

Vliv doby a teploty skladování na jakost sterilizovaných tavených sýrů

Lubomír Štěpánek

Diplomová práce
2005



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství a chemie

akademický rok: 2004/2005

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Lubomír ŠTĚPÁNEK

Studijní program: M 6208 Ekonomika a management

Studijní obor: Ekonomika a hygiena výživy

Téma práce: VLIV DOBY A TEPLoty SKLADOVÁNÍ NA JAKOST
STERILIZOVANÝCH TAVENÝCH SÝRŮ

Zásady pro vypracování

1. V teoretické části zpracujte literární rešerši týkající se technologie výroby tavených sýrů, změn jakosti mlékařenských výrobků probíhajících v důsledku sterilizace a změn jakosti tavených sýrů v průběhu jejich skladování.
2. V praktické části proveďte sledování změn jakosti sterilizovaných tavených sýrů v průběhu dvouročního skladování při dvou různých teplotách (8 °C a 23 °C). K monitoringu změn použijte analytické a mikrobiologické metody a metody senzorické analýzy potravin.
3. Výsledky statisticky vyhodnoťte, u časových řad s použitím regresní analýzy.
4. Na základě teoretické části a výsledků praktické části formulujte návrhy a doporučení týkajících se technologie výroby tavených sýrů určených ke sterilizaci a podmínek dlouhodobého (cca dvouročního) skladování.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury: viz příloha

Vedoucí diplomové práce: **Ing. František Buňka**
Ústav potravinářského inženýrství a chemie
Datum zadání diplomové práce: 7. února 2005
Termín odevzdání diplomové práce: 31. května 2005

dne

prof. Ing. Josef Šimoník, CSc.
děkan

prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
ředitel ústavu

Příloha zadání diplomové práce

Seznam odborné literatury :

1. VELÍŠEK, J. a kol. *Chemie potravin I – III*. 2. vyd., Tábor: OSSIS, 2002.
2. BYLUND, G. *Dairy Processing Handbook*. Lund: Tetra Pak Processing Systems, 1995, 436 s.
3. CARIC, M., KALÁB, M. Processed cheese products. In Fox, P.F. (ed.) *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Volume 2. Major Cheese Groups*, 2. ed. Elsevier Applied Science, London and New York, 1997, 467 - 505.
4. FORMAN, L. a kol. *Mlékárenská technologie II*. 2. vyd. Praha: VŠCHT, 1996. 228 s.
5. GAJDŮŠEK, S. *Mlékařství II*. 1. vyd. Brno: MZLU, 1998. 142 s.
6. GUINEE, T.P. Pasteurized processed cheese products. In Roginski, H., Fuquay, J.W., Fox, P.F. *Encyclopedia of Dairy Science*, Volume 1. London: Elsevier Science, 2003, 411 - 418.
7. KYZLINK, V. 1988: *Teoretické základy konzervace potravin*. 1. vyd. SNTL Praha, 512 s.
8. KADLEC, P. a kol. *Technologie potravin I – II*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2002.
9. KADLEC, P. a kol. *Procesy potravinářských a biochemických výrob*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2003, 308 s.

tuzemské časopisy:

Potravinářská revue, Mlékařské listy a jiné

zahraniční časopisy:

Mliekarstvo, Food Chemistry, Journal of Food and Agriculture Chemistry, Journal of Dairy Science, International Dairy Journal, Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, Journal of Dairy Research, Journal of Food Science a jiné.

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Františku Buňkovi, Ph.D. za odborné vedení při zpracování této práce, cenné rady a připomínky. Také bych rád poděkoval Ing. Haně Danielové za poskytnutí výsledků své diplomové práce.

Souhlasím s tím, že s výsledky mé práce může být naloženo podle uvážení vedoucího diplomové práce a ředitele ústavu. V případě publikace budu uveden jako spoluautor.

Prohlašuji, že jsem na celé diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

Ve Zlíně, 22. 05. 2005

.....

podpis diplomanta

RESUMÉ

Práce byla zaměřena na vyhodnocení vlivu doby a teploty skladování sterilovaných tavených sýrů. Výrobky použité k analýzám v této práci byly vyrobeny v 5 pokusných řadách a to I. řada ve společnosti MILCOM servis, a.s., II. a III. řada v Želetavské sýrárně, a.s., IV a V řada ve společnosti MADETA a.s. Podrobněji jsou v této práci vyhodnocovány průběžné výsledky analýz vždy po 6 měsících skladování. Analýzy, které byly vyhodnocovány jsou rozděleny do tří celků na mikrobiologickou, chemickou a senzorickou analýzu. Výsledky potvrdily vysokou účinnost tepelné sterilizace na mikroflóru, v chemické analýze byla potvrzena hypotéza postupné degradace bílkovin a s tím spojený nárůst volného amoniaku v taveném sýru. Množství volného amoniaku se zvyšovalo jak s dobou skladování, tak i se zvyšující se teplotou. Z výsledků senzorické analýzy vyplývá, že skladování v pokojové teplotě prokazatelně ovlivnilo barvu tavených sýrů více než skladování v chladu. U tavených sýrů vyrobených s přidavkem citrátových tavicích solí došlo k masivní tvorbě krystalů, což bylo hodnoceno velmi negativně.

SUMMARY

The aim of this work is focused on examining the length and temperature within the storage process of sterilized processed cheese. Products used to analysis in this work were made in 5 experimental rows. Row I. was made in company MILCOM servis, a.s., row II. and III. in Zeletavske syrarny a. s, row IV and V in company MADETA a.s. The continuous results in this work are evaluated in detail every six months. Analyses, which were evaluated, are divided into three units. These are: microbiology, chemical and sensory analysis. The results confirmed high effectivity of heat sterilization on microflora. The hypothesis of gradual albumin's degradation and the growth of free ammonia in processed cheese connected with this was confirmed by chemical analysis. The amount of free ammonia rised as well with the storage time as with the storage temperature. The results of sensory analyses show, that storage in indoor temperature demonstrably influenced the paint of processed cheese more than in cold conditions. By processed cheeses made with addition of citrates it came to massive creation of crystals, which was evaluated very negatively.

OBSAH

ÚVOD	9
I. TEORETICKÁ ČÁST	11
1 TAVENÉ SÝRY	12
1.1 Charakteristika tavených sýrů	12
1.1.1 Dělení tavených sýrů	14
1.2 Základní principy výroby tavených sýrů	16
1.2.1 Chemické procesy při výrobě tavených sýrů	16
1.2.2 Vlastnosti chemických látek v tavicích solích	19
1.3 Výroba tavených sýrů	22
1.3.1 Příprava směsi určené k tavení	22
1.3.2 Určení směsi tavicích solí	23
1.3.3 Proces tavení připravené směsi	23
1.3.4 Balení, chlazení, skladování a expedice tavených sýrů	25
1.4 Termosterilace	26
1.5 Změny jakosti mléčných výrobků způsobené tepelnou sterilací	29
1.5.1 Ztráty vitamínů	30
1.5.2 Denaturace bílkovin, změna barvy, chuti a vůně mléka	30
1.6 Vliv skladování na jakost tavených sýrů	33
1.6.1 Ztráta vody	34
1.6.2 Hydrolýza tavicích solí	34
1.6.3 Krystalizace v tavených sýrech	34
1.6.4 Reakce způsobené termostabilními enzymy	36
1.6.5 Neenzymatické hnědnutí a vliv světla	37
1.6.6 Interakce s obalovým materiálem	37
II. PRAKTICKÁ ČÁST	38
2 CÍL PRÁCE	39
3 METODIKA PRÁCE	40
3.1 Charakteristika analyzovaných vzorků	40
3.1.1 Charakteristika analyzovaných vzorků řady I	40
3.1.2 Charakteristika analyzovaných vzorků řady II a III	40
3.1.3 Charakteristika analyzovaných vzorků řady IV	41
3.1.4 Charakteristika analyzovaných vzorků řady V	41
3.2 Seznam provedených analýz	42
3.3 Mikrobiologická analýza	43
3.3.1 Stanovení celkového počtu mikroorganismů	43
3.3.2 Ověření obchodní sterility	44
3.4 Chemická analýza	45
3.4.1 Stanovení sušiny a pH	45
3.4.2 Stanovení amoniaku Conwayovou metodou	45
3.5 Senzorická analýza	46

3.6	Statistické vyhodnocení výsledků	47
4	VÝSLEDKY A DISKUSE	48
4.1	Výsledky mikrobiologických analýz I. až V. řady	48
4.1.1	Mikrobiologická analýza provedená na vstupu	48
4.1.2	Mikrobiologická analýza provedená po 24 měsících skladování	49
4.2	Výsledky základních chemických analýz	51
4.2.1	Vyhodnocení sušiny	51
4.2.2	Vyhodnocení pH	53
4.2.3	Vyhodnocení amoniaku jednotlivých vzorků v průběhu doby skladování	54
4.3	Výsledky senzorických analýz	61
4.3.1	Vyhodnocení základních senzorických znaků	61
4.3.2	Párová srovnání vzorků tavených sýrů skladovaných za různých teplot pro jednotlivé řady	78
4.4	Ekonomická analýza	82
	NÁVRHY A DOPORUČENÍ	84
	ZÁVĚR	86
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	88
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	94
	SEZNAM OBRÁZKŮ	95
	SEZNAM TABULEK	97
	SEZNAM PŘÍLOH	99

ÚVOD

V nedávné době se v České republice znovu začal vyrábět tavený sýr ošetřený tepelnou sterilizací a tudíž se tu vyskytla možnost využití taveného sýra jako konzervované potraviny. Sterilizovaný tavený sýr najde své využití především ve stravování vojsk, ale také ve stravování v krizových stavech a za obdobných neobvyklých podmínek. Tato potravinářská komodita si pomalu proráží cestu i k běžnému konzumu. Na tomto místě se musí zdůraznit, že i když tato komodita již má jistou tradici co se týče výroby (vyráběla se v České republice v 70. i 80. letech), tak o ní doposud nebylo nic publikováno. Vystala tedy otázka, co se s tímto taveným sýrem děje během skladování při různých teplotách, co udělají různé tavicí soli, jak působí tepelná sterilace na mikroorganismy, jak se bude vyvíjet senzorika a mnohé další. Jelikož jsou výzkumy, které byly provedeny časově náročné (byl sledován vývoj i po 30 měsících skladování), nebylo možno výsledky dlouhodobého skladování prezentovat v jedné diplomové práci. Výzkum započala Ing. Hana Danielová, tato práce bude na výsledky výzkumu Ing. Hany Danielové dále navazovat.

Tato práce se zabývá problematikou vlivu teploty a délky skladování na jednotlivé složky taveného sýra. Během dlouhodobého skladování dochází v taveném sýru k určitým dějům jako k destrukci bílkovin, k tomu v této práci posloužil obsah amoniaku, jako kritérium postihující intenzitu deaminačních dějů. Dále je možno očekávat i změnu sušiny a pH a v neposlední řadě i změnu barvy a jiných senzorických vlastností.

Teoretická část se zabývá podrobněji dělením tavených sýrů, problematikou surovinové skladby, problematikou výběru tavicích solí a vlastní výrobou tavených sýrů. Velká pozornost je věnována také termosterilaci, jejímu účinku na mléčné výrobky obecně a obzvláště na tavené sýry. Dále je v této práci podrobněji rozebrána problematika skladování tavených sýrů.

Metodická část charakterizuje výrobu analyzovaných vzorků a popisuje principy použitých metod a podmínky skladování.

Zjištěné hodnoty sušiny, pH a obsahu amoniaku ve sterilovaném taveném sýru, jejich vyhodnocení a diskuse jsou obsahem čtvrté části nazvané Výsledky a diskuse. V této kapitole budou dále vyhodnoceny výsledky senzorické analýzy jako vzhled a barva, chuť a vůně, konzistence a celkové hodnocení. Dále se v této části nalézají výsledky

mikrobiologických analýz a poté také problematika ekonomiky výroby sterilovaných tavených sýrů.

Na závěr budou formulovány doporučení pro další výrobu sterilizovaných tavených sýrů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TAVENÉ SÝRY

1.1 Charakteristika tavených sýrů

Tavené sýry jsou vyráběny zahříváním směsi různých druhů přírodních sýrů, které mohou být v různém stupni prozrálosti, s tavicími solemi za částečného podtlaku a stálého míchání, než je dosažena homogenní hmota požadovaných vlastností. Ke směsi přírodních sýrů mohou být přidány jiné suroviny mléčného i nemléčného původu [10]. V podmínkách České republiky definuje vyhláška Ministerstva zemědělství č. 77/2003 Sb. (v platném znění) tavený sýr jako sýr, který byl tepelně upraven za přídavku tavicích solí a surovinové složení je tvořeno minimálně z 51 % přírodními sýry. Dále vyhláška definuje výraz „tavený sýrový výrobek“, což je tavený sýr obsahující více jak 5 % laktosy.

První písemně doložené pokusy o výrobu tavených sýrů (ještě bez použití tavicích solí) se datují rokem 1895, ale až po zavedení citrátů a zejména fosfátů jako tavicích solí se stala jejich výroba realizovatelná v průmyslových podmínkách. Produkce byla započata v Evropě na základě švýcarského patentu z roku 1912. Předpokládá se, že idea tavených sýrů je odvozena od švýcarského národního pokrmu – fondue – při jehož výrobě byl přírodní sýr tepelně opracován (roztaven) za přítomnosti vína, které obsahuje soli kyseliny vinné mající rovněž účinky tavicích solí [10].

Tavené sýry byly nezávisle vyvinuty i v USA, kde první záznamy týkající se taveného sýru spadají do roku 1915. V té době firma J. L Kraft & Bros. Co. začala vyrábět tavený sýr v konzervách pro americkou armádu bojující v 1. světové válce. Tavený sýr se během svého vývoje dramaticky změnil. Rozšířil se sortiment tavených sýrů. Na trhu se objevuje velké množství produktů vzniklých např. kombinacemi jednotlivých druhů přírodních sýrů, obsahujících různé suroviny mléčného i nemléčného původu, majících konzistenci od pevné, lomivé, přes snadno roztíratelnou, krémovitou až po tekutou. Mezi další rozšíření sortimentu tavených sýrů řadíme možnost ovlivnění výsledné chuti a vůně, které mohou být od charakteristických po použitých přírodních sýrech až po různé příchutě masných výrobků (šunka, uzené maso), zeleninové (paprika), ale také ovocné (banán, mango). Další rozšíření sortimentu provádí výrobci použitím různých obalových materiálů a hmotností spotřebitelského balení. Dnešní výrobci také mohou určovat výsledné aroma a texturní vlastnosti dokonce pomocí enzymatické úpravy, což je složka, která byla v začátcích výroby prakticky nedosažitelná [3,10,53].

Enzymatická úprava je velice specifický proces, který se i přes svoje nevyvratitelné výhody stále ještě příliš nevyužívá. Základ této úpravy byl položen již v roce 1960 v USA. Celý princip spočívá v tom, že pomocí proteolytických a lipolytických enzymů ovlivňujeme senzorické vlastnosti směsi nezralých sýrů, které používáme na výrobu taveného sýru. Přídavek enzymů probíhá po pasterizaci směsi. Směs zraje 12 – 72 hodin v teplotě 30 - 45 °C a pH 5 - 7. Poté se směs utaví. Schéma enzymatické úpravy je uvedeno v příloze P I [57].

Výroba tavených sýrů s sebou přináší řadu výhod. Zjednodušeně lze tyto výhody členit na tři skupiny:

- ekonomické,
- výrobně - technologické,
- skladovací.

Ekonomické výhody

Mezi ekonomické výhody výroby tavených sýrů můžeme zařadit i možnost využití přírodních sýrů s různými vadami, především mechanickými, pro které by nebylo možné uvádět je do oběhu pro přímý prodej spotřebiteli. Na druhou stranu se nedoporučuje využívat přírodní sýry s mikrobiologickými vadami, zejména jedná-li se o sporulující mikroorganismy, neboť obvyklé teploty užívané při diskontinuální výrobě tavených sýrů dokáží zničit pouze vegetativní formy mikroorganismů (ne však jejich spory). Zaplísňené přírodní sýry se dnes již k výrobě tavených sýrů nepoužívají a to z především z důvodu nebezpečí výskytu mykotoxinů [50].

Podobně můžeme úspěšně zpracovávat například jinak neprodejné odřezky, které vznikají při porcování přírodních sýrů do spotřebitelských obalů apod. Lze také zpracovávat neproзраlé sýry v době jejich nadprodukce [10].

Výrobně - technologické výhody

K výrobně - technologickým výhodám můžeme přiřadit zvláště tu skutečnost, že výrobce může produkovat přesně takový sýr, který spotřebitel požaduje: s velkou variabilitou aromatu, chuti i konzistenčních vlastností. Mezi další výhody při výrobě tavených sýrů řadíme možnost využití potrubí pro snadnější manipulaci s taveninou, které

může být vedeno až k finálnímu balení. Tímto způsobem se snižuje potenciální možnost kontaminace výrobku lidským faktorem. Tavený sýr lze rychle a přesně odlévat do různě velkých porcí, také vysoká teplota při tomto zpracování napomáhá lepší mikrobiologické kvalitě taveného sýru. Tyto produkty také přinášejí možnost použití obalů různého obsahu, tvarů a materiálů, aj. [10,53].

Skladovací výhody

Uskladnění tavených sýrů s sebou přináší také řadu výhod. Především balený tavený sýr má obrovskou výhodu oproti jiným mléčným produktům v tom, že má prodlouženou skladovatelnost. Většinu sýrů je možné skladovat po dobu několika měsíců v některých případech dokonce až let bez výraznějších změn, ale tavená varianta vyžaduje menší nároky na chlazení, a proto přináší nižší náklady na skladování i přepravu [14]. V podmínkách České republiky jsou nároky na chlazení striktně dány vyhláškou Ministerstva zemědělství 77/2003 Sb. v platném znění a to teplotou 4 – 8 °C.

1.1.1 Dělení tavených sýrů

Tavené sýry je možné dělit z celé řady hledisek. Jedno z nejčastějších je dělení podle obsahu tuku v sušině [15]. Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 77/2003 Sb. (v platném znění) udává dělení tavených sýrů na vysokotučné s obsahem nejméně 60 % (w/w) tuku v sušině a tavené sýry nízkotučné s obsahem nejvýše 30 % (w/w) tuku v sušině. Tavené sýry s obsahem 30 – 60 % (w/w) tuku v sušině vyhláška nepojmenovává.

Dělení tavených sýrů na vysokotučné, plnotučné, polotučné a nízkotučné uvádí GAJDŮŠEK (17) a FORMAN a kol. [15]. Oba zdroje považují za vysokotučné, resp. plnotučné tavené sýry, výrobky s obsahem tuku v sušině 60 – 70 % (w/w), resp. 45 – 55 % (w/w). V dalších dvou skupinách se však již tyto autoři mírně liší. FORMAN a kol [15] zařazují mezi polotučné, resp. nízkotučné tavené sýry, výrobky s obsahem tuku v sušině 20 – 40 % (w/w), resp. méně než 20 % (w/w). GAJDŮŠEK [17] označuje polotučnými, resp. nízkotučnými tavenými sýry, skupiny produktů s obsahem tuku v sušině 30 – 45 % (w/w), resp. méně než 30 % (w/w).

V anglosaské literatuře [10,53] se nejčastěji objevuje následující dělení tavených sýrů na 3 hlavní skupiny:

- tavené sýry (*processed cheese*) – surovinami mohou být přírodní sýry, tavicí soli, NaCl, voda, mléčný tuk, barviva a lecitin, obsah sušiny musí být minimálně 57 % a obsah tuku musí být vyšší jak 47 %,
- tavené sýrové produkty (*processed cheese food*) – kromě surovin, které jsou přípustné pro tavené sýry, jsou přípustné suroviny jako mléko, odstředěné mléko, syrovátka, smetana, sýry z odstředěného mléka a organické kyseliny, sušina je vyšší než 56 % (w/w) a obsah tuku je vyšší než 23 % (w/w),
- tavené sýrové pomazánky (*processed cheese spread*) – k těmto produktům jsou dále povoleny přídavky surovin pro zlepšení vaznosti vody (zejména polysacharidy), obsah sušiny se pohybuje mezi 40 – 56 % (w/w).

V anglosaské literatuře se dále setkáváme i s dalšími podskupinami tavených sýrů, jako jsou tavené sýrové bloky (*processed cheese block*), tavené sýrové plátky (*processed cheese slice*) a uzené tavené sýry (*smoked processed cheese*) [38].

S trochu odlišným členěním se setkáváme v německé literatuře, která kromě klasického dělení na tavený sýr (*Schmelzkäse*) a výrobků z taveného sýra (*Schmelzkäsezubereitungen*), což jsou výrobky ze sýru anebo taveného sýru s jinými potravinářskými výrobky, rozeznává ještě třetí skupinu tavených sýrů a to utavený „kyselý sýr“ (*Kochkäse*) [13].

Kromě již uvedených skupin tavených sýrů je třeba zmínit ještě analogy tavených sýrů (*processed cheese analogues*), k jejichž výrobě jsou používány kaseináty (sodné, vápenaté), bílkoviny jiného než mléčného původu, rostlinné oleje, rostlinné polysacharidy (škroby), tavicí soli, látky určené k aromatizaci aj. Jejich hlavní přednost spočívá ve snížení nákladů na výrobu, resp. snížení nákladů na suroviny, neboť relativně dražší mléčná bílkovina a tuk mohou být nahrazovány levnějšími rostlinnými zdroji. Své uplatnění nachází analogy tavených sýrů především v kuchyních a provozovnách fast-food [4,52].

1.2 Základní principy výroby tavených sýrů

1.2.1 Chemické procesy při výrobě tavených sýrů

Tavené sýry se vyrábí zahříváním směsi přírodních sýrů s tavicími solemi. Přírodní sýry představují složitý polydisperzní systém, ve kterém se vedle minoritních látek (solí, kyseliny, zbytky laktosy aj.) nachází především bílkoviny, tuk a voda. Pokud by došlo k záhřevu směsi přírodních sýrů bez přítomnosti tavicích solí (popřípadě látek s obdobnými účinky), pak by došlo k následujícím procesům:

- nejprve by byly destruovány membrány pokrývající povrch tukových kuliček,
- tukové kuličky by se spojovaly do větších formací,
- vlivem nízkého pH a vysoké teploty by docházelo k agregaci a kontrakci kaseinů, čímž by se uvolnila voda,
- následkem čehož by nastalo oddělení hydrofilní a hydrofobní fáze [19].

Pro dosažení jemné a homogenní struktury bez separace vody, tuku a proteinů, je nutný přídavek tavicích solí. V praxi se používají soli s vícesytnými aniony (především fosfáty, polyfosfáty a citráty) a s monovalentními alkalickými kovy (zejména sodík). Fosfátové soli váží větší podíl vápníku a používají se proto především pro výrobu roztíratelných tavených sýrů (zejména polyfosfáty), zatímco citrátové soli, které mají menší schopnost vázat vápník z bílkovin, se používají u tavených sýrů, které mají tužší konzistenci. Někteří výrobci ale již od citrátových tavicích solí upouští, protože tyto soli vykazují nižší stabilitu. Tavicí soli se často označují jako emulgátory, nicméně v pravém slova smyslu nejde o emulgátory jako povrchově aktivní látky. Proto se v odborné literatuře užívá pojmenování „emulující činidla“ (*emulsifying agents*), což přesněji vystihuje jejich skutečnou úlohu při procesu tavení. KWAK a kol. [31] ve své práci uvádí, že obdobné vlastnosti jako tavicí soli mají i hydrolyzáty kaseinu, ale jejich využití zatím nenabývalo komerčního charakteru. Kromě fosfátů, polyfosfátů a citrátů se v některých případech používají i mono- diacylglyceroly, které již jsou emulgátory v pravém slova smyslu – tedy povrchově aktivní látky. Klíčovou úlohou tavicích solí je upravit prostředí v tavené směsi tak, aby přítomné proteiny (zejména kaseiny) mohly uplatnit své přirozené vlastnosti emulgátorů. Toho je dosahováno následujícími procesy:

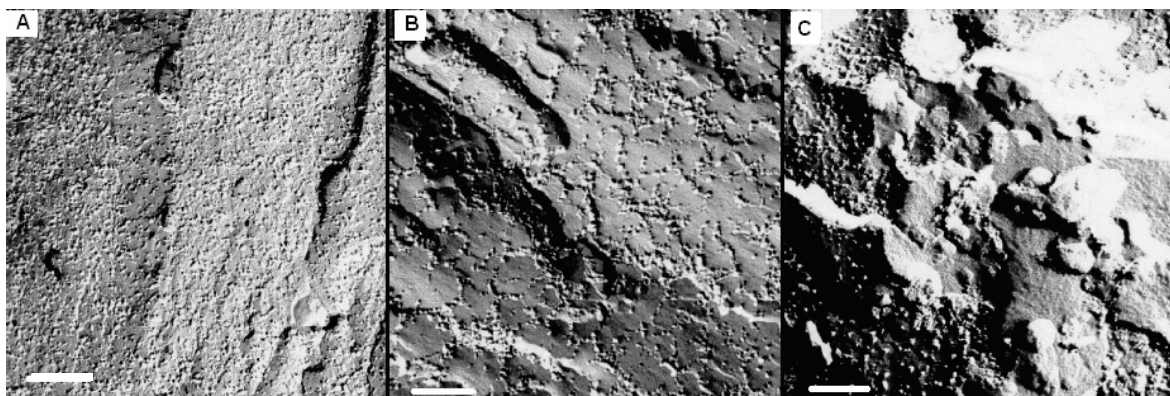
- odštěpením vápníku z proteinové matrice,
- peptizací, rozpouštěním a rozptýlením proteinů

- hydratováním a bobtnáním bílkovin,
- emulzací tuku a jeho stabilizací,
- ovlivňováním pH a jeho stabilizací,
- formováním požadované struktury po ochlazení [2,10,17,26].

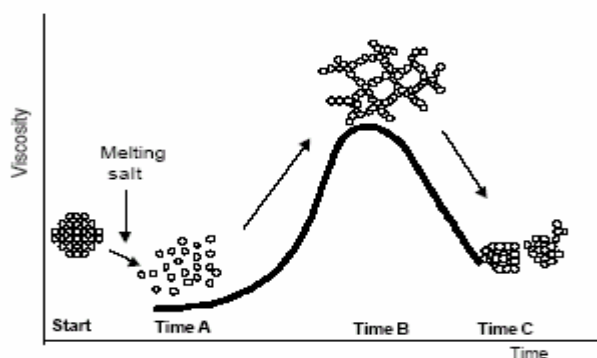
Schopnost odštěpit vápník, který je navázán na karboxylové skupiny kyselých aminokyselin (kyselina asparagová a glutamová) a dále na fosfoserylové zbytky, je jednou z nejdůležitějších funkcí tavicích solí. Jednotlivé frakce kaseinu (především α_{s1} -, α_{s2} - a β -) mají nepolární (lipofilní) segment (blíže karboxylovému konci) a polární (hydrofilní) oblast (blíže aminovému konci). Tato struktura předurčuje jednotlivé frakce kaseinů jako přirozené emulgátory. Jejich emulgující schopnosti jsou však v sýrech potlačeny díky vápníkovým můstkům zesilující matrici sýra. Rozpustnost kaseinu ve vodě se zvýší výměnou iontů vápníku za ionty sodíku – nerozpustný parakaseinan vápenatý je přeměněn na rozpustnější parakaseinan sodný [10,19,42].

Během procesu tavení (za déletrvajícího účinku teploty a mechanického míchání) se začínají navazovat polyvalentní aniony (přes vápenaté ionty) na proteiny, čímž se zvyšuje jejich hydrofilní charakter. Následným vázáním dodatečné vody (polyvalentní aniony mají vysokou vaznost vody) roste viskozita taveniny zapříčiňující tzv. krémování. Pro vytvoření stabilní emulze je důležité, aby byl ve směsi dostatek ne zcela hydrolyzovaných peptidů, neboť krátké (příliš hydrolyzované) peptidy vedou k nebezpečí oddělení fází [10].

Samotný proces krémování vyžaduje určitou dobu tavení, po kterou působí vyšší teploty a mechanické míchání. Negativně se však může projevit i tzv. překrémování, kdy tavenina je ponechána příliš dlouho za vyšších teplot v tekutém stavu a kdy nastává rozsáhlá agregace proteinů s jejich dehydratací, což se může projevit i uvolňováním tuku a vody. Zmíněnou problematiku ukazují obrázky 1 a 2. Tyto obrázky znázorňují tři fáze (A,B,C), které mohou proběhnout v procesu krémování. Fáze A znázorňuje počáteční fázi krémování. V této fázi jsou rozrušeny bílkovinné vazby a tavenina je tekutá. Následuje fáze B (optimum krémování), kdy bílkoviny taveného sýra vytváří rovnoměrnou síť a tavenina má vysokou viskozitu. Fáze C znázorňuje překrémování, kde již dochází k vysrážení bílkovin taveného sýra [19,23].



Obr. 1. Fáze krémování (A,B,C); snímky z elektronového mikroskopu (úsečka = 2 μm) [34].



Obr. 2. Model krémování (fáze A,B,C): bílkovinná struktura a změny viskozity [33].

LEE a kol. [33] uvedli, že proces krémování je především reakcí proteinů. Prokázali to v experimentu, kdy pozorovali průběh krémování plnotučného taveného sýra a výrobku s nulovým obsahem tuku. V obou případech krémovací fáze proběhla, přítomnost tuku tedy není pro samotný průběh krémování zcela nezbytná. Přestože mléčný tuk není pro průběh fáze krémování zcela nezbytný, je velmi důležitou složkou tavených sýrů, která ovlivní jejich vlastnosti – například roztíratelnost tavených sýrů. To je zapříčiněno tím, že spolu s vodou je mléčný tuk odpovědný za přerušení kontinuity a kompaktnosti proteinové matrice. Při snížení obsahu vody a mléčného tuku, tedy při vyšší kontinuitě a kompaktnosti proteinové matrice, je možné očekávat tužší a gumovitější tavený sýr [46].

Z dosavadní poznatků je patrné, že při krémování jsou klíčové procesy hydratace proteinů a emulgace tuku a že jejich intenzita je podmíněna funkčními vlastnostmi použitých tavicích solí. Čím vyšší hydratace proteinů a emulgace tuku, tím tužší je výsledný tavený sýr.

Velmi důležitým faktorem při výrobě tavených sýrů je pH. Optimum se nachází v intervalu pH 5,7 – 6,0. Při podstatně nižším pH (5,0 až 5,2), které se již blíží isoelektrickému bodu přítomných kaseinů, je možné pozorovat vysoký stupeň interakcí mezi proteiny vedoucí až k jejich agregaci. Tavený sýr s takovým pH je pak obvykle drobivý. Naopak při významně vyšším pH (6,5 až 6,7) dochází ke snížení elektrostatických interakcí, protože roste negativní náboj přítomných proteinů, což zapříčiní jejich odpuzování. Oslabený gel se obvykle projevuje nadměrně měkkou konzistencí. Při takovém pH často nastávají i mikrobiologické problémy [10].

1.2.2 Vlastnosti chemických látek v tavicích solích

Jako tavicí soli se používají různé směsi citrátů a fosfátů, dávka tavicích solí ve finálním výrobku by neměla překročit 3 %. Tyto soli vyrábějí, připravují a dodávají specializované firmy dle vlastních chráněných receptur. Vybírají se podle druhu, stáří, zralosti a konzistence suroviny, požadovaných vlastností tavených sýrů, podmínek a způsobu tavení, chlazení a také balicího zařízení a druhu obalů. Je třeba znát vlastnosti jednotlivých tavicích solí deklarovaných od výrobců a jejich účinky, aby se provedl optimální výběr pro daný výrobek [17]. V této kapitole budou dále nastíněny základní vlastnosti jednotlivých chemických látek, které tavicí soli obsahují.

Fosfáty

Fosfáty – soli, které jsou odvozeny od kyseliny trihydrogenfosforečné (H_3PO_4), tvoří skupinu sloučenin, pro něž je společné to, že obsahují anion $(\text{PO}_4)^{3-}$. Fosfátová řada začíná sloučeninami obsahujícími jednu skupinu $(\text{PO}_4)^{3-}$ – tzv. orthofosfáty. Za podmínek vysoké teploty může dojít ke ztrátě vody dvěma sousedními hydroxylovými skupinami dvou různých orthofosfátů a k jejich kondenzaci, tedy ke vzniku polymeru. Ze dvou monomerů vzniká dimer nazývaný pyrofosfát. Kromě samotných orthofosfátů se mohou polymerací účastnit i delší řetězce fosfátů, čímž vznikají polymery s více jak 2 fosfory v molekule, které se pak nazývají polyfosfáty. Protože každá $(\text{PO}_4)^{3-}$ skupina může sdílet až tři své atomy kyslíku s třemi jinými $(\text{PO}_4)^{3-}$ skupinami, dochází nejen ke vzniku lineárních řetězců polyfosfátů, ale i k jejich větvení a tvorbě uzavřených cyklů. V případě

cyklických fosfátů se užívá název metafosfáty a pro třídimenzionální struktury pojem ultrafosfáty [39].

Fosfáty v potravinách podstatně ovlivňují zejména vlastnosti přítomných proteinů, a to prostřednictvím úpravy podmínek v prostředí (změna pH, iontové síly roztoku, odštěpení kationtů apod.). Dále uplatňují fosfáty svůj vliv prostřednictvím reakcí, při nichž se naváží na protein a změni jeho vlastnosti (například schopnost hydratace, bobtnání, tvorby gelu apod.).

Velmi důležitým procesem ovlivňujícím a měnícím funkční vlastnosti fosfátů je jejich hydrolyza, která může způsobit, že původní schopnosti polyfosfátů s určitým počtem monomerů se mohou podstatně změnit vlivem snížení jejich molekulové hmotnosti. Hydrolyza polyfosfátů nastává především v důsledku enzymové aktivity, vysokých teplot, nízkého pH ale i vlivem bakteriálního metabolismu. Obecně je možné říci, že vazby mezi jednotkami fosfátů v lineárních polyfosfátech jsou v neutrálním vodném roztoku stabilní při teplotě 25 °C. Při nižším (kyselejší) pH a vyšší teplotě však dochází k jejich hydrolyze. Na intenzitu hydrolyzy má vliv i stupeň lineární polymerace. Jako nejstabilnější (i při teplotě 100 °C) jsou označovány pyrofosfáty a citlivost k hydrolyze roste s počtem monomerů v řetězci. Intenzitu hydrolyzy polyfosfátů však ovlivňuje i přítomnost vápenatých a hořečnatých iontů, které ji urychlují [39].

Procesy hydrolyzy jsou velmi důležité při výrobě tavených sýrů. Hydrolyza lineárních polyfosfátů probíhá již při výrobě a po jejím ukončení je hydrolyzováno asi 50 % přítomných polyfosfátů [10].

Fosfáty jsou schopny odštěpovat z prostředí a vázat na sebe monovalentní i polyvalentní kationty kovů. Schopnost vázat na sebe kationty je u fosfátů ovlivněna celou řadou faktorů. Jedná se především o tyto faktory:

- počtem monomerů v molekule,
- konkrétní kationt kovu,
- teplota,
- pH aj.

S rostoucím počtem fosforečných atomů v molekule se projevuje větší afinita ke kationtům. Z toho plyne, že nejnižší schopnost odštěpit z prostředí kationt mají orthofosfáty, vyšší schopnost je dána pyrofosfátům a u polyfosfátů roste intenzita této vlastnosti s jejich délkou. Dále alkalické kovy jsou vázány s nižší přitažlivostí než kovy alkalických zemin a i v rámci jednotlivých skupin kationtů existují rozdíly (například sodík

je přitahován silněji než draslík). Odtud pramení jedna z nejdůležitějších vlastností tavicích solí, a to schopnost iontové výměny, kdy vápenaté ionty jsou od kaseinů přitahovány k fosfátům vyššími elektrostatickými silami než do té doby vázané sodné ionty, které jsou naopak z fosfátů uvolněny a váží se na kasein [10,39].

Velmi důležitou vlastností fosfátů je pufovací schopnost, tedy stabilizace pH k okolním vlivům. Pufovací kapacita fosfátů klesá s narůstající délkou jejich lineárního řetězce. Z toho plyne, že nejúčinnějšími pufrů jsou orthofosfáty, již méně účinné jsou pyrofosfáty a tato schopnost se snižuje s rostoucím počtem fosforečných atomů v polyfosfátech.

Zajímavá a důležitá je schopnost fosfátů ovlivnit tvorbu gelu, jednotlivé fosfáty se však značně odlišují v této vlastnosti. Lineární polyfosfáty s vysokým počtem atomů fosforu v molekule jsou považovány spíše za inhibitory tvorby gelu. Na druhou stranu nízkomolekulární polyfosfáty podporují zesílení matrice gelu. Nejintenzivněji projevuje tuto schopnost pyrofosfát [39].

Citráty

Citráty jsou soli odvozené od trikarboxylové kyseliny citronové. Z celé řady dostupných citrátů jsou jako tavicí soli užívány především citráty trojsodné. Důvodem je skutečnost, že jak monosodný, tak i disodný citrát způsobí silné okyselení směsi, což má za následek nestabilní emulzi, která velmi snadno uvolňuje vodu. Chování citrátů v tavených sýrech se velmi blíží chování orthofosfátů. Citráty mají nízkou afinitu k vápenatým iontům (přesto však větší než pro sodné ionty) a nízkou schopnost hydratace proteinů a emulze tuku v tavených sýrech. Vysoká je jejich pufovací schopnost. Kromě efektu snížení pH nebyly u citrátů pozorovány pro tavené sýry ani baktericidní, ani bakteriostatické účinky. Také u použití citrátových solí hrozí nebezpečí tzv. „mramorování“ (různé skvrny a provazcovité útvary). Z těchto důvodů jsou citráty používány především ve směsích s jinými tavicími solemi – zejména fosfáty [10,19,42].

1.3 Výroba tavených sýrů

Vlastní výroba tavených sýrů se skládá z několika vzájemně oddělených fází. Především se jedná o *přípravu surovin*, dále se musí *připravit směs tavicích solí* odpovídající použitým surovinám a požadované charakteristice výrobku, následuje vlastní *proces tavení* připravené směsi, a jako konečný proces řadíme *balení taveniny, chlazení, skladování a expedici*.

1.3.1 Příprava směsi určené k tavení

Základní surovinou, která podstatně ovlivní jakost taveného sýru, jsou přírodní sýry. Jejich výběr přímo předurčí charakter řady vlastností výsledných tavených sýrů, jako například konzistenci, chuť, vůni apod. Existují různá doporučení pro volbu přírodních sýrů zohledňující zejména výslednou konzistenci taveného sýru. V České republice se užívá zejména Eidamská cihla, Eidamský blok o různém obsahu tuku v sušině, Moravský blok, Primátor apod. V anglosaských zemích je nejvíce zpracováván Čedar, Ementál a Mozzarella. Ke směsi přírodních sýrů se může přidávat tvaroh (ke zvýšení obsahu tukuprosté sušiny a snížení pH), máslo (ke zvýšení obsahu tuku), pitná voda, tavicí soli, v některých případech tzv. krém (sýr již utavený – pro dosažení jemnější a stabilnější konzistence). Dále se u vybraných tavených sýrů používají přísady ovlivňující chuť a barvu [15,16,53]. V současné době se velmi často nahrazuje část základní suroviny (přírodní sýry) různými mléčnými koncentráty (např. sušená syrovátka, sušené odstředěné mléko, sušený jogurt apod.), popřípadě měkkými nezrajícími sýry [1,6].

Hlavní výhodou začlenění mladých nezralých sýrů do výroby jsou úspory v nákladech na surovinu. K dalším přednostem patří vysoká vaznost vody a tvorba tužší konzistence, která je klíčová především u blokových a plátkových tavených sýrů. K hlavním nevýhodám můžeme zařadit skutečnost, že výsledné tavené sýry mají prázdnou chuť, nadměrně bobtnají, mají tužší konzistenci (u výrobků s požadavkem dobré roztíratelnosti) a mohou tvořit vzduchové dutiny díky vysoké viskozitě utavené směsi. Naopak k hlavním výhodám zralých sýrů patří plné aroma a snadná tavitelnost, k nevýhodám možnost tvorby příliš ostré chuti, snížená stabilita emulze a někdy nadměrně měkká konzistence [10,44].

Z výše uvedených důvodů je zvláště nutná pečlivá evidence jednotlivých sýrů a to z hlediska kvality, stupně prozrání a také chemických znaků (obsah sušiny a tuku v sušině). Přírodní sýry určené k výrobě tavených sýrů se čistí, případná poškozená místa se odstraní. Sýry se umístí do válcovacích stolic, kde probíhá jejich mělnění. Při výpočtu množství přidané pitné vody je třeba zohlednit skutečnost, že tavenina je zahřívána přímým vstřikem páry, a proto je nutné vypočtené množství vody k přidání snížit o vodu zkondenzovanou z páry [17].

1.3.2 Určení směsi tavicích solí

Určení směsi tavicích solí (2 – 3 % hmotnosti surovinové skladby) závisí především na charakteru přírodních sýrů (druh, stupeň prozrání apod.), ostatních surovinách, dále pak na pH suroviny a požadovaných vlastnostech výsledného taveného sýru (zejména na konzistenci). Zohlednit je třeba i konkrétní typ výrobního zařízení, balicí techniku, průběh chlazení apod. Komerčně dodávané tavicí soli jsou obvykle směsí několika chemických látek, jejichž přesné složení a mísící poměry jsou předmětem obchodního tajemství. Výrobci zpravidla pouze charakterizují jejich jednotlivé tavicí soli pomocí účinnosti výrobku v oblasti výměny iontů, krémování a úpravy pH, ale k přesnému složení směsi, která poskytne tavený sýr požadovaných vlastností, je nutné u výrobců tavených sýrů dojít empiricky.

Klíčová je nejen volba složení tavicích solí, ale i stanovení jejich správného množství. Předávkování může mít za následek nejen výrobek s jinou než původně požadovanou konzistencí, ale například i negativní změny v chuti taveného sýru. Typickým příkladem takové negativní změny, ke které by mohlo dojít při předávkování fosfátovými tavicími solemi, je vyvinutí hořké příchuti [34]. Předávkování tavicími solemi může rovněž vést k podpoře krystalizace.

1.3.3 Proces tavení připravené směsi

Vlastní tavení připravené směsi surovin může probíhat diskontinuálním nebo kontinuálním způsobem. V České republice se používá především diskontinuální výroba v tavicích kotlích. Rozmělněná směs přírodních sýrů se dopraví k tavicímu kotli, kde jsou přidány ostatní suroviny. V současné době se v některých provozech používá rozmělnění a

smíchání všech surovin před jejich dávkováním do tavicího kotle. Tento proces je prováděn z důvodu zajištění standardizace surovinové skladby, což je zvláště účinné v tom případě, kdy podniková laboratoř disponuje rychlými analytickými metodami, na základě kterých je možné operativně provést změny v surovinové skladbě v případě, že výsledky neodpovídají předpokládaným (požadovaným) hodnotám.

Po nadávkování surovin se tavicí kotel uzavře a začne vlastní proces tavení, kdy dojde za sníženého tlaku v relativně krátkém čase ke zvýšení teploty až na tzv. tavicí teplotu, která je udržována řádově po několik minut, přičemž tato doba závisí i na použité tavicí teplotě. Ohřev je zpravidla prováděn přímým vstřikem páry do tavené směsi. Tavicí kotle jsou většinou také vybaveny duplikátorovými stěnami, takže ohřev probíhá zároveň i touto cestou. Tavicí teploty jsou uváděny v různých intervalech od 71 až po 120 °C. Při této teplotě se směs za stálého pomalého míchání (například tavicí stroje firmy Vögele mají jen několik otáček za minutu) udržuje několik minut. Celková doba tavení je běžně kolem 10 až 15 minut, z toho doba výdrže tavicí teploty kolem 4 až 5 minut. Některé novější konstrukce jsou vybaveny mixovacími noži s vysokými otáčkami, takže použitá surovina nemusí být tak dokonale rozemletá (kutry firmy Stephan, SRN) [17].

Po ukončení tavení může nastat situace, kdy tavenina nemá požadované vlastnosti, zejména vhodnou konzistenci. V tomto případě je možné provést určité korekce, například se přidává některá tavicí sůl a tavicí proces se zopakuje (obvykle s kratším časem). V některých situacích, kdy tavenina má příliš řídkou konzistenci, se provádí tzv. „vymíchávání“ k získání tužší (krémovitější) konzistence.

V případě kontinuálního procesu se tavení provádí v antikorozních ocelových trubkách při teplotě 130 – 145 °C po dobu 2 – 3 s. Zatímco diskontinuální proces zajišťuje obvykle pouze pasterační efekt, v případě kontinuálního procesu jde o efekt sterilační. Takto vysoký teplotní záhřev ovlivňuje konzistenci sýrů. Tento režim zajišťuje za pomoci tavicích solí a vysokých teplot rozrušení nejen vápenatých můstků, ale i hydrofobních interakcí, čímž struktura gelu přírodního sýra přechází do stavu solu. Zpět do formy gelu se tavenina dostává při chlazení.

Vzniklá tavenina musí být hladká, lesklá, nesmí uvolňovat kapénky tuku, musí mít požadovanou viskozitu, nesmí se „trhat“ ani lepit na obal [10,17,27].

1.3.4 Balení, chlazení, skladování a expedice tavených sýrů

Po kontrole tavicího procesu se tavenina dopraví k balicím strojům. Tavené sýry se v České republice balí většinou do hranolovitých nebo trojúhelníkových forem předem vyložených hliníkovou fólií, která je z vnitřní strany lakovaná. Modernější baličky jsou již vybaveny strojními mechanismy umožňujícími fólii zavařit, což má podstatný vliv na trvanlivost tavených sýrů. Je důležité, aby se tavenina balila co nejdříve po utavení (teplota by neměla klesnout pod 60 až 70 °C), čímž se sníží pravděpodobnost kontaminace mikroorganismy. V současné době se však ve světě používají i jiné obalové materiály, jako například laminované hliníkové obaly, tuby, plasty, kelímky, sklenice, kovové konzervy apod. [17,34]. Zabalený tavený sýr se po vychlazení pod 8 °C dále balí v chladicích boxech do transportních obalů a je odeslán do chlazených skladů (rovněž s teplotou pod 8 °C). Velmi důležitý vliv na mikrobiální jakost tavených sýrů má rychlost chlazení. Rychlým ochlazením produktu lze zvýšit jeho údržnost. Rychlost chlazení však nemá vliv pouze mikrobiologickou jakost, ale i na konzistenci výrobku [44]. V případě, že pro výrobu tavených sýrů byl použit kontinuální způsob, je důležité zajistit aseptické balení, aby byla zachována sterilita výrobku. Pozornost by měla být rovněž věnována obalovým materiálům, neboť zejména jejich mechanická odolnost a bariérové vlastnosti přímo předurčí trvanlivost byť i vysterilovaného produktu.

Samozřejmě obalové materiály jsou podřízené celé řadě právních předpisů. Základní obecné požadavky na obaly potravin formuluje zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích. Hygienické požadavky na obaly, které přicházejí do přímého kontaktu s potravinami formuluje zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví v platném znění [25] a vyhláška Ministerstva zdravotnictví 38/2001 Sb. o hygienických požadavcích na výrobky určené pro styk s potravinami a pokrmů v platném znění.

1.4 Termosterilace

Přestoupí-li teplota zahřívané potraviny teplotní maximum mikroflóry, která zde může žít, přestávají mikroby nejprve prospívat a při dalším vzestupu teploty, popřípadě při prodlužovaném záhřevu jsou inaktivovány. Nejdříve se inaktivují jejich vegetativní stadia a posléze i spory což vyplývá z povahy spor jako formy mikroorganismů určené k přetrvání nepříznivých podmínek. Jestliže jsme v praxi dosáhli zahříváním určité potraviny trvalé inaktivace všech forem, které zde mohou vegetovat, považujeme potravinu za sterilovanou. Zabráníme-li vhodným způsobem, aby takto sterilovaná potravina byla po ochlazení znovu kontaminována – např. tak, že ji ještě za horka uzavřeme do neprodyšné nádoby nebo že jsme ji přímo v takové nádobě sterilovali – má omezenou možnost mikrobiologické zkázy a je zde možnost dlouhodobého skladování.

Výše sterilační teploty a doba, ve které je možno určité mikroorganismy zahříváním inaktivovat, jsou jednak ve vzájemném vztahu, jednak ve vztahu k četným jiným činitelům. Mění se např. podle povahy prostředí a zejména podle druhu nebo kmene mikrobů.

Se zřetelem k výzkumům o rezistenci a životaschopnosti různých mikrobiálních forem je třeba zdůraznit, že mluvíme-li o usmrcování mikrobů v souvislosti s konzervací potravin, máme na mysli vždy jen jejich aktivní formy, popřípadě útvary, které se mohou za daných okolností v aktivní formy vyvinout (spory). Nejde nám tedy o teoretickou, absolutní, nýbrž vždy jen o tzv. praktickou sterilaci („obchodní sterilitu“), tj. o spolehlivou a trvalou přímou inaktivaci těch forem mikrobů, které mohou dané prostředí nepříznivě měnit.

Jde-li o usmrcení vegetativních stadií určitých mikroorganismů – tedy nikoli o inaktivaci spor – mluvíme o tzv. pasteraci, kterou bývá označováno působení teplot dosahujících nanejvýš bodu varu vody za normálního tlaku, tj. $\approx 100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Stačí-li pasterace určitého prostředí, kde se nemohou množit odolné sporující bakterie, usmrtit všechnu mikroflóru schopnou v tomto prostředí rozvoje, je zároveň praktickou sterilací.

Byly získány četné poznatky o závislosti teplot na některých činitelích ovlivňujících jednak možnosti množení mikrobů, jednak konzervační účinnost záhřevu. Jsou to především:

- vlhkost prostředí mikrobů,
- kyselost prostředí mikrobů,

- výchozí počet přítomných mikrobů ,
- trvání záhřevu.

Všechny tyto rozhodující činitele ovlivňuje samozřejmě po kvalitativní i kvantitativní stránce chemické složení zpracovávané potraviny, nejvýrazněji obsah organických kyselin, fytoncidů, přítomností antimikrobiálních složek aj.

Při usmrcování mikroorganismů má rozhodující úlohu doba, po kterou za daných podmínek sterilační teplota působí. Účinek zvoleného sterilačního procesu (kombinace teploty a času jejího působení) lze vyjádřit hodnotou F . Úroveň 1 F odpovídá inaktivačnímu účinku teploty 121,1 °C působící právě 1 minutu. Veličina F se vypočte podle vztahu:

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

kde t je sterilační doba [s] při T °C

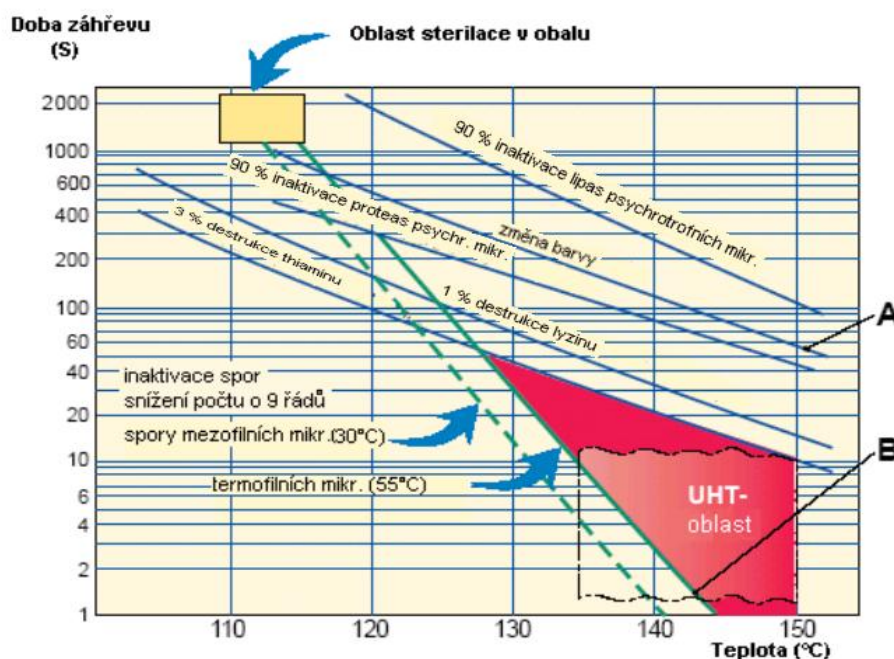
T je sterilační teplota [°C],

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

$$z = \frac{10}{\log Q_{10}} \quad (2)$$

Promítneme-li do grafu na osu x výši sterilační teploty a na osu y dekadický logaritmus doby působení dané sterilační teploty, pak lze do takového grafu zakreslovat tzv. termoinaktivační neboli letalitní přímky, které mají zápornou směrnici (jsou klesající). Platí že, všechny kombinace teploty a doby působení (jejího logaritmu) ležící na téže přímce, mají stejný sterilační účinek. Tak jako termoinaktivační čáry lze do stejného grafu zakreslit i tzv. termostrukční přímky pro konstantní ztráty nutričně významných látek. Tyto přímky pak vypovídají o tom, jak dlouho musí daná teplota působit, aby došlo k určité (konstantní) ztrátě této nutričně významné látky (příklad je možné najít na obr. 3) [9,24,32].

Následující schéma (obr. 3) ukazuje závislost času a teploty na inaktivaci spor (B), neboli kombinace (čas/teplota) zajišťující konstantní výsledek tepelné sterilizace. Dále je zde patrná nejnižší kombinace (čas/teplota) pro hnědnutí mléka (A). Tento obrázek má pro další práci podstatný význam při srovnání UHT záhřevu a klasické sterilizace v obalu, dále při výzkumu změny barvy, při reakcích termorezistentních enzymů a dalších.



Obr. 3. Průběh inaktivačních čar mikroorganismů a enzymů a termostrukčních čar nutričně významných složek mléka (upraveno podle Bylund, 1995)

1.5 Změny jakosti mléčných výrobků způsobené tepelnou sterilací

Účelem sterilace mléka a mléčných výrobků je zničit mikroorganismy v něm přítomné a tedy i spory, přičemž si musí tyto výrobky dlouhodobě zachovat v minimálně změněném stavu své fyzikální vlastnosti, stejně tak i chuťové vlastnosti a nutriční hodnotu. Hlavní riziko představuje nedostatečné tepelné ošetření při vysoké kontaminaci suroviny a rekontaminace mléka při balení nebo při zhoršených bariérových vlastnostech obalu (korunkové uzávěry lahví, sváry kartonu). Oproti pasterovanému mléku, které je dlouhodobě neskladovatelné, nabývají při dlouhodobém skladování při pokojové teplotě na významu i další faktory, které mohou negativně ovlivnit trvanlivost:

- termorezistentní enzymy – mléčná proteasa plasmin nebo bakteriální proteasy i lipasy, způsobují chuťové vady mléka a mohou vést až k jeho vysrážení,
- oxidace tuku – při zvýšeném obsahu kyslíku, Cu ve výrobku, nebo účinkem světla,
- Maillardova reakce vyvolané tepelným ošetřením pokračují i při skladování mléka.

Změny ve sterilovaném mléce vlivem tepelného záhřevu jsou větší než v pasterovaném mléce (platí obecně i pro mléčné výrobky). Rozhodující vliv na to má jednak samotná výše použité teploty a jednak doba jejího působení. Proces sterilace však vždy provázejí větší či menší nežádoucí změny (izomerace laktosy za vzniku laktulose a její částečná degradace na organické kyseliny a další látky, pokles pH mléka, Maillardova reakce, denaturace většiny sérových bílkovin, reakce volných funkčních skupin bílkovin atd.).

Když porovnáme rozdíl mezi vlivem sterilačního záhřevu v obalech a UHT záhřev, lze říci, že sterilace má oproti UHT záhřevu několik nevýhod:

- dosahuje se poněkud nižšího sterilačního efektu, je zde proto větší riziko nedostatečné sterilace při zhoršení kvality suroviny,
- dochází k větším senzorickým a nutričním změnám mléka,
- je to v principu diskontinuální proces, nelze využít pro ošetření mléka pro další zpracování.

Nevýhodou UHT ošetření je pak:

- nižší inaktivace termorezistentních enzymů, především lipas a proteas psychrotrofních mikroorganismů (viz. obr. 3),
- riziko rekontaminace mléka, zejména při balení,

- důsledkem je poněkud kratší trvanlivost UHT mléka (ve srovnání s trvanlivostí výrobku sterilovaného v obalu) [5,26,55].

1.5.1 Ztráty vitamínů

Ztráty vitamínů závisejí na použitém způsobu sterilace. Následující tabulka ukazuje vliv druhu tepelného záhřevu na ztráty některých vitamínů obsažených v mléce. Z této tabulky je zřejmé, že nejvyšší ztráty u všech uvedených vitamínů má na svědomí konvenční sterilace. Ostatní typy tepelného ošetření mléka, včetně UHT záhřevu, vykazují ztráty vitamínů o poznání nižší.

Tab. 1. Závislost druhu záhřevu na ztrátách vitamínů [47]

	B ₁	B ₆	Kys. Listová	B ₁₂	C
Pasterace	10	0-5	5	10	5-15
UHT záhřev	5-15	10	10-20	10-20	10-20
Var	10-20	5-8	15	20	15-20
Konvenční sterilace	30-40	10-20	40-50	80-100	30-50

1.5.2 Denaturace bílkovin, změna barvy, chuti a vůně mléka

Při tepelném záhřevu se výrazněji projevuje denaturace albuminu a globulinu ve srovnání s ostatními bílkovinami mléka (kasein). Již při teplotách kolem 100 °C dochází k reakci vázaného asparaginu a glutaminu s vázaným lisylovým postraním řetězcem. Výsledkem je odštěpení amoniaku a vznik příčné kovalentní vazby (tzv. isopeptidová vazba) mezi polypeptidovými řetězci, čímž dochází k zesíťování proteinů. Takto isopeptidově vázaný lysin je nevyužitelný v trávicím traktu člověka, ztráty lysinu jsou u sterilovaného mléka v rozmezí 10 – 25 %. V UHT mléku však tvoří ztráty lysinu jen 0,4 – 0,8 % [8,55]. Další reakcí, v důsledku které dochází ke ztrátě aminokyselin a rovněž k uvolnění amoniaku, je tzv. Streckerova degradace aminokyselin. Z aminokyselin (α- popř. β-formy) vzniká přes několik meziproductů karbonylová sloučenina (zejména

aldehydy popř. methylketony) obsahující o jeden atom uhlíku méně než výchozí aminokyselina, dále oxid uhličitý a amoniak. Reakce iniciují oxidační činidla, např. hydroperoxydy mastných kyselin a jiné produkty oxidace lipidů či produkty Maillardovy reakce [55].

Dále se v mléce, které je silněji zahříváno (například při sterilaci v obalech), výrazněji projeví Maillardova reakce. V průběhu Maillardovy reakce vzniká řada velmi reaktivních karbonylových sloučenin, které reagují vzájemně a také s přítomnými aminosloučeninami. Průvodním jevem těchto reakcí je vznik hnědých pigmentů melanoidů, a proto se tyto reakce nazývají reakce neenzymového hnědnutí. Znalost struktury těchto sloučenin je velmi důležitá, neboť se významnou úlohou podílejí při tvorbě vonných a chuťových látek.

Reakčními partnery redukujících sacharidů jsou především bílkoviny a volné aminokyseliny. Bílkoviny reagují s redukujícími sacharidy především prostřednictvím ϵ -aminoskupiny vázaného lysinu. V malé míře se reakce účastní také α -aminoskupiny N-koncových aminokyselin a další funkční skupiny aminokyselin (např. merkaptoskupina cysteinu a guanidylová skupina argininu), reakcí se také účastní aminoskupiny amidů aminokyselin. U některých potravin (např. sýrů) se kromě bílkovin a aminokyselin významně podílejí na Maillardově reakci rovněž biogenní aminy [5,9,55].

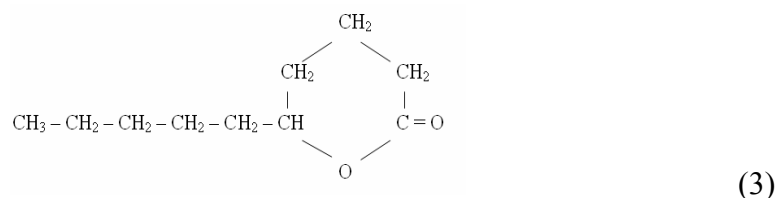
Vedle sacharidů, jejich degradačních produktů a degradačních produktů aminokyselin (aminy, amoniak, aldehydy aj.) se do reakcí zapojují také karbonylové sloučeniny již přítomné v potravinách jako primární látky (např. aldehydy a ketony vyskytující se v silicích, askorbová kyselina) a karbonylové sloučeniny vznikající v potravinách z jiných prekurzorů než sacharidů (např. aldehydy vzniklé oxidací tuků). Tím se celý komplex reakcí stává ještě složitějším.

Na průběh Maillardovy reakce má vliv celá řada faktorů, z nichž je možné jmenovat především teplotu, dobu reakce, pH prostředí, aktivitu vody, druh reaktantů, dostupnost reaktantů apod. V úvahu je třeba vzít i skutečnost, že jednotlivé faktory nepůsobí odděleně nýbrž současně a navíc se vzájemně ovlivňují.

Podstatným vlivem působícím nárůst intenzity průběhu Maillardovy reakce je přidavek surovin, které obsahují vyšší množství redukujících sacharidů. Takovými surovinami mohou být například: sušené odstředěné mléko, sušená syrovátka aj. Hnědnutí mléčných výrobků lze zabránit snížením teploty a doby zahřívání [5,9,55,56].

Průvodním jevem tepelné denaturace bílkovin jsou i změny v obsahu jednotlivých aminokyselin. Obsahem aminokyselin v mléce a mléčných produktech a jejich změnami vlivem různých faktorů se zabývali Kráčmar a kol. [28,31]. Buňka a kol. ve své práci [8] srovnávají rozdíl v obsahu aminokyselin v závislosti na pasteraci, nebo sterilaci tavených sýrů. V této práci je uvedeno, že sterilizace v porovnání s pasterací statisticky významně snižuje obsah některých aminokyselin (cystein, methionin, leucin, arginin, alanin, lysin, serin, histidin, kyselina asparagová, kyselina glutamová, isoleucin), u jiných aminokyselin byl rozdíl pouze zanedbatelný (threonin, prolin, valin, tyrosin).

Velký podíl výše popsaných reakcí také ovlivňuje chuťové vlastnosti tepelně upravených mléčných výrobků. Nejčastější změna chuti se projevuje u sterilovaného mléka jako karamelová a vařivá chuť. Karamelová chuť v silně zahřívaném mléce je způsobena δ – hydroxykaprinovým laktonem:



Příčinou vzniku vařivé chuti a vůně mohou být změny v sirných aminokyselinách, nejčastěji cysteinu. Při dlouhodobém skladování, především UHT mléka se může objevit tzv. lepenková a křídová chuť, což jsou změny oxidačního typu [5,25,55].

1.6 Vliv skladování na jakost tavených sýrů

Za předpokladu mikrobiologicky stabilních tavených sýrů jsou změny jejich jakosti během skladování ovlivňovány zejména čtyřmi hlavními faktory:

- složením taveného sýra,
- podmínkami při tavení,
- podmínkami při skladování,
- obalovým materiálem.

Vliv teploty a délky skladování na zvyšování tuhosti tavených sýrů v důsledku hydrolýzy polyfosfátů je odborníky široce studován. Celá řada experimentů srovnává vývoj konzistence tavených sýrů během skladování při chladírenské teplotě (pohybující se obvykle v rozmezí 5 – 10 °C) s výrobky uchovávanými při vyšších teplotách (cca 25 – 30 °C). Výsledky těchto pokusů se shodují v tvrzení, že s narůstající dobou skladování a při vyšších teplotách intenzita tuhnutí tavených sýrů roste, což zřejmě souvisí s hydrolýzou tavicích solí. Naopak skladování při nižších teplotách může vést k tvorbě krystalů tavicích solí [10].

Během skladování dochází v tavených sýrech ke změnám koncentrace těkavých látek, což zásadním způsobem ovlivní aroma výrobku. Vlivy na vývoj těkavých složek (zejména aldehydů, ketonů, alkoholů aj.) v tavených sýrech studovali SUNESEN a kol. [49], kteří uvádí tři hlavní prekursory pro vznik těkavých složek v těchto produktech, a to lipidy, laktosu a proteiny. Během ročního skladování se za všech skladovacích podmínek celkový obsah těkavých látek v tavených sýrech zvyšoval.

Obecně platí, že tužší produkty si udrží dobrou jakost déle než lehce roztíratelné výrobky s obvykle vyšším obsahem vody [48]. Při skladování tavených sýrů se setkáváme s následujícími změnami:

- ztráta vody,
- hydrolýza tavicích solí,
- tvorba krystalů,
- reakce způsobené termostabilními enzymy,
- neenzymatické hnědnutí,
- reakce způsobené vlivem světla a kyslíku,
- interakce s obalovým materiálem.

1.6.1 Ztráta vody

Obvyklé obalové materiály poskytují dobrou, ale ne absolutní bariéru proti ztrátě vody odparem. SCHÄR a BOSSET [48] udávají, že i v obalu s dobrými bariérovými vlastnostmi za 1 měsíc skladování při 20 °C může dojít k odparu a tím ztrátě na hmotnosti o 2 až 5 g·kg⁻¹ taveného sýra, což přispívá k tuhnutí produktu.

1.6.2 Hydrolýza tavicích solí

Velmi zajímavým a široce diskutovaným jevem je hydrolýza polyfosfátových tavicích solí. Hydrolýza začíná již při samotném procesu tavení a během 7 – 10 týdenního skladování je hydrolyzována již většina přítomných polyfosfátů. Snižování počtu monomerů v lineárním řetězci polyfosfátu má za následek postupné uvolňování vápenatých iontů z tavicích solí a jejich zapojování do dodatečného zesíťování proteinové matrice, v důsledku čehož dochází k tuhnutí tavených sýrů během skladování. Nejen vápenaté ionty, ale i hydrolýzou vzniklé nižší polyfosfáty se zapojují do dodatečného zesíťování proteinové matrice, v důsledku čehož dochází k tuhnutí tavených sýrů během skladování [10,42,48,53]. Podle NEY [42] je tento proces intenzivnější, dojde-li k předávkování tavicích solí popř. je-li do surovinové skladby zahrnut tzv. krém. Dalším následkem hydrolýzy polyfosfátových tavicích solí je snižování pH taveného sýru. To samotné přispěje k zvýšení tuhosti (vlivem přiblížení se pH izoelektrickému bodu kaseinu) [35] a dále podpoří vlastní hydrolýzu, která při nižším pH probíhá intenzivněji [39].

1.6.3 Krystalizace v tavených sýrech

V tavených sýrech běžně dochází k tvorbě krystalů. Krystaly dělíme na makrokrystaly a mikrokrystaly (velikost několik µg). Zatímco mikrokrystaly nejsme většinou schopni v produktu senzoricky rozpoznat, tvorba makrokrystalů v tavených sýrech je velmi nebezpečná, protože se vesměs vždy jedná o diskvalifikující jev, který senzoricky znehodnotí tento produkt. Na tomto místě se musí zdůraznit, že právě mikrokrystaly slouží jako zárodky pro vznik makrokrystalů. Nejčastěji nalézáme v tavených sýrech krystaly laktosy, krystaly fosfátů, citrátu vápenatého, nerozpuštěné tavicí soli a tyrosinu.

Krystalizaci v tavených sýrech způsobuje celá řada faktorů:

- předávkování tavicími solemi,
- přídavek sušené syrovátky (vysoký obsah laktosy),
- zárodky krystalů již v surovinách (krystalky tyrosinu, nerozpuštěné tavicí soli či písčité suroviny),
- vysoké teploty při výrobě tavených sýrů,
- skladování za vysokých teplot nad 37°C a velmi pomalé chladnutí tavených sýrů po utavení,
- skladování za nízkých teplot,
- špatně zvolené tavicí soli,
- pH vyšší jak 6,
- vyšší obsah tuku a další.

Tavicí soli způsobují krystaly zejména při silném předávkování anebo jsou vyvolány špatným rozpuštěním těchto solí. Nejnáchylnější jsou především soli citrátové. Naopak fosfátové soli i při vyšším předávkování krystalizaci téměř nepodléhají [54].

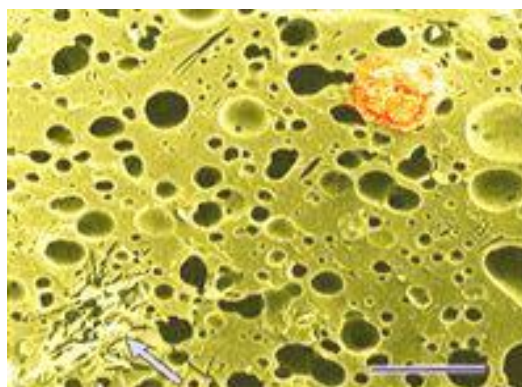
Laktosa krystaluje nejčastěji ve formě podlouhlých jehliček.

Volný tyrosin, který je velmi náchylný ke krystalizaci najdeme především v sýru Ementál a Gouda. Tyrosin způsobuje od malých po velké zrnité, ale měkké hrudky [45,48,54].

Různé formy krystalků nám zobrazují obr. 4 a 5, což jsou snímky z elektronového mikroskopu. Na obr. 4 vidíme krystalky nerozpuštěné tavicí soli (bílé), emulgovaný tuk (žlutý) a jsou zde zřetelně rozpoznatelné krystalky fosfátu vápenatého (červené). Byla použita metoda TEM (transmisní elektronová mikroskopie). Přímka udává velikost 5 μg . Obr. 5 nám ukazuje dutiny v bílkovinné matici, zanechávající po sobě nerozpuštěné krystalky tavicích solí (šipka). Dále jsou zde zřetelné tmavé kulovité dutinky, které po sobě zanechali tukové kuličky, a i na tomto snímku jsou snadno rozpoznatelné krystalky fosfátu vápenatého. Byla použita metoda SEM (skenovací elektronová mikroskopie). Přímka udává velikost 10 μg .



Obr. 4. Snímek z elektronového mikroskopu (TEM) [58].



Obr. 5. Snímek z elektronového mikroskopu (SEM) [58].

1.6.4 Reakce způsobené termostabilními enzymy

Během tavení absolutní většina enzymů denaturuje a tedy ztrácí svoji aktivitu. Bohužel některé enzymy se mohou po tavení znovu „reaktivovat“ a poté vykazovat určitý stupeň proteolytické aktivity. Toto prokázala práce Mulvihilla a McCarthyho [40,41], kteří zkoumali proteolytické změny u analogu taveného sýru vyrobeného ze sýřeniny. V této práci bylo dokázáno, že i po utavení si enzymy syřidla částečně uchovaly schopnost působit na tento výrobek. Hydrolýze podléhal více β - kasein, kdežto α_{S1} - kasein vykazoval podstatně méně změn.

Stejně jako *proteasy* mohou tavicí teplotu překonat i termostabilní *lipasy*. Toto nebezpečí se týká především sýrů s ušlechtilou plísní (Camembet). Tavený sýr vyrobený z Camembertu vykazoval, podle autora, během skladování znatelnou lipolitickou aktivitu.

Nicméně sterilační teplota by měla inaktivovat většinu termostabilních *proteas*, bohužel termostabilní *lipasy* jsou tepelně stabilnější, takže mohou sterilační teplotu snáze překonat [16,48].

1.6.5 Neenzymatické hnědnutí a vliv světla

Vliv doby skladování, teploty prostředí a přístupu světla na změnu barvy tavených sýrů sledovali KRISTENSEN a kol. [30]. Roční skladování tavených sýrů při 5 až 20 °C vede jen k malým změnám barvy. Srovnání obou skladovacích teplot mezi sebou vedlo rovněž k nepatrným rozdílům. Naopak významné změny vedoucí k vytvoření tmavšího odstínu byly zaznamenány při teplotě 37 °C. Hlavní příčinou tmavnutí sýrů je zřejmě Maillardova reakce [30,48]. Současně s hnědnutím pozorovali autoři i nárůst tuhosti tavených sýrů. Podle KRISTENSEN a kol. [30] je možné příčinu rovněž hledat v Maillardově reakci, při níž může dojít i k zesíťování proteinů. Vliv světla na barvu taveného sýru byl hodnocen jako mnohem menší než teplota a délka skladování [22].

1.6.6 Interakce s obalovým materiálem

U nás typický obalový materiál tvoří hliníková folie, která je pokryta ochranou polymerovou vrstvou, která prakticky zabraňuje migraci hliníku do taveného sýru. Také chrání hliník před korozí, kterou by způsobovaly tavicí soli a kyselé součásti tavicího sýru. Interakce obalových materiálů s taveným sýrem byla popsána v práci Gallmanna a kol. [18].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

2 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce s názvem **Vliv doby a teploty skladování na jakost sterilizovaných tavených sýrů** bylo:

1. zpracovat literární rešerši týkající se technologie výroby tavených sýrů, změn jakosti mlékárenských výrobků probíhajících v důsledku sterilizace a změn jakosti tavených sýrů v průběhu jejich skladování,
2. provést sledování změn jakosti sterilizovaných tavených sýrů v průběhu dvouročního skladování při dvou různých teplotách (8 °C a 23 °C), k monitoringu změn použít analytické a mikrobiologické metody a metody senzorické analýzy potravin,
3. výsledky statisticky vyhodnotit, u časových řad s využitím regresní analýzy,
4. na základě teoretické části a výsledků praktické části formulovat návrhy a doporučení týkajících se technologie výroby tavených sýrů určených ke sterilizaci a podmínek dlouhodobého (cca dvouročního) skladování.

3 METODIKA PRÁCE

3.1 Charakteristika analyzovaných vzorků

3.1.1 Charakteristika analyzovaných vzorků I. řady

První zkušební výroba sterilovaných tavených sýrů byla provedena ve společnosti MILCOM servis, as. Brandýs nad Labem dne 27. března 2002. Deklarované hodnoty taveného sýru byly: sušina 50 % (w/w), tuk v sušině 45 % (w/w). K výrobě byly použity suroviny: směs přírodních sýrů, máslo, voda a tavicí soli. Tavicí teplota byla 90 °C a celková doba tavení (od okamžiku započetí záhřevu po zahájení vypouštění) 10 minut. Tavenina byla ručně plněna z konví do 100-gramových laminovaných hliníkových obalů s přivařitelným víčkem. Po 24 hodinách byla část tavených sýrů sterilována ve sterilátoru LUBECA při teplotě 117 °C s výdrží 20 minut. Doba do dosažení sterilační teploty byla 10 minut a doba zchlazení na cca 25 °C činila 20 – 25 minut. Z této řady byly vytvořeny 2 skupiny tavených sýrů:

1. SL_I – vzorky ošetřeny sterilačním zásahem a skladovány při teplotě 8 ± 2 °C,
2. SS_I – vzorky ošetřeny sterilačním zásahem a skladovány při teplotě 23 ± 2 °C.

3.1.2 Charakteristika analyzovaných vzorků II. a III. řady

Druhá a třetí výroba byla provedena ve společnosti Želetavská sýrárna, a. s. dne 17. října 2002. Deklarované hodnoty taveného sýru byly: sušina 40 % (w/w), tuk v sušině 45 % (w/w). K výrobě byly použity suroviny: směs přírodních sýrů, máslo, tvaroh, voda a tavicí soli. Tavicí teplota byla 91 °C a celková doba tavení (od okamžiku započetí záhřevu po zahájení vypouštění) byla 5 minut. Tavenina byla strojově plněna do 100-gramových laminovaných hliníkových obalů s přivařitelným víčkem. Teplota taveniny při plnění v hloubce cca 5 cm pod povrchem byla nad 70 °C. Podmínky sterilace byly shodné jako v kapitole 3.1.1. Z obou řad byly vyčleněny 2 skupiny vzorků (tedy celkem 4):

1. SL_{II} , SL_{III} – ošetřeny sterilačním zásahem a skladovány při teplotě 8 ± 2 °C,

2. SS_{II}, SS_{III} – ošetřeny sterilačním zásahem a skladovány při teplotě 23 ± 2 °C.

3.1.3 Charakteristika analyzovaných vzorků řady IV

Čtvrtá výroba byla provedena ve společnosti MADETA a. s. dne 23. května 2003. Deklarované hodnoty taveného sýru byly: sušina 40 % (w/w), tuk v sušině 45 % (w/w). K výrobě byly použity suroviny: směs přírodních sýrů, máslo, tvaroh, voda a tavicí soli. Tavicí teplota byla 94 °C a celková doba tavení (od okamžiku započetí záhřevu po zahájení vypouštění) byla 10 minut. Tavenina byla strojově plněna do 100-gramových laminovaných hliníkových obalů s přivařitelným víčkem. Parametry sterilace byly shodné jako v kapitole 3.1.1. Ze IV řady byly vyčleněny 2 podskupiny vzorků:

1. SL_{IV} – vzorky ošetřeny sterilačním zásahem a skladovány při teplotě 8 ± 2 °C,
2. SS_{IV} – vzorky ošetřeny sterilačním zásahem a skladovány při teplotě 23 ± 2 °C.

3.1.4 Charakteristika analyzovaných vzorků řady V

Pátá výroba byla provedena ve společnosti MADETA a. s. dne 19 června 2003. Deklarované hodnoty taveného sýru byly: sušina 40 % (w/w), tuk v sušině 45% (w/w). K výrobě byly použity suroviny: směs přírodních sýrů, máslo, tvaroh, voda a tavicí soli. V surovinové skladbě byla zastoupena v množství necelých 0,5 % (w/w) sušená syrovátka. Parametry tavení a sterilace byly shodné jako v kapitole 3.1.1. Z V řady byly vyčleněny 2 podskupiny vzorků:

3. SL_V – vzorky ošetřeny sterilačním zásahem a skladovány při teplotě 8 ± 2 °C,
4. SS_V – vzorky ošetřeny sterilačním zásahem a skladovány při teplotě 23 ± 2 °C.

3.2 Seznam provedených analýz

Všechny vzorky byly do provedení analýz skladovány při teplotě 8 ± 2 °C resp. 23 ± 2 °C (s výjimkou vzorků určených pro termostatové zkoušky). Jejich analýza zahrnovala:

- mikrobiologickou analýzu zahrnující termostatovou zkoušku (ověření obchodní sterility), dále zde budou prezentovány výsledky práce Ing. Danielové [11], jako výsledky mikrobiologické analýzy na vstupu (celkový počet mikroorganismů, *koliformní mikroorganismy*, *Staphylococcus aureus*, plísňe, aerobní a anaerobní sporuláty a termostatovou zkoušku (ověření obchodní sterility);
- chemickou analýzu (stanovení sušiny, pH a obsah amoniaku);
- senzorickou analýzu (sledování vzhledu a barvy, konzistence, chutě a vůně a celkového hodnocení).

3.3 Mikrobiologická analýza

Vstupní mikrobiologická analýza daných tavených sýrů byla převzata z diplomové práce Ing. Hany Danielové [11] a sestávala se z vyšetření v rozsahu vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 294/1997 Sb. v platném znění (celkový počet mikroorganismů, koliformní bakterie, *Staphylococcus aureus* a plísně), tato vyhláška byla nahrazena vyhláškou 132/2004 Sb. V rámci vstupních analýz byla provedena i termostatová zkouška na obchodní sterilitu v souladu s vyhláškami Ministerstva zemědělství č. 287/1999 Sb. a Ministerstva zdravotnictví č. 294/1997 Sb. v platném znění (v době provádění pokusů).

Výstupní mikrobiologická analýza sterilovaných tavených sýrů se skládala z vyšetření provedených v rozsahu vyhlášky 132/2004 Sb. v platném znění a vyhlášky 375/2003 Sb. v platném znění (celkový počet mikroorganismů a zkouška obchodní sterility). Metodicky se postupovalo v souladu s českými technickými normami, zejména:

- ČSN ISO 6610, Mléko a mléčné výrobky – Stanovení počtu jednotek mikroorganismů tvořících kolonie – Technika počítání kolonií vykultivovatných při 30 °C,

3.3.1 Stanovení celkového počtu mikroorganismů

Ke stanovení celkového počtu mikroorganismů byl odebrán vzorek taveného sýru o hmotnosti 10 g a zhomogenizován s 90 ml fyziologického roztoku. Z takto upraveného vzorku se připraví další ředění a to až do stupně, ve kterém je možné stanovit předpokládaný počet mikroorganismů v 1 g zkoumaného vzorku. Do Petriho misek byl sterilní pipetou napipetován 1 ml vzorku z vybraného ředění. Inokulum v Petriho misce se poté přelilo asi 15 ml kultivační půdy Plate Count Agar. Inokulum se v misce promíchalo s kultivační půdou a směs se nechala ztuhnout. Sterilita kultivační půdy byla ověřena kontrolní plotnou, která obsahovala pouze kultivační půdu. Plotny byly obráceny dnem vzhůru a inkubovány v termostatu při teplotě 37°C po dobu 48 hodin. Po uplynulé době inkubace se počítaly narostlé kolonie.

3.3.2 Ověření obchodní sterility

K ověření obchodní sterility byla použita termostatová zkouška podle vyhlášky Ministerstva zemědělství 202/2003 Sb. ve znění vyhlášky 375/2003 Sb. v platném znění. Jednalo se o zjištění celkového počtu mikroorganismů po inkubaci konzervy po dobu 7 dní při teplotě 37°C, který se nesmí zvýšit o více než 10^2 ve srovnání s celkovým počtem mikroorganismů před inkubací (v této práci byla použita delší doba inkubace 12 dní).

Interpretace výsledků se prováděla v souladu s citovanými českými technickými normami. Při zjištění menšího počtu jednotek tvořících kolonie (JTK) na Petriho misce než 10 JTK se výsledek vyjadřuje takto: počet mikroorganismů v gramu materiálu je menší než hodnota daná vztahem:

$$10 \cdot \frac{1}{d} \quad (4)$$

Kde d je použité ředění (v této práci 10^{-1}). Výsledek pak zní: počet mikroorganismů v 1 g taveného sýru je menší než 100 (například ČSN ISO 6610).

3.4 Chemická analýza

3.4.1 Stanovení sušiny a pH

Hodnoty pH byly měřeny přímo vpichovým pH-metrem (typ: GRYF 209). Pro stanovení sušiny byla použita modifikovaná mezinárodní standardní metoda FIL-IDF 4. Podstatou je vysoušení sýra při 105 °C do konstantní hmotnosti. Metoda slouží k přesnému stanovení a v případech sporných jako metoda rozhodčí. Po důkladném rozmíchání (asi 5 g vzorku sýra a 15 g vysušeného křemenného písku) se miska se vzorkem vloží do sušárny a vysouší při 105 ± 1 °C. Výpočet obsahu sušiny v % (w/w) [12]:

$$S = \frac{c - a}{b - a} \cdot 100 \quad (5)$$

kde S ... obsah sušiny v % (w/w)

a ... hmotnost misky s pískem

b ... hmotnost misky s pískem a sýrem

c ... hmotnost po vysušení

3.4.2 Stanovení amoniaku Conwayovou metodou

Princip Conwayovy metody spočívá ve vytěsnění amoniaku ze vzorku (směs analyzovaného materiálu a destilované vody v poměru 1:3) nasyceným roztokem uhličitanu draselného. Vytěsněný amoniak je absorbován roztokem kyseliny borité umístěné v jiné části Conwayovy nádoby. Množství absorbovaného amoniaku se určí titračně kyselinou sírovou [23,43]. Výsledky se udávají v mg.kg⁻¹ analyzovaného materiálu.

3.5 Senzorická analýza

Senzorické hodnocení zahrnovalo posuzování pomocí pětibodových jakostních ordinálních stupnic hédonického typu s charakteristikou každého stupně. Orientace škály byla volena tak, že 1. stupeň byl vyhrazen úrovni „vynikající“ a 5. stupeň úrovni „nevyhovující“. Takto byly posuzovány 4 senzorické znaky: vzhled a barva, konzistence, chuť a vůně, celkové hodnocení. Vzor použitých stupnic pro senzorické hodnocení pomocí pětibodových ordinálních stupnic je uveden v příloze P II. Senzorická analýza byla doplněna 3 párovými porovnávacími zkouškami, které dovolují zachytit mezi srovnávanými vzorky menší odchylky v porovnání se stupnicovými metodami [21]. Vzor použitého formuláře včetně párových porovnávacích zkoušek je uveden v příloze P III. Senzorické analýzy se vždy zúčastnilo 24 hodnotitelů.

3.6 Statistické vyhodnocení výsledků

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

K vyhodnocení všech analýz bylo použito číslování měsíců $n + 1$, a to z důvodu použitých statistických analýz, které nemohou počítat s nultým měsícem.

K vyhodnocení chemických analýz byly použity neparametrické metody. Bylo přitom využito programu UNISTAT sloužícího ke statistickému vyhodnocování dat. Tímto způsobem byly srovnány výsledky analýz v sedmém, třináctém, devatenáctém, pětadvacátém a v jednom případě jednatřicátém měsíci skladování. Kromě toho, pro stanovení časové řady byly využity výsledky získané z diplomové práce Ing. Danielové [11] jako výsledky analýzy na vstupu (u I. řady také výsledky v 7. měsíci skladování).

Pro stanovení časových řad u obsahu amoniaku byl využita regresní analýza. Testován byl přímkový, logaritmický a parabolický model a na základě zvolených statistických znaků (reziduální rozptyl – resp. průměrný reziduální součet čtverců, index determinace, MEP – mezní kvadratická chyba predikce a AIC – Akaikeho informační kritérium) byl vybrán nejvhodnější model (logaritmický). Pro vyhodnocení hodnot amoniaku v tavených sýrech skladovaných za rozdílných teplot byl využit neparametrický „Wilcoxonův“ test, určený pro srovnávání dvou výběrů majících jiné než normované normální rozdělení. Analýza rozptylu byla provedena Kruskal-Wallisovým testem, který je určený pro srovnání více jako dvou výběrů, které nemají normované normální rozdělení (analýza sušiny).

Výsledky senzorických analýz byly statisticky vyhodnoceny za použití Wilcoxonova jednostranného testu, který bere na zřetel druh použité ordinální stupnice, a Studentova T-testu, pro výběry mající normované normální rozdělení. K výpočtům byl použit program Statk25 [6,7,20,21,36,37].

4 VÝSLEDKY A DISKUSE

4.1 Výsledky mikrobiologických analýz I. až V. řady

V této části budou citovány výsledky mikrobiologických analýz na vstupu převzaté z práce Ing. Danielové [11] (tabulka 2 a 3) a poté výsledky mikrobiologických analýz na výstupu v 25. respektive 31. měsíci skladování (tabulka 4).

4.1.1 Mikrobiologická analýza provedená na vstupu

Při vstupních mikrobiologických analýzách I. až III. řady bylo vyšetřeno vždy 5 náhodně odebraných kusů ze vzorků sterilovaných tavených sýrů. U IV. a V. řady byly vyšetřeny 2 náhodně odebrané kusy ze vzorků. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 2, a to souhrnně pro všech 5 řad, protože interpretace se neliší vzhledem k velmi nízkému počtu vykultivovaných JTK. U sterilovaných tavených sýrů byly provedeny i termostátové zkoušky, jejichž hodnoty jsou uvedeny v tabulce 3.

Tab. 2. Výsledky mikrobiologických zkoušek na vstupu u sterilovaných tavených sýrů řad I – V [JTK.g⁻¹]

Ukazatel	Počet JTK na 1 g sýra řad I. –V.
Celkový počet mikroorganismů (CPM)	< 100
Koliformní mikroorganismy	< 100
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 100
Plísňe	< 100
Aerobní sporulující mikroorganismy	< 100
Anaerobní sporulující mikroorganismy	< 100

Mikrobiologická jakost tavených sýrů řad I. až V. byla po výrobě vyhovující a odpovídá kritériím stanovených ve Vyhlášce Ministerstva zdravotnictví 294/1997 Sb., která byla v době měření v platném znění.

Dále byla provedena termostatová zkouška na vzorcích každé řady, důvodem bylo zjištění, zda vzorky odpovídají požadavkům obchodní sterility, o které se zmiňuje vyhláška 294/1997 Sb. v době měření v platném znění.

Tab. 3. Výsledky termostatových zkoušek provedených na vstupu pro celkový počet mikroorganismů sterilovaných tavených sýrů řad I – V skladovaných v termostatu po dobu 7 a 14 dnů při 37 °C [JTK.g⁻¹]

Řada tavených sýrů	CPM v JTK na 1 g sýru při skladování v termostatu po dobu	
	7 dnů	14 dnů
Řada I.	< 100	< 100
Řada II.	< 100	< 100
Řada III.	< 100	< 100
Řada IV.	< 100	< 100
Řada V.	< 100	< 100

Na základě výsledků termostatové zkoušky po 7 a 14 dnech inkubace při 37 °C lze konstatovat, že u sterilovaných tavených sýrů I. až IV. řady se nevyskytla jediná JTK a to u všech provedených testů na vstupu. Tato skutečnost potvrzuje, že použitý sterilační režim inaktivoval vegetativní i sporulující formy přítomných mikroorganismů.

4.1.2 Mikrobiologická analýza provedená po 24 měsících skladování

Následující tabulka uvádí výsledky mikrobiologické analýzy prováděné v 25. měsíci skladování řady II. – V. resp. v 31. měsíci skladování řady I. Vzorky všech 5 řad byly opět vybrány náhodným výběrem. Pro analýzu byla zvolena termostatová zkouška s dobou inkubace při 37 °C 14 dní, poté bylo prováděno vyšetření celkového počtu mikroorganismů s použitím dvojího ředění. Z důvodu nedostatečného počtu vzorků nebylo možno provést mikrobiologickou analýzu v 31. měsíci skladování u vzorku SL_I. Ze stejného důvodu nebylo možné provést mikrobiologickou analýzu v 25. měsíci skladování u vzorku SS_{IV}.

Tab. 4. Výsledky termostátových zkoušek pro CPM sterilovaných tavených sýrů řady I. – V. , provedených v 25. resp. 31. měsíci skladování

Řada tavených sýrů	Vzorek	CPM v JTK na 1 g tav. sýru
I.	SLI	x ¹⁾
	SSI	< 100
II.	SLII	< 100
	SSII	< 100
III.	SLIII	< 100
	SSIII	< 100
IV.	SLIV	< 100
	SSIV	x ¹⁾
V.	SLV	< 100
	SSV	< 100

¹⁾ analýza nebyla provedena

4.2 Výsledky základních chemických analýz

4.2.1 Vyhodnocení sušiny sterilovaných tavených sýrů

Změny v obsahu sušiny v průběhu 31 respektive 25 měsíců skladování byly vyhodnoceny Kruskal-Wallisovým testem. U vzorků SL_I , SS_I , SS_{II} , SS_{IV} , SL_V a SS_V byl shledán statisticky významný rozdíl v obsahu sušiny během skladování těchto vzorků. Podrobněji tyto statisticky významné rozdíly zobrazuje příloha P IV. Tyto rozdíly však nevykazovaly žádný statisticky významný trend. Z tohoto lze určit, že příčina rozdílnosti v obsahu sušiny je dána rozdílností vzorků v jednotlivých řadách.

Naopak u řad SL_{II} , SL_{III} , SS_{III} a SL_{IV} nebyl shledán žádný statisticky významný rozdíl. To potvrzuje předchozí tvrzení, že během skladování v hermeticky uzavřených obalech k žádným statisticky významným změnám v obsahu sušiny nedochází.

Naměřené hodnoty sušiny u jednotlivých řad v průběhu 31 respektive 25 měsíců zobrazují následující tabulky 5 – 7. Každá jednotlivá hodnota sušiny uvedena v následujících 3 tabulkách byla vypočítána z 4 až 15 výsledků samostatných stanovení. Porovnání dvojic jednotlivých řad se nalézá v příloze P IV.

Tab. 5. Hodnoty sušiny sterilovaných tavených sýrů I. řady v průběhu 31 měsíčního skladování¹⁾

Doba skladování (měsíce)	Řada I	
	SL_I	SS_I
1	$45,35 \pm 0,23$	$45,35 \pm 0,23$
7	$45,13 \pm 0,22$	$44,76 \pm 0,15$
13	$45,65 \pm 0,10$	$44,91 \pm 0,14$
19	$45,35 \pm 0,39$	$45,28 \pm 0,48$
25	$44,86 \pm 0,09$	$45,31 \pm 0,17$
31	$45,04 \pm 0,16$	$44,66 \pm 0,11$

¹⁾ V tabulce jsou uvedeny v hmot. % aritmetické průměry jednotlivých stanovení $\pm$ výběrová směrodatná odchylka

Tab. 6. Hodnoty sušiny sterilovaných tavených sýrů II. a III. řady v průběhu 25 měsíčního skladování¹⁾

Doba skladování (měsíce)	Řada II		Řada III	
	SL _{II}	SS _{II}	SL _{III}	SS _{III}
1	38,66 ± 0,49	38,66 ± 0,49	41,22 ± 0,58	41,22 ± 0,58
7	38,92 ± 0,09	38,77 ± 0,14	41,98 ± 0,11	41,29 ± 0,12
13	38,46 ± 0,16	39,56 ± 0,08	41,43 ± 0,36	41,24 ± 0,17
19	38,64 ± 0,17	38,64 ± 0,14	41,41 ± 0,20	41,21 ± 0,14
25	38,78 ± 0,25	38,71 ± 0,12	41,68 ± 0,31	40,47 ± 0,06

¹⁾ V tabulce jsou uvedeny v hmot. % aritmetické průměry jednotlivých stanovení ± výběrová směrodatná odchylka

Tab. 7. Hodnoty sušiny sterilovaných tavených sýrů IV. a V. řady v průběhu 25 měsíčního skladování¹⁾

Doba skladování (měsíce)	Řada IV		Řada V	
	SL _{IV}	SS _{IV}	SL _V	SS _V
1	37,80 ± 0,24	37,80 ± 0,24	37,28 ± 0,23	37,28 ± 0,23
7	38,05 ± 0,21	38,51 ± 0,21	36,95 ± 0,16	36,30 ± 0,25
13	37,80 ± 0,34	38,03 ± 0,38	37,52 ± 0,42	36,63 ± 0,25
19	37,76 ± 0,11	37,82 ± 0,23	37,60 ± 0,31	37,08 ± 0,14
25	37,93 ± 0,23	38,13 ± 0,05	37,46 ± 0,21	37,75 ± 0,09

¹⁾ V tabulce jsou uvedeny v hmot. % aritmetické průměry jednotlivých stanovení ± výběrová směrodatná odchylka

Vyhodnocení změn sušiny tavených sýrů v závislosti na podmínkách skladování

U jednotlivých řad byl dále vyhodnocován rozdíl ve změně sušiny v závislosti na teplotě skladování, tedy rozdíl mezi skladováním při teplotách 8 ± 2 °C a 23 ± 2 °C. Vzorky byly srovnávány v 13. a 31. respektive 13. a 25. měsíci. Získané výsledky jsou zobrazeny v následující tabulce.

Tab. 8. Srovnání sušiny vzorků skladovaných za rozdílných teplot u řad I – V¹⁾

Doba skladování (měsíce)	Řada				
	I.	II.	III.	IV.	V.
13.	SL > SS	SL < SS	x	SL = SS	SL = SS
25.	x	x	SL > SS	SL = SS	SL < SS
31.	SL > SS	SL = SS	x	x	x

¹⁾ SL > SS – vzorek SL má statisticky významně vyšší sušinu než vzorek SS; SL < SS – vzorek SL má statisticky významně nižší sušinu než vzorek SS; SL = SS mezi vzorky není statisticky významný rozdíl; x – nebylo vyhodnocováno.

Získané výsledky ukazují, že v řadě I byl prokázán statisticky významně vyšší obsah sušiny ve vzorcích skladovaných při 8 ± 2 °C, tento výsledek byl vyhodnocen také u III. řady po 2 letech skladování. Vyšší sušinu při teplotě skladování 23 ± 2 °C vykazovaly vzorky u II. řady po ročním skladování a u V. řady po dvou letech skladování. Ve zbylých řadách (IV.) a měsících skladování (31. pro II. řadu a 13. pro V. řadu) nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v obsahu sušiny pro vzorky tavených sýrů skladovaných za rozdílných teplot. I tyto výsledky nás dále utvrzují ve faktu, že hodnoty sušiny nejsou závislé ani na délce skladování ani na skladovacích teplotách (pokud je tavený sýr dobře hermeticky uzavřen), a že zjištěné rozdíly můžeme spíše připsat rozdílnosti mezi jednotlivými vzorky.

Z výsledků analýzy sušiny můžeme potvrdit, že vybraný obal zvolený pro tavené sýry má dostatečné bariérové vlastnosti zabraňující výraznějším ztrátám vody viz. kapitola 1.6.1.

4.2.2 Vyhodnocení pH

Následující tabulky ukazují naměřené hodnoty pH v prvním a posledním měsíci skladování. Tyto hodnoty jsou aritmetické průměry z 2 až 5 jednotlivých stanovení. Můžeme si z nich povšimnout, že v průběhu skladování došlo jen k velmi mírné změně pH. Tento výsledek lze s největší pravděpodobností přisoudit pufovacím schopnostem tavicích solí uvedeným v kapitole 1.2.2.

Tab. 9. Vyhodnocení pH tavených sýrů řady I ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	Řada I	
	SL _I	SS _I
1	5,85 ± 0,01	5,85 ± 0,01
31	5,69 ± 0,13	5,72 ± 0,05

¹⁾ V tabulce jsou uvedeny aritmetické průměry jednotlivých stanovení ± výběrová směrodatná odchylka

Tab. 10. Vyhodnocení pH tavených sýrů řad II a III ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	Řada II		Řada III	
	SL _{II}	SS _{II}	SL _{III}	SS _{III}
1	5,69 ± 0,02	5,69 ± 0,02	5,69 ± 0,04	5,69 ± 0,04
25	5,61 ± 0,04	5,59 ± 0,03	5,65 ± 0,01	5,64 ± 0,04

¹⁾ V tabulce jsou uvedeny aritmetické průměry jednotlivých stanovení ± výběrová směrodatná odchylka

Tab. 11. Vyhodnocení pH tavených sýrů řad IV a V ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	Řada IV		Řada V	
	SL _{IV}	SS _{IV}	SL _V	SS _V
1	5,62 ± 0,02	5,62 ± 0,02	6,09 ± 0,01	6,09 ± 0,01
25	5,64 ± 0,00	5,74 ± 0,00	6,15 ± 0,00	6,13 ± 0,00

¹⁾ V tabulce jsou uvedeny aritmetické průměry jednotlivých stanovení ± výběrová směrodatná odchylka

4.2.3 Vyhodnocení amoniaku jednotlivých vzorků v průběhu doby skladování

Při vyhodnocování výsledků analýzy obsahu volného amoniaku v průběhu skladování při teplotách 8 ± 2 °C a 23 ± 2 °C byla u sterilovaných tavených sýrů použita regresní analýza. Byl testován přímkový, logaritmický a parabolický model a na základě charakteristik s^2R , i^2 , MEP a AIC (reziduální rozptyl – resp. průměrný reziduální součet čtverců, index determinace, MEP – mezní kvadratická chyba predikce a AIC – Akaikeho informační kritérium) byl zvolen model logaritmický jako nejlépe vystihující závislost nárůstu volného amoniaku na době skladování pro všechny vzorky taveného sýru.

Všechny vzorky se shodovaly v růstu obsahu amoniaku v průběhu skladování, nejvyšší růst zaznamenávaly vzorky v prvních měsících skladování a zhruba po roce se růst začal viditelně zpomalovat, což nám ukazují následující obrázky 5 až 13. Tento trend lze přisoudit postupnému vyčerpávání reaktantů, vedoucích v konečné fázi k uvolňování amoniaku (viz. Steckerova degradace aminokyselin kapitola 1.5.2; dále reakce volného asparaginu a glutaminu kapitola 1.5.2). Další zpomalení uvolňování amoniaku lze také vysvětlit klesající aktivitou termorezistentních enzymů.

Hodnoty získané při chemických analýzách nám ukazují tabulky 14 až 16.

Tab. 12. Hodnoty amoniaku [$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$] sterilovaných tavených sýrů řady I ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	Řada I	
	SL _I	SS _I
1	x	x
7	258,40 ± 7,04	279,00 ± 13,52
13	296,39 ± 8,62	310,25 ± 7,52
19	311,67 ± 12,02	344,25 ± 8,30
25	306,00 ± 10,75	384,29 ± 10,11
31	320,88 ± 10,89	394,09 ± 16,69

¹⁾ V tabulce jsou uvedeny aritmetické průměry jednotlivých stanovení ± výběrová směrodatná odchylka; x - v 1. měsíci nebyl amoniak u řady I ještě stanovován

Tab. 13. Hodnoty amoniaku [$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$] sterilovaných tavených sýrů řady II a III¹⁾

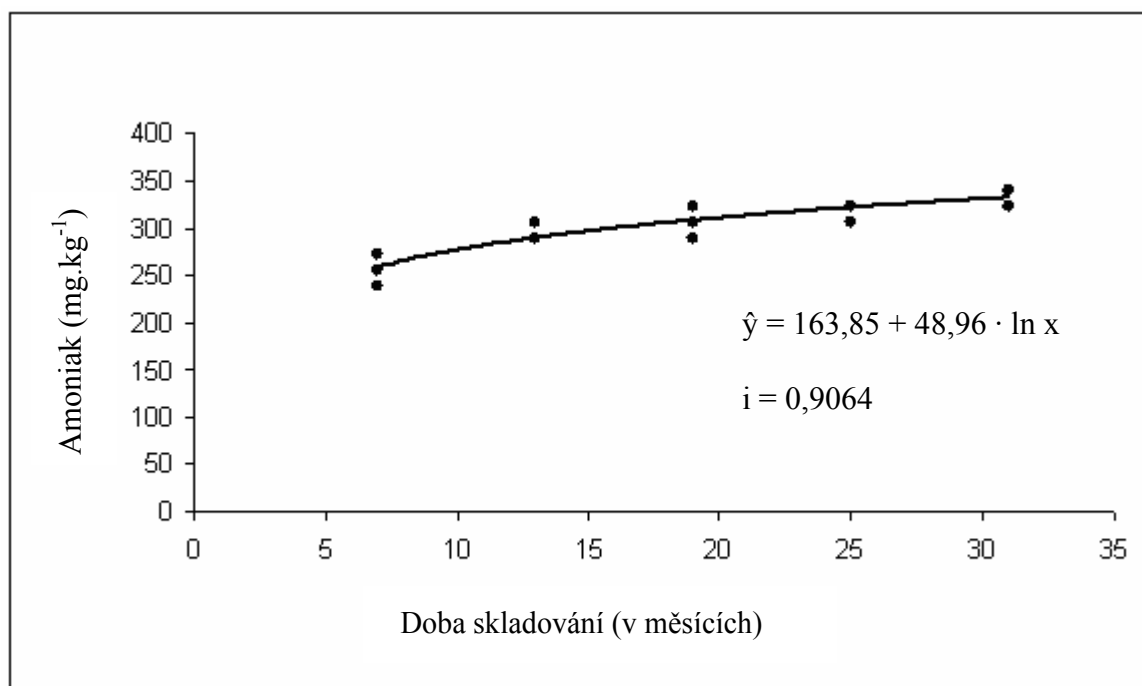
Doba skladování (měsíce)	Řada II		Řada III	
	SL II	SS II	SL III	SS III
1	215,69 ± 10,24	220,06 ± 15,93	236,45 ± 12,75	235,04 ± 14,18
7	247,27 ± 8,88	281,91 ± 8,75	290,55 ± 9,17	318,75 ± 7,69
13	263,50 ± 11,46	314,50 ± 8,88	301,14 ± 8,30	332,71 ± 9,09
19	268,60 ± 7,60	323,00 ± 10,75	315,71 ± 9,09	343,75 ± 11,49
25	250,14 ± 12,35	331,50 ± 14,22	324,55 ± 14,13	347,56 ± 14,99

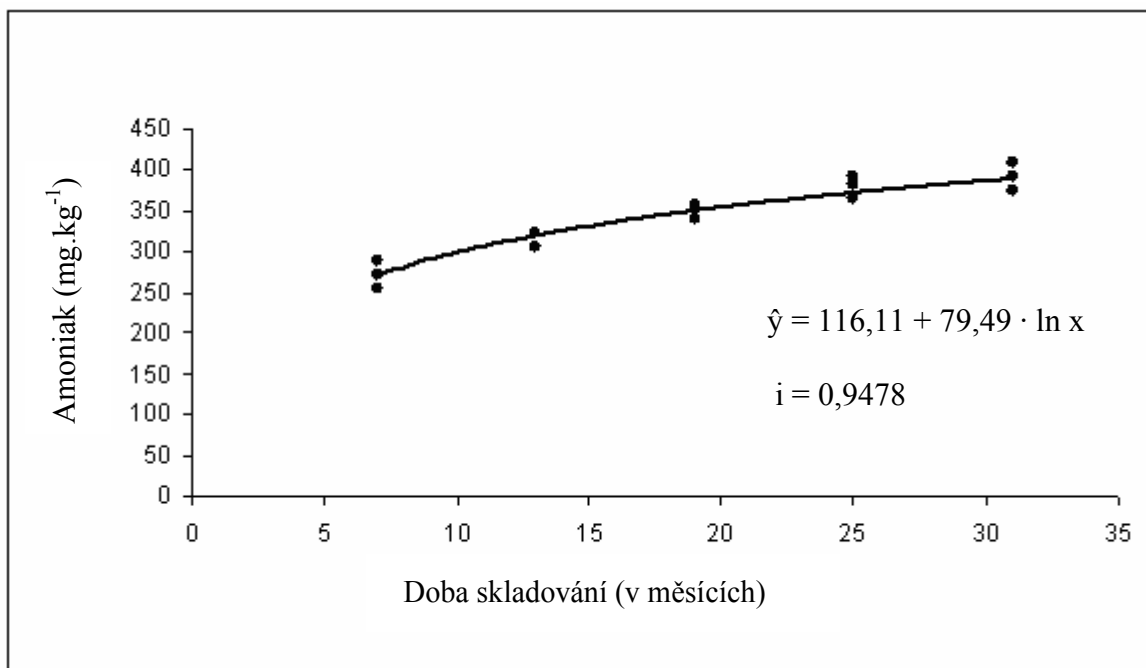
¹⁾ V tabulce jsou uvedeny aritmetické průměry jednotlivých stanovení ± výběrová směrodatná odchylka

Tab. 14. Hodnoty amoniaku [$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$] sterilovaných tavených sýrů řady IV a V¹⁾

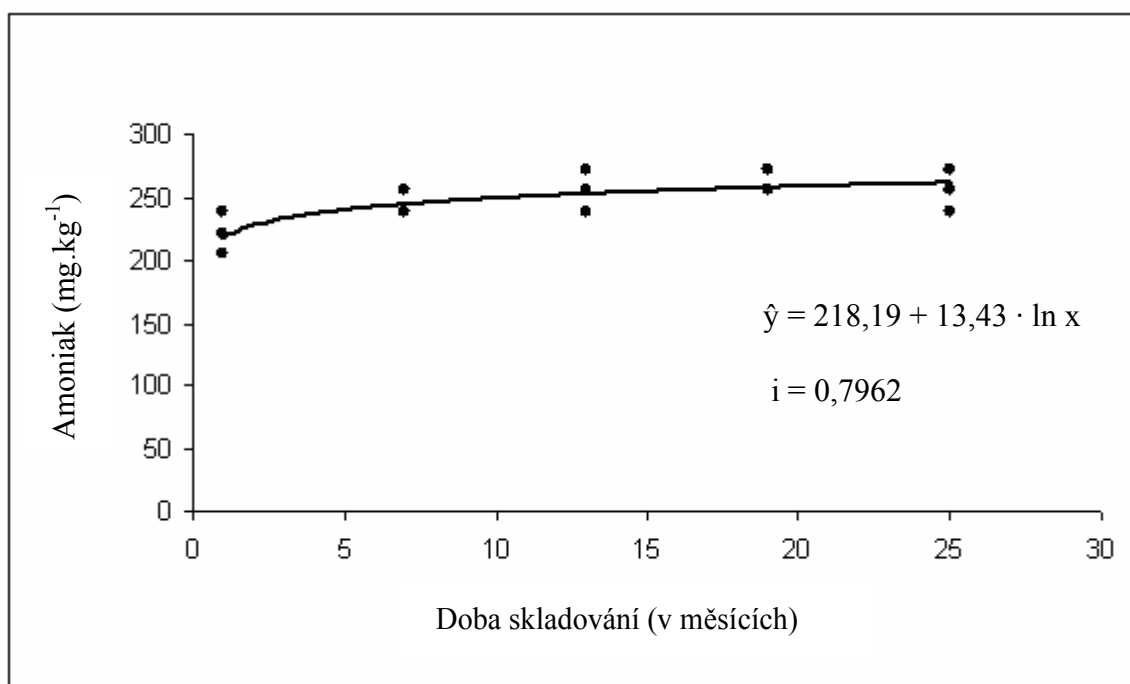
Doba skladování (měsíce)	Řada IV	Řada V	
	SS IV	SL V	SS V
1	198,77 ± 8,17	181,33 ± 8,37	181,33 ± 8,37
7	253,58 ± 12,98	212,50 ± 20,82	232,33 ± 8,5
13	252,57 ± 11,73	212,43 ± 8,02	238,00 ± 9,81
19	252,17 ± 16,71	182,01 ± 18,66	258,92 ± 18,56
25	251,60 ± 22,85	199,48 ± 14,84	245,31 ± 18,87

¹⁾ V tabulce jsou uvedeny aritmetické průměry jednotlivých stanovení ± výběrová směrodatná odchylka

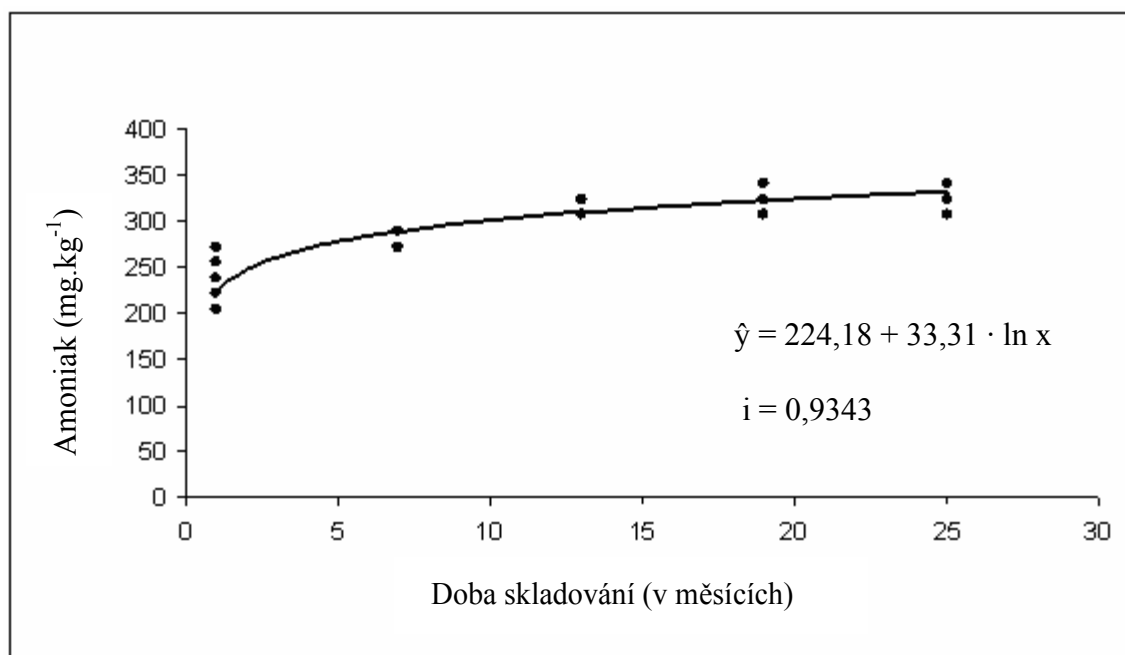
Obr. 6. Vývoj amoniaku ve vzorku SL₁ v průběhu 31 měsíčního skladování



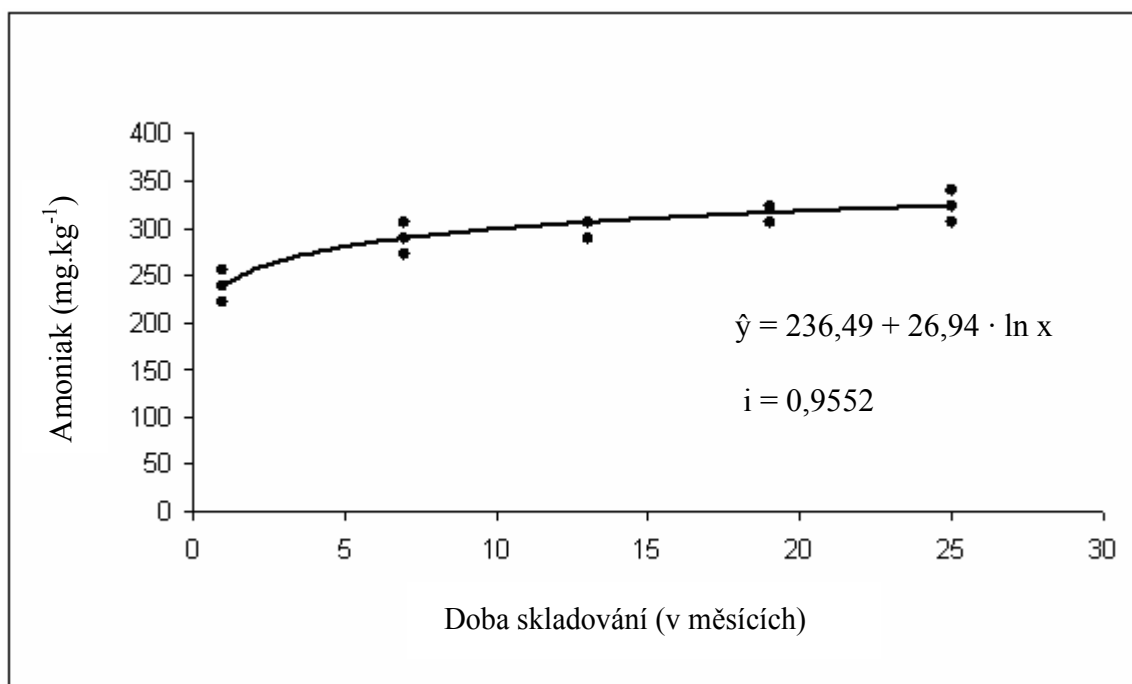
Obr. 7. Vývoj amoniaku ve vzorku SS_I v průběhu 31 měsíčního skladování



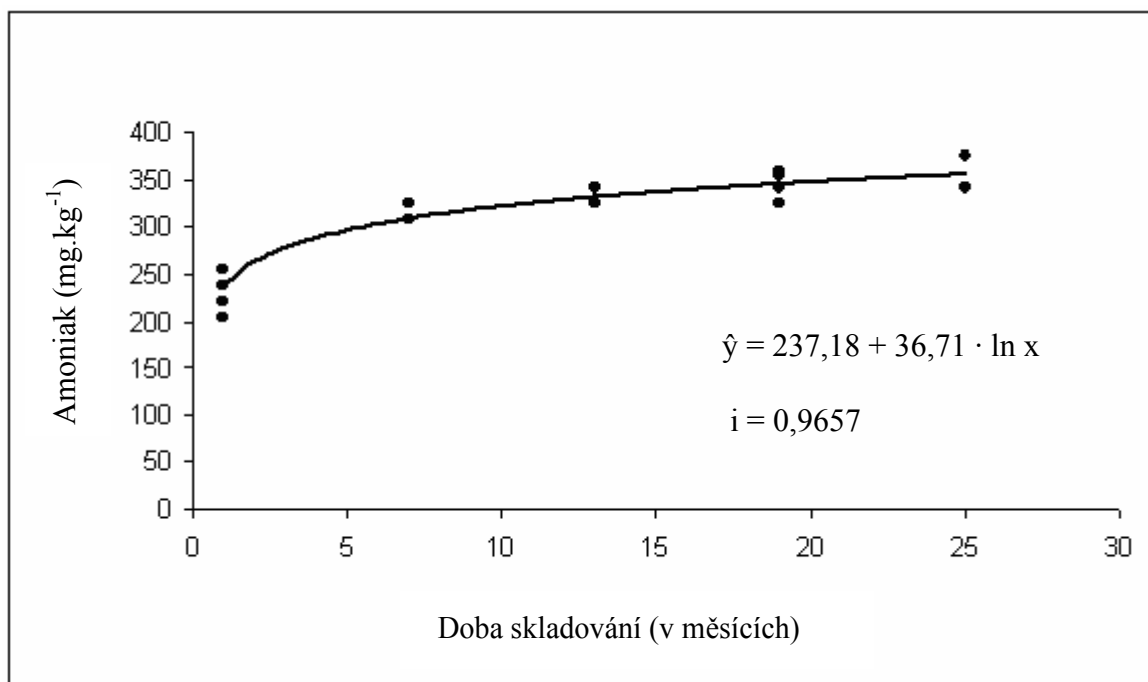
Obr. 8. Vývoj amoniaku ve vzorku SL_{II} v průběhu 25 měsíčního skladování



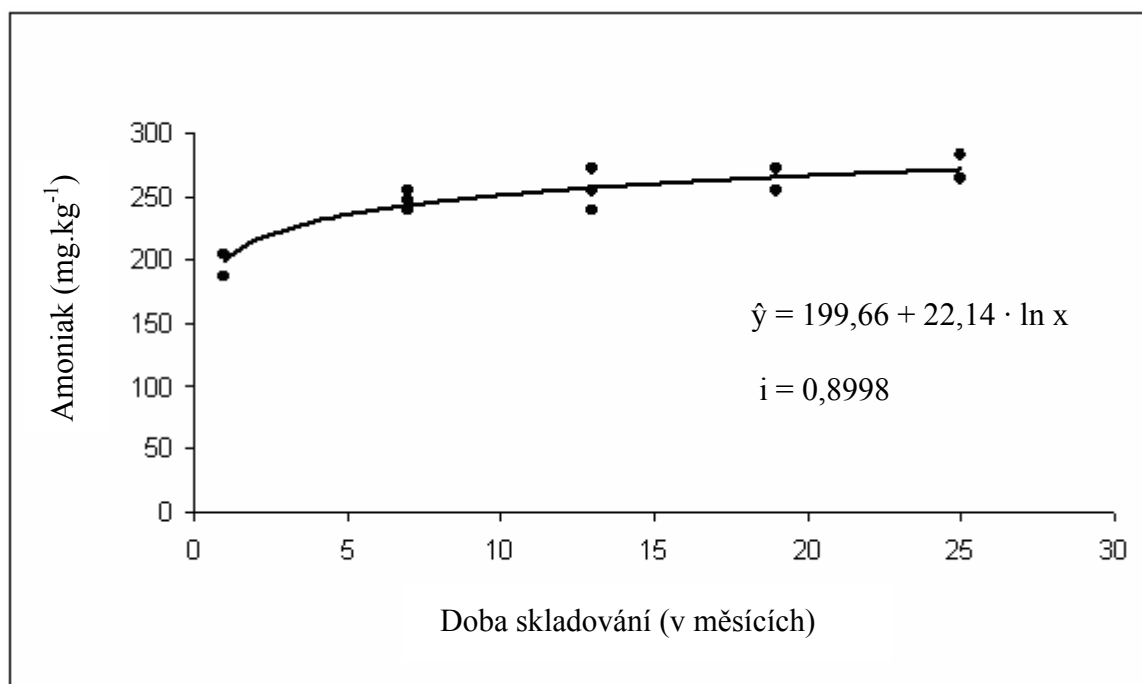
Obr. 9. Vývoj amoniaku ve vzorku SS_{II} v průběhu 25 měsíčního skladování



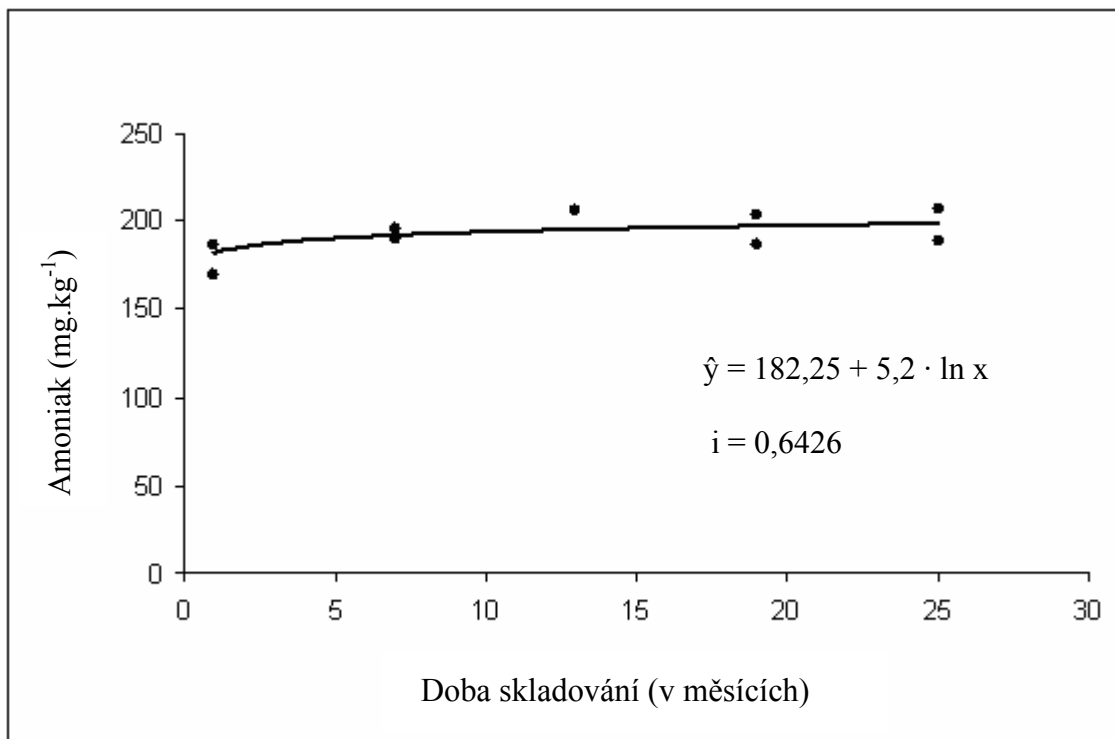
Obr. 10. Vývoj amoniaku ve vzorku SL_{III} v průběhu 25 měsíčního skladování



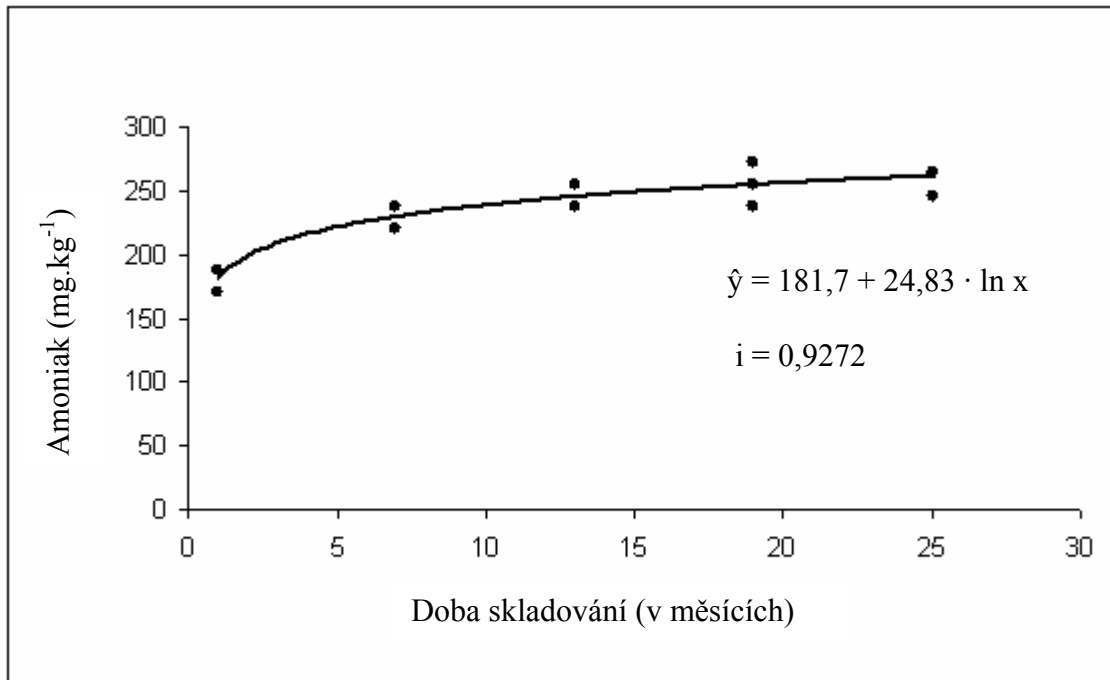
Obr. 11. Vývoj amoniaku ve vzorku SS_{III} v průběhu 25 měsíčního skladování



Obr. 12. Vývoj amoniaku ve vzorku SS_{IV} v průběhu 25 měsíčního skladování



Obr. 13. Vývoj amoniaku ve vzorku SL_v v průběhu 25 měsíčního skladování



Obr. 14. Vývoj amoniaku ve vzorku SS_v v průběhu 25 měsíčního skladování

Body uvnitř grafů (obrázek 6 – 14) znázorňují skutečné naměřené hodnoty volného amoniaku, shodné naměřené hodnoty obsahu amoniaku (vzhledem k použité metodě viz. kap. 3.4.2) jsou vyjádřeny jedním bodem. V jednom časovém bodě bylo naměřeno vždy od 6 do 20 hodnot.

Z uvedených obrázků je patrné, že vzorky skladované v lednici (obecně SL) vykazují méně těsnější závislosti (nižší koeficienty i), než vzorky skladované při pokojové teplotě (SS). Tento vztah může být dán především nižší kinetickou energií chemických reakcí a s tím souvisejícímu nižšímu uvolňování amoniaku, což potvrzují i naměřené hodnoty amoniaku. Dále je patrné, že křivky u vzorků skladovaných při teplotě $23 \pm 2^\circ\text{C}$ mají strmější průběh, s tím také souvisí vyšší směrnice logaritmické křivky (koeficienty b ; $\hat{y} = a + b \cdot \ln x$), které jsou u všech řad vyšší pro vzorky skladované při teplotě $23 \pm 2^\circ\text{C}$.

Srovnání hodnot amoniaku v rozdílných teplotách v jednotlivých řadách tavených sýrů

Rozdílnost vzorků v jednotlivých řadách podle teploty skladování ($8 \pm 2^\circ\text{C}$ a $23 \pm 2^\circ\text{C}$) byla sledována Wilcoxonovým testem při použití 5% hladiny významnosti (95% spolehlivosti). Pomocí tohoto testu byl u všech pěti řad prokázán statisticky významně vyšší obsah amoniaku ve vzorcích skladovaných při teplotě $23 \pm 2^\circ\text{C}$ oproti vzorkům skladovaných při teplotě $8 \pm 2^\circ\text{C}$. I tyto výsledky potvrzují tvrzení shrnuté v předešlé kapitole. Přehledné vyhodnocení shrnuje následující tabulka 15.

Tab. 15. Srovnání hodnot amoniaku řad I – V při různých teplotách skladování ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	Řada				
	I.	II.	III.	IV.	V.
13.	SL < SS	SL < SS	SL < SS	x	SL < SS
25.	x	x	SL < SS	x	SL < SS
31.	SL < SS	SL < SS	x	x	x

1) SL > SS – vzorek SL má statisticky významně vyšší sušinu jak vzorek SS; SL < SS – vzorek SL má statisticky významně nižší sušinu jak vzorek SS; SL = SS mezi vzorky není statisticky významný rozdíl; x- nebylo stanovováno

4.3 Výsledky senzorických analýz

4.3.1 Vyhodnocení základních senzorických znaků

V této práci byly hodnoceny tyto základní senzorické znaky: vzhled a barva, konzistence, chuť a vůně a celkové hodnocení. Sensorické hodnocení vzorků bylo prováděno vždy po 6 měsících skladování od 1. měsíce až po 25. měsíc (resp. 31. měsíc u řady I). Tabelované výsledky jednotlivých senzorických pokusů včetně statistického porovnání dvojic jsou uvedeny v příloze P V.

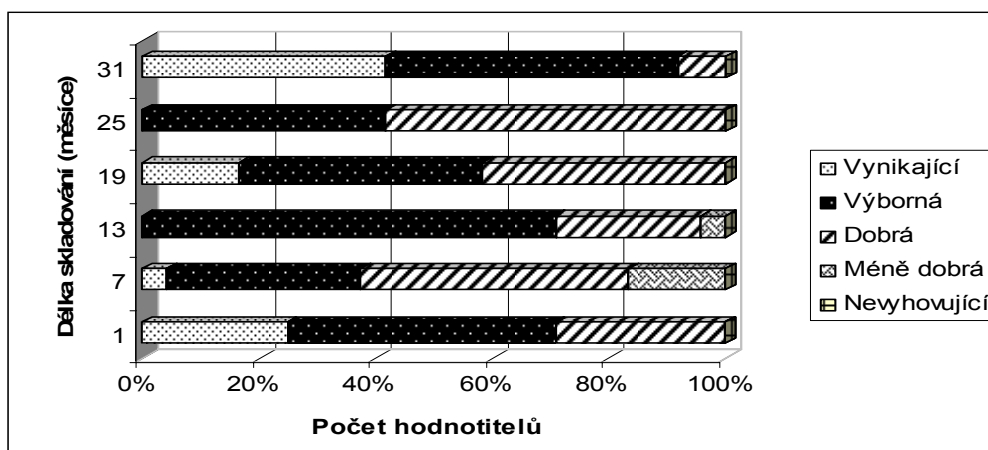
Řada I

U vzorku skladovaného při 8 ± 2 °C (SL_I) je patrné, že u vzhledu a barvy nedocházelo během 31. měsíčního skladování k výraznějším změnám, kromě 31. měsíce, kdy dochází k výraznějšímu zlepšení zvláště vzhledem k 7. a 25. měsíci skladování. Výrobek vykazoval během skladování mírné zhoršení konzistence, které se nejvíce projevilo v 19. a 25. měsíci. Chuť a vůně úzce korespondují s celkovým hodnocením. U těchto senzorických znaků došlo ke zhoršení v 19. měsíci skladování, ale poté se projevila pozitivní tendence zvláště v 31. měsíci skladování, kdy hodnotitelé přihlíželi především k délce skladování.

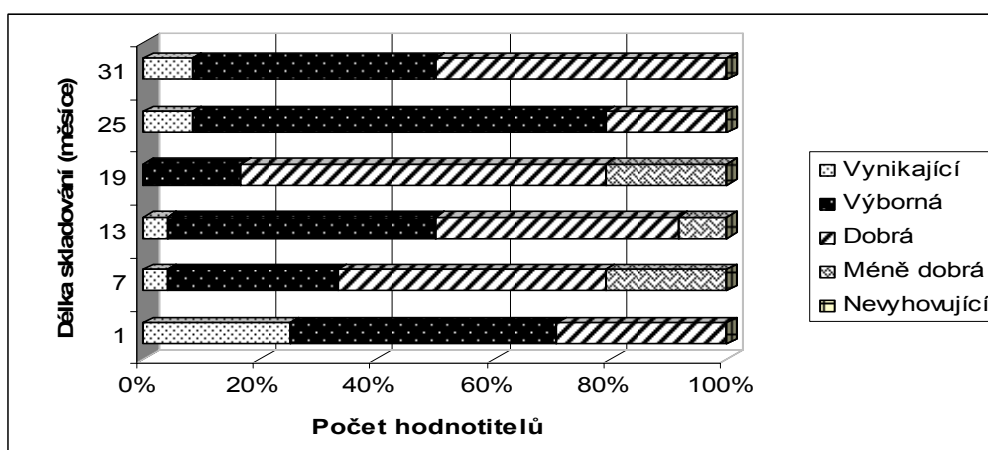
U vzorku taveného sýru skladovaného při 23 ± 2 °C (SS_I) je patrné, že u vzhledu a barvy nedocházelo během 31. měsíčního skladování k výraznějším změnám, kromě 7. a 19. měsíce, kdy dochází k výraznějšímu zhoršení. Výrobek vykazoval výraznější zhoršení konzistence, které se projevilo nejvíce po 25. měsících skladování. Stejně jako u vzorku SL_I chuť a vůně úzce korespondují s celkovým hodnocením. U těchto senzorických znaků docházelo k postupnému zhoršování nejpatrnějšího od 19. měsíce skladování.

Celkově lze říci, že v průběhu celého skladování hodnotitelé preferovali spíše vzorek skladovaný při teplotě 8 ± 2 °C, nejvýrazněji se to projevilo u senzorického znaku „vzhled a barva“, kdy vzorek skladovaný při 23 ± 2 °C měl výrazně tmavší barvu, což koresponduje s teorií uvedenou v kapitole 1.6.5.

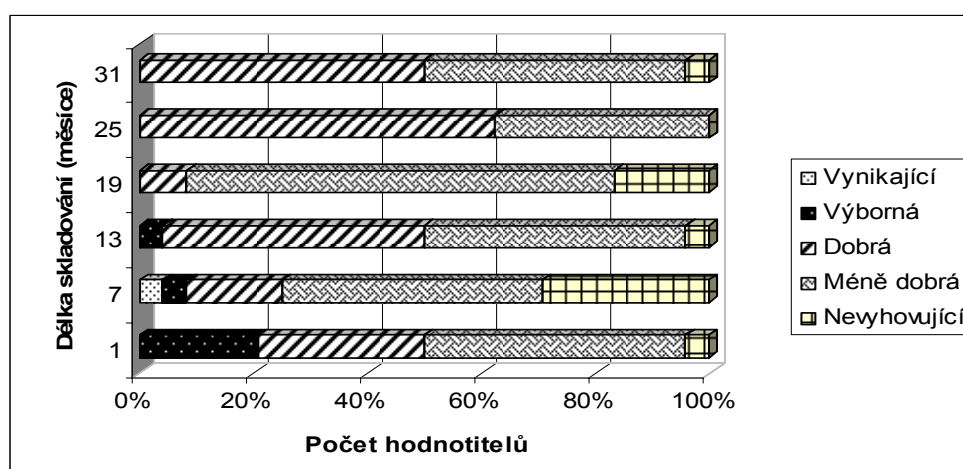
Tabelované výsledky senzorických analýz pro I. řadu včetně statistického porovnání dvojic se nachází v příloze P V (tabulky PXI – PXXVI).



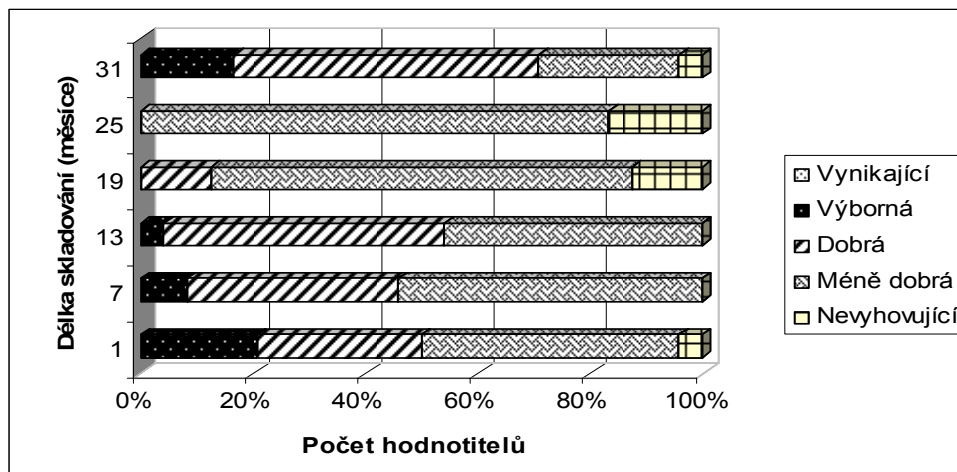
Obr. 15. Vývoj vzhledu a barvy u vzorku SL_I během 31 měsíčního skladování



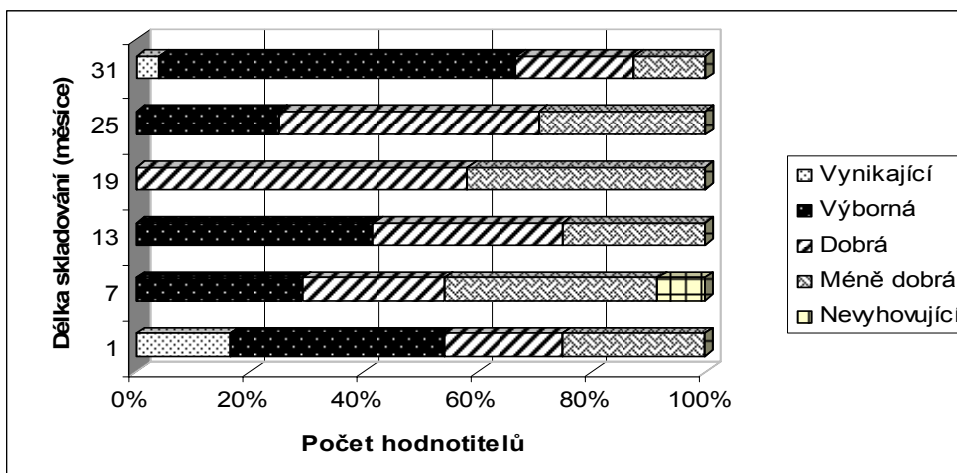
Obr. 16. Vývoj vzhledu a barvy u vzorku SS_I během 31 měsíčního skladování



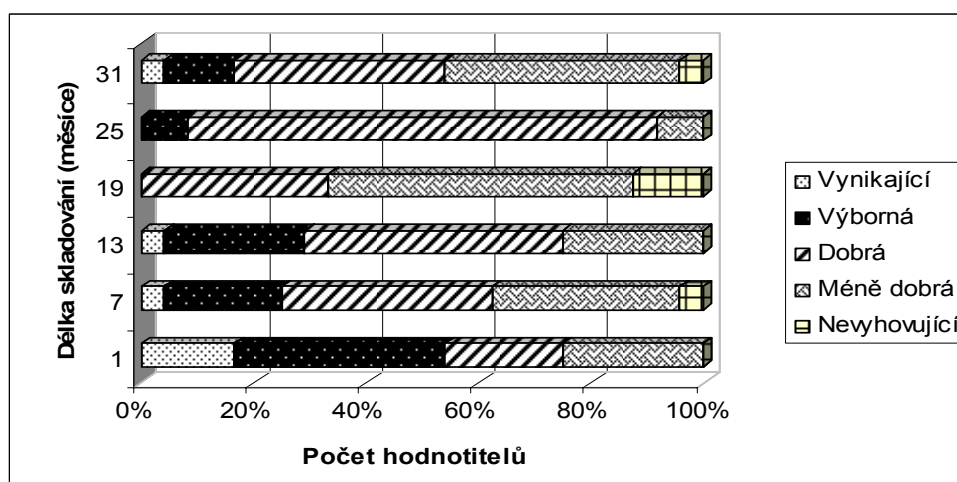
Obr.17. Vývoj konzistence u vzorku SL_I během 31 měsíčního skladování



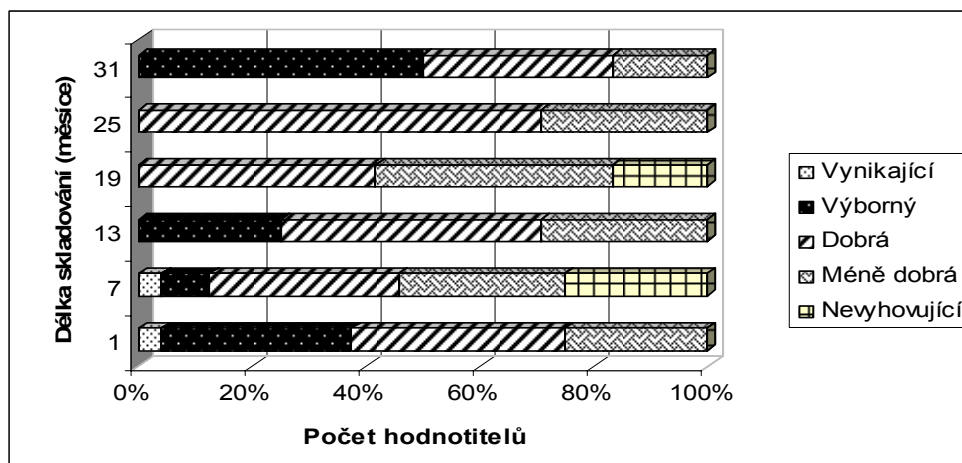
Obr. 18. Vývoj konzistence u vzorku SS_1 během 31 měsíčního skladování



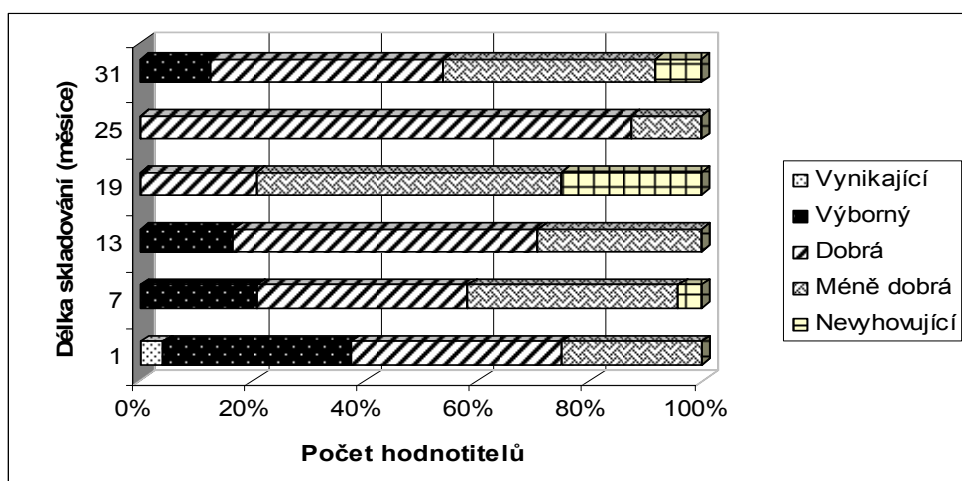
Obr. 19. Vývoj chuti a vůně u vzorku SL_1 během 31 měsíčního skladování



Obr. 20. Vývoj chuti a vůně u vzorku SS_1 během 31 měsíčního skladování



Obr. 21. Celkové hodnocení u vzorku SL_I během 31 měsíčního skladování



Obr. 22. Celkové hodnocení u vzorku SS_{II} během 31 měsíčního skladování

Řada II

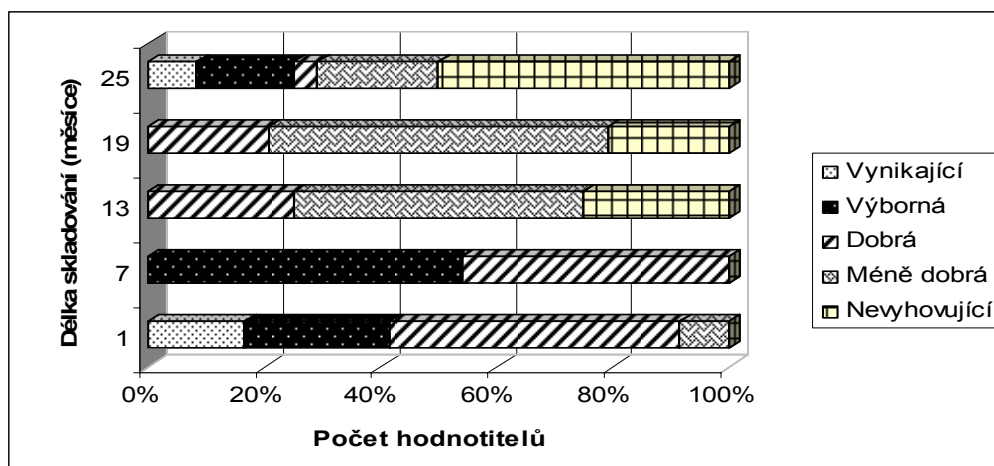
U vzorku skladovaného při 8 ± 2 °C (SL_{II}) je patrné, že u vzhledu a barvy došlo během skladování k výraznému zhoršení kvality. Toto zhoršení se projevilo již od 7 měsíce skladování. Co se týká konzistence tak docházelo po 25. měsíčním skladování spíše ke zlepšení. U chuti a vůně nedošlo k výraznějším změnám. Celkové hodnocení tentokrát koresponduje se vzhledem a barvou.

U vzorku skladovaného při 23 ± 2 °C (SS_{II}) došlo také během skladování k výraznému zhoršení kvality taveného sýru ve vzhledu a barvě, které se projevilo již v 7.

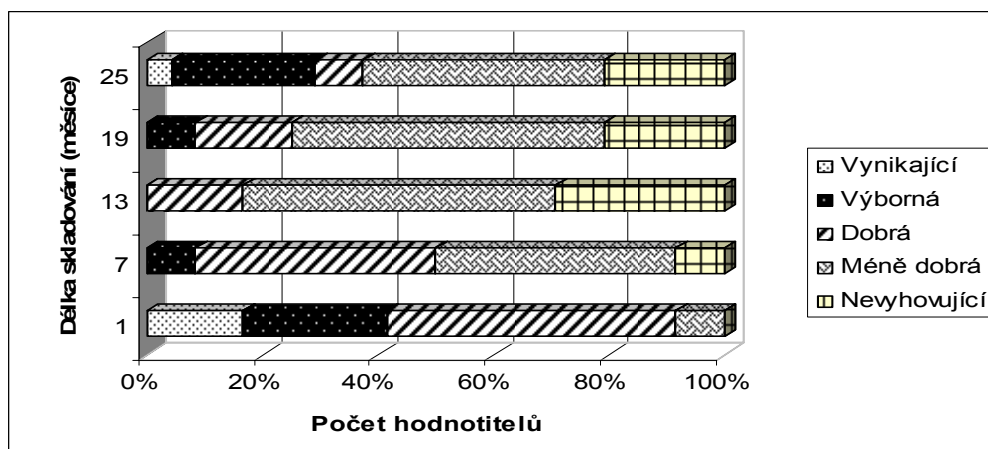
měsíci skladování. Co se týká konzistence a chuti a vůně tak docházelo k mírnému zhoršení těchto znaků nejvíce v 13. měsíci skladování. Celkové hodnocení koresponduje se vzhledem a barvou.

U obou vzorků (SL_{II} a SS_{II}), došlo v průběhu skladování k masivnímu nárůstu krystalů citrátu vápenatého (viz. příloha P. IV, Obr. P2). Což odpovídá složení směsi tavicích solí, kdy při výrobě byla použita směs s použitím citrátových tavicích solí, které jsou ke krystalizaci výrazně náchylnější než tavicí soli fosfátové viz. kapitola 1.6.3. Celkově lze říci, že díky masivnímu nárůstu krystalů byla tato řada hodnocena velmi negativně.

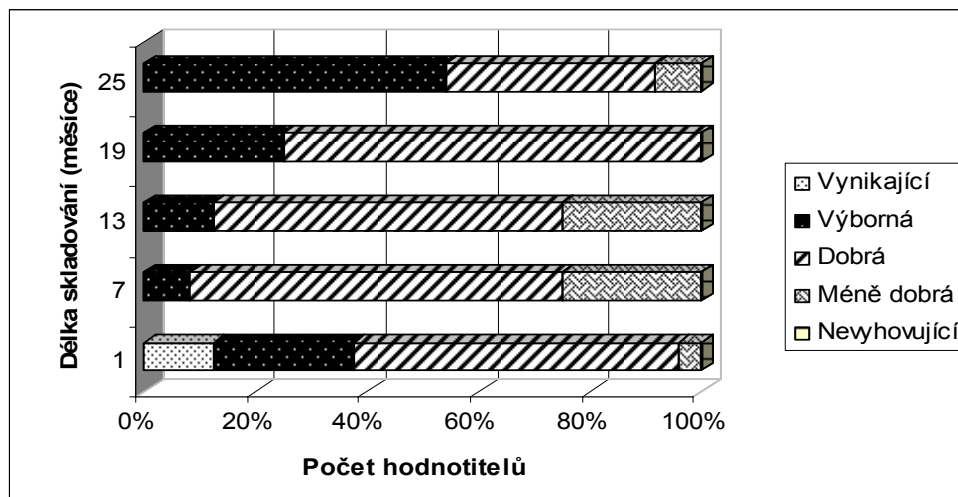
Tabelované výsledky senzorický analýz pro II. řadu včetně statistického porovnání dvojic se nachází v příloze P V (tabulky PXXVII – PXLI).



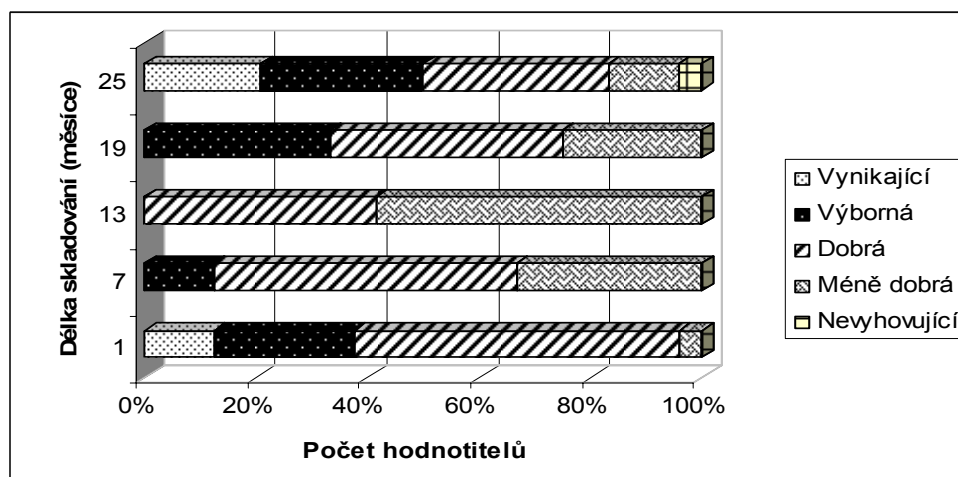
Obr. 23. Vývoj vzhledu a barvy u vzorku SL_{II} během 25 měsíčního skladování



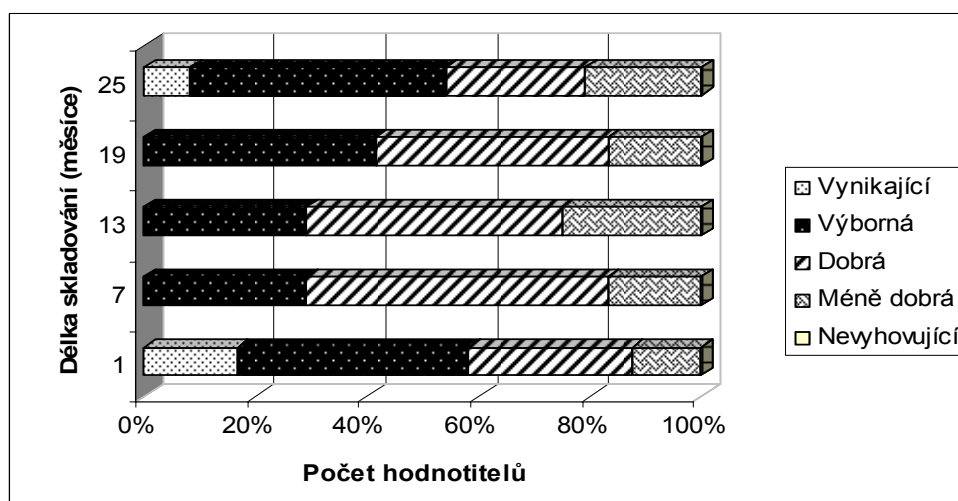
Obr. 24. Vývoj vzhledu a barvy u vzorku SS_{II} během 25 měsíčního skladování



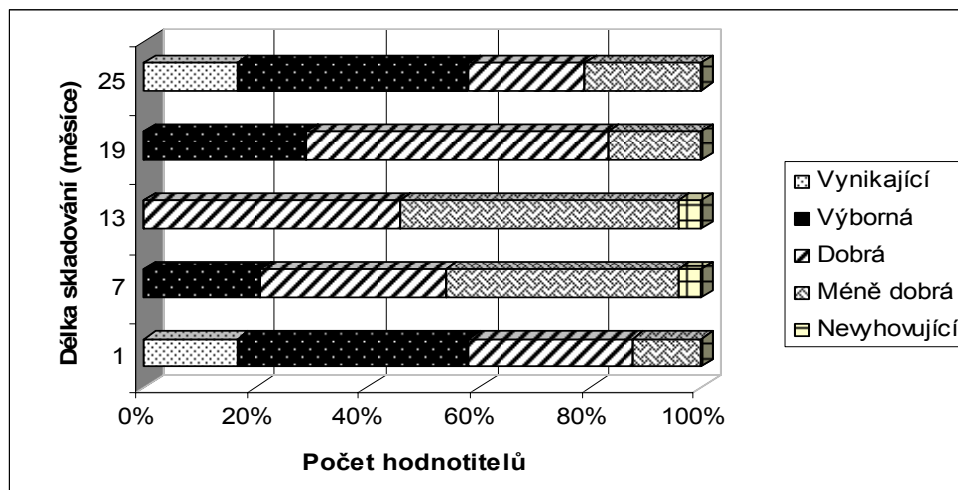
Obr. 25. Vývoj konzistence u vzorku SL_{II} během 25 měsíčního skladování



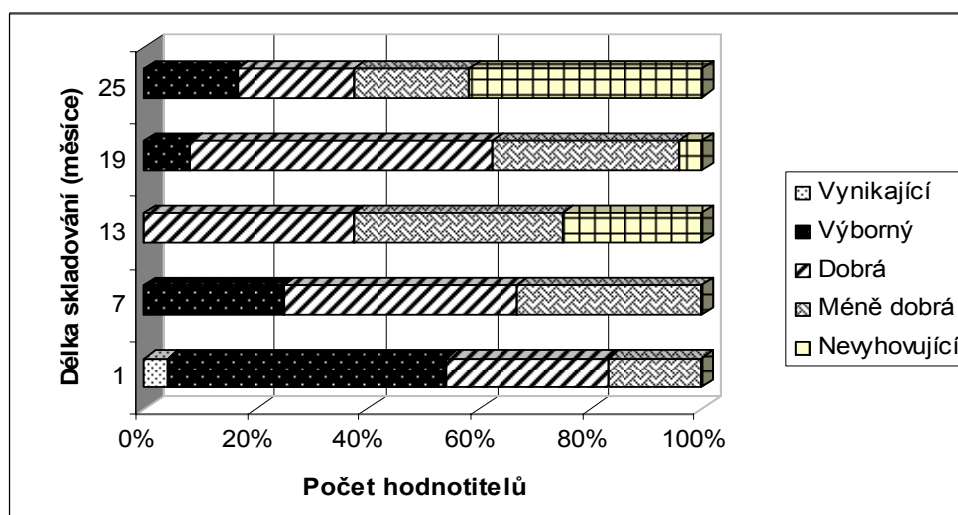
Obr. 26. Vývoj konzistence u vzorku SS_{II} během 25 měsíčního skladování



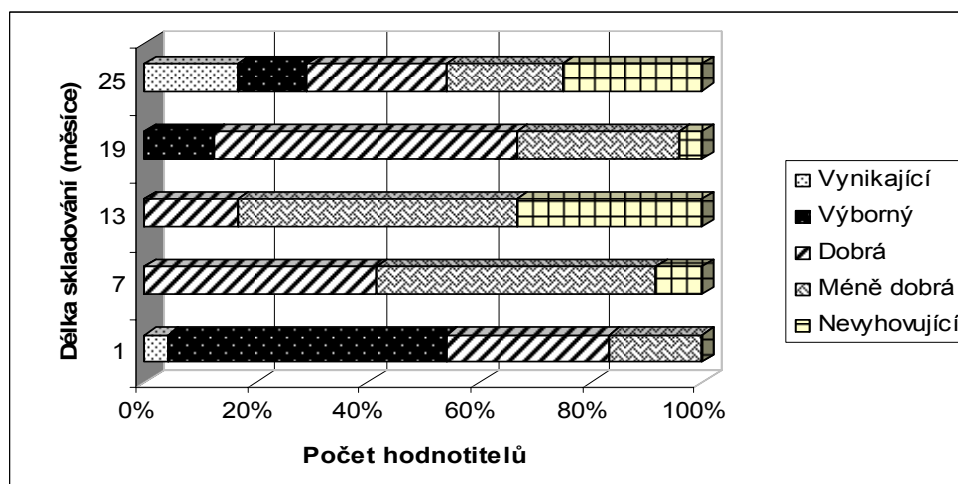
Obr. 27. Vývoj chuti a vůně u vzorku SL_{II} během 25 měsíčního skladování



Obr. 28. Vývoj chuti a vůně u vzorku SS_{II} během 25 měsíčního skladování



Obr. 29. Celkové hodnocení u vzorku SL_{II} během 25 měsíčního skladování



Obr. 30. Celkové hodnocení u vzorku SS_{II} během 25 měsíčního skladování

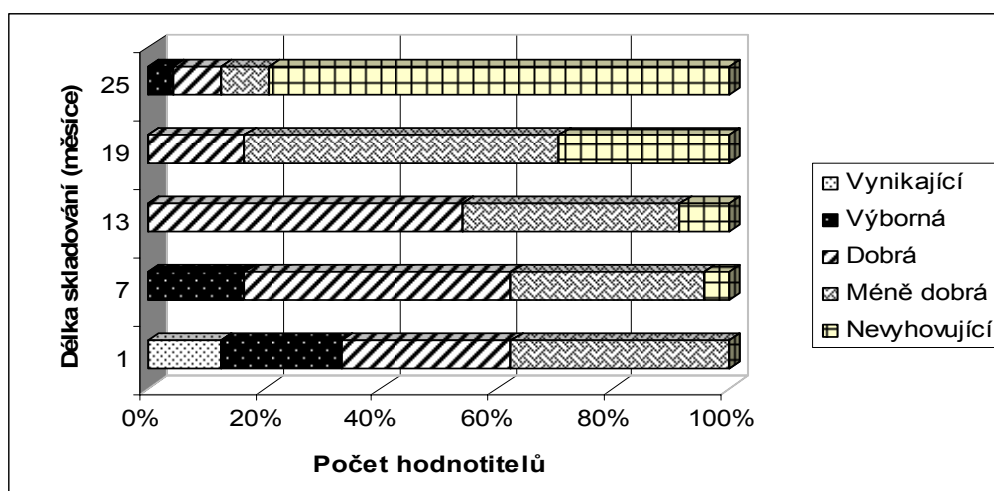
Řada III

U vzorku skladovaného při $8 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (SL_{III}) došlo během skladování k výraznému zhoršení kvality taveného sýru ve vzhledu a barvě. Toto zhoršení je patrné již od 7. měsíce skladování. Zhoršení bylo také způsobeno výrazným nárůstem krystalů citrátu vápenatého v taveném sýru. Co se týká konzistence a chuti a vůně tak docházelo k mírnému zhoršení těchto znaků nejvíce v 13. měsíci skladování. Celkové hodnocení koresponduje s vzhledem a barvou.

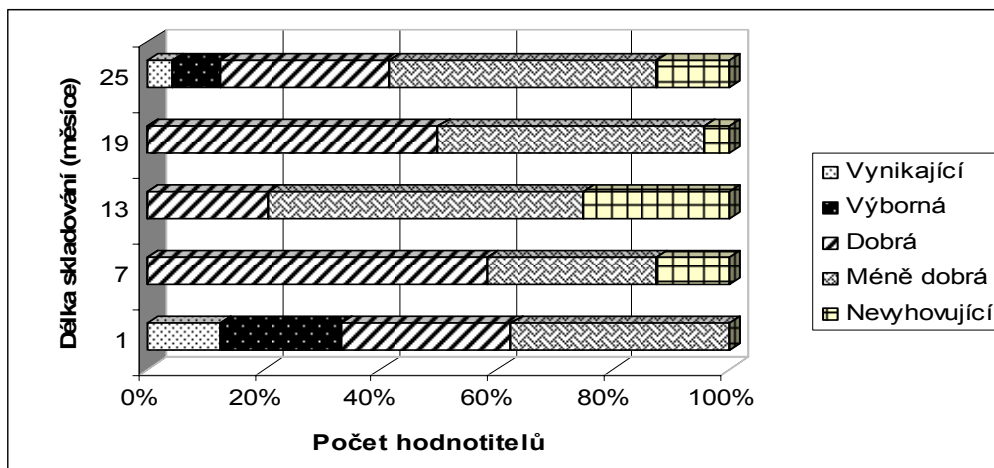
U vzorku skladovaného při $23 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (SS_{III}) nedocházelo během skladování ke statisticky významnému zhoršení kvality obzvláště v konzistenci a chuti a vůni. Pouze u vzhledu a barvy a celkového hodnocení je patrné po ročním skladování mírné zhoršení kvality.

Zatím co u I. řady, kdy hodnotitelé preferovali tavený sýr skladovaný při $8 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (SL_I), v případě III. řady dochází hodnotitelé k závěru, že je výrazně lepší vzorek skladovaný při teplotě $23 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Daný stav má za následek opět především tvorba krystalů citrátu vápenatého (použití citrátových tavicích solí) jako u II. řady. V tomto případě, ale k výraznější tvorbě dochází u taveného sýru skladovaného při teplotě $8 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$, což potvrzuje teorii, že k tvorbě krystalů dochází ve větší míře za nižších teplot skladování viz. kapitola 1.6.3.

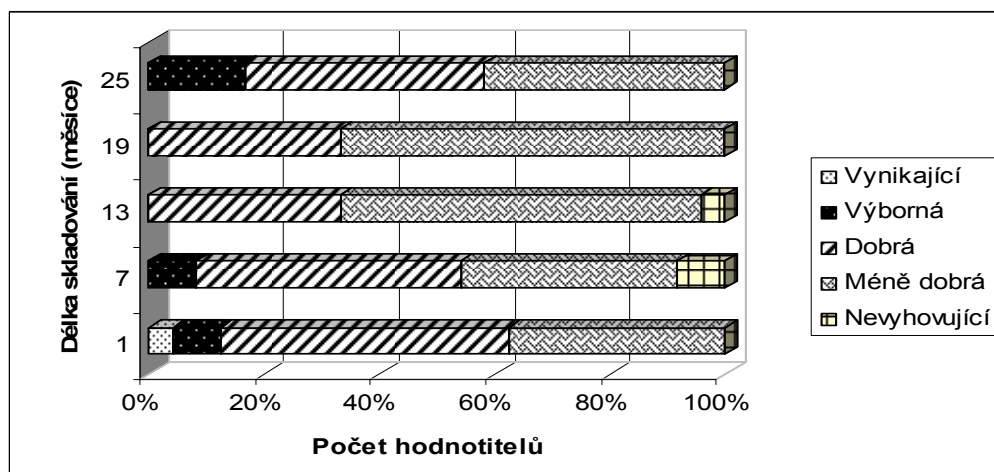
Tabelované výsledky senzorický analýz pro III. řadu včetně statistického porovnání dvojic se nachází v příloze V (tabulky PXLII - PLVII).



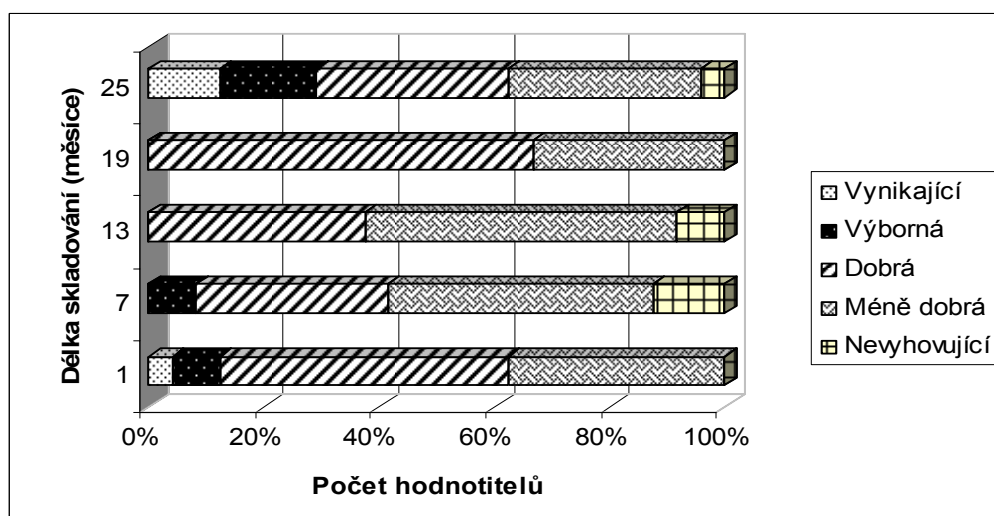
Obr. 31. Vývoj vzhledu a barvy u vzorku SL_{III} během 25 měsíčního skladování



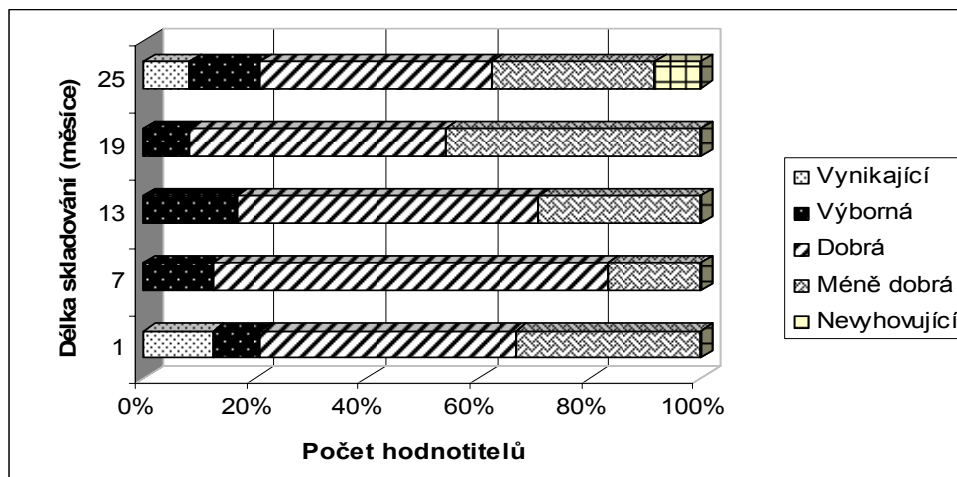
Obr. 32. Vývoj vzhledu a barvy u vzorku SS_{III} během 25 měsíčního skladování



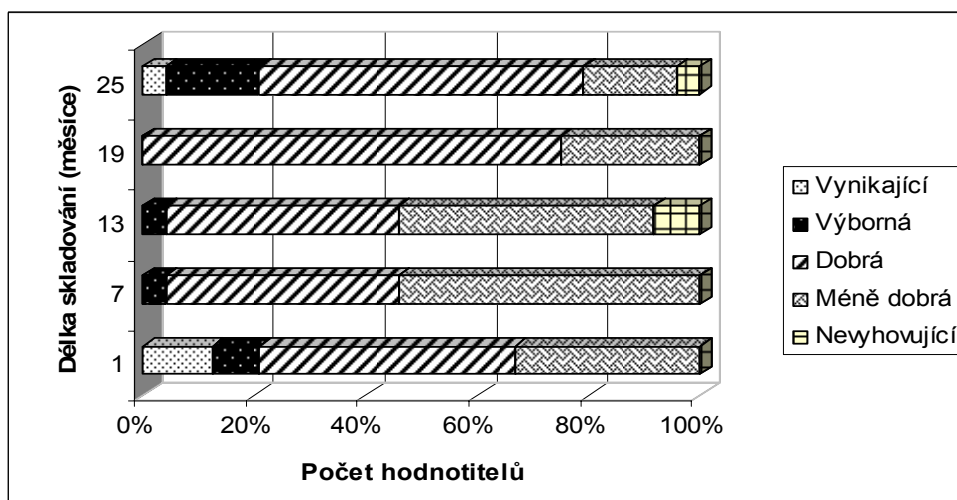
Obr. 33. Vývoj konzistence u vzorku SL_{III} během 25 měsíčního skladování



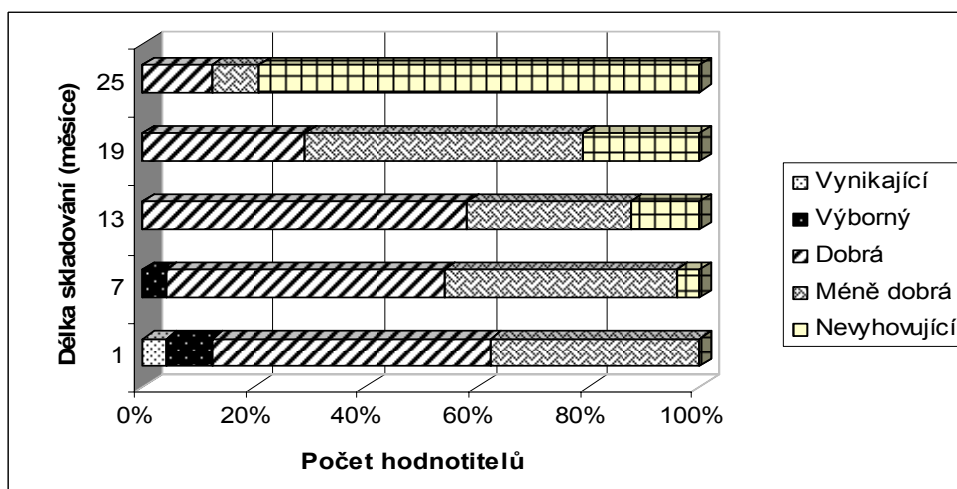
Obr. 34. Vývoj konzistence u vzorku SS_{III} během 25 měsíčního skladování



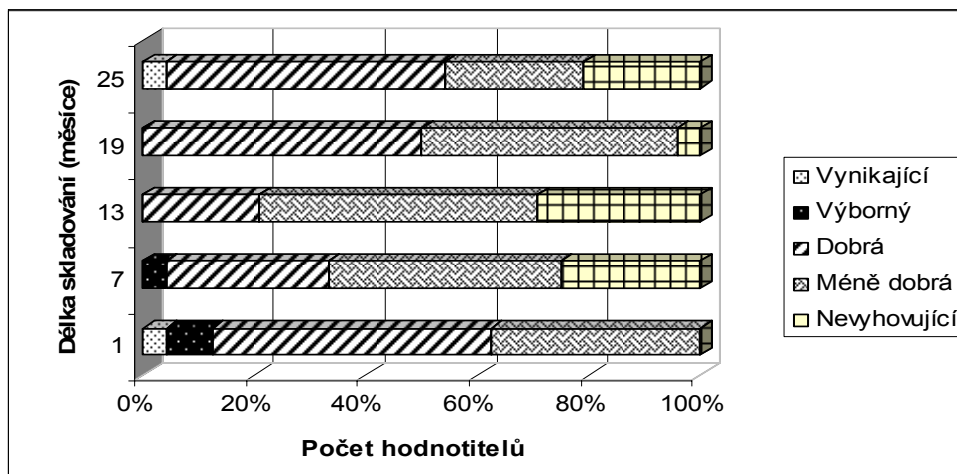
Obr. 35. Vývoj chuti a vůně u vzorku SL_{III} během 25 měsíčního skladování



Obr. 36. Vývoj chuti a vůně u vzorku SS_{III} během 25 měsíčního skladování



Obr. 37. Celkové hodnocení u vzorku SL_{III} během 25 měsíčního skladování



Obr. 38. Celkové hodnocení u vzorku SS_{III} během 25 měsíčního skladování

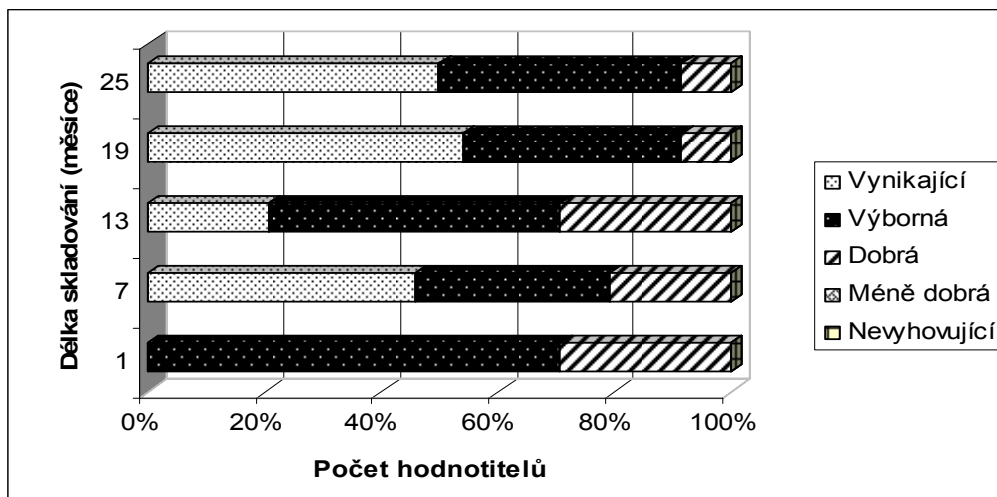
Řada IV

U vzorku skladovaného při 8 ± 2 °C (SL_{IV}) nedocházelo během skladování k žádnému statisticky významnému zhoršení kvality. Naopak u vzhledu a barvy a konzistence dochází k mírnému zlepšení, které je statisticky významné v 19. a 25. měsíci. Toto zlepšení vyplývá z jisté míry ze skutečnosti, že hodnotitelé začali přihlížet k délce skladování. Chuť a vůně a celkové hodnocení spolu korespondují a také zde dochází k zlepšení proti 1. měsíci a to v 7. a 25. měsíci skladování.

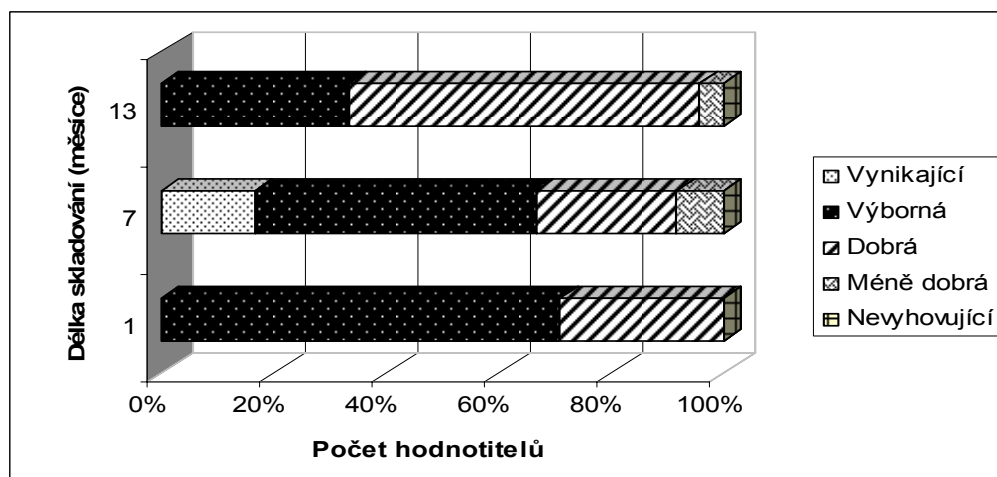
Bohužel vzorek skladovaný při teplotě 23 ± 2 °C (SS_{IV}) byl k senzorické analýze použit pouze do 13. měsíce skladování. Po této době ještě nedocházelo k žádným statisticky významným změnám u hodnoceného vzorku taveného sýra.

U vzorku skladovaného při teplotě 8 ± 2 °C nedochází k výraznější změně barvy (ztmavnutí) během skladování. Tohoto výsledku bylo pravděpodobně dosaženo tím, že v taveném sýru nebyla přítomna sušená syrovátka podporující Maillardovu reakci (viz. kapitola 1.6.5), ale především eliminací časových prodlev mezi sterilizací, balením a zchlazením tavených sýrů, čímž se výrazně omezil průběh Maillardovy reakce (viz. kapitoly 1.5.2 a 1.6.5).

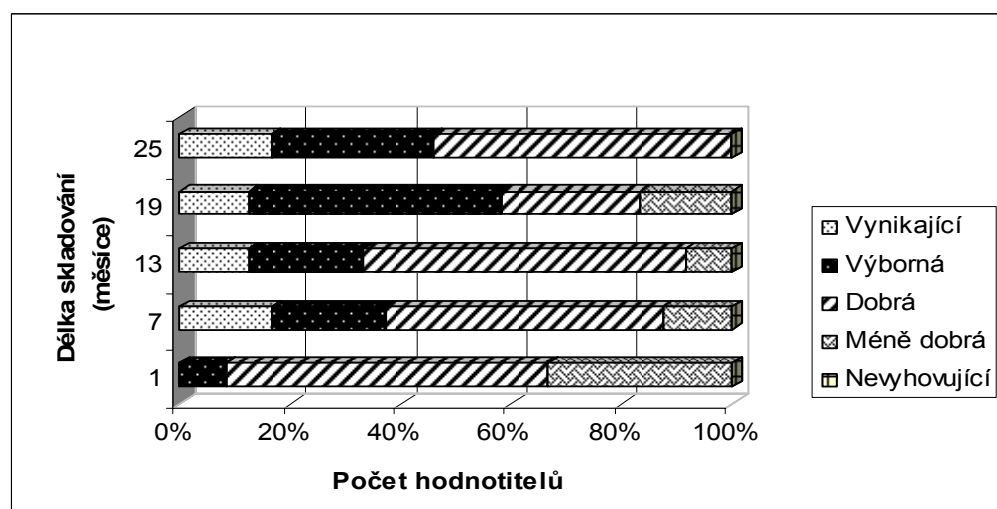
Tabelované výsledky senzorický analýz pro IV. řadu včetně statistického porovnání dvojic se nachází v příloze V (tabulky PLVIII – PLXXIII).



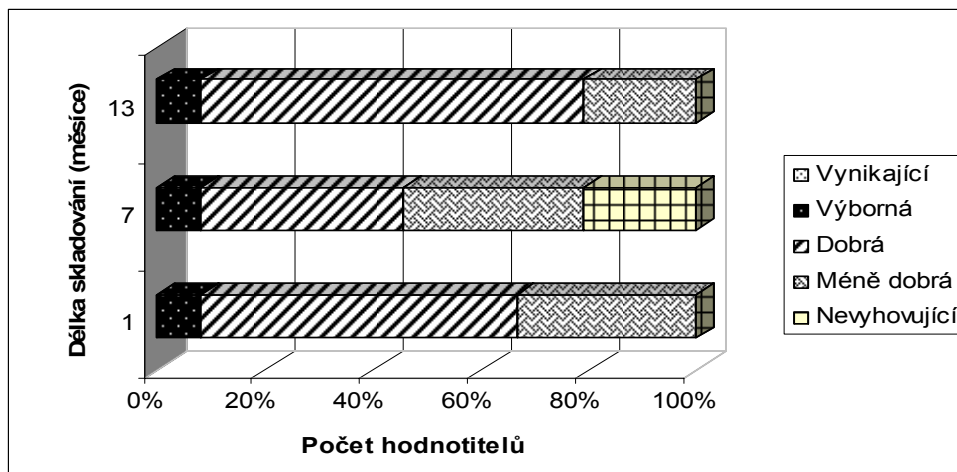
Obr. 39. Vývoj vzhledu a barvy u vzorku SL_{IV} během 25 měsíčního skladování



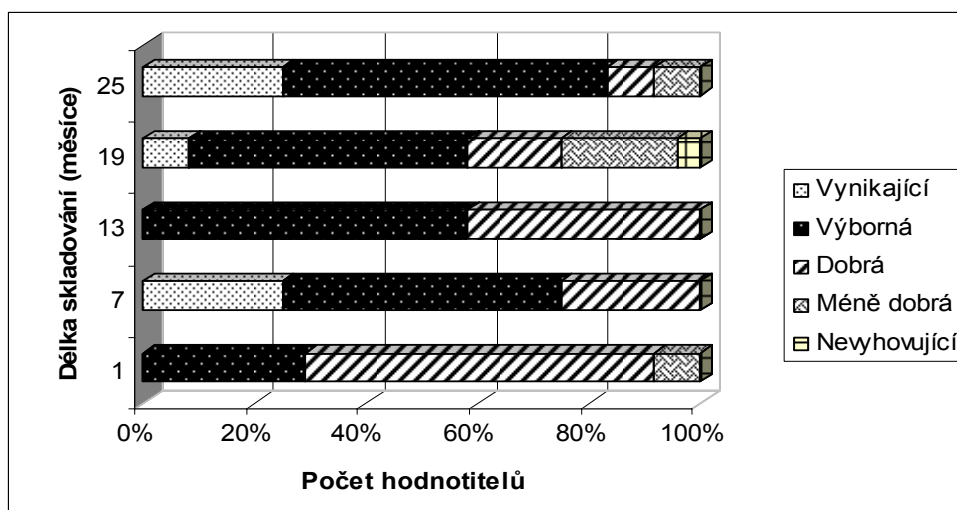
Obr. 40. Vývoj vzhledu a barvy u vzorku SS_{IV} během 13 měsíčního skladování



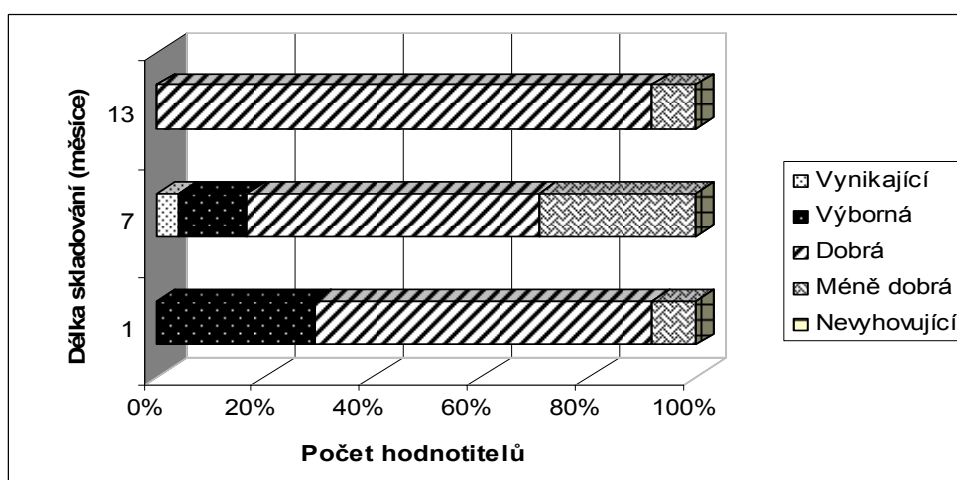
Obr. 41. Vývoj konzistence u vzorku SL_{IV} během 25 měsíčního skladování



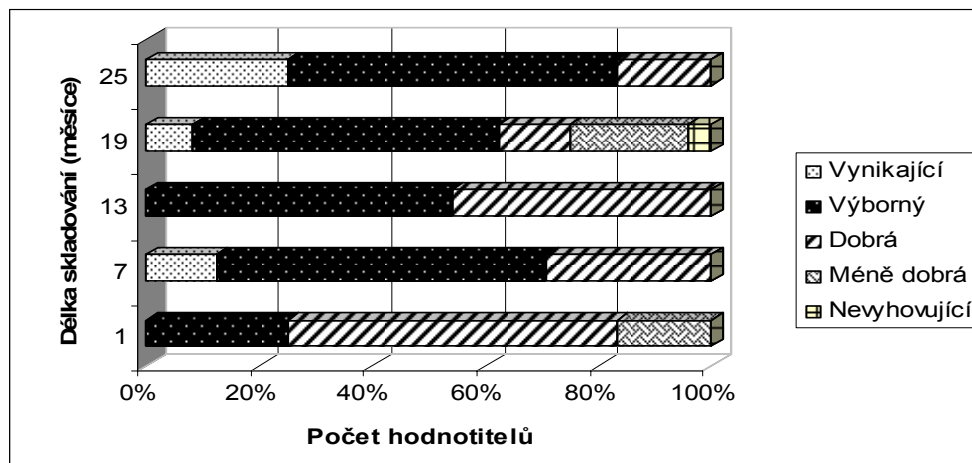
Obr. 42. Vývoj konzistence u vzorku SS_{IV} během 13 měsíčního skladování



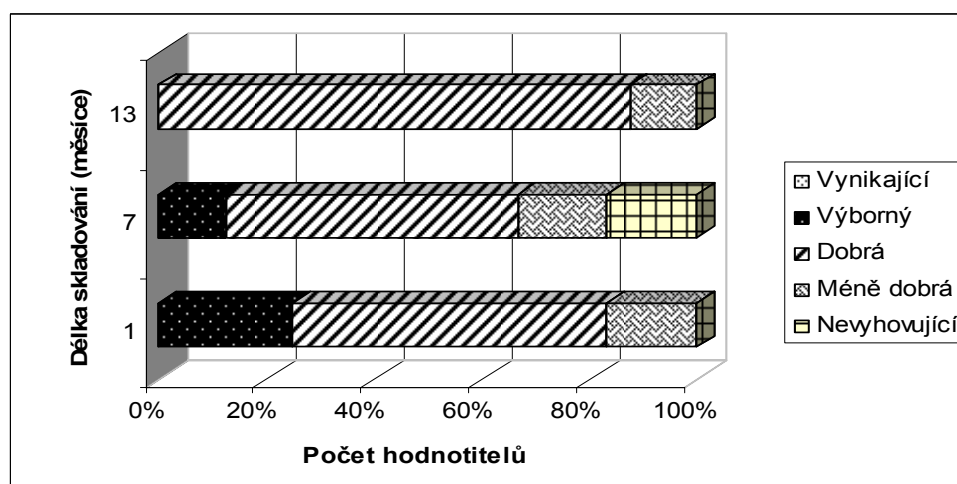
Obr. 43. Vývoj chuti a vůně u vzorku SL_{IV} během 25 měsíčního skladování



Obr. 44. Vývoj chuti a vůně u vzorku SS_{IV} během 13 měsíčního skladování



Obr. 45. Celkové hodnocení u vzorku SL_{IV} během 25 měsíčního skladování



Obr. 46. Celkové hodnocení u vzorku SS_{IV} během 13 měsíčního skladování

Řada V

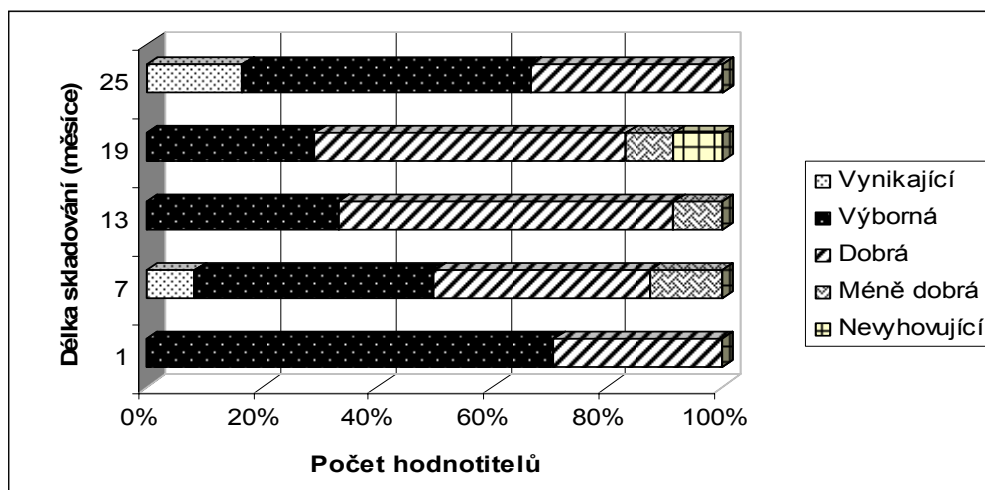
U vzorku skladovaného při 8 ± 2 °C (SL_V) nedošlo po 2 letech skladování k statisticky významnému zhoršení kvality, naopak hodnotitelé začali zohledňovat dobu skladování, což se projevilo lepšími výsledky ve vzhledu a barvě. U ostatních znaků docházelo k mírnému zhoršení kvality a to nejvíce po 19. měsících skladování.

U vzorku skladovaného při 23 ± 2 °C (SS_V) docházelo k mírnému zhoršování kvality. U vzhledu a barvy bylo toto zhoršení statisticky významné již od 7. měsíce skladování. U ostatních hodnocených znaků nebyla shledána statisticky významná změna.

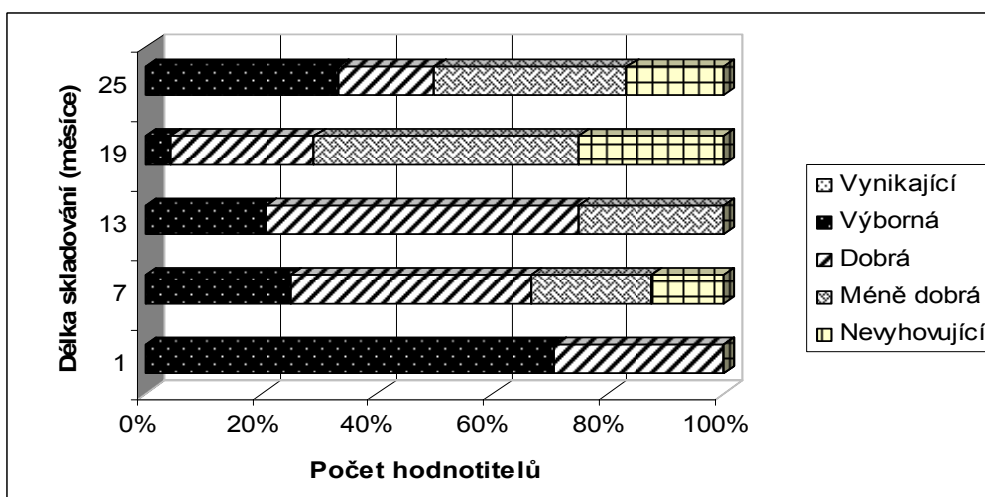
Zhoršení vzhledu a barvy u vzorku skladovaného při teplotě 23 ± 2 °C má příčinu ve složení surovinové směsi, kdy u této řady tavených sýrů byla použita jako surovina

sušená syrovátka (viz. kapitola 3.1.4), která měla výrazný vliv na průběh Maillardovy reakce (viz. kapitola 1.6.5).

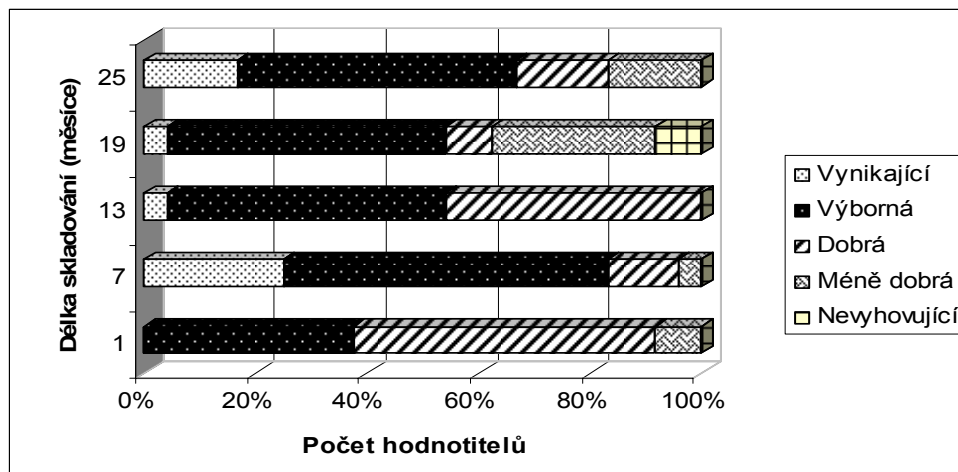
Tabelované výsledky senzorický analýz pro V. řadu včetně statistického porovnání dvojic se nachází v příloze V (tabulky PLXXIV – PLXXXIX).



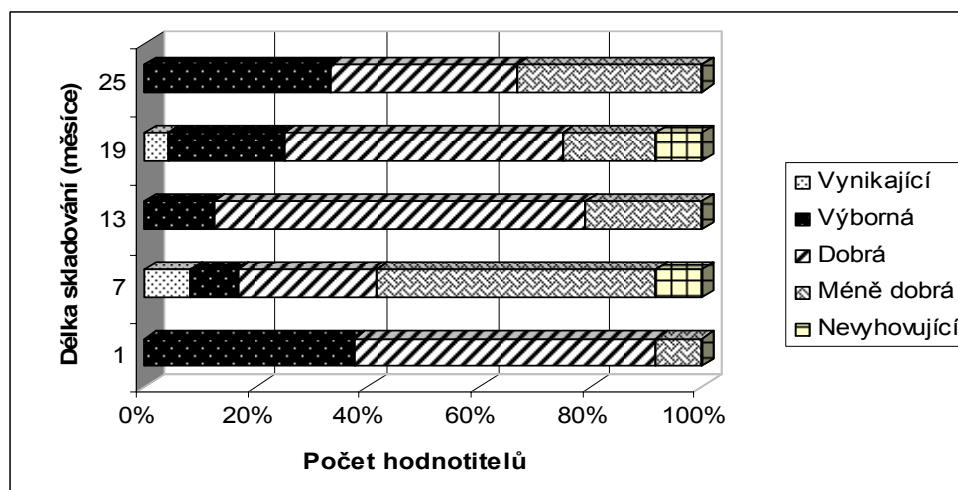
Obr. 47. Vývoj vzhledu a barvy u vzorku SL_V během 24 měsíčního skladování



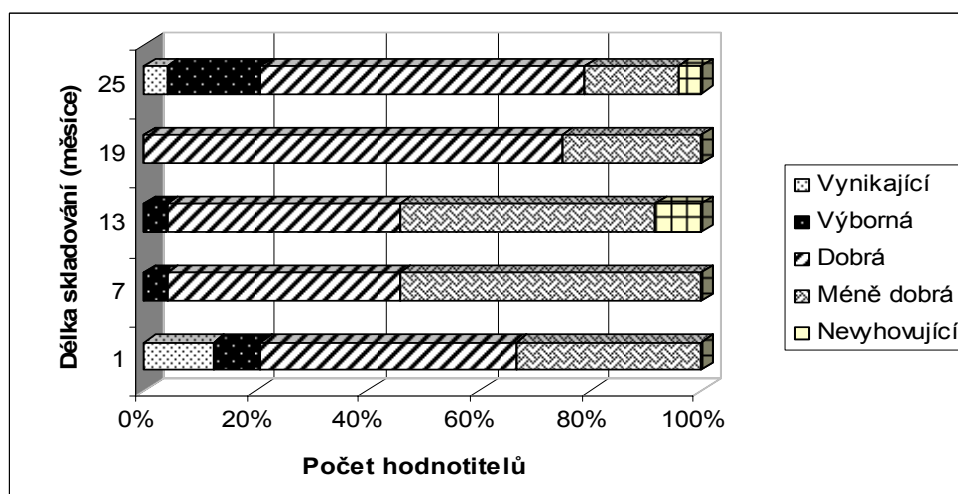
Obr. 48. Vývoj vzhledu a barvy u vzorku SS_V během 25 měsíčního skladování



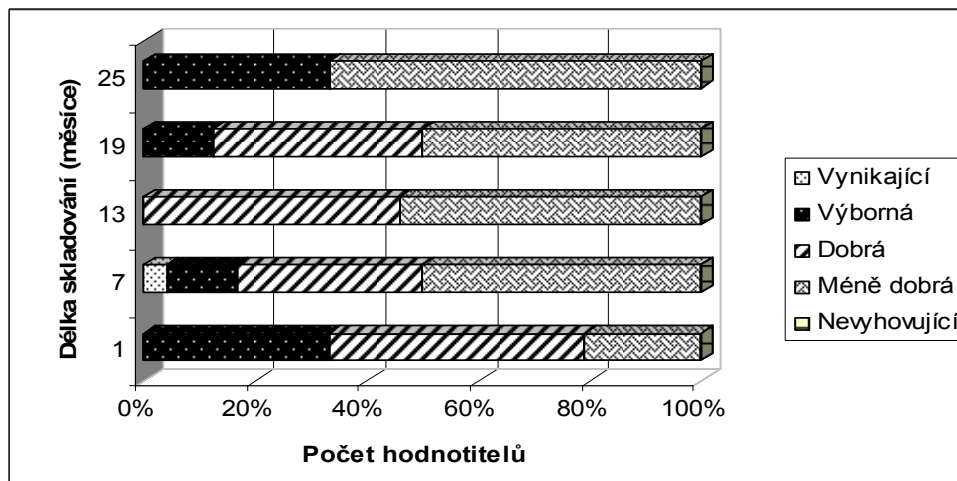
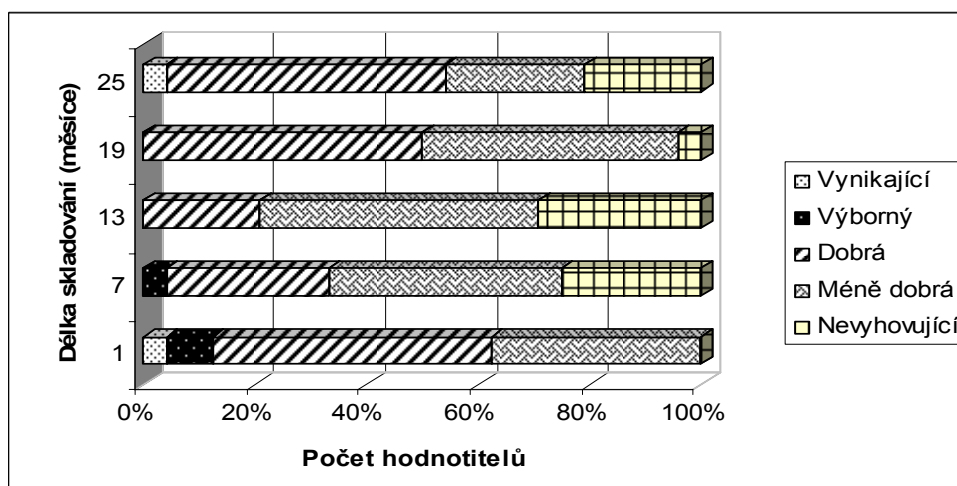
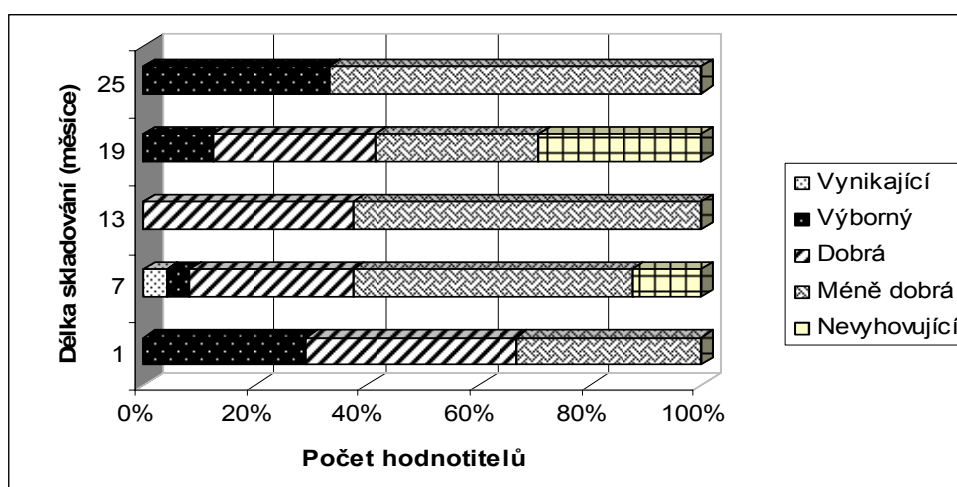
Obr. 49. Vývoj konzistence u vzorku SL_V během 25 měsíčního skladování



Obr. 50. Vývoj konzistence u vzorku SS_V během 25 měsíčního skladování



Obr. 51. Vývoj chuti a vůně u vzorku SL_V během 25 měsíčního skladování

Obr. 52. Vývoj chuti a vůně u vzorku SS_V během 25 měsíčního skladováníObr. 53. Celkové hodnocení u vzorku SL_V během 25 měsíčního skladováníObr. 54. Celkové hodnocení u vzorku SS_V během 25 měsíčního skladování

4.3.2 Párová srovnání vzorků tavených sýrů skladovaných za různých teplot pro jednotlivé řady

Řada I

Vzorek taveného sýra skladovaného 31 měsíců při 8 ± 2 °C vykazoval ve všech sledovaných znacích, tedy ve vzhledu a barvě, konzistenci, chuti a vůni a celkovém hodnocení statisticky lepší výsledky než stejný vzorek taveného sýru skladovaný při teplotě 23 ± 2 °C. Vzorek skladovaný při teplotě 8 ± 2 °C byl hodnocen jako vzorek s tužší konzistencí, naopak vzorek skladovaný při teplotě 23 ± 2 °C byl hodnocen jako vzorek s tmavší barvou. Ovšem na otázku: „Kterému vzorku dáváte přednost?“, byly hodnotitelé indiferentní.

Tab. 16. Hodnoty senzorických znaků řady I po 31 měsících skladování

Vzorek	Ukazatel	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
SL _I	Vzhled a barva	10	12	2	0	0
	Konzistence	0	0	12	11	1
	Chut' a vůně	1	15	5	3	0
	Celkové hodnocení	0	12	8	4	0
SS _I	Vzhled a barva	2	10	12	0	0
	Konzistence	0	4	13	6	1
	Chut' a vůně	1	3	9	10	1
	Celkové hodnocení	0	3	10	9	2

Řada II

Tavený sýr II. řady nevykazoval po 25. měsících skladování žádnou statisticky významnou změnu mezi vzorky skladovanými při teplotě 8 ± 2 °C a 23 ± 2 °C. Ale při vzájemném srovnávání obou vzorků byl hodnocen jako tužší vzorek skladovaný při teplotě 8 ± 2 °C, naopak vzorek skladovaný při teplotě 23 ± 2 °C byl hodnocen jako tmavší. Přes výše uvedené výsledky hodnotitelé preferovali vzorek skladovaný při teplotě 23 ± 2 °C, což znamená že v preferencích hodnotitelů nevadila tmavší barva taveného sýru. Výsledek byl také ovlivněn tím, že vzorek SL_I 42 % hodnotitelů ohodnotilo

v celkovém hodnocení jako nevyhovující i zde je hlavní příčinou masivní tvorba krystalů citrátu vápenatého (viz. příloha P VI, Obr. P2).

Tab. 17. Hodnoty senzorických znaků řady II po 25 měsících skladování

Vzorek	Ukazatel	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
SL _{II}	Vzhled a barva	2	4	1	5	12
	Konzistence	0	13	9	2	0
	Chut' a vůně	2	11	6	5	0
	Celkové hodnocení	0	4	5	5	10
SS _{II}	Vzhled a barva	1	6	2	10	5
	Konzistence	5	7	8	3	1
	Chut' a vůně	4	10	5	5	0
	Celkové hodnocení	4	3	6	5	6

Řada III

Vzorek taveného sýru III. řady skladovaného 25 měsíců v při teplotě 8 ± 2 °C byl hodnocen statisticky významně hůře ve vzhledu a barvě a v celkovém hodnocení než vzorek téže řady skladovaný při teplotě 23 ± 2 °C. V konzistenci a v chuti a vůni byli hodnotitelé mezi rozdílnými teplotami skladování indiferentní. Tato indiferentnost se posléze potvrdila také při otázce: „Kterému vzorku dáváte přednost?“. Vzorek skladovaný při teplotě 8 ± 2 °C měl tužší konzistenci, naopak tmavší barvu měl vzorek skladovaný při teplotě 23 ± 2 °C.

Tab. 18. Hodnoty senzorických znaků řady III po 25 měsících skladování

Vzorek	Ukazatel	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
SL _{III}	Vzhled a barva	0	1	2	2	19
	Konzistence	0	4	10	10	0
	Chut' a vůně	2	3	10	7	2
	Celkové hodnocení	0	0	3	2	19
SS _{III}	Vzhled a barva	1	2	7	11	3
	Konzistence	3	4	8	8	1
	Chut' a vůně	1	4	14	4	1
	Celkové hodnocení	1	0	12	6	5

Řada IV

Vzorek taveného sýru řady IV po 13. měsíčním skladování při teplotách skladování 8 ± 2 °C byl ve vzhledu a barvě statisticky horší, než vzorek taveného sýru skladovaný při teplotě 23 ± 2 °C. V ostatních znacích nenabýly změny statisticky významného rozdílu. Hodnotitelé preferovali vzorek skladovaný při teplotě skladování 8 ± 2 °C. V tuhosti konzistence byly hodnotitelé indiferentní a opět byl tmavší vzorek skladovaný při teplotě 23 ± 2 °C.

Tab. 19. Hodnoty senzorických znaků řady IV po 13 měsících skladování

Vzorek	Ukazatel	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
SL _{IV}	Vzhled a barva	5	12	7	0	0
	Konzistence	3	5	14	2	0
	Chuť a vůně	0	14	10	0	0
	Celkové hodnocení	0	13	11	0	0
SS _{IV}	Vzhled a barva	0	8	15	1	0
	Konzistence	0	2	17	5	0
	Chuť a vůně	0	0	22	2	0
	Celkové hodnocení	0	0	21	3	0

Řada V

Vzorek taveného sýru V. řady po 25. měsíčním skladování skladovaný při teplotě 8 ± 2 °C vykazoval statisticky lepší výsledky než vzorek skladovaný při teplotě 23 ± 2 °C, zejména se jednalo o ukazatele: vzhled a barva, konzistence a chuť a vůně. V celkovém hodnocení nebyla rozdílnost mezi hodnocením obou vzorků statisticky prokázána. Hodnotitelé preferovali vzorek taveného sýru skladovaný při teplotě skladování 8 ± 2 °C. Naopak vzorek skladovaný při teplotě skladování 23 ± 2 °C byl tužší a tmavší.

Tab. 20. Hodnoty senzorických znaků řady V po 25 měsících skladování

Vzorek	Ukazatel	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
SL _v	Vzhled a barva	4	12	8	0	0
	Konzistence	4	12	4	4	0
	Chuť a vůně	4	4	8	8	0
	Celkové hodnocení	0	8	8	8	0
SS _v	Vzhled a barva	0	8	4	8	4
	Konzistence	0	8	8	8	0
	Chuť a vůně	0	8	0	16	0
	Celkové hodnocení	0	8	0	16	0

4.4 Ekonomická analýza

Každá zadaná zakázka či úvaha výrobce o zavedení výroby nového výrobku si žádá peněžní vyjádření nákladů všech potřebných surovin a ostatních nákladů. Potřebné informace pro ekonomickou analýzu tavených sýrů jsou uvedeny ve dvou tabulkách, jelikož tavený sýr řady II. a III. byl vyroben jiným výrobcem a dle jiné surovinové skladby než tavený sýr řady V. Náklady se surovinovým složením se bohužel nepovedlo získat u řady I a IV.

Na výslovný požadavek obou výrobců nejsou v tabulkách uvedeny konkrétní hmotnostní údaje u jednotlivých surovin.

V tabulce 21. jsou uvedené suroviny spolu s průměrnými výrobními cenami v $\text{Kč} \cdot \text{kg}^{-1}$ pro výrobu sterilovaného taveného sýru II. a III. pokusné řady

Želetavská sýrárna a.s. (dle uvedených výsledků v tabulce 21.) na výrobu 1 tuny vzorků I. až III. řady sterilovaného taveného sýru vynaloží 56.772,11 Kč. Náklady na jeden tavený sýr o hmotnosti 100 g jsou 5,68 Kč ke kterým musíme ještě přičíst náklady na obal a etiketu ve výši 1,63 Kč a dále pronájem přístrojů na sterilaci a zabalení ve výši 0,68 Kč. Konečná výrobní cena 100g sterilovaného taveného sýru řady I. až III. je 7,99 Kč.

Tab. 21. Surovinová skladba a cenové vyjádření pro vzorky II. a III. řady sterilovaných tavených sýrů

Název suroviny	Výrobní cena $\text{Kč} \cdot \text{kg}^{-1}$
Moravský blok	89,50
Eidamská cihla 45 %	87,10
Tvaroh měkký	39,20
Máslo	80,00
Tavicí soli	60,00
Voda	0,335

Jak již bylo uvedeno vzorky IV. řady byly vyrobeny akciovou společností Madeta, která se surovinovým složením liší. Snaží se nahradit relativně drahou mléčnou bílkovinu sušenou syrovátkou. V tabulce 2. jsou opět uvedeny suroviny s průměrnými výrobními cenami.

Tab. 22. Surovinová skladba a cenové vyjádření pro vzorky V. řady sterilovaných tavených sýrů

Název suroviny	Cena Kč·kg ⁻¹
Zlato 50 %	98,00
Moravský blok	89,50
Eidamský blok 45 %	87,10
Eidamský blok 30 %	84,20
Tvaroh měkký	39,20
Sušená syrovátka	30,00
Máslo	80,00
Tavicí soli (Ø cena)	60,00
Voda	0,335

Tavený sýr vyrobený Madetou a.s. je dražší, což je zřejmě způsobeno surovinovou rozmanitostí a použitím více druhů přírodních sýrů. Madeta a.s. (dle uvedených výsledků v tabulce 22) na výrobu 1 tuny vzorků V. řady sterilovaného taveného sýru vynaloží 55.596 Kč. Musí se zde také zdůraznit ta skutečnost, že společnost Madeta a.s. sýr Zlato vyrábí a tudíž cena tohoto sýru neodpovídá tržním cenám, ale pouze cenám vnitropodnikovým. Cena taveného sýru řady V. o hmotnosti 100 g je 5,56 Kč, náklady na pronájem přístrojů pro sterilaci, zabalení, obal a etiketu jsou totožné s výše uvedenými. Konečná cena 100g taveného sýru řady V. je 7,87 Kč.

Při srovnání konečných cen 100 g sterilovaného taveného sýru je zcela patrné, že použití sušené syrovátky Madetou a.s. do vzorků V. řady rozhodně náklady na surovinovou skladbu snižuje. Úspora na surovinové skladbě použitím sušené syrovátky by byla markantnější, kdyby nebyla použita tak různorodá směs přírodních sýrů, která náklady zvyšuje. V této části musí být zdůrazněno, že přídavek sušené syrovátky do sterilovaných tavených sýrů má řadu technologických nevýhod (viz. kapitola 1.5.2, 1.6.3), které mohou v konečné fázi převážit ekonomické výhody.

NÁVRHY A DOPORUČENÍ

Z provedené rešerše, týkající se výroby a skladování sterilizovaných tavených sýrů, a také z vlastních výsledků prezentovaných v této práci navrhuji pro příští výrobu a skladování sterilizovaných tavených sýrů těchto několik základních kroků:

- Při výrobě tavených sýrů používat kvalitní směs přírodních sýrů bez mikrobiologických vad, také je třeba se vyhnout zpracování zaplísňených tavených sýrů z hlediska možnosti kontaminace mykotoxiny.
- Při volbě surovinové směsi je třeba volit spíše zralejší surovinu. Tepelná sterilace vyvolává tuhnutí tavených sýrů a zralejší přírodní sýr může částečně opět snížit tuhost taveného sýru. Také vyzrálé přírodní sýry přenášení do tavených sýrů plnější aroma.
- S ohledem na tuhnutí tavených sýrů při jejich tepelné sterilaci je vhodné volit spíše řidší taveninu.
- Podle literatury [57] je možné při výrobě tavených sýrů použít enzymatickou úpravu přírodních sýrů, která sníží náklady, protože lze použít nezralé a tudíž levnější přírodní sýry. Výsledný tavený sýr má plné aroma, jako při použití vyzrálých přírodních sýrů. V tomto ohledu doporučuji další pokusy zaměřené právě na využití enzymatické úpravy při výrobě tavených sýrů.
- Do sterilovaných tavených sýrů nepřidávat směs citrátových tavicích solí, které vyvolávají masivní tvorbu krystalů, které posléze úplně znehodnotí tento výrobek.
- Pokud možno vyvarovat se přídavku sušené syrovátky, protože v sušené syrovátce je obsažena laktosa, která podporuje Maillardovu reakci a tím vyvolává tmavší barvu sterilovaného taveného sýru.
- Volit kratší tavicí proces. Příliš dlouhý tavicí proces navíc s vysokými teplotami, může vést až k tzv. překrémování, kdy začne docházet k procesům dehydratace a agregaci proteinů.
- Pokud možno snažit se zkrátit dobu mezi tavením a sterilizací taveného sýru a dobu nutnou na vychlazení po sterilizaci na minimum. Tím se vyvarujeme výraznějších barevných změn.

- Při skladování tavených sýrů volit raději nižší teploty, které nevyvolávají tak výrazné změny jako tavené sýry skladované za pokojové teploty. Jedná se o nárůst amoniaku a tmavnutí sýru.
- Z hlediska ekonomiky výroby je třeba podpořit výrobu vyššího množství najednou, což sníží náklady. Další snížení nákladů je možné ovlivnit vhodnější volbou surovinové směsi.
- Dále pokračovat v provádění analýz a sledovat změny dusíkatých látek ke kterým dochází během dlouhodobého skladování.

Při dodržení těchto základních kroků můžeme získat dlouhodobě skladovatelný tavený sýr při minimálních chemických i senzorických změnách.

ZÁVĚR

V rámci práce byly sledovány vlivy doby a teploty skladování na jakost sterilovaných tavených sýrů. U jednotlivých vzorků byly provedeny mikrobiologické, chemické a senzorické analýzy. Mikrobiologické analýzy se soustředily především na ověření obchodní sterility. Chemické analýzy spočívaly ve stanovení sušiny, měření pH a obsahu volného amoniaku. V rámci senzorické analýzy byly hodnoceny tavené sýry z hlediska délky skladování na vliv na vzhled a barvu, konzistenci, chuť a vůni a celkové hodnocení. Dále byly v rámci senzorické analýzy prováděny párové preferenční testy, kdy mezi sebou byly srovnávány tavené sýry skladované v chladu a tavené sýry skladované za pokojových teplot.

U všech analyzovaných vzorků byla ověřena obchodní sterilita. Z výsledků vyplynulo, že u zkoumaných tavených sýrů byl splněn požadavek na dosažení obchodní sterility ve smyslu vyhlášky č. 294/1997 ve znění pozdějších předpisů resp. ve smyslu vyhlášky č. 132/2004.

Po vyhodnocení chemických analýz bylo zjištěno, že během skladování se v tavených sýrech zvyšoval obsah amoniaku. Nárůst amoniaku vykazoval nejvyšší přírůstky v prvních měsících skladování, poté velikost přírůstků postupně klesala. Tento stav nejvíce popisuje logaritmický model časové řady. Dále bylo prokázáno statisticky významně vyšší množství amoniaku ve vzorcích skladovaných za teploty 23 ± 2 °C oproti vzorkům skladovaným při teplotě 8 ± 2 °C. Z výsledků analýz sušiny vyplývá, že v daných obalech nedocházelo k statisticky významným změnám odpovídajícím jakémukoliv trendu. Při měření pH byla potvrzena pufrací schopnost tavicích solí a tudíž k žádnému statisticky významnému posunu pH během dvouletého skladování nedošlo.

Z výsledku senzorických analýz vyplývá trend k postupnému zhoršování kvality tavených sýrů, i když i po 24 resp. 30 měsících skladování ve většině případů hodnotitelé ohodnotili kvalitu tavených sýrů jako uspokojivou. Bohužel se to netýká II. a III. řady tavených sýrů, kde velmi brzy (již po půl roce skladování) začalo docházet k tvorbě krystalů citrátu vápenatého. Tyto vzorky byly posléze hodnoceny jako senzoricky nepřijatelné. Vznik těchto krystalů byl zapříčiněn složením surovinové směsi, kdy jako tavicí sůl byla použita citrátová směs. Z výsledků párového porovnání vzorků skladovaných za různých teplot vychází, že vzorky tavených sýrů skladované za teplot

23 ± 2 °C mají jednoznačně tmavší barvu, než vzorky skladované v teplotách 8 ± 2 °C. V preferencích mezi vzorky tavených sýrů skladovaných za různých teplot nedošlo mezi jednotlivými řadami k jednoznačným závěrům. Zatímco u řady I. a III. byly hodnotitelé indiferentní, u řady II. hodnotitelé preferovali tavený sýr skladovaný 23 ± 2 °C, u řady IV a V preferovali výrobky skladované při 8 ± 2 °C. Rovněž hodnocení tuhosti konzistence nevykázalo jednoznačný výsledek, kdy hodnotitelé označili jako vzorky s tužší konzistencí u I. a II. řady vzorky skladované při 8 ± 2 °C, kdežto u V. řady to byl vzorek skladovaný při 23 ± 2 °C, u ostatních řad (III. a IV.) byly hodnotitelé v tuhosti konzistence indiferentní.

Závěrem této práce můžeme zhodnotit, že i po dvouletém skladování si většina vzorků zachovala dobrou kvalitu při obou teplotách skladování. S ohledem na výsledky jak chemických tak i senzorických analýz musíme podpořit skladování za nižších teplot, kde vzorky vykazovaly lepší výsledky u těch parametrů, na které měla teplota významný vliv (amoniak, barva).

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ABDEL-HAMID, L.B., ZAMMAR, O.A., HAGRASS, A.E. Utilization of ripened curd slurry in processed Cheddar cheese spread making. *Egyptian Journal of Dairy Science*. 2002; 30(2), 283-296.
- [2] AWAD, R.A., ABDEL-HAMID, L.B., EL-CHABRAWY, S.A., SINGH, R.K. Texture and Microstructure of Block Type Processed Cheese with Formulated Emulsifying Salt Mixtures. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*. 35, 2002, 54-61.
- [3] AWAD, R.A., EL-SHABRAWY, S.A., OSMAN, S.G., SAAD, S.A. Chemical composition of flavoured processed cheese spreads with different fruit flavours. *Egyptian Journal of Dairy Science*. 2003; 31 335 – 344.
- [4] BACHMANN, H.P. Cheese analogues. *International Dairy Journal*. 11, 2001, 505-515.
- [5] BŘEZINA, P., JELÍNEK, J. *Chemie a technologie mléka I a II*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 1990. 325 s. ISBN 80-7080-075-5.
- [6] BUŇKA, F. *Statistické vyhodnocení změn senzorické jakosti u tavených sýrů* [Diplomová práce]. Vyškov : VVŠ PV, 2001. 86 s.
- [7] BUŇKA, F. *Vybrané statistické metody využitelné v senzorické analýze potravin* [SVOČ]. 43 (2), Vyškov 2000.
- [8] BUŇKA, F., HRABĚ, J., KRÁČMAR, S. The effect of sterilisation on amino acid contents in processed cheese. *International Dairy Journal*. 14, 2004, 829-831.
- [9] BYLUND, G. *Dairy Processing Handbook*. Lund: Tetra Pak Processing Systems, 1995, 436 s.
- [10] CARIĆ, M., KALÁB, M. Processed cheese products. In Fox, P.F. (ed.) *Cheese Chemistry, Physics and Microbiology*. Volume 2. Major Cheese Groups, 2. ed. Elsevier Applied Science, London and New York, 1997, 467 – 505.
- [11] DANIELOVÁ, H. Vliv sterilačního záhřevu na vybrané jakostní ukazatele tavených sýrů [diplomová práce]. Zlín UTB, 2004.

- [12] DOLEŽÁLEK, J., HLADÍK, J., BŘEZINA, P. *Příručka pro cvičení z chemie a technologie mléka*. 3. vyd. Praha: VŠCHT, 1980. 210 s.
- [13] FOISSY, H. *Technologie Tierischer Lebensmittel*. IMB – Verlag: Universität für Bodenkultur Wien, 2005. 121 s.
- [14] FOX, P.F. "Cheese", *Chemistry, Physics and Microbiology*, 2nd ed.. Elsevier Applied Science, London, 1993, 467-9.
- [15] FORMAN, L. a kol. *Mlékárenská technologie II*. 2. vyd. Praha: VŠCHT, 1996, 228 s. ISBN 80-7080-250-2.
- [16] FRITZ, R., GLÄSER, A. Einfluß der Hoch-Kurz-Sterilisation auf mechanische Eigenschaften des Schmelzkäses und dessen Phosphat-Schmelzsalze. *Die Molkerei-Zeitung Welt der Milch*, 25, 1971, 1197 – 1201.
- [17] GAJDŮŠEK, S. *Mlékařství I. a II. část*. 1. vyd. Brno: MZLU, 1998. 228 s. ISBN 80-7157-342-6.
- [18] GALLMANN, P. U., BOSSET, J. O., SIEBER, R. Lebensmittel, Verpackung und Stoffmigration. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 30, 1997, 326–336.
- [19] GUINEE, T.P. Pasteurized processed cheese products. In Roginski, H., Fuquay, J.W., Fox, P.F. *Encyclopedia of Dairy Science*, Volume 1. London: Elsevier Science, 2003, 416 – 418.
- [20] HEBÁK, P. *Regrese I. část*. 1. vydání. Praha: VŠE, 1998. 138 s. ISBN 80-7079-909-9.
- [21] HRABĚ, J., KRÍŽ, O., BUŇKA, F. *Statistické metody v senzorické analýze potravin*. 1. vyd. Vyškov : VVŠ PV, 2001. 114 s. ISBN 80-7231-086-0.
- [22] 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*. 86, 2003, 1101 – 1107.
- [23] INGR, I., SIMEONOVÁ, J. *Mlékařství a hodnocení živočišných výrobků. Část II. Návody do cvičení*. 1. vyd. Brno: VŠZ, 1986.
- [24] KADLEC, P., a kol. *Procesy potravinářských a biochemických výrob*. VŠCHT Praha, 2003, 308 s. ISBN 80-7080-527-7.

- [25] KADLEC, P., a kol. *Technologie potravin I.* 1. vyd. VŠCHT Praha, 2002, 300 s. ISBN 80-7080-509-9.
- [26] KADLEC, P., a kol. *Technologie potravin II.* 1. vyd. VŠCHT Praha, 2002, 236 s. ISBN 80-7080-510-2.
- [27] KLOSTERMEYER, H. Zur Struktur des Schmezkäses – Fakten und Hypothesen. *Die Molkerei Zeitung Welt der Milch*, 44, 1990, 214 – 219.
- [28] KRACMAR, S., JANKOVSKA, R., SOUSTOVA, K., KUCHTIK, J. Analysis of amino acid composition of sheep colostrum by near-infrared spectroscopy. *Czech Journal of Animal Science* 49, 2004, 177-182.
- [29] KRACMAR, S., KUCHTIK, J., BARAN, M., VARADYOVA, Z., KRACMAROVA, E., GAJDUSEK, S., JELINEK, P. Dynamics of changes in contents of organic and inorganic substances in sheep colostrum within the first 72 h after parturition. *Small Ruminant Research* 56, 2005, 183-188.
- [30] 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.
- [31] KWAK, H. S., CHOI S.S., AHN, J., LEE S. W. Casein Hydrolysate Fractions Act as Emulsifiers in Process Cheese. *Journal of food science*. 67, 2, 2002, 821 – 825.
- [32] KYZLINK, V. 1980. *Základy konzervace potravin*. 2. vyd. SNTL Praha, 516 s.
- [33] LEE, S.K., BUWALDA, R.J., EUSTON, S.R., FOEGEDING, E.A., MCKENNA, A.B. Changes in the rheology and microstructure of processed cheese during cooking. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*. 36, 2003, 339 – 345.
- [34] MAYER, K.H. Bitterness in processed cheese caused by an overdose of a specific emulsifying agent. *International Dairy Journal*. 11, 2001, 533-542.
- [35] MARCHESSEAU, S., GASTALDI, E., LAGAUDE, A., CUQ, J.L. Influence of pH on Protein Interactions and Microstructure of Process Cheese. *Journal of Dairy Science*. 80, 1997, 1483-1489.
- [36] MELOUN, M., MILITKÝ, J. *Kompedium statistického zpracování dat*. 1. vyd. Praha ACADEMIA, 2002. 764 s. ISBN 80-200-1008-4.

- [37] MELOUN, M., MILITKÝ, J. *Statistické zpracování experimentálních dat*. 1. vyd. Praha PLUS, 1994. 839 s. ISBN 80-85297-56-6.
- [38] Mc ILVEEN, -H; VALLELY, -C. The development and acceptability of a smoked processed cheese. *British Food Journal*. Bradford: 98, 1996, 17 s.
- [39] MOLINS, R.A. Phosphates in food. *Boca Raton*: CRC Press, 1991, 261 s.
- [40] MULVIHILL, D.M., McCARTHY, A. Proteolytic and rheological changes during ageing of cheese analogues made from rennet caseins. *International Dairy Journal*. 4, 1994, 15 -23.
- [41] MULVIHILL, D.M., McCARTHY, A. Relationships between plasmin levels in rennet caseins and proteolytic and rheological changes on storage of cheese analogues made from these caseins. *Journal of Dairy Research*. 60, 1993, 431-438.
- [42] NEY, K.H. *Gerät zur Messung des Biegebruchverhaltens von Schmelzkäsescheiben*. *Alimenta*, 2, 1988, 31-36.
- [43] PIPEK, P., DOBIÁŠ, J., MÍKOVÁ, K., VOTAVOVÁ, L., ČURDA, D. *Návody pro laboratorní cvičení z technologie neúdržných potravin*. 2. vyd. Praha: VŠCHT, 1991.
- [44] PISKA, I., ŠTĚTINA, J. Influence of cheese ripening and rate of cooling of the processed cheese mixture on rheological properties of processed cheese. *Journal of Food Engineering*. 61, 2004, 551 – 555.
- [45] POMMERT, J.F., KLAEBE, A., PERIE, J., LEBUGLE, A., PUECH, J. Observation and Analysis of Crystalline Phases in Processed Cheese. *Journal of Food Science*. 53, 1988, 1367–1369.
- [46] RAVAL, D.M., MISTRY, V.V. Application of Ultrafiltered Sweet Buttermilk in the Manufacture of Reduced Fat Process Cheese. *Journal of Dairy Science*. 82, 1999, 2334 – 2343.
- [47] RYLEY, J., KAJDA, P. Vitamins in thermal processing. *Food Chemistry* 49, 1994, 119-129.
- [48] SCHÄR, W A BOSSET, J.O. Chemical and Physico-chemical Changes in Processed Cheese and Ready-made Fondue During Storage. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*. 35, 2002, 15-20.

- [49] SUNESEN, L.O., LUND, P., SØRENSEN, J., HØLMER, G. Development of Volatile Compounds in Processed Cheese during Storage. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*. 35, 2002, 128-134.
- [50] ŠIMŮNEK, J., BŘEZINA, P. Mykotoxiny: VVŠ PV Vyškov, 1996. 70 s.
- [51] TAMIME, A. Q., KALAB, M. DAVIES, G., QOUNIS, M. F. Microstructure and firmness of processed cheese manufactured from Cheddar cheese and skim milk powder cheese base. *Food Structur.* 9, 1990, 23-37.
- [52] TAMIME, A. Y.; MUIR, D. D.; SHENANA, M. E.; KALAB, M.; 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*. 32, 1999, 41-49.
- [53] TURNER, J. Developing processed cheese. *Dairy Field*. 186, 2003, 53,2 s.
- [54] UHLMANN, G., KLOSTERMEYER, H., MERKENICH, K. Kristallisationsercheinungen in Schmelzkäseprodukten – I. Phänomen und Ursachen. *Milchwissenschaft*, 38, 1983, 10, 582-585.
- [55] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin I.* 1. vyd. Tábor : OSSIS, 1999. 352 s. ISBN 80-902391-3-7.
- [56] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin II.* 1. vyd. Tábor : OSSIS, 1999. 328 s. ISBN 80-902391-4-5.
- [57] WILKINSON, M., KILCAWLEY, K. *Enzyme Modified Cheese Flavour Ingredients*. Dairy products research centre Moorepark, Fermoy, Co. Cork. 2000. ISBN 1-901138-62-3.

WWW STRÁNKY

- [58] KALÁB, M. Cheese: Development of structure. 2004, [cit. 2005-2-24]. Dostupný z WWW <www.anka.livstek.lth.se:2080/microscopy/f-cheese.htm>

PRÁVNÍ NORMY

Zákon č. 110/1997 Sb.,

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 287/1999 Sb., zrušena vyhláškou 375/2003 Sb.,

Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 294/1997 Sb., zrušena vyhláškou 132/2004 Sb.,

Zákon č. 258/2000 Sb.,

Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 38/2001 Sb.,

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 77/2003 Sb.,

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 202/2003 Sb.,

Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 132/2004 Sb.,

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AMK	aminokyselina
CPM	celkový počet mikroorganismů
JTK	jednotka tvořící kolonie
SEM	skenovací elektronová mikroskopie
TEM	transmisní elektronová mikroskopie
w/w	hmotnostní procento

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1	Fáze krémování (A,B,C); snímky z elektronového mikroskopu	18
Obr. 2	Model krémování (fáze A,B,C): bílkovinná struktura a změny viskozity ..	18
Obr. 3	Průběh inaktivačních čar mikroorganismů a enzymů a termodestrukčních čar nutričně významných složek mléka	28
Obr. 4	Snímek z elektronového mikroskopu (TEM)	36
Obr. 5	Snímek z elektronového mikroskopu (SEM)	36
Obr. 6	Vývoj amoniaku ve vzorku SL _I v průběhu 31 měsíčního skladování	55
Obr. 7	Vývoj amoniaku ve vzorku SS _I v průběhu 31 měsíčního skladování	56
Obr. 8	Vývoj amoniaku ve vzorku SL _{II} v průběhu 25 měsíčního skladování	56
Obr. 9	Vývoj amoniaku ve vzorku SS _{II} v průběhu 25 měsíčního skladování	57
Obr. 10	Vývoj amoniaku ve vzorku SL _{III} v průběhu 25 měsíčního skladování	57
Obr. 11	Vývoj amoniaku ve vzorku SS _{III} v průběhu 25 měsíčního skladování	58
Obr. 12	Vývoj amoniaku ve vzorku SS _{IV} v průběhu 25 měsíčního skladování	58
Obr. 13	Vývoj amoniaku ve vzorku SL _V v průběhu 25 měsíčního skladování	59
Obr. 14	Vývoj amoniaku ve vzorku SS _V v průběhu 25 měsíčního skladování	59
Obr. 15	Vývoj vzhledu a barvy u vzorku SL _I během 31 měsíčního skladování	62
Obr. 16	Vývoj vzhledu a barvy u vzorku SS _I během 31 měsíčního skladování	62
Obr. 17	Vývoj konzistence u vzorku SL _I během 31 měsíčního skladování	62
Obr. 18	Vývoj konzistence u vzorku SS _I během 31 měsíčního skladování	63
Obr. 19	Vývoj chuti a vůně u vzorku SL _I během 31 měsíčního skladování	63
Obr. 20	Vývoj chuti a vůně u vzorku SS _I během 31 měsíčního skladování	63
Obr. 21	Celkové hodnocení u vzorku SL _I během 31 měsíčního skladování	64
Obr. 22	Celkové hodnocení u vzorku SS _I během 31 měsíčního skladování	64
Obr. 23	Vývoj vzhledu a barvy u vzorku SL _{II} během 25 měsíčního skladování ...	65
Obr. 24	Vývoj vzhledu a barvy u vzorku SS _{II} během 25 měsíčního skladování	65
Obr. 25	Vývoj konzistence u vzorku SL _{II} během 25 měsíčního skladování	66
Obr. 26	Vývoj konzistence u vzorku SS _{II} během 25 měsíčního skladování	66
Obr. 27	Vývoj chuti a vůně u vzorku SL _{II} během 25 měsíčního skladování	66
Obr. 28	Vývoj chuti a vůně u vzorku SS _{II} během 25 měsíčního skladování	67
Obr. 29	Celkové hodnocení u vzorku SL _{II} během 25 měsíčního skladování	67
Obr. 30	Celkové hodnocení u vzorku SS _{II} během 25 měsíčního skladování	67
Obr. 31	Vývoj vzhledu a barvy u vzorku SL _{III} během 25 měsíčního skladování ..	68
Obr. 32	Vývoj vzhledu a barvy u vzorku SS _{III} během 25 měsíčního skladování ...	69

Obr. 33	Vývoj konzistence u vzorku SL _{III} během 25 měsíčního skladování	69
Obr. 34	Vývoj konzistence u vzorku SS _{III} během 25 měsíčního skladování	69
Obr. 35	Vývoj chuti a vůně u vzorku SL _{III} během 25 měsíčního skladování	70
Obr. 36	Vývoj chuti a vůně u vzorku SS _{III} během 25 měsíčního skladování	70
Obr. 37	Celkové hodnocení u vzorku SL _{III} během 25 měsíčního skladování	70
Obr. 38	Celkové hodnocení u vzorku SS _{III} během 25 měsíčního skladování	71
Obr. 39	Vývoj vzhledu a barvy u vzorku SL _{IV} během 25 měsíčního skladování ...	72
Obr. 40	Vývoj vzhledu a barvy u vzorku SS _{IV} během 13 měsíčního skladování ...	72
Obr. 41	Vývoj konzistence u vzorku SL _{IV} během 25 měsíčního skladování	72
Obr. 42	Vývoj konzistence u vzorku SS _{IV} během 13 měsíčního skladování	73
Obr. 43	Vývoj chuti a vůně u vzorku SL _{IV} během 25 měsíčního skladování	73
Obr. 44	Vývoj chuti a vůně u vzorku SS _{IV} během 13 měsíčního skladování	73
Obr. 45	Celkové hodnocení u vzorku SL _{IV} během 25 měsíčního skladování	74
Obr. 46	Celkové hodnocení u vzorku SS _{IV} během 13 měsíčního skladování	74
Obr. 47	Vývoj vzhledu a barvy u vzorku SL _V během 25 měsíčního skladování	75
Obr. 48	Vývoj vzhledu a barvy u vzorku SS _V během 25 měsíčního skladování	75
Obr. 49	Vývoj konzistence u vzorku SL _V během 25 měsíčního skladování	76
Obr. 50	Vývoj konzistence u vzorku SS _V během 25 měsíčního skladování	76
Obr. 51	Vývoj chuti a vůně u vzorku SL _V během 25 měsíčního skladování	76
Obr. 52	Vývoj chuti a vůně u vzorku SS _V během 25 měsíčního skladování	77
Obr. 53	Celkové hodnocení u vzorku SL _V během 25 měsíčního skladování	77
Obr. 54	Celkové hodnocení u vzorku SS _V během 25 měsíčního skladování	77

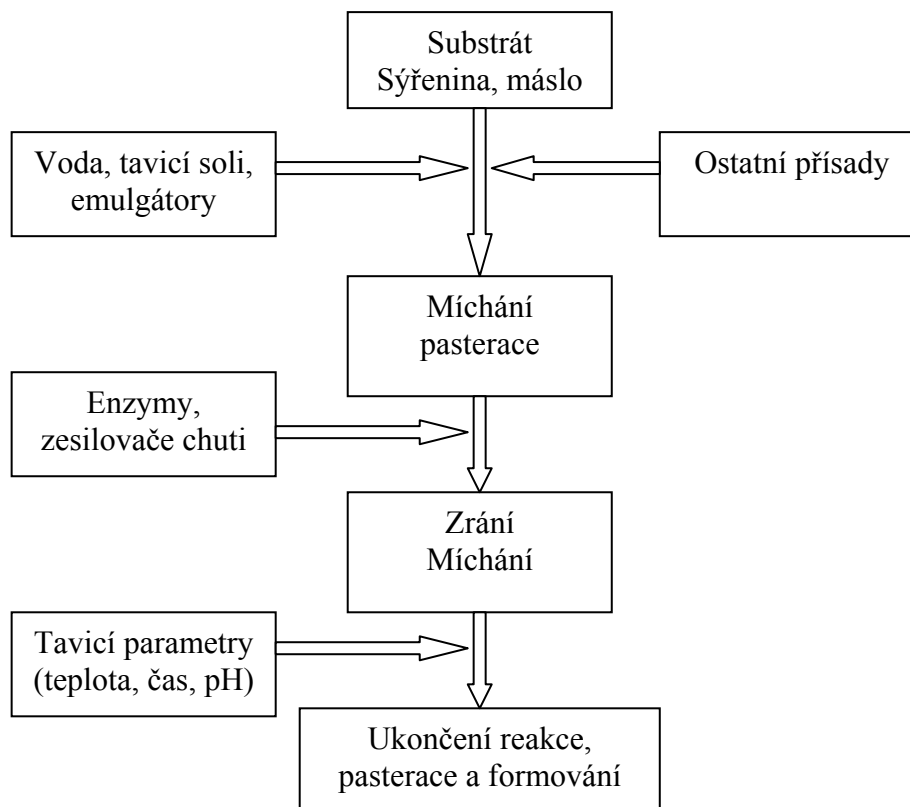
SEZNAM TABULEK

Tab. 1	Závislost druhu záhřevu na ztrátách vitamínů	30
Tab. 2	Výsledky mikrobiologických zkoušek na vstupu u sterilovaných tavených sýrů řad I – V [JTK.g-1]	48
Tab. 3	Výsledky termostatových zkoušek provedených na vstupu pro celkový počet mikroorganismů sterilovaných tavených sýrů řad I – V skladovaných v termostatu po dobu 7 a 14 dnů při 37 °C [JTK.g-1]	49
Tab. 4	Výsledky termostatových zkoušek pro CPM sterilovaných tavených sýrů řady I. – V. , provedených v 25. resp. 31. měsíci skladování	50
Tab. 5	Hodnoty sušiny sterilovaných tavených sýrů I. řady v průběhu 31 měsíčního skladování	51
Tab. 6	Hodnoty sušiny sterilovaných tavených sýrů II. a III. řady v průběhu 25 měsíčního skladování	52
Tab. 7	Hodnoty sušiny sterilovaných tavených sýrů IV. a V. řady v průběhu 25 měsíčního skladování.....	52
Tab. 8	Srovnání sušiny vzorků skladovaných za rozdílných teplot u řad I – V	52
Tab. 9	Vyhodnocení pH tavených sýrů řady I	53
Tab. 10	Vyhodnocení pH tavených sýrů řad II a III	53
Tab. 11	Vyhodnocení pH tavených sýrů řad IV a V.....	54
Tab. 12	Hodnoty amoniaku [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$] sterilovaných tavených sýrů řady I	54
Tab. 13	Hodnoty amoniaku [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$] sterilovaných tavených sýrů řady II a III ..	55
Tab. 14	Hodnoty amoniaku [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$] sterilovaných tavených sýrů řady IV a V ..	55
Tab. 15	Srovnání hodnot amoniaku řad I – V při různých teplotách skladování ¹⁾ .	60
Tab. 16	Hodnoty senzorických znaků řady I po 31 měsících skladování	78
Tab. 17	Hodnoty senzorických znaků řady II po 25 měsících skladování	79
Tab. 18	Hodnoty senzorických znaků řady III po 25 měsících skladování	79
Tab. 19	Hodnoty senzorických znaků řady IV po 13 měsících skladování	80
Tab. 20	Hodnoty senzorických znaků řady V po 25 měsících skladování	81
Tab. 21	Surovinová skladba a cenové vyjádření pro vzorky II. a III. řady sterilovaných tavených sýrů	82
Tab. 22	Surovinová skladba a cenové vyjádření pro vzorky	

IV. řady sterilovaných tavených sýrů	83
--	----

SEZNAM PŘÍLOH

- P I: Schématický nákres enzymatické modifikace tavených sýrů
- P II: Stupnice pro hodnocení sterilovaných smetanových tavených sýrů
- P III: Protokol pro senzorické hodnocení tavených sýrů
- P IV: Porovnání dvojic vzorků sušiny pro $\alpha = 0,05$
- P V: Tabulky vyhodnocení základních senzorických znaků
- P VI: Fotografické ukázky vad sterilovaných tavených sýrů

Příloha P I**Schématický náčrt enzymatické modifikace tavených sýrů**

Obr. P1. Enzymatická modifikace tavených sýrů. Upraveno podle [WILKINSON 2000]

Příloha P II

Stupnice pro hodnocení sterilovaných smetanových tavených sýrů

Vzhled a barva

1. Vynikající – barva smetanově bílá až máselně nažloutlá, stejnorodá, bez cizích odstínů. Povrch sýru pravidelný, hladký, lesklý, bez povrchových vlisů.
2. Výborná – mírná odchylka od vynikající barvy a vzhledu, bez cizích odstínů, homogenní, typická pro smetanový tavený sýr. Změny barvy způsobené osycháním sýru, oxidačními změnami vyloučeny. Vzhled bez jakýchkoliv známek deformace, na povrchu sýru čistý, hladký, lesklý.
3. Dobrá – barva odpovídá druhu taveného sýru, je homogenní s vyloučením mramorování barvy. Vzhled vykazuje drobné odchylky způsobené mírnou deformací tvaru, drobnější závady v hladkosti povrchu, povrch sýru je mírně matný, stále však hladký.
4. Méně dobrá – barva mírně nehomogenní (mramorovitá), povrch sýru matný bez lesku, na povrchu mírné barevné změny v důsledku oxidativních změn.
5. Nevyhovující – barva na povrchu i v těstě nehomogenní, silné oxidativní změny na povrchu, výskyt plísňe, značná deformace povrchu, vzhled narušen duřením sýru, vytavený, oddělený tuk.

Konzistence

1. Vynikající – lehce roztíratelná s vysokým leskem těsta, plastická, dokonale utavená, bez vzduchových dutin, homogenní, bez výskytu neutavených kousků sýru.
2. Výborná – konzistence s vysokým leskem, výborně roztíratelná, jemná, nelepivá.
3. Dobrá – roztíratelnost dobrá, mírně tužší nebo měkčí, slabě lepivá.
4. Méně dobrá – lepivá, tuhá, řidká, nehomogenní, hůře roztíratelná.
5. Nevyhovující – 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, cizí příchutě jsou vyloučeny.
2. Výborná – mírné odchylky od vynikající chuti a vůně, přesto stále harmonická, odpovídající, jemně mléčně nakyslá, typická, cizí příchutě nežádoucí.
3. Dobrá – chuť a vůně typická pro smetanový tavený sýr s odchylkami ne zásadního charakteru, avšak harmonická a čistá.
4. Méně dobrá – výskyt cizích příchutí, méně harmonická, nahořklá, slanější, příchut' po tavicích solích, kyselejší, slabě oxidovaná, dílčí odchylky v chuti, slabě nečistá, slabě kvasničná.
5. Nevyhovující – nečistá, žluklá, slaná, hořká, cizí, netypická, silně oxidovaná (žluklá), zatuchlá, kvasnicová, ostře kyselá aj.

Celkové hodnocení

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

Příloha P III**Protokol pro senzorické hodnocení tavených sýrů****Datum:****Čas:****Jméno:****Senzorické hodnocení s použitím stupnic**

Vzorek	Ukazatel			
	Vzhled a barva	Konzistence	Chuť a vůně	Celkové hodnocení
A				
B				
C				
D				
E				
H				

Párová porovnávací zkouška

Vzorky B a C: Kterému vzorku dáváte přednost?

Vzorky B a C: Který vzorek má tužší konzistenci?

Vzorky B a C: Který vzorek má tmavší barvu?

Příloha P IV

Porovnání dvojic vzorků sušiny pro $\alpha = 0,05$ Tabulka PI. Porovnání dvojic sušiny vzorku SL_I ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25	31
1	x	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x	x
19	S	S	S	x	x	x
25	R	R	R	S	x	x
31	R	S	R	S	R	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PII. Porovnání dvojic sušiny vzorku SS_I ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25	31
1	x	x	x	x	x	x
7	R	x	x	x	x	x
13	R	S	x	x	x	x
19	S	R	S	x	x	x
25	S	R	R	S	x	x
31	R	S	R	R	R	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PIII. Porovnání dvojic sušiny vzorku SL_{II} ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	S	S	S	x	x
25	S	R	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PIV. Porovnání dvojic sušiny vzorku SS_{II}¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	R	R	x	x	x
19	S	S	R	x	x
25	S	S	R	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PV. Porovnání dvojic sušiny vzorku SL_{III}¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	S	S	S	x	x
25	S	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PVI. Porovnání dvojic sušiny vzorku SS_{III}¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	S	S	S	x	x
25	S	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PVII. Porovnání dvojic sušiny vzorku SL_{IV}¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	S	S	S	x	x
25	S	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PVIII. Porovnání dvojic sušiny vzorku SS_{IV}¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	R	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	S	R	S	x	x
25	R	R	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PIX. Porovnání dvojic sušiny vzorku SL_V¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	S	R	S	x	x
25	S	R	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PX. Porovnání dvojic sušiny vzorku SS_V¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	R	x	x	x	x
13	R	S	x	x	x
19	S	R	R	x	x
25	R	R	R	R	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Příloha P V

Tabulky vyhodnocení základních senzorických znaků

SL_ITabulka PXI. Vyhodnocení vzhledu a barvy pro vzorek SL_I

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	6	11	7	0	0
7	1	8	11	4	0
13	0	17	6	1	0
19	4	10	10	0	0
25	0	10	14	0	0
31	10	12	2	0	0

Tabulka PXII. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25	31
1	x	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x	x
19	S	S	S	x	x	x
25	S	S	S	S	x	x
31	S	R	S	S	R	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PXIII. Vyhodnocení konzistence pro vzorek SL_I

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	0	5	7	11	1
7	1	1	4	11	7
13	0	1	11	11	1
19	0	0	2	18	4
25	0	0	15	9	0
31	0	0	12	11	1

Tabulka PXIV. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25	31
1	x	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x	x
19	R	S	S	x	x	x
25	S	S	S	R	x	x
31	S	S	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PXV. Vyhodnocení chuti a vůně pro vzorek SL_I

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	4	9	5	6	0
7	0	7	6	9	2
13	0	10	8	6	0
19	0	0	14	10	0
25	0	6	11	7	0
31	1	15	5	3	0

Tabulka PXVI. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25	31
1	x	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x	x
19	R	S	S	x	x	x
25	S	S	S	S	x	x
31	S	R	S	R	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PXVII. Vyhodnocení celkového hodnocení pro vzorek SL_I

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	1	8	9	6	0
7	1	2	8	7	6
13	0	6	11	7	0
19	0	0	10	10	4
25	0	0	17	7	0
31	0	12	8	4	0

Tabulka PVIII. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25	31
1	x	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x	x
19	R	S	S	x	x	x
25	S	S	S	S	x	x
31	S	R	S	R	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

SS_ITabulka PXIX. Vyhodnocení vzhledu a barvy pro vzorek SS_I

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	6	11	7	0	0
7	1	7	11	5	0
13	1	11	10	2	0
19	0	4	15	5	0
25	2	17	5	0	0
31	2	10	12	0	0

Tabulka PXX. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25	31
1	x	x	x	x	x	x
7	R	x	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x	x
19	R	S	S	x	x	x
25	S	R	S	R	x	x
31	S	S	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PXXI. Vyhodnocení konzistence pro vzorek SS_I

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	0	5	7	11	1
7	0	2	9	13	0
13	0	1	12	11	0
19	0	0	3	18	3
25	0	0	0	20	4
31	0	4	13	6	1

Tabulka PXXII. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25	31
1	x	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x	x
19	S	S	S	x	x	x
25	R	R	R	S	x	x
31	S	S	S	R	R	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PXXIII. Vyhodnocení chuti a vůně pro vzorek SS_I

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	4	9	5	6	0
7	1	5	9	8	1
13	1	6	11	6	0
19	0	0	8	13	3
25	0	2	20	2	0
31	1	3	9	10	1

Tabulka PXXIV. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25	31
1	x	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x	x
19	R	S	R	x	x	x
25	S	S	S	S	x	x
31	R	S	S	R	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PXXV. Vyhodnocení celkového hodnocení pro vzorek SS_I

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	1	8	9	6	0
7	0	5	9	9	1
13	0	4	13	7	0
19	0	0	5	13	6
25	0	0	21	3	0
31	0	3	10	9	2

Tabulka PXXVI. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25	31
1	x	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x	x
19	R	R	R	x	x	x
25	S	S	S	R	x	x
31	S	S	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

SL_{II}Tabulka PXXVII. Vyhodnocení vzhledu a barvy pro vzorek SL_{II}

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	4	6	12	2	0
7	0	13	11	0	0
13	0	0	6	12	6
19	0	0	5	14	5
25	2	4	1	5	12

Tabulka PXXVIII. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	R	R	x	x	x
19	R	R	S	x	x
25	R	R	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PXXIX. Vyhodnocení konzistence pro vzorek SL_{II}

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	3	6	14	1	0
7	0	2	16	6	0
13	0	3	15	6	0
19	0	6	18	0	0
25	0	13	9	2	0

Tabulka PXXX. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	S	S	S	x	x
25	S	R	R	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PXXXI. Vyhodnocení chuti a vůně pro vzorek SL_{II}

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	4	10	7	3	0
7	0	7	13	4	0
13	0	7	11	6	0
19	0	10	10	4	0
25	2	11	6	5	0

Tabulka PXXXII. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	S	S	S	x	x
25	S	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PXXXIII. Vyhodnocení celkového hodnocení pro vzorek SL_{II}

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	1	12	7	4	0
7	0	6	10	8	0
13	0	0	9	9	6
19	0	2	13	8	1
25	0	4	5	5	10

Tabulka PXXXIV. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	R	S	x	x	x
19	S	S	S	x	x
25	R	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

SS_{II}Tabulka PXXXV. Vyhodnocení vzhledu a barvy pro vzorek SS_{II}

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	4	6	12	2	0
7	0	2	10	10	2
13	0	0	4	13	7
19	0	2	4	13	5
25	1	6	2	10	5

Tabulka PXXXVI. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	R	x	x	x	x
13	R	S	x	x	x
19	R	S	S	x	x
25	R	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny existující statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PXXXVI. Vyhodnocení konzistence pro vzorek SS_{II}

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	3	6	14	1	0
7	0	3	13	8	0
13	0	0	10	14	0
19	0	8	10	6	0
25	5	7	8	3	1

Tabulka PXXXVII. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	R	S	x	x	x
19	R	S	S	x	x
25	S	S	R	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PXXXVIII. Vyhodnocení chuti a vůně pro vzorek SS_{II}

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	4	10	7	3	0
7	0	5	8	10	1
13	0	0	11	12	1
19	0	7	13	4	0
25	4	10	5	5	0

Tabulka PXXXIX. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	R	x	x	x	x
13	R	S	x	x	x
19	S	S	S	x	x
25	S	R	R	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PXL. Vyhodnocení celkového hodnocení pro vzorek SS_{II}

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	1	12	7	4	0
7	0	0	10	12	2
13	0	0	4	12	8
19	0	3	13	7	1
25	4	3	6	5	6

Tabulka PXL I. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	R	x	x	x	x
13	R	S	x	x	x
19	S	S	R	x	x
25	S	S	R	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

SL_{III}Tabulka PXL II. Vyhodnocení vzhledu a barvy pro vzorek SL_{III}

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	3	5	7	9	0
7	0	4	11	8	1
13	0	0	13	9	2
19	0	0	4	13	7
25	0	1	2	2	19

Tabulka PXL III. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	R	R	S	x	x
25	R	R	R	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PXL IV. Vyhodnocení konzistence pro vzorek SL_{III}

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	1	2	12	9	0
7	0	2	11	9	2
13	0	0	8	15	1
19	0	0	8	16	0
25	0	4	10	10	0

Tabulka PXLV. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	S	S	S	x	x
25	S	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PXLIII. Vyhodnocení chuti a vůně pro vzorek SL_{III}

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	3	2	11	8	0
7	0	3	17	4	0
13	0	4	13	7	0
19	0	2	11	11	0
25	2	3	10	7	2

Tabulka PXLVII. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	S	S	S	x	x
25	S	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PXLVIII. Vyhodnocení celkového hodnocení pro vzorek SL_{III}

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	1	2	12	9	0
7	0	1	12	10	1
13	0	0	14	7	3
19	0	0	7	12	5
25	0	0	3	2	19

Tabulka PIL. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	S	S	S	x	x
25	R	R	R	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

SS_{III}Tabulka PL. Vyhodnocení vzhledu a barvy pro vzorek SS_{III}

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	3	5	7	9	0
7	0	0	14	7	3
13	0	0	5	13	6
19	0	0	12	11	1
25	1	2	7	11	3

Tabulka PLI. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	R	S	x	x	x
19	S	S	S	x	x
25	S	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PLII. Vyhodnocení konzistence pro vzorek SS_{III}

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	1	2	12	9	0
7	0	2	8	11	3
13	0	0	9	13	2
19	0	0	16	8	0
25	3	4	8	8	1

Tabulka PLIII. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	S	S	S	x	x
25	S	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PLIV. Vyhodnocení chuti a vůně pro vzorek SS_{III}

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	3	2	11	8	0
7	0	1	10	13	0
13	0	1	10	11	2
19	0	0	18	6	0
25	1	4	14	4	1

Tabulka PLV. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	S	S	S	x	x
25	S	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PLVI. Vyhodnocení celkového hodnocení pro vzorek SS_{III}

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	1	2	12	9	0
7	0	1	7	10	6
13	0	0	5	12	7
19	0	0	12	11	1
25	1	0	12	6	5

Tabulka PLVII. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	R	S	x	x	x
19	S	S	S	x	x
25	S	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

SL_{IV}Tabulka PLVIII. Vyhodnocení vzhledu a barvy pro vzorek SL_{IV}

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	0	17	7	0	0
7	11	8	5	0	0
13	5	12	7	0	0
19	13	9	2	0	0
25	12	10	2	0	0

Tabulka PLIX. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	R	S	S	x	x
25	R	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PLX. Vyhodnocení konzistence pro vzorek SL_{IV}

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	0	2	14	8	0
7	4	5	12	3	0
13	3	5	14	2	0
19	3	11	6	4	0
25	4	7	13	0	0

Tabulka PLXI. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	R	S	S	x	x
25	R	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PLXII. Vyhodnocení chuti a vůně pro vzorek SL_{IV}

Chuť a vůně

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	0	7	15	2	0
7	6	12	6	0	0
13	0	14	10	0	0
19	2	12	4	5	1
25	6	14	2	2	0

Tabulka PLXIII. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	R	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	S	S	S	x	x
25	R	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PLXIV. Vyhodnocení celkového hodnocení pro vzorek SL_{IV}

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	0	6	14	4	0
7	3	14	7	0	0
13	0	13	11	0	0
19	2	13	3	5	1
25	6	14	4	0	0

Tabulka PLXV. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	R	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	S	S	S	x	x
25	R	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

SS_{IV}Tabulka PLXVI. Vyhodnocení vzhledu a barvy pro vzorek SS_{IV}

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	0	17	7	0	0
7	4	12	6	2	0
13	0	8	15	1	0

Tabulka PLXVII. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PLXVIII. Vyhodnocení konzistence pro vzorek SS_{IV}

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	0	2	14	8	0
7	0	2	9	8	5
13	0	2	17	5	0

Tabulka PLXIX. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PLXX. Vyhodnocení chuti a vůně pro vzorek SS_{IV}

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	0	7	15	2	0
7	1	3	13	7	0
13	0	0	22	2	0

Tabulka PLXXI. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PLXXII. Vyhodnocení celkového hodnocení pro vzorek SS_{IV}

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	0	6	14	4	0
7	0	3	13	4	4
13	0	0	21	3	0

Tabulka PLXXIII. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

SL_VTabulka PLXXIV. Vyhodnocení vzhledu a barvy pro vzorek SL_V

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	0	17	7	0	0
7	2	10	9	3	0
13	0	8	14	2	0
19	0	7	13	2	2
25	4	12	8	0	0

Tabulka PLXXV. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	S	S	S	x	x
25	S	S	S	R	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PLXXVI. Vyhodnocení konzistence pro vzorek SL_V

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	0	9	13	2	0
7	6	14	3	1	0
13	1	12	11	0	0
19	1	12	2	7	2
25	4	12	4	4	0

Tabulka LXXVII. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	R	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	S	R	S	x	x
25	S	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PLXXVIII. Vyhodnocení chuti a vůně pro vzorek SL_V

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	0	8	11	5	0
7	4	12	6	2	0
13	0	10	12	2	0
19	0	3	8	12	1
25	4	4	8	8	0

Tabulka PLXXIX. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	S	R	R	x	x
25	S	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PLXXX. Vyhodnocení celkového hodnocení pro vzorek SL_V

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	0	7	9	8	0
7	1	13	8	2	0
13	0	9	13	2	0
19	0	4	5	11	4
25	0	8	8	8	0

Tabulka PLXXXI. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	S	R	R	x	x
25	S	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

SS_vTabulka PLXXXII. Vyhodnocení vzhledu a barvy pro vzorek SS_v

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	0	17	7	0	0
7	0	6	10	5	3
13	0	5	13	6	0
19	0	1	6	11	6
25	0	8	4	8	4

Tabulka PLXXXIII. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	R	x	x	x	x
13	R	S	x	x	x
19	R	S	R	x	x
25	R	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PLXXXIV. Vyhodnocení konzistence pro vzorek SS_v

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	0	9	13	2	0
7	2	2	6	12	2
13	0	3	16	5	0
19	1	5	12	4	2
25	0	8	8	8	0

Tabulka PLXXXV. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	R	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	S	S	S	x	x
25	S	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PLXXXVI. Vyhodnocení chuti a vůně pro vzorek SS_v

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	0	8	11	5	0
7	1	3	8	12	0
13	0	0	11	13	0
19	0	3	9	12	0
25	0	8	0	16	0

Tabulka PLXXXVII. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	S	S	S	x	x
25	S	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Tabulka PLXXXVIII. Vyhodnocení celkového hodnocení pro vzorek SS_V

Doba skladování (měsíce)	Počet hodnotitelů				
	Vynikající	Výborná	Dobrá	Méně dobrá	Nevyhovující
1	0	7	9	8	0
7	1	1	7	12	3
13	0	0	9	15	0
19	0	3	7	7	7
25	0	8	0	16	0

Tabulka PLXXXIX. Porovnání dvojic pro $\alpha = 0,05$ ¹⁾

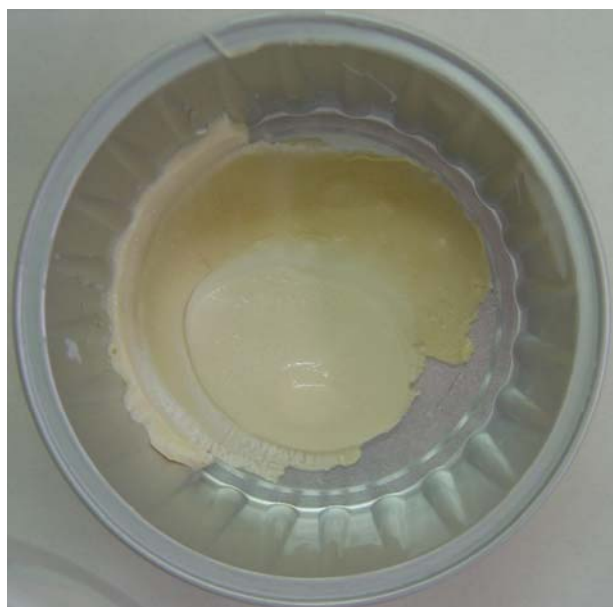
Doba skladování (měsíce)	1	7	13	19	25
1	x	x	x	x	x
7	S	x	x	x	x
13	S	S	x	x	x
19	S	S	S	x	x
25	S	S	S	S	x

¹⁾ S – mezi danou dvojicí nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly;

R – mezi danou dvojicí existují statisticky významné rozdíly

Příloha P VI**Fotografické ukázky vad sterilovaných tavených sýrů**

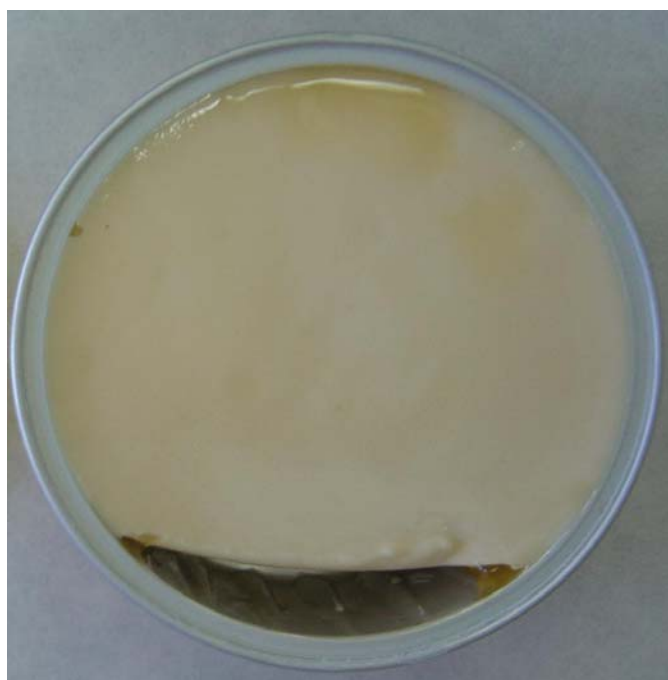
Obr. P2. Krystaly citrátových tavicích solí na
spodní straně taveného sýru (SL_{II})



Obr. P3. Ukázka „přípečení“ taveniny na
dno obalu (SL_{II})



Obr. P4. Vytavený tuk na spodní straně
taveného sýru (SLv)



Obr. P5. Ukázka vzduchové dutiny (SSv)