna barvy byla lineárně závislá na čase. S nižší teplotou byla změna zbarvení produktů menší a u skladovací teploty 5 °C se hnědnutí neprojevovalo. Za hlavní příčinu tmavnutí tavených sýrů je považována reakce redukcí sacharidů s aminokyselinami tzv. Maillardova reakce. Vliv světla na negativní změny barvy tavených sýrů byl mnohem menší než výše zmiňovaná teplota skladování [13].

V mléce a mléčných výrobcích dochází díky relativně vysoké koncentraci laktosy a termolabilních bílkovin, zejména bílkovin syrovátky, velmi snadno k reakcím neenzymového hnědnutí. Během nevhodného skladování podléhá rozkladu především aminokyselina lyzin.

Kristensen a kol. [13] se také věnovali studiu oxidace lipidů během skladování. Intenzitu oxidace lipidů lze ovlivnit mnoha faktory jako např. délkou skladování, teplotou skladování a přístupem světla. Produkty sekundární oxidace lipidů byly analyzovány pomocí metody TBARS (thiobarbituric reactive substances). Nejvyšší nárůst sekundárních produktů oxidace lipidů byl zjištěn u vzorků vystavených teplotě 37 °C. Vzorky vystavené teplotám 5 °C a 20 °C neprojevovaly takový nárůst hodnoty sekundárních produktů, jejich

hodnota byla téměř konstantní. Vliv světla na oxidaci lipidů byl sledován nevýznamným [13].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce bylo popsat vliv dlouhodobého skladování na jakost sterilovaných tavených sýrů skladovaných po dobu 3 – 5 let při pokojové a chladírenské teplotě.

I. Teoretická část

- Charakteristika tavených sýrů
- Technologie výroby tavených sýrů
- Změny při dlouhodobém skladování tavených sýrů

II. Praktická část

- Stanovení sušiny, popele, dusíku a tuku
- Stanovení aminokyselin a využitelného lyzinu
- Stanovení amoniaku Conwayovou metodou, měření pH

6 MATERIÁL A METODY

6.1 Charakteristika vzorků sterilovaných tavených sýrů

Chemické analýze byly podrobeny tři šarže sterilovaných tavených sýrů (I, II a III). První dvě šarže byly vyrobeny ve společnosti Želetavská sýrárna, a.s. dne 17. října 2002. Jejich trvanlivost byla deklarována do 17. dubna 2005. K výrobě byly použity suroviny: směs přírodních sýrů, máslo, voda, tavicích soli. Deklarované hodnoty taveného sýru byly: sušiny 40 % (w/w), tuk v sušině 45 % (w/w). Teplota tavení byla 91 °C a celková doba tavení cca 5 minut. Vzniklá tavenina byla plněna do 100-gramových hliníkových vaniček s přivařitelným víčkem. Výrobky byly sterilovány při teplotě 117 °C po dobu 20 minut v autoklávu Lubeca LW 5013.

Tavené sýry zastupující řadu III byly vyrobeny ve společnosti MADETA a. s. dne 22. února 2004. Trvanlivost těchto tavených sýrů byla určena do 12. června 2006. Deklarované hodnoty sýru byly: sušiny 40 % (w/w), tuk v sušině 45 % (w/w). Teplota tavení byla 94 °C. Parametry sterilace byly shodné jako u šarží I a II.

Tavené sýry všech šarží byly rozděleny do dvou řad:

1. SL – vzorky skladovány při chladírenské teplotě 6 ± 2 °C
2. SS – vzorky skladovány při pokojové teplotě 23 ± 2 °C

6.2 Seznam provedených chemických analýz

6.2.1 Stanovení pH

Aktivní kyselost je dána koncentrací oxoniových v měřeném vzorku. Kyselost se je udávána v hodnotách pH. Hodnoty pH byly měřeny přímo vpichovým pH metrem se skleněnou elektrodou (typ: GRYF 209S). Každý vzorek byl analyzován 6 krát.

6.2.2 Stanovení sušiny

Obsah sušiny je zbytek vzorku, který se získá jeho vysušením při 105 °C do konstantního úbytku hmotnosti. Obsah sušiny byl stanoven gravimetricky. Vyjadřuje se

jako hmotnostní zlomek nebo v hmotnostních procentech. Podstatou metody je vysoušení sýra s použitím nasávací hmoty (mořský písek). Miska s navážkou cca 20 g mořského písku a asi 3 g vzorku sýra byla ponechána v sušárně při teplotě 105 ± 1 °C [16]. Stanovení bylo provedeno 6 krát.

Výpočet obsahu sušiny v % (w/w) :

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

S...obsah sušiny v % (w/w)

m_1 ...hmotnost misky s pískem a tyčinkou [g]

m_2 ...hmotnost misky s pískem, tyčinkou a vzorkem před sušením [g]

m_3 ... hmotnost misky s pískem, tyčinkou a vzorkem po vysušení [g]

6.2.3 Stanovení popele

Popel je zbytek po dokonalém spálení při teplotě 550 ± 5 °C. Do vyžíhaných a zchladlých kelímků byl navážen cca 1 g vzorku sýru. Kelímky byly žíhány při teplotě 650 °C po dobu 4 hodin. Po zchladnutí v exsikátoru byly kelímky zváženy [17]. Výsledky byly vyjádřeny v % (w/w). Každý vzorek byl analyzován 4 krát.

$$\% \text{ popele} = \frac{m_3 - m_1}{m_2} \cdot 100$$

m_1 ...hmotnost kelímku před žíháním [g]

m_2 ...hmotnost navážky taveného sýru [g]

m_3 ...hmotnost kelímku a vzorku po žíhání [g]

6.2.4 Stanovení tuku v sýrech

Stanovení obsahu tuky bylo provedeno acidobutyrometricky dle Van Gulika. Vzorek taveného sýru o hmotnosti 3,00 g byl rozpuštěn v 65 % H_2SO_4 ve vodní lázni. Po přidání amylalokoholu byl tukoměr temperován při 65 °C a poté byl odstředěn. Obsah tuky byl odečten přímo na stupnici tukoměru [18]. Každý vzorek byl analyzován 6 krát.

6.2.5 Stanovení amoniaku Conwayovou metodou

Princip Conwayovy metody spočívá ve vytěsnění amoniaku ze vzorku (směs analyzovaného materiálu a destilované vody 1 : 3) nasyceným roztokem K_2CO_3 . Vytěsněný amoniak je absorbován roztokem 1 % (w/w) roztokem H_3BO_3 s dvěma kapkami Conwayova indikátoru umístěnými ve střední části Conwayovy nádoby. Množství absorbovaného amoniaku se určí titračně H_2SO_4 o koncentraci $0,005 \text{ mol.dm}^{-3}$ [19, 20]. Stanovení amoniaku bylo provedeno 2 krát.

$$NH_3 [\text{mg.kg}^{-1}] = \frac{V_{H_2SO_4} \cdot 170}{0,25}$$

$V_{H_2SO_4}$...spotřeba kyseliny sírové při titraci [ml]

6.2.6 Stanovení dusíku

Analýza obsahu dusíkatých látek (hrubých bílkovin) byla provedena dle Kjehdalovy metody s přepočítavacím faktorem 6,38. Navážka vzorku o hmotnosti asi 0,25 g byla podrobena mineralizaci. Ke vzorku v mineralizační zkumavce bylo přidáno 10 ml H_2SO_4 , 2 kapky H_2O_2 a 2 lžičky směšného katalyzátoru ($Na_2SO_4 + CuSO_4$ v poměru 10:1). Byla získána hodnota obsahu dusíku (S_N) potřebná k výpočtu obsahu hrubých bílkovin [21]. Každý vzorek byl analyzován 4 krát.

$$\% \text{ bílkovin} = \frac{S_N \cdot 6,38}{m} \cdot 100$$

S_N ...obsah dusíku [mg]

m...navážka vzorku [mg]

6.2.7 Stanovení obsahu aminokyselin

Pro stanovení obsahu aminokyselin ve vzorku byla provedena hydrolyza HCl o koncentraci 6 mol.dm^{-3} . Množství 0,1 g vzorku bylo umístěno do termobloku na dobu 23 hodin při teplotě $115 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$. Vzorek byl přefiltrován. Filtrát byl na vakuové rotační odparce RVO 400 A, (INGOS) odpařen do sirupovité konzistence. Odparek byl kvantitativně převeden pomocí (pH 2,2) do 25 ml odměrné baňky.

Pro stanovení sirných aminokyselin cystein a metionin byla provedena oxidativně kyselá hydrolyza. Ke vzorku taveného sýru o hmotnosti cca 1 g byla přidána oxidační směs: 30% (w/w) peroxid vodíku a 85% (w/w) kyselina mravenčí v poměru 1 : 9. Směs byla přidána k vzorku sýru a byla ponechána 16 hodin při teplotě 6 ± 1 °C. K oxidovanému vzorku byla poté přidána koncentrovaná HCl o objemu 1 – 2 ml a po odpěnění 150 ml HCl o koncentraci 6 mol.dm^{-3} . Baňka byla umístěna do olejové lázně. Hydrolyzát byl poté kvantitativně převeden do 250 ml baňky a po vytemperování doplněn $0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$ HCl po rysku. Doplněné baňky byly ponechány při teplotě 6 ± 1 °C do druhého dne. Bylo odebráno alikvotní množství (25ml) filtrátu, bylo odpařeno na odparce. Odparek byl pomocí pufru převeden do 25 ml odměrné baňky.

Vlastní stanovení obsahu AMK bylo provedeno pomocí iontově-výměnné kapalinové chromatografie se sodno-citrátovými pufrů, nynhidrinovou derivatizací a spektrofotometrickou detekcí Aminoacid Analyzer AAA 400 (INGOS). Výsledky byly vyjádřeny v g na 16 g N a g.kg^{-1} [22, 23]. Každý vzorek byl analyzován 12 krát.

6.2.8 Stanovení využitelného lyzinu

Silně reaktivní ϵ -aminoskupina lyzinu může kondenzovat s laktózou za vzniku Amadoriho sloučeniny ϵ -laktulozyllyzinu, která není štěpitelná trávicími enzymy člověka. Esenciální aminokyselina lyzin se stává pro člověka nevyužitelná [24, 25]. Stanovení využitelného lysinu je založeno na reakci derivatizačního činidla (1-fluoro-2,4-dinitrobenzen; FNDB) s volnou ϵ -aminoskupinou lysinu (tj. pouze využitelným lysinem).

Využitelný lyzin byl stanoven tzv. Carpenterovou metodou s modifikací podle Booth. Ke vzorku sýru o hmotnosti 0,1 g byl přidán 1 ml 8% (w/v) NaHCO_3 . Po promíchání byl ponechán stát 10 minut. Poté byl přidán 3 % (v/v) FNDB o objemu 1,5 ml. V třepačce byl mírně třepán po dobu 2 hodin. Na vodní lázni byl odpařen ethanol a po ochlazení bylo přidáno 15 ml 6 mol.dm^{-3} HCl. Vzorek byl hydrolyzován 23 hodin, další postup byl shodný s kyselou hydrolyzou [26]. Výsledky byly vyjádřeny v % (w/w). Stanovení využitelného lyzinu bylo provedeno 8 krát.

7 VÝSLEDKY A DISKUSE

7.1 Výsledky základních chemických analýz

7.1.1 pH

Hodnoty pH byly měřeny u vzorku všech tří řad sýrů. Výsledné rozmezí pH u vzorků SL a SS bylo zaznamenáno do tabulky 1. pH u vzorků skladovaných při chladírenských teplotách (SL I) dosahovalo průměrné hodnoty $5,73 \pm 0,02$, u vzorků skladovaných při pokojových teplotách (SS I) bylo zjištěno pH nižší $5,70 \pm 0,03$. Hodnoty pH u vzorků sterilovaných tavených sýrů s označením SL II byly zjištěny $5,70 \pm 0,04$, u vzorků řady II skladovaných při teplotě 23 ± 2 °C byla vypočtena průměrná hodnota pH $5,68 \pm 0,04$. Vzorky řady III byly vyhodnoceny takto: pH vzorků SL III $6,25 \pm 0,01$, u řady SS III $6,14 \pm 0,02$. Teplota skladování měla vliv na hodnoty pH. Se zvyšující se teplotou došlo k nepatrnému poklesu pH.

Tab. 1. Hodnoty pH vzorků sýrů řady I, II a III při teplotách 6 ± 2 °C (SL) a 23 ± 2 °C (SS)

Řada tavených sýrů	pH
SL I	5,70 – 5,75
SS I	5,66 – 5,73
SL II	5,66 – 5,74
SS II	5,63 – 5,72
SL III	6,23 – 6,26
SS III	6,11 – 6,16

7.1.2 Sušina

U vzorků řad I, II a III skladovaných při chladírenských a pokojových teplotách byl stanoven obsah sušiny. Zjištěné obsahy sušiny byly zaznamenány do tabulky 2. Hodnoty sušiny byly u hodnocených vzorků sterilovaných tavených sýrů zjištěny v rozmezí 38,45 – 42,95 hmot. %. Průměrný obsah sušiny u vzorků řady SL I byl vypočten $38,80 \pm 0,28$ hmot. % a u vzorků stejné šarže skladovaných při teplotě 23 ± 2 °C (SS I) byl $38,83 \pm 0,14$ hmot. %. U vzorků SL III byl zaznamenán obsah sušiny $39,23 \pm 0,34$ hmot. % a u řady SS III $38,90 \pm 0,32$ hmot. %. Vlivem zvyšující se teploty nebyly zaznamenány změny v obsahu sušiny ve vzorcích sterilovaných tavených sýrů.

Tab. 2. Hodnoty obsahu sušiny vzorků sýrů řady I, II a III při teplotách 6 ± 2 °C (SL) a 23 ± 2 °C (SS)

Řada tavených sýrů	Obsah sušiny v % (w/w)
SL I	38,45 – 39,23
SS I	38,61 – 39,00
SL II	40,58 – 42,95
SS II	41,25 – 42,03
SL III	38,60 – 39,54
SS III	38,60 – 39,39

7.1.3 Popel

Stanovení popele bylo hodnoceno u vzorků skladovaných v chladničce i při pokojové teplotě. Výsledky stanovení byly zaznamenány do tabulky 3. U vzorků skladovaných při chladírenských teplotách (SL I) byla zjištěna průměrná hodnota obsahu popele $3,41 \pm 0,10$ hmot. %. U vzorků označených SS I byl vypočten obsah o stejné hodnotě $3,57 \pm 0,06$ hmot. %. Průměrný obsah popele u sterilovaných tavených sýrů řady II skladovaných při chladírenských teplotách byl vypočten $3,63 \pm 0,20$ hmot. %. U sýrů skladovaných při pokojové teplotě (SS II) byl stanoven popel $3,46 \pm 0,07$ hmot. %. Vzorky sterilovaných tavených sýrů řady III byly vyhodnoceny takto: obsah popele u vzorku SL III $4,63 \pm 0,06$

hmot. % a u vzorků SS III $4,62 \pm 0,30$ hmot. %. Vlivem zvýšené teploty nebyly zjištěny změny v obsahu popele ve vzorcích tavených sýrů.

Tab. 3. Zaznamenané rozmezí hodnot obsahu popele u vzorků tavených sýrů (SL, SS) v % (w/w)

Řada tavených sýrů	Obsah popele v % (w/w)
SL I	3,25 – 3,51
SS I	3,50 – 3,65
SL II	3,40 – 3,93
SS II	3,36 – 3,54
SL III	4,54 – 4,70
SS III	4,24 – 4,80

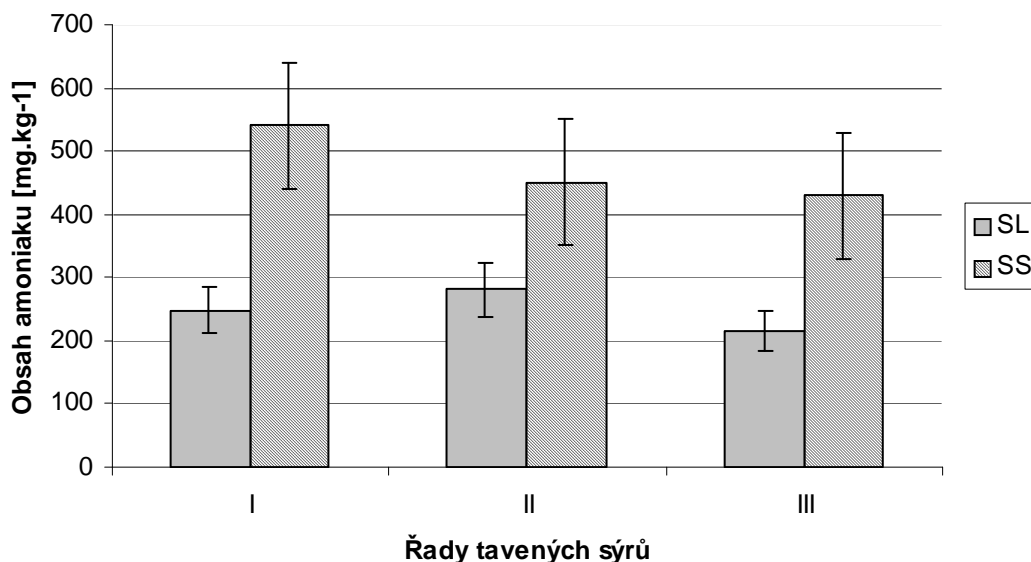
7.1.4 Tuk

Stanovení tuku v sýrech bylo provedeno u všech řad vzorků. Rozmezí obsahu tuku vyskytujícího se v tavených sýrech bylo zaznamenáno 18,5 – 20 %. Průměrný obsah tuku v sterilovaných tavených sýrech byl vypočten $19,3 \pm 1,0$. Při srovnání obsahu tuku sterilovaných tavených sýrů skladovaných při pokojových a chladírenských teplotách nebyly zjištěny rozdíly.

7.1.5 Amoniak

U vzorků tavených sýrů řad I, II a III skladovaných při různých teplotách bylo stanoveno množství amoniaku (NH_3). Srovnáním získaných hodnot byl zjištěn výrazný nárůst obsahu amoniaku u tavených sýrů, které byly skladovány při teplotách 23 ± 2 °C. Nárůst množství amoniaku byl znázorněn graficky (viz Obr. 1). Bylo shledáno, že hodnoty amoniaku u tavených sýrů skladovaných při pokojových teplotách dosahovaly až dvojnásobného navýšení. Průměrný obsah amoniaku u řady sýrů SL I byl vypočten $248,6 \pm 0,01$ mg.kg⁻¹ a u řady skladované při pokojové teplotě SS I byl $451,3 \pm 0,01$ mg.kg⁻¹. U vzorků tavených sýrů řady II byl obsah amoniaku vyhodnocen

takto: u SL II byl obsah amoniaku $281,3 \pm 0,01 \text{ mg.kg}^{-1}$ u vzorků SS II byl $451,2 \pm 0,03$. U vzorků sterilovaných tavených sýrů řady SL III byl zjištěn průměrný obsah amoniaku $214,7 \pm 0,00$ a u řady SS III $430,1 \pm 0,01 \text{ mg.kg}^{-1}$.



Obr. 1 Obsah amoniaku v tavených sýrech skladovaných při teplotách $6 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ (SL) a $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ (SS)

7.1.6 Dusík

Bylo provedeno stanovení obsahu dusíku u vzorků sterilovaných tavených sýrů. Výsledky byly zaznamenány do tabulky 4. Průměrný obsah dusíku u vzorků řady I, skladovaných při teplotě $6 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ byl $15,23 \pm 0,19 \%$, u vzorku SS I byl vyhodnocen obsah dusíku $15,51 \pm 0,63 \%$. Obsah dusíku u vzorků II. řady byl následující: SL II $15,66 \pm 0,71 \%$ a SS II $15,53 \pm 0,30 \%$. U vzorků sýrů řady III skladovaných při chladírenské teplotě byl vypočten průměrný obsah dusíku $13,69 \pm 0,73 \%$ a u vzorků skladovaných při $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ byl $14,31 \pm 0,29 \%$. Teplota skladování neměla vliv na obsah dusíku v sterilovaných tavených sýrech.

Tab. 4. Hodnoty obsahu dusíku v % u vzorků tavených sýrů řad I, II a III

Řada tavených sýrů	Obsah dusíku v %
SL I	14,91 – 15,38
SS I	14,69 – 16,20
SL II	14,65 – 16,33
SS II	15,19 – 15,85
SL III	12,43 – 14,23
SS III	14,00 – 14,72

7.2 Výsledky stanovení obsahu aminokyselin ve sterilovaných tavených sýrech

Bylo provedeno stanovení obsahu jednotlivých esenciálních a neesenciálních aminokyselin. Měření obsahu aminokyselin bylo provedeno u vzorků skladovaných při pokojové i chladírenské teplotě. Získané údaje byly zapsány do šesti tabulek. Do tabulky 5, 6 a 7 byly zaznamenány obsahy aminokyselin v jednotkách g na 16 g N. Údaje o obsahu aminokyselin v jednotkách $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ byly uvedeny v příloze P I.

V tabulce 5 byly uvedeny výsledky analýzy aminokyselin vzorků řady SL I a SS I. V závislosti na zvýšené teplotě skladování došlo ke snížení obsahu aminokyselin. Nejvyšší ztráty byly pozorovány u metioninu (10,1 %) a histidinu (4,1 %). Ztráty v rozmezí 2 – 4 % byly zjištěny u lyzinu, tyrozinu, treoninu a cysteinu. Nižší ztráty, a to v rozmezí 1 – 2 %, byly zaznamenány u leucinu, glycinu. Ztráty pod hodnotu 1 % byly pozorovány u serinu, prolinu, alaninu, valinu, isoleucinu, fenylalaninu, argininu, kyseliny asparagové a glutamové.

Výsledky stanovení obsahu aminokyselin řady II sterilovaných tavených sýrů byly uvedeny do tabulky 6. U této řady tavených sýrů byly zaznamenány nejvyšší ztráty aminokyselin vlivem zvýšené teploty skladování u treoninu 5,2 %. Ztráty v rozmezí 2 až 3 % byly zjištěny u leucinu, tyrozinu a fenylalaninu. U aminokyselin arginin, valin a prolin činil pokles od 1 do 2 %. Ztráty ostatních aminokyselin se pohybovaly pod 1 %.

Obsah aminokyselin byl analyzován i u řady sýrů označených III. Srovnání obsahu jednotlivých aminokyselin v tavených sýrech skladovaných při pokojové a chladírenské teplotě bylo uvedeno v tabulce 7. U těchto sýrů byly zaznamenány vyšší průměrné ztráty obsahu aminokyselin než u šarží I a II. Nejvyšší ztráty byly zaznamenány u metioninu, histidinu, treoninu a argininu, ztráty byly v rozmezí 15,2 – 18,6 %. Ztráty v rozmezí 12,0 – 15,0 % byly zjištěny u serinu a lyzinu. U aminokyselin valin, alanin, glycin, prolin, isoleucin, leucin a kyselina glutamová byl vypočten pokles 10 – 12 %. Fenylyalanin a kyseliny asparagové dosahovali průměrné ztráty 8,2 %. Nejnižší pokles byl zaznamenán u cysteinu (5,7 %) a tyrozinu (1,8 %).

Z výsledků lze usoudit, že vlivem rostoucí teploty skladování dochází ke snížení obsahu aminokyselin. Nejvyšší ztráty obsahu aminokyselin byly zaznamenány u metioninu, treoninu, lyzinu a tyrozinu.

Tab. 5. Průměrný obsah aminokyselin v g na 16 g N u vzorků řady I skladovaných při teplotě $6 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ a $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$

aminokyselina	Obsah aminokyselin v g na 16 g N ¹⁾	
	SL I	SS I
Cystein	0,47 ± 0,01	0,46 ± 0,00
Metionin	3,26 ± 0,11	2,93 ± 0,05
K. asparagová	6,21 ± 0,16	6,27 ± 0,10
Treonin	3,15 ± 0,07	3,06 ± 0,08
Serin	3,97 ± 0,01	3,97 ± 0,09
K. glutamová	17,86 ± 0,35	17,86 ± 0,33
Prolin	10,17 ± 0,02	10,12 ± 0,10
Glycin	1,57 ± 0,04	1,55 ± 0,02
Alanin	2,40 ± 0,05	2,39 ± 0,02
Valin	5,69 ± 0,05	5,66 ± 0,06
Isoleucin	4,28 ± 0,07	4,25 ± 0,03
Leucin	8,15 ± 0,21	8,01 ± 0,05
Tyrozín	4,73 ± 0,10	4,61 ± 0,05
Fenylalanin	4,60 ± 0,11	4,64 ± 0,03
Histidin	2,49 ± 0,03	2,39 ± 0,02
Lyzin	6,51 ± 0,08	6,33 ± 0,01
Arginin	3,54 ± 0,07	3,58 ± 0,08
Součet	89,06	88,08

¹⁾ vyjadřuje přibližně podíl (hmot. %) obsahu dané aminokyseliny na celkovém obsahu hrubé bílkoviny

Tab. 6. Průměrný obsah aminokyselin v g na 16 g N u vzorků řady II skladovaných při teplotě 6 ± 2 °C a 23 ± 2 °C

aminokyselina	Obsah aminokyselin v g na 16 g N ¹⁾	
	SL II	SS II
Cystein	0,47 ± 0,00	0,49 ± 0,02
Metionin	3,15 ± 0,03	3,12 ± 0,10
K. asparagová	5,89 ± 0,18	5,88 ± 0,05
Treonin	3,05 ± 0,13	2,89 ± 0,07
Serin	3,91 ± 0,10	3,99 ± 0,06
K. glutamová	17,40 ± 0,37	17,29 ± 0,18
Prolin	9,80 ± 0,27	9,62 ± 0,01
Glycin	1,52 ± 0,03	1,52 ± 0,01
Alanin	2,37 ± 0,05	2,35 ± 0,01
Valin	5,59 ± 0,10	5,52 ± 0,04
Isoleucin	4,13 ± 0,07	4,12 ± 0,03
Leucin	7,90 ± 0,14	7,72 ± 0,07
Tyrozín	4,66 ± 0,08	4,51 ± 0,05
Fenylalanin	4,58 ± 0,08	4,41 ± 0,04
Histidin	2,38 ± 0,07	2,44 ± 0,02
Lyzin	6,22 ± 0,11	6,29 ± 0,07
Arginin	3,58 ± 0,01	3,51 ± 0,07
Součet	86,61	85,66

¹⁾ vyjadřuje přibližně podíl (hmot. %) obsahu dané aminokyseliny na celkovém obsahu hrubé bílkoviny

Tab. 7. Průměrný obsah aminokyselin v g na 16 g N u vzorků řady III skladovaných při teplotě $6 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ a $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$

aminokyselina	Obsah aminokyselin v g na 16 g N ¹⁾	
	SL III	SS III
Cystein	0,53 ± 0,01	0,50 ± 0,01
Metionin	3,47 ± 0,11	2,92 ± 0,02
K. asparagová	6,51 ± 0,08	5,97 ± 0,14
Treonin	3,49 ± 0,07	2,96 ± 0,04
Serin	4,30 ± 0,12	3,77 ± 0,06
K. glutamová	19,39 ± 0,29	17,11 ± 0,04
Prolin	10,98 ± 0,19	9,67 ± 0,28
Glycin	1,67 ± 0,02	1,48 ± 0,00
Alanin	2,58 ± 0,04	2,28 ± 0,00
Valin	6,09 ± 0,07	5,42 ± 0,02
Isoleucin	4,59 ± 0,04	4,10 ± 0,02
Leucin	8,61 ± 0,09	7,68 ± 0,04
Tyrozín	4,88 ± 0,09	4,79 ± 0,18
Fenylalanin	4,85 ± 0,04	4,46 ± 0,02
Histidin	2,69 ± 0,04	2,19 ± 0,01
Lyzin	6,96 ± 0,06	5,92 ± 0,04
Arginin	3,88 ± 0,06	3,24 ± 0,16
Součet	95,48	84,46

¹⁾ vyjadřuje přibližně podíl (hmot. %) obsahu dané aminokyseliny na celkovém obsahu hrubé bílkoviny

7.3 Výsledky stanovení využitelného lyzinu

Výsledky stanovení využitelného lyzinu byly zaznamenány do tabulky 9. U řad sterilovaných tavených sýrů označených SL I byl zaznamenán podíl zreagovaného lyzinu na celkovém lyzinu 5,3 %, u vzorků stejné řady skladovaných při pokojové teplotě (SS I) byl podíl na celkovém lyzinu vyšší, a to 13,5 %. U vzorků řady SL II byl zjištěn podíl zreagovaného lyzinu na celkovém lyzinu 7,9 %, u sterilovaných tavených sýrů skladovaných při teplotě 23 ± 2 °C byla zjištěna hodnota vyšší 10,2 %. Ztráty využitelného lyzinu u šarže I v důsledku zvýšené teploty skladování byly zjištěny 8,2 %. Ztráta využitelného lyzinu u řady sterilovaných tavených sýrů II činila 2,3 %. U šarže III nebyly ztráty využitelného lyzinu zaznamenány zřejmě v důsledku odlišné technologie výroby. Vlivem zvýšené teploty skladování došlo ke snížení obsahu využitelného lyzinu.

Tab. 9. Vyhodnocení zreagovaného lyzinu a podíl zreagovaného lyzinu na celkovém lyzinu

Řada tavených sýrů	Celk. lyzin v g.kg ⁻¹	Zreagovaný lyzin v g.kg ⁻¹	Podíl zreag. lyzinu na celk. lyzinu v %
SL I	9,93 ± 0,13	0,53 ± 0,01	5,3
SS I	9,61 ± 0,02	1,30 ± 0,04	13,5
SL II	10,08 ± 0,19	0,80 ± 0,06	7,9
SS II	9,87 ± 0,13	1,00 ± 0,06	10,2
SL III	9,22 ± 0,09	0,88 ± 0,05	9,5
SS III	8,57 ± 0,06	0,81 ± 0,02	9,5

7.4 Diskuse

V rámci bakalářské práce byl vyhodnocen vliv teploty skladování na jakost tavených sterilovaných sýrů.

Vyhodnocením chemických analýz bylo zjištěno, že u tavených sýrů skladovaných při vyšších teplotách došlo k nepatrnému snížení pH. Jednu z příčin poklesu pH lze hledat v hydrolyze přítomných polyfosfátových tavicích solí [8]. Hodnoty obsahu sušiny, popele, tuku a dusíku zůstaly konstantní. Vlivem zvýšené teploty skladování došlo ke snížení obsahu aminokyselin. Příčinou ztrát aminokyselin by mohly být soubory Maillardových reakcí a Streckerova degradace aminokyselin [11]. Úbytek byl pozorován zvláště u treoninu, lyzinu, metioninu a tyrozinu, které jsou nejcitlivější na vlivy prostředí [22]. Se zvýšenou teplotou skladování došlo ke ztrátám využitelného lyzinu. Zvýšení obsahu amoniaku až na dvojnásobné množství by mohlo být způsobeno deaminací, která mohla být následkem Maillardových reakcí a Streckovy degradace [11].

ZÁVĚR

Sterilované tavené sýry slouží především k výživě osob v krizových situacích. Představují součást bojových dávek potravin pro členy Armády ČR a Integrovaného záchranného systému. Dle požadavků STANAG 2937 (2001) je stanovena trvanlivost sterilovaných tavených sýrů na minimálně 24 měsíců.

Sterilačním záhřevem lze prodloužit trvanlivost taveného sýru až na několik let. Avšak při záhřevu běžnými tavicími teplotami může docházet k různým degradačním změnám. Přítomné nasycené mastné kyseliny podléhají snadno oxidaci. Mléčná bílkovina kasein může podléhat defosforilaci, sérové bílkoviny se rozkládají. Streckerovou degradací dochází ke ztrátě aminokyselin. Vlivem vysokých teplot se sýry stávají tmavšími, možný důvod lze hledat ve vzniku produktů Maillardových reakcí. Dále dochází ke zvýšení tuhosti sterilovaného sýru.

Sterilované tavené sýry byly chemicky analyzovány. Byl zjišťován vliv teploty při dlouhodobém skladování na obsah vybraných chemických veličin.

Z výsledků získaných při chemické analýze sterilovaných tavených sýrů lze vyvodit tyto závěry:

- vlivem zvyšující se teploty skladování došlo k nepatrnému snížení pH
- skladovací teplota neměla významný vliv na obsah sušiny, popele, dusíku a tuku
- rostoucí skladovací teplota výrazně ovlivnila obsahu amoniaku, s rostoucí teplotou skladování se obsah amoniaku téměř zdvojnásobil
- teplota skladování měla vliv na obsah jednotlivých esenciálních a neesenciálních aminokyselin, vlivem vyšší teploty skladování došlo ke snížení obsahu aminokyselin, největší ztráty byly zaznamenány u metioninu, treoninu, lyzinu a tyrozinu
- s rostoucí teplotou skladování se snížil obsah využitelného lyzinu

Toto téma je velmi zajímavé a bylo by přínosné na něj navázat v rámci diplomové práce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] 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, 2488 – 2516.
- [2] BUŇKA, F.; HRABĚ, J. Tavené sýry. *Potravinářská revue*, 2006, č.4, 13–16.
- [3] GAJDŮŠEK, S. *Mlékařství II*, 1.vydání, MZLU, Brno 1998.
- [4] LUKÁŠOVÁ, J. a kol. *Hygiena a technologie mléčných výrobků*, 1.vydání, Veterinární a farmaceutická univerzita, Brno 2001.
- [5] GRIEGER, C.; HOLEC, J. *Hygiena mlieka a mliečnych výrobkov*, 1.vydání, Vydavateľství PRÍRODA, Bratislava 1990.
- [6] KOPÁČEK, J. Odpovědi na 2 aktuální otázky. *Potravinářský zpravodaj*, 2008, č.6, s.17.
- [7] HRABĚ, J.; BŘEZINA, P.; VALÁŠEK. *Technologie výroby potravin živočišného původu – bakalářský směr*, 1.vydání, UTB, Zlín 2008.
- [8] SCHÄR, W.; BOSSET, J.O. Chemical and physico-chemical changes in processed cheese and ready-made fondue during storage. A Review. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*. 35, 2002. 15–20.
- [9] SUNSEN, L.O.; LUND, P.; SØRENSEN, J.; HØLMER, G. Development of volatile compounds in processes cheese during storage. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*. 35, 2002, 128 – 134.
- [10] GUINEE, T.P.; CARIĆ, M.; KALÁB, M. Pasteurized processed cheese and substitute/imitation cheese products. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Third edition, 2004, 349 – 394.
- [11] DAVÍDEK, J.; JANÍČEK, G.; POKORNÝ, J. *Chemie potravin*, 1.vydání, SNTL, Praha 1983.
- [12] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin I, II*, 1.vydání, OSSIS, Tábor 1999.
- [13] KRISTENSEN, D.; HANSEN, E.; ARNDAL, A.; TRINDERUP, R. A.; SKIBSTED, L. H. Influence of light and temperature on the colour and oxidative stability of processed cheese. *International Dairy Journal*. 11, 2001, 837 – 843.

- [14] LAZÁRKOVÁ, Z.; BUŇKOVÁ, L.; MACKŮ, I. Vliv 24měsíčního skladování na senzorickou jakost sterilovaných tavených sýrů. *Acta fytotechnica et zootechnica*. Mimořádné číslo 2009, 349 – 355.
- [15] DAVÍDEK, J. a kol. *Laboratorní příručka analýzy potravin*, 1.vydání, SNTL, Praha 1997.
- [16] ČSN EN ISO 5534, Sýry a tavené sýry – Stanovení obsahu celkové sušiny (Referenční metoda), Český normalizační institut, Praha 2005.
- [17] ČERNÁ, E.; MERGL, M. *Kontrolní metody v mlékařství*, STN, Praha 1971.
- [18] ISO standard No. 3433:2008, Cheese – Determination of fat content – Van Gulik method. International Organisation for Standardization Geneva.
- [19] PIPEK, P. a kol. *Návody pro laboratorní cvičení z technologie neúdržných potravin*, VŠCHT, Praha 1991.
- [20] SOMMER, L.; ŠIMEK, Z.; VOZNICA, P. *Základy analytické chemie II*, Vutium, Brno 2000
- [21] LYNCH, J. M.; BARBANO, D. M.; FLEMING, J. R. Determination of the total nitrogen content of hard, semihard and processed cheese by the Kjehdal method: collaborative study. *Journal of AOAC International*, 2002, 85, 445 – 455
- [22] FOUNTOULAKIS, M.; LAHM, H. W. Hydrolysis and amino acid composition analysis of proteins. *Journal of Chromatography A*, 1998, 826, 109 – 134.
- [23] 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, 263 – 275.
- [24] RUFÍAN-HENARES, J. A.; GUERRA-HERNÁNDEZ, E.; GARCÍA-VILLANOVA, B. Available lysine and fluorescence in heated milk proteins/dextrinmaltoseor lactosesolutions. *Food Chemistry*, 2006, 98, 685 – 692.

-
- [25] RAMIRÉZ-JIMÉNEZ, A.; GARZÍA-VILLANOVA, B.; GUERRA-HERNÁNDEZ, E. Effect of storage conditions and inclusion of milk on available lysine in infant cereals. *Food Chemistry*, 2004, 85, 239 – 244.
- [26] BOOTH, V. H. Problems in the determination of FDNB-available lysine. *Journal of Science and Food Agriculture*, 1971, 22, 658 – 666

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

SUFA nasycené mastné kyseliny

MUFA monoenové mastné kyseliny

PUFA polyenové mastné kyseliny

TBARS (thiobarbituric reactive substances) metoda stanovení produktů oxidace lipidů

w/w hmotnostní procento

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Obsah amoniaku v tavených sýrech skladovaných při teplotách 6 ± 2 °C (SL) a 23 ± 2 °C (SS).....	32
--	----

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Hodnoty pH vzorků sýrů řady I, II a III při teplotách 6 ± 2 °C (SL) a 23 ± 2 °C (SS)	29
Tab. 2. Hodnoty obsahu sušiny vzorků sýrů řady I, II a III při teplotách 6 ± 2 °C (SL) a 23 ± 2 °C (SS).....	30
Tab. 3. Zaznamenané rozmezí hodnot obsahu popele u vzorků tavených sýrů (SL, SS) v % (w/w).....	31
Tab. 4. Hodnoty obsahu dusíku v % u vzorků tavených sýrů řad I, II a III.....	33
Tab. 5. Průměrný obsah aminokyselin v g na 16 g N u vzorků řady I skladovaných při teplotě 6 ± 2 °C a 23 ± 2 °C.....	35
Tab. 6. Průměrný obsah aminokyselin v g na 16 g N u vzorků řady II skladovaných při teplotě 6 ± 2 °C a 23 ± 2 °C.....	36
Tab. 7. Průměrný obsah aminokyselin v g na 16 g N u vzorků řady III skladovaných při teplotě 6 ± 2 °C a 23 ± 2 °C.....	37
Tab. 9. Vyhodnocení zreagovaného lyzinu a podíl zreagovaného lyzinu na celkovém lyzinu.....	38

SEZNAM PŘÍLOH

ŘÍLOHA P I: OBSAH AMINOKYSELIN

PŘÍLOHA P I: OBSAH AMINOKYSELIN

Tab. P 1. Průměrný obsah aminokyselin v g.kg^{-1} u vzorků řady I skladovaných při teplotě $6 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ a $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$

aminokyselina	Obsah aminokyselin [g.kg^{-1}]	
	SL I	SS II
Cystein	$0,72 \pm 0,02$	$0,70 \pm 0,01$
Metionin	$4,97 \pm 0,17$	$4,44 \pm 0,08$
K. asparagová	$9,47 \pm 0,24$	$9,52 \pm 0,15$
Treonin	$4,79 \pm 0,11$	$4,64 \pm 0,12$
Serin	$6,05 \pm 0,09$	$6,03 \pm 0,14$
K. glutamová	$27,22 \pm 0,53$	$27,11 \pm 0,50$
Prolin	$15,50 \pm 0,34$	$15,37 \pm 0,45$
Glycin	$2,40 \pm 0,07$	$2,35 \pm 0,02$
Alanin	$3,66 \pm 0,07$	$3,64 \pm 0,02$
Valin	$8,67 \pm 0,08$	$8,60 \pm 0,08$
Isoleucin	$6,52 \pm 0,11$	$6,45 \pm 0,04$
Leucin	$12,42 \pm 0,32$	$12,16 \pm 0,07$
Tyrozín	$7,20 \pm 0,15$	$6,99 \pm 0,11$
Fenylalanin	$7,01 \pm 0,17$	$7,04 \pm 0,05$
Histidin	$3,80 \pm 0,05$	$3,64 \pm 0,03$
Lyzin	$9,93 \pm 0,13$	$9,61 \pm 0,02$
Arginin	$5,40 \pm 0,11$	$5,43 \pm 0,12$
Součet	152,40	151,83

Tab. P 2. Průměrný obsah aminokyselin v $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ u vzorků řady II skladovaných při teplotě $6 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ a $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$

aminokyselina	Obsah aminokyselin [$\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$]	
	SL II	SS II
Cystein	$0,77 \pm 0,01$	$0,77 \pm 0,04$
Metionin	$5,10 \pm 0,06$	$4,90 \pm 0,17$
K. asparagová	$9,55 \pm 0,31$	$9,23 \pm 0,09$
Treonin	$4,94 \pm 0,22$	$4,53 \pm 0,12$
Serin	$6,33 \pm 0,17$	$6,27 \pm 0,10$
K. glutamová	$28,20 \pm 0,60$	$27,16 \pm 0,29$
Prolin	$5,88 \pm 0,44$	$15,11 \pm 0,16$
Glycin	$2,47 \pm 0,04$	$2,39 \pm 0,02$
Alanin	$3,84 \pm 0,08$	$3,68 \pm 0,02$
Valin	$9,06 \pm 0,17$	$8,66 \pm 0,07$
Isoleucin	$6,69 \pm 0,12$	$6,47 \pm 0,05$
Leucin	$12,81 \pm 0,24$	$12,12 \pm 0,12$
Tyrozín	$7,55 \pm 0,14$	$7,08 \pm 0,09$
Fenylalanin	$7,43 \pm 0,14$	$6,92 \pm 0,07$
Histidin	$3,85 \pm 0,13$	$3,84 \pm 0,04$
Lyzin	$10,08 \pm 0,19$	$9,87 \pm 0,13$
Arginin	$5,81 \pm 0,02$	$5,51 \pm 0,11$
Součet	162,07	157,03

Tab. P 3. Průměrný obsah aminokyselin v $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ u vzorků řady III skladovaných při teplotě $6 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ a $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$

aminokyselina	Obsah aminokyselin [$\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$]	
	SL III	SS III
Cystein	$0,71 \pm 0,02$	$0,72 \pm 0,02$
Metionin	$4,59 \pm 0,15$	$4,22 \pm 0,03$
K. asparagová	$8,61 \pm 0,12$	$8,65 \pm 0,20$
Treonin	$4,62 \pm 0,18$	$4,29 \pm 0,07$
Serin	$5,69 \pm 0,17$	$5,45 \pm 0,09$
K. glutamová	$25,66 \pm 0,39$	$24,76 \pm 0,06$
Prolin	$14,52 \pm 0,26$	$14,00 \pm 0,41$
Glycin	$2,22 \pm 0,04$	$2,14 \pm 0,01$
Alanin	$3,41 \pm 0,06$	$3,30 \pm 0,01$
Valin	$8,06 \pm 0,10$	$7,84 \pm 0,04$
Isoleucin	$6,07 \pm 0,06$	$5,93 \pm 0,04$
Leucin	$11,39 \pm 0,13$	$11,12 \pm 0,06$
Tyrozín	$6,45 \pm 0,13$	$6,93 \pm 0,26$
Fenylalanin	$6,42 \pm 0,06$	$6,45 \pm 0,03$
Histidin	$3,56 \pm 0,06$	$3,17 \pm 0,03$
Lyzin	$9,22 \pm 0,09$	$8,57 \pm 0,06$
Arginin	$5,13 \pm 0,08$	$4,69 \pm 0,24$
Součet	126,33	122,25