

Vliv doby a teploty skladování na vybrané chemické parametry trvanlivého mléka

Michaela Kudelová

Bakalářská práce
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michaela Kudelová**

Osobní číslo: **T14225**

Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**

Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Vliv doby a teploty skladování na vybrané chemické parametry trvanlivého mléka**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Charakterizujte chemické složení kravského mléka a technologii výroby trvanlivých mlék.
2. Popište chemické změny v důsledku UHT záhřevu mléka.
3. Zabývejte se vlivem teploty skladování na jakost mléka.

II. Praktická část

1. Založte skladovací experiment s trvanlivými mléky o různé tučnosti.
2. Simulujte skladování vzorků při chladírenské, pokojové a vyšší teplotě.
3. Na skladovaných vzorcích proveďte analýzu obsahu sušiny, tuku, kyselosti, amoniaku a tiobarbiturového čísla.
4. Výsledky vyhodnoťte a formulujte závěr.

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

Seznam odborné literatury:

- [1] BUŇKA, František. Mlékárenská technologie I. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013. ISBN 978-80-7454-254-1.
- [2] GAUCHER, Isabelle, Daniel MOLLÉ, Valérie GAGNAIRE a Frédéric GAUCHERON. Effects of storage temperature on physico-chemical characteristics of semi-skimmed UHT milk. Food Hydrocolloids [online]. 2008, 22(1), 130-143 [cit. 2016-08-20]. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2007.04.007. ISSN 0268005x.
- [3] RAHMAN, Shafiur. Handbook of food preservation. New York: Marcel Dekker, c1999. Food science and technology (Marcel Dekker, Inc.), 94. ISBN 0824702093.
- [4] ELIOT, Anthony J, Ashok DHAKAL, Nivedita DATTA, C Deeth HILTON. Heat-induced changes in UHT milks - part 1. Australian Journal of Dairy Technology [online]. Melbourne, AUSTRALIE: Dairy Industry Association of Australia, 2003, 58 [cit. 2016-08-20]. ISSN 0004-9433.
- [5] DATTA, Nivedita, Anthony J ELIOT, Melinda J PERKINS, C Deeth HILTON. Ultra-high-temperature (UHT) treatment of milk: Comparison of direct and indirect modes of heating. Australian Journal of Dairy Technology [online]. Melbourne, AUSTRALIE: Dairy Industry Association of Australia, 2002, 57 [cit. 2016-08-20].

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. František Buňka, Ph.D.**
Ústav technologie potravin

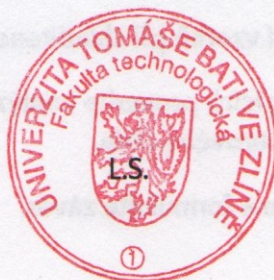
Datum zadání bakalářské práce: **3. února 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **5. května 2017**

Ve Zlíně dne 3. února 2017



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: KUDELOVÁ' MICHAELA

Obor: ČHTP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 5.5. 2017

..... Kudela' Michala

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ABSTRAKT

Cílem bakalářská práce je popsat chemické změny v důsledku UHT záhřevu, doby a teploty skladování UHT mléka o různé tučnosti. V praktické části bakalářské práce je popsán a vyhodnocen skladovací experiment a změny, které nastávají během skladování UHT mléka v různých teplotách v průběhu 150 dní. Z analýz je patrné, že významný vliv na změny mléka v průběhu skladování má skladovací teplota. S rostoucí skladovací teplotou jsou změny v analyzovaných parametrech markantnější. V průběhu skladování došlo k poklesu pH, nárůstu titrační kyselosti, nárůstu obsahu amoniaku a thiobarbiturového čísla. Doba ani teplota skladování významně neovlivňují obsah tuku a sušiny.

Klíčová slova: Mléko, UHT mléko, UHT záhřev, doba a teplota skladování

ABSTRACT

The aim of this Bachelor's thesis is characterise chemical changes caused by UHT treatment, storage time and storage temperature of UHT milk with different fat content. In practical part of this thesis there is described storage experiment and changes that occur as a result of 150 days of storage in different temperatures. Analyses show that the storage temperature has a significant effect on changes during storage. As the storage life increases, the changes are more striking. During storage the pH value decrease, the value of titration acidity, ammonia content and TBARS increased. The storage time and temperature did not significantly affect the fat and dry content of UHT milk.

Keywords: Milk, UHT milk, UHT treatment, time and temperature of storage

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce panu doc. Ing. Františku Buňkovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, trpělivost a čas, který mi věnoval při zpracovávání této práce. Dále bych ráda poděkovala paní Ing. Ludmile Zálešákové za odborné vedení při práci v laboratoři.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	8
I TEORETICKÁ ČÁST.....	9
1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ MLÉKA	10
2 FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ VLASTNOSTI MLÉKA.....	13
3 ZÁKLADNÍ OŠETŘENÍ MLÉKA.....	14
4 CHEMICKÉ ZMĚNY MLÉKA V DŮSLEDKU UHT ZÁHŘEVU.....	16
5 CHEMICKÉ ZMĚNY MLÉKA V DŮSLEDKU DOBY A TEPLoty SKLADOVÁNÍ.....	18
II PRAKTICKÁ ČÁST	20
6 CÍL PRÁCE	21
7 METODIKA PRÁCE.....	22
7.1 CHARAKTERISTIKA VZORKŮ.....	22
7.2 ANALYZOVANÉ PARAMETRY A METODIKA PRÁCE	22
8 VÝSLEDKY	24
8.1 OBSAH TUKU	24
8.2 OBSAH SUŠINY	24
8.3 KYSELOST MLÉKA	24
8.4 OBSAH AMONIAKU	28
8.5 THIOBARBITUROVÉ ČÍSLO	30
9 DISKUZE A VÝSLEDKY	32
ZÁVĚR	33
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	34

ÚVOD

Během skladování trvanlivých potravin, ošetřených sterilačním záhřevem, dochází k určitým chemickým změnám, jež nejsou obecně příliš zmapovány. A proto hlavním cílem této práce je popsat změny, jež nastávají v důsledku UHT záhřevu a během skladování sterilovaného mléka při různých teplotách. Tato problematika je popsána a rozebrána v teoretické části bakalářské práce.

Součástí praktické části této bakalářské práce bylo založit skladovací experiment s trvanlivými mléky o různé tučnosti (mléko odtučněné, polotučné a plnotučné) a stimulovat jejich skladování při třech různých teplotách. Při chladírenské teplotě, pokojové teplotě a vyšší teplotě. Tyto teploty byly vybrány z důvodu stimulace různých klimatických podmínek, při kterých potraviny mohou být převáženy nebo skladovány. Následně byly na takto skladovaných vzorcích UHT mléka provedeny chemické analýzy po dobu 5ti měsíců.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ MLÉKA

Aktuální chemické složení kravského mléka závisí na řadě faktorů. Zejména na plemeni skotu, jeho genetickém potenciálu, výživě, zdravotním stavu, pořadí a fázi laktace atd. [1]

Až z 86,0-88,0% je v mléce zastoupena voda, zbylou část 12,0-14,0 % tvoří sušina. Nejvyšší podíl sušiny tvoří laktóza- 4,5-5,0 %, dále pak tuk- 3,5-5,5 %, dusíkaté látky- 3,1-3,8 % a ve stopovém množství jsou v mléce také zastoupeny vitaminy, enzymy, minerální látky, hormony apod. [1]

Voda se v mléce vyskytuje volná, vázaná na koloidy i chemicky vázaná. Volná voda tvoří převážnou část vody v mléce. Slouží jako rozpouštědlo pro složky mléka, např.: laktózu a minerální látky. Voda vázaná na koloidy je hydratační voda, která tvoří obaly na povrchu jejich částic. Chemicky vázaná voda je krystalická voda. V mléce může být vázána laktózou. [4]

Dusíkaté látky

Z celkového obsahu dusíkatých látek v kravském mléce připadá přibližně 90,0-95,0 rel. % na čisté bílkoviny. Zbylou část dusíkatých látek představují ostatní dusíkaté látky, kam můžeme zařadit např. močovinu, kreatin, kyselinu močovou, amoniak atd. Proteiny mléka mají vysokou biologickou hodnotu a jsou dobrým zdrojem esenciálních aminokyselin. [1,16,17]

Proteiny mléka lze rozdělit dle rozpustnosti při pH 4,6 (hodnota pH 4,6 je izoelektrickým bodem kravského mléka při teplotě 30 °C) na kaseinové a syrovátkové (sérové). Poměr kaseinových a sérových proteinů u kravského mléka je přibližně 80:20. [1,17]

Kaseinový komplex je tvořen čtyřmi základními frakcemi: α_{s1} -kasein, α_{s2} -kasein, β -kasein a κ -kasein. Syrovátkové proteiny jsou tvořeny α -laktoglobulinem, β -laktoglobulinem, sérovým albuminem, proteózo-peptony, imunoglobuliny atd. [1,17]

Hlavním rozdílem mezi kaseinovými a sérovými bílkovinami je srážlivost při pH=4,6 kdy dochází ke srážení kaseinových bílkovin a sérové bílkoviny zůstávají v koloidním roztoku. Dalším významným rozdílem je termolabilita. Kaseinové proteiny jsou velmi termostabilní a odolávají i zahřevům nad 140 °C při normální pH mléka. Sérové bílkoviny (zejména β -laktoglobulin) velmi snadno denaturují z důvodu složité sekundární a terciární struktury. Kaseinové proteiny obsahují ve svých molekulách fosfor (resp. zbytek kyseliny fosforeč-

né), na které se mohou navázat vápenaté ionty a způsobovat tvorbu gelu kaseinových proteinů. [1]

Mléčný tuk

Složení a množství tuku v kravském mléce ovlivňují exogenní i endogenní faktory (plemeno skotu, výživa, roční období, stádium laktace). Tuk je nejvariabilnější a energeticky nejbohatší složkou mléka. [3,16]

Dle chemického složení lze lipidy rozdělit na heterolipidy a homolipidy. Homolipidy jsou estery mastných kyselin a alkoholů a tvoří podstatnou část mléčného tuku (97,0- 98,0 %). Heterolipidy obsahují mimo mastné kyseliny a alkoholy i sloučeniny obsahující dusík, fosfor, síru a sacharidy a tvoří velmi malý podíl mléčného tuku (1,0-3,0%). [3]

Triacylglyceroly tvoří nejpodstatnější část mléčného tuku. Triacylglyceroly se v mléce nevyskytují ve volné formě, ale jsou uspořádány do tukových kuliček, ty jsou obaleny membránou. Membrána tukových kuliček je složitý systém, jehož hlavní funkcí je stabilizovat triacylglyceroly ve vodném prostředí mléka (bránit tak koalescenci a chrání je před působením enzymů). Membrána má záporný náboj a zajišťuje odpuzování jednotlivých tukových kuliček. [1]

Sacharidy mléka

Hlavním sacharidem v mléce je oligosacharid laktóza. Laktóza je tvořena jednou molekulou D-glukózy a jednou molekulou D-galaktózy, spojené vazbou β (1 \rightarrow 4). Chemický název: 4-D-galaktopyranozyl-(1 \rightarrow 4)-D-glukopyranóza. Kromě oligosacharidů se v mléce vyskytují i monosacharidy: D-glukóza, D-galaktóza, D-manóza a D-fruktóza a jejich deriváty. [3,16]

V kravském mléce se obsah laktózy pohybuje v rozmezí 4,5–5,0 %. Koncentrace laktózy se v mléce mírně liší, pohybuje se v intervalu 4,5-5,2g/100g mléka. Laktóza je unikátní produkt mléčné žlázy savců, nebyla nalezena v žádné jiné tělní tekutině. Slouží jako zdroj energie, dodává mléku nasládlou chuť a hraje významnou roli při výrobě mléčných výrobků. [1,3,16]

Minerální látky a vitaminy mléka

Minerální látky se v mléce vyskytují zejména jako sodné, draselné, vápenaté a hořečnaté soli fosforečnanů, síranů, hydrogenuhličitanů, citronanů a chloridů. Do mléka přechází minerální látky z krve. Hlavní význam mají ve výživě mláděte. [1]

Obsah vitaminů v mléce závisí na složení krmné směsi a stádiu laktace. Kravské mléko obsahuje například karotenoidy, které přispívají k nažloutlé barvě mléka. Vitamin C, který má významnou roli v ochraně některých složek mléka před rychlou oxidací. Vitaminy skupiny B podporují činnost bakterií mléčného kvašení. [1]

Enzymy mléka

Nejvýznamnější část enzymů v mléce tvoří oxidoreduktázy a hydrolázy. V mléce se nachází více jak 100 enzymů. Enzymy mají značný vliv na kvalitu mléčných výrobků. [1]

Aktivita enzymů je významně ovlivněna vnějšími podmínkami. Na jejich tvorbu mají vliv chemické i fyzikální faktory-teplota, pH atd. Zvýšená teplota vede k inhibici enzymů prostřednictvím denaturace. [1,8]

V čerstvém bovinním mléce od zdravých dojnic se vyskytuje více než 60 nativních enzymů- lipáza, proteináza, kataláza a další. V mléce se nativní enzymy vyskytují v tukové fázi vázané v povrchových vrstvách tukových kuliček. Některé se seskupují s kaseinovými micelami (plazmin) a při srážení zůstanou v sýřenině. Část se váže na somatické buňky nebo mohou být v mléce volně v mléčném séru. [1,8]

Mezi nejvýznamnější enzymy mléka patří proteázy. To jsou enzymy hydrolyzující peptidovou vazbu bílkovin a peptidů. Nejdůležitějšími proteázami jsou plazmin a katepsin D. Proteolytické enzymy zvyšují obsah nebílkovinných dusíkatých látek v mléce, snižují obsah bílkovin a stabilitu kaseinových micel. Výsledkem může být zhoršení technologických vlastností mléka. [1,8]

Lipázy a esterázy katalyzují hydrolýzu triacylglycerolů na glycerol a mastné kyseliny a způsobují hydrolytické žluknutí mléka a mléčných výrobků. [1,8]

Mezi nejvýznamnější fosfatázy řadíme alkalickou a kyselou fosfatázu a laktoperoxidázu. [1,8]

2 FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ VLASTNOSTI MLÉKA

U mléka se rozlišuje titrační a aktivní kyselost. Titrační kyselost se stanovuje pro ověření čerstvosti mléka. Vyjadřuje počet ml NaOH (při $c=0,25\text{mol/l}$) potřebných k neutralizaci 100 ml mléka za použití fenolftaleinu jako indikátoru. Vyjadřuje se v jednotkách Soxhlet-Henkela (SH). Titrační kyselost by se u čerstvě nadojeného mléka, od zdravé dojnice, měla pohybovat mezi 6,2-7,8 SH. Kyselost je ovlivněna zejména kaseinovými bílkovinami, sérovými bílkovinami, fosforečnanovými anionty, oxidem uhličitým a citronany. S rostoucím časem se kyselost mléka zvyšuje a to především činností kontaminující mikroflóry. [1, 11]

Aktivní kyselost syrového kravského mléka (hodnota pH) při teplotě 25 °C se pohybuje v rozmezí 6,5-6,7. Se zvyšující se teplotou roste i hodnota pH. Hodnota aktivní kyselosti se mění v průběhu laktace. Ke změnám pH dochází při patologických procesech v mléčné žláze. Na začátku laktace má kolostrum nízké hodnoty pH (< 6), u mastitidního mléka je hodnota pH vyšší (pH 7,5). [1, 11]

Hustota mléka závisí na chemickém složení mléka- zejména na obsahu tukového podílu. Hustota kravského mléka se obvykle pohybuje mezi $1,026-1,036\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Hustota mléka pod $1,028\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ může být ukazatelem jeho zvodnění. [1, 11]

Stanovení bodu mrznutí hraje důležitou roli při odhalování přídavku vody do mléka. Bod mrznutí se pohybuje mezi -0,57 až -0,54 °C. Přídavek 1% vody do mléka zvýší jeho bod mrznutí o cca 0,005-0,006 °C. [1, 11]

3 ZÁKLADNÍ OŠETŘENÍ MLÉKA

K základnímu ošetření řadíme- tepelné ošetření, odstředování, standardizaci základních složek, homogenizaci, deaeraci a dezodoraci mléka. [1]

Cílem tepelného ošetření je minimalizace zdravotního nebezpečí (zejména inaktivace patogenních a podmíněně patogenních mikroorganismů, případně nežádoucí mikroflóry), deaktivace většiny přítomných mikroorganismů, prodloužení trvanlivosti mléka a současně minimalizovat chemické, fyzikální a organoleptické změny mléka. Účinnost záhřevu závisí na intenzitě záhřevu, na kombinaci vhodné teploty a délce jejího působení. [1, 2, 10,15]

Záhřev může způsobit i nežádoucí změny- například neenzymové hnědnutí mléka (Maillardovy reakce), doprovázené vařivou příchutí mléka. Dalším nežádoucím důsledkem záhřevu může být ztráta nutriční kvality mléka, a proto musí být záhřev pečlivě řízen. [10]

Tradičně se proces tepelného ošetření mléka dělí na pasteraci a sterilaci. [1, 10]

Speciálním případem je termizace, která se využívá při výrobě některých druhů sýrů, je šetrnější než pasterace. Obvyklý je záhřev po dobu 15-20s na 60-69 °C. [10]

Pasterace je takový tepelný zákrok, který redukuje vegetativní formy mikroorganismů, ale bakteriální spory nejsou devitalizovány. Pasteraci lze rozdělit na dlouhodobou (63-65 °C po dobu 30 min), šetrnou (71-74 °C po dobu 15-30 sekund) a vysokou (85 °C několik sekund). Požadavky na pasteraci jsou uvedeny v nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 853/2004. [1, 10]

Sterilace je proces, vedoucí k inaktivaci vegetativních forem mikroorganismů i většiny bakteriálních spor. Sterilace se provádí v uzavřených distribučních obalech, obvykle při teplotách 110-125 °C s výdrží 10-30min. Příkladem sterilace je vysokotepelné ošetření (UHT). [1, 10]

Ultratepelným ošetřením mléka - UHT (Ultra High Temperature) dojde v mléce k usmrcení všech mikroorganismů i spór a k potlačení aktivity enzymů. Výsledkem tohoto typu tepelného ošetření je sterilní produkt- trvanlivé mléko. [1,2,6,10]

Nařízení 853/2004 ustanovuje, že UHT záhřevu se dosahuje ošetřením, zahrnujícím souvislý přítok tepla za vysoké teploty po krátkou dobu (nejméně 135 °C v kombinaci s přiměřenou dobou zdržení), aby v ošetřeném výrobku nebyly žádné živé mikroorganismy ani spory schopné růstu v prostředí aseptické uzavřené nádoby při pokojové teplotě, a dostatečným k tomu, aby výrobky zůstaly mikrobiologicky stabilní po patnáctidenní inkubaci při

30 °C v uzavřených nádobách nebo po sedmidenní inkubaci při 55 °C v uzavřených nádobách nebo po jakékoliv jiné metodě prokazující, že bylo použito vhodné tepelné ošetření. [25]

UHT mléko je možné vyrábět dvojím způsobem: přímým a nepřímým. [6]

Přímý UHT záhřev lze provádět dvěma způsoby: vstříkem páry do mléka nebo vstříkem mléka do páry. U obou typů záhřevu nejprve dochází k přehřátí mléka v deskovém výměníku na cca 80 °C. Přehřáté mléko následně vstupuje do parního injektoru nebo infuzoru. Při kontaktu páry s mlékem se mléko mžikově ohřeje na minimálně 140 °C. Pára zároveň kondenzuje a mléko mírně vodnatí. V parním injektoru i infuzoru je přetlak, který zajistí zvýšení bodu varu tak, aby nedocházelo k jejímu odpaření. Dále mléko putuje do výdržníku. Tepelně ošetřené mléko se čerpá do expanzní komory, kde dochází k mžikovému ochlazení pod 100 °C a současně k odparu části vody. Následně se mléko homogenizuje. Po homogenizaci se mléko ochladí na deskovém výměníku a čerpá se do aseptického tanku nebo balicího zařízení. [1,5,6,15]

Při nepřímém ohřevu mléka se využívají deskové nebo trubkové výměníky. Nedochází ke styku ohřívané kapaliny (mléka) a zahřívacího média (vody). A proto nedojde ke změně v obsahu sušiny mléka. Mléko se nejprve čerpá do regenerační sekce, kde se přehřívá na 70 °C. Přehřáté mléko vstupuje do homogenizátoru, po homogenizaci se mléko čerpá do termosekce. Ohřívacím médiem je voda, která je ohřívána pomocí páry. Tlak ve výměníku je 0,4-0,5 MPa (aby bod varu vody byl nad teplotou ohřívací vody). Následně se mléko čerpá do výdržníku, chladí a transportuje do aseptického tanku nebo plnicího zařízení. [1,5,6,15]

Po tepelném záhřevu je mléko vedeno na odstředivky. Cílem odstředování mléka je jeho odtučnění a získání odstředěného mléka a smetany. Následuje homogenizace, kdy se zmenšuje velikost tukových kuliček pod 1 μm a zvyšuje se viskozita. Z ekonomického hlediska je výhodné homogenizovat pouze odstředěnou smetanu a následně mléko standardizovat smícháním homogenizované smetany s podílem odstředěného mléka na požadovanou tučnost. Cílem deaerace je minimalizovat obsah vzduchu v mléce a tím zmenšit riziko oxidace mléčného tuku. Dezodorace zajišťuje odstranění nežádoucích pachů z mléka. [1]

4 CHEMICKÉ ZMĚNY MLÉKA V DŮSLEDKU UHT ZÁHŘEVU

Kaseinové bílkoviny jsou poměrně odolné vůči denaturaci (kvůli nízkému podílu sekundárních a terciárních struktur v molekule). Syrovátkové proteiny jsou do určité míry denaturovány (kvůli vysokému podílu sekundárních a terciárních struktur v molekule) během UHT záhřevu mléka. Přímý způsob záhřevu způsobuje méně denaturace, než nepřímý. U nepřímého způsobu ohřevu mléka dochází k denaturaci 75-80% proteinů. Sérový albumin a β -laktoglobulin denaturují již při teplotách nad 70 °C. Zejména denaturace β -laktoglobulinu má zásadní význam pro vlastnosti mléka. Denaturovaný β -laktoglobulin může přes svou volnou thiolovou skupinu (-SH) interagovat s thiolovou skupinou κ -kaseinu, která tvoří ochranný obal micely, a tím dojde ke vzniku disulfidového můstku a vzniká komplex, kde je β -laktoglobulin navázán na κ -kasein, což má význam pro funkční vlastnosti mléčných proteinů (zejména při výrobě sýrů- denaturace syrovátkových proteinů, byla určena jako jedna z hlavních příčin zhoršení srážlivosti mléka při sýření). Denaturované sérové bílkoviny jsou snadněji stravitelné, jelikož jsou přístupnější pro proteolytické enzymy trávicího traktu člověka. Může dojít i k narušení tepelné stability mléka. Mléko s narušenou tepelnou stabilitou snadněji podléhá agregací bílkovinné usazeniny na dně výrobku. [1,5,10,15]

UHT záhřevem dochází ke ztrátám aminokyseliny lysinu. U přímého záhřevu se jedná o cca 4% a u nepřímého o 5,5%. Nejedná se o ztráty biologicky významné. K více významným ztrátám dochází u aminokyselin metioninu, tryptofanu a tyrosinu. [8]

Během UHT záhřevu dochází k tvorbě laktulózy izomerizací laktózy, za katalýzy volných aminoskupin. Rychlost této izomerizace v daném pH striktně závisí na délce a výši teploty záhřevu. U nepřímého způsobu záhřevu je izomerizace laktózy o něco vyšší, než u přímého způsobu záhřevu mléka. [6]

Laktulóza je sladší a 4x více rozpustná než laktóza. Laktulóza vykazuje pozitivní účinky na mikroflóru střev dětí a používá se k léčbě některých střevních onemocnění. Přítomnost a množství laktulózy v mléce se využívá k identifikaci použitého tepelného záhřevu, zejména k rozlišení UHT a pasterizovaného mléka. V mléce se laktulóza může vyskytovat ve volné formě a ve vázané na aminoskupiny mléčných proteinů (N-deoxy-laktulose-L-lysin). [7]

V důsledku UHT záhřevu může docházet i k reakcím, při nichž z laktózy vznikají organické kyseliny, především kyselina mravenčí a kyselina mléčná. [1]

Během UHT záhřevu dochází k vyšším ztrátám na obsahu vitaminů než u mléka pasterizovaného. Vitaminy rozpustné v tucích- A (retinol), D (kalciferol) a E (tokoferol) a vitaminy rozpustné ve vodě- B₇ (biotin), B₃ (niacin), B₅ (kyselina pantotenová), B₂ (riboflavin) jsou relativně teplotně stabilní a nedochází k významným změnám na obsahu těchto vitaminů. [8]

Ke ztrátám kolem 10% dochází u kyseliny listové, B₁ (thiamin) B₆ (pyridoxin) a B₁₂ (kobalamin), z nichž k největším ztrátám dochází u vitaminu B₆. [8,15]

K největšímu úbytku dochází u obsahu vitaminu C. UHT záhřev snižuje obsah vitaminu C minimálně o 25%. K celkové ztrátě vitaminu C dochází výhradně kvůli teplotně nestabilní oxidované formě kyseliny dehydroaskorbové a jsou minimalizovány dodržováním postupů, které omezují obsah rozpuštěného kyslíku v mléce. Během skladování a fotodegradaci dochází k dalším ztrátám vitaminu C. [8]

Podle odolnosti k tepelnému záhřevu minerální látky mléka dělíme na ty, jež nejsou vysokou teplotou destruovány- sodík, draslík, chloridy a sírany. A na minerální látky, jež jsou tepelným záhřevem destruovány- vápník, hořčík, citrát, fosforečnany. [8]

Tepelný záhřev narušuje rovnováhu distribuce vápenatých iontů, což způsobuje pokles rozpustnosti vápníku a vysrážení pevného fosforečnanu vápenatého. Více než 40-50% rozpustného vápníku vystoupí v koloidní fázi. To může ovlivnit i tepelnou stabilitu mléka. [8]

Tepelné ošetření vede k inaktivaci některých, přirozeně přítomných enzymů mléka. Inaktivace enzymů přispívá ke standardizaci výrobních podmínek, stabilitě a lepší kvalitě konečného výrobku. Enzymy mléka se liší v potřebné inaktivační teplotě a době výdrže teploty. Při UHT záhřevu dochází k inaktivaci alkalické fosfatázy, která je více tepelně rezistentní, ve srovnání s některými patogenními mikroorganismy (např. *Mycobacterium tuberculosis* a zástupci rodu *Salmonella*). Dalším inaktivovaným enzymem je laktoperoxidáza, která slouží jako průkaz správně provedené vysoké pasterace. [1,8]

5 CHEMICKÉ ZMĚNY MLÉKA V DŮSLEDKU DOBY A TEPLoty SKLADOVÁNÍ

Rozsah změn závisí především na teplotě během skladování. Mezi snadno detekovatelné změny patří změna barvy, chuti (flavour) a textury. Další změny nemusí být detekovatelné spotřebitelem, ale mohou způsobit významné nutriční změny. S rostoucí teplotou a dobou skladování roste i kyselost mléka. S rostoucí kyselostí klesá pH, z důvodu rostoucího obsahu kyseliny mléčné či jiných látek s kyselou reakcí v produktu. [14]

Zejména syrovátkové bílkoviny (β -laktoglobulin) jsou velmi termolabilní. Denaturovaný β -laktoglobulin může přes svou volnou thiolovou skupinu interagovat s thiolovou skupinou κ -kaseinu za vzniku disulfidického můstku a nového komplexu. V důsledku koagulace dochází během skladování ke změnám textury mléka (gelovatění mléka). Gelovatění mléka se sestává ze tří procesů. Prvním krokem je interakce mezi β -laktoglobulinem a κ -kaseinem. Druhým krokem je uvolnění β -laktoglobulin- κ -kasein komplexu ($\beta\kappa$ -komplex) z kaseinové částice a třetím krokem je zesítnění $\beta\kappa$ -komplexu s dalšími proteiny. Dojde k uvolnění κ -kaseinu s navázaným β -laktoglobulinem. Gelovatění mléka je hlavní faktor omezující trvanlivost UHT mléka. Mezi nejvýznamnější faktory ovlivňující gelovatění mléka řadíme způsob tepelného zpracování, průběh proteolýzy během skladování, složení a kvalita mléka a skladovací teplota. [8, 14,15]

Může docházet i k tvorbě sedimentu, který je způsoben nadměrnou denaturací proteinů a následným skladováním. Kaseinové micely jsou stabilní při normálním pH mléka (pH= 6,7). Při kyselejším pH dochází k agregaci kaseinových micel a k tvorbě gelu. [14,15]

S rostoucí dobou skladování roste i náchylnost lipidů k oxidaci a separaci lipidů, na kterou má vliv nejen doba skladování, ale i způsob provedení homogenizace. Dalším problémem je lipolytické žluknutí- uvolnění mastných kyselin hydrolýzou z triacylglycerolů. UHT záhřevem byly usmrceny všechny mikroorganizmy, ale zůstaly v mléce přítomny některé enzymy, které jsou zodpovědné za kažení UHT mléka během skladování. Teplotně stabilní enzymy jsou hlavní příčinou lipolytického žluknutí. [8, 14]

Maillardova reakce probíhá mezi karbonylovou skupinou redukujících sacharidů a aminoskupinami, jež jsou součástí aminokyselin. Produktem jsou sloučeniny, které ovlivňují senzorickou kvalitu potravin. [8,12,13,14]

Konkrétně v mléce se jedná o reakci mezi laktózou a aminoskupinou aminokyseliny lysinu. Dochází ke vzniku lactulosyllysinu, který je vázán na proteiny. Jeho rozkladem vznikají další produkty Maillardovy reakce- lysylpyraliny, pentosidin, hydroxymethylfurfural (HMF), isomaltol, akrolein, benzaldehyd, amoniak a kyselina mravenčí. V poslední fázi dochází ke kondenzaci aminosloučenin a fragmentů sacharidů do polymerovaného proteinu a vytvoření hnědých pigmentů melanoidů. [8, 12, 13]

Dochází k blokáde lysinu, kdy trávicí enzymy nejsou schopny lysin rozložit. Klesá jeho stravitelnost a využitelnost. Při několikaměsíčním skladování při teplotě 30 °C dochází ke ztrátám využitelnosti lysinu až o 30 %. [8, 12, 13]

V případě konvenčního nepřímého záhřevu dochází k významným ztrátám vitaminů během skladování . U kyseliny listové může dojít až ke 100% ztrátě do 14ti dnů skladování. Během tří měsíců může dojít ke ztrátě 50% vitamínu B₆. Obsah kyseliny listové se udržuje přidáním vitamínu C do mléka před samotným UHT záhřevem, jelikož vitamin C chrání kyselinu listovou před oxidací. Ztráty vitaminů jsou podmíněny zejména přítomností kyslíků a podmínkám skladování, kdy některé vitaminy skupiny B jsou silně fotolabilní. [8]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍL PRÁCE

Cílem teoretické části v této bakalářské práci bylo popsat chemické složení kravského mléka, technologii výroby UHT mléka, chemické změny v důsledku UHT záhřevu, doby a teploty skladování UHT mléka.

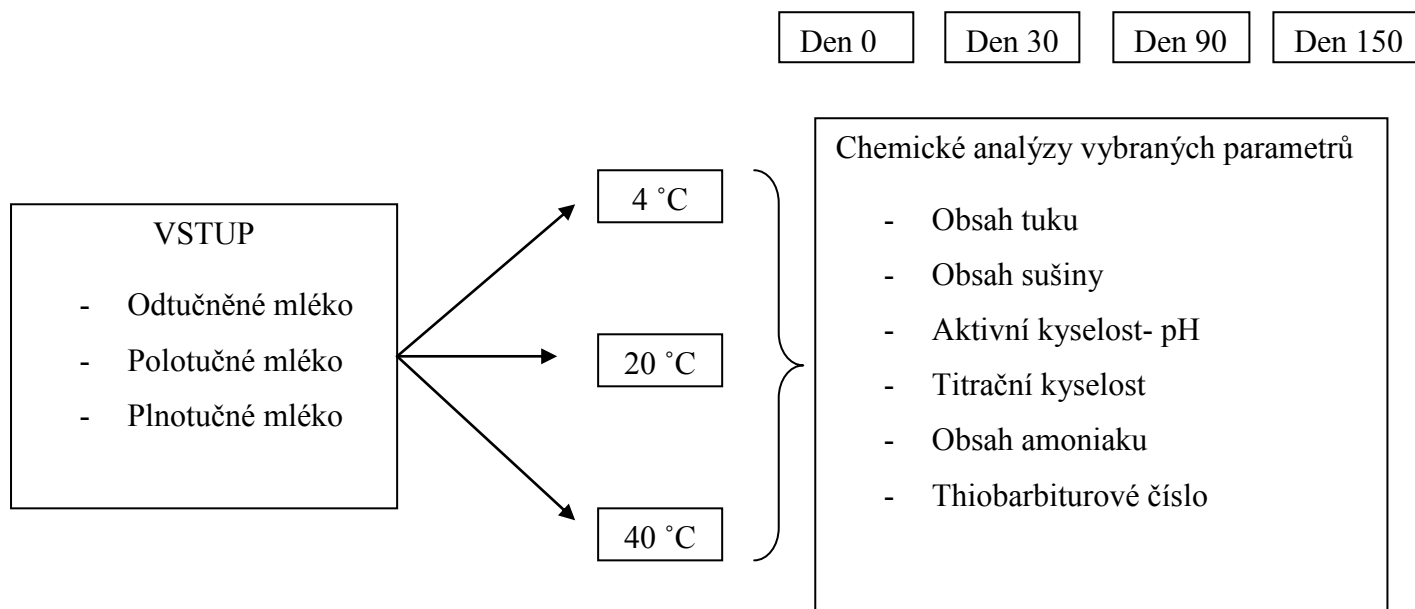
Cílem praktické části v této bakalářské práci bylo provést skladovací experiment s trvanlivými mléky o různé tučnosti (vzorků) při chladírenské, pokojové a vyšší teplotě. Na skladovaných vzorcích provést analýzu vybraných chemických parametrů (obsah sušiny, tuku, aktivní a titrační kyselost, obsah amoniaku a thiobarbiturové číslo) a vyhodnotit experiment.

7 METODIKA PRÁCE

7.1 Charakteristika vzorků

Byl proveden skladovací experiment s trvanlivými mléky o různé tučnosti (mléko odtučněné, polotučné a plnotučné) při chladírenské (4 ± 2 °C), pokojové (20 ± 2 °C) a vyšší teplotě (40 ± 2 °C). Na skladovaných vzorcích byla provedena analýza vybraných chemických parametrů.

První analýza byla provedena po zakoupení trvanlivých mlék a následně po 30, 90 a 150 dnech skladování. Vzorky byly po odběru zmrazeny a před chemickými analýzami opětovně rozmrazeny.



7.2 Analyzované parametry a metodika práce

Mezi analyzovanými parametry je aktivní a titrační kyselost, obsah tuku, sušiny, thiobarbiturové číslo a obsah amoniaku.

Aktivní kyselost mléka, neboli pH je dána koncentrací vodíkových iontů v mléce. K měření byl použit pH metr s vpichovou elektrodou a teplota mléka při měření byla 23 ± 2 °C. K měření byl použit pH tester Spear Eutech.

Titrační kyselost podle Soxhlet- Henkela je dána počtem ml roztoku hydroxidu sodného spotřebovaného při titraci 100 ml mléka za přídavku fenolftaleinu jako indikátoru. Ke stanovení byl použit minititrátor na kyselost a pH mléka, Hanna Instruments.

Ke stanovení obsahu amoniaku byla použita mikrodifúzní Conwayova metoda, založená na vytěsnění amoniaku nasyceným roztokem uhličitanu draselného ze vzorku a jeho následnou absorpcí do roztoku kyseliny borité. Obsah amoniaku je stanoven titračně roztokem kyseliny sírové. [18]

Tiobarbiturové číslo je vhodné pro sledování střední fáze žluknutí tuků. Byly stanoveny sekundární oxidační produkty (malondialdehyd). Malondialdehyd kondenzuje se dvěma molekulami kyseliny thiobarbiturové za vzniku žlutě zbarveného derivátu, jehož absorbance je změřena spektrofotometricky. [18]

Obsah sušiny v mléce byl stanoven vázkovou metodou. Metodou s pískem, kdy písek slouží jako nasávací hmota. Sušina je hmotnostní podíl látek, které zbývají po vysušení vzorku v sušárně při teplotě 102 ± 2 °C. Metody stanovení obsahu sušiny jsou popsány v ČSN EN ISO 5534.

Obsah tuku byl stanoven butyrometricky. Butyrometrická metoda je vhodná jen pro orientační určení obsahu lipidů v mléce. Množství tuku je odečteno ze stupnice butyrometru. Působením kyseliny sírové se rozpustí bílkoviny, zejména obaly tukových kuliček mléka. Tím se kvantitativně uvolní tuk a oddělí se následným odstředěním. Přídavkem amylalkoholu zajistíme viditelné rozhraní tukové vrstvy. Metody stanovení obsahu tuku jsou popsány v ČSN EN ISO 1735.

8 VÝSLEDKY

8.1 Obsah tuku

Během skladování a při tepelném záhřevu dochází pouze k minimálním změnám v obsahu tuku. Obsah tuku byl měřen orientačně butyrometrickou metodou. V odtučněném mléce byl stanoven obsah tuku touto metodou na 0,02% tuku, výrobce deklaruje obsah tuku minimálně 0,5%. Neshoda je s nejvyšší pravděpodobností způsobena právě použitou metodou, kdy butyrometr není schopen zaznamenat tak nízký obsah tuku. Obsah tuku polotučného mléka je výrobcem deklarován na minimálně 1,50%, což měření potvrdilo, kdy byl naměřen obsah tuku v rozmezí 1,49-1,60 % tuku. Obsah tuku plnotučného mléka je deklarován na obsah 3,50% tuku, kdy měření opět tento obsah tuku potvrdil. Byly naměřeny hodnoty v intervalu 3,52- 3,58 % tuku.

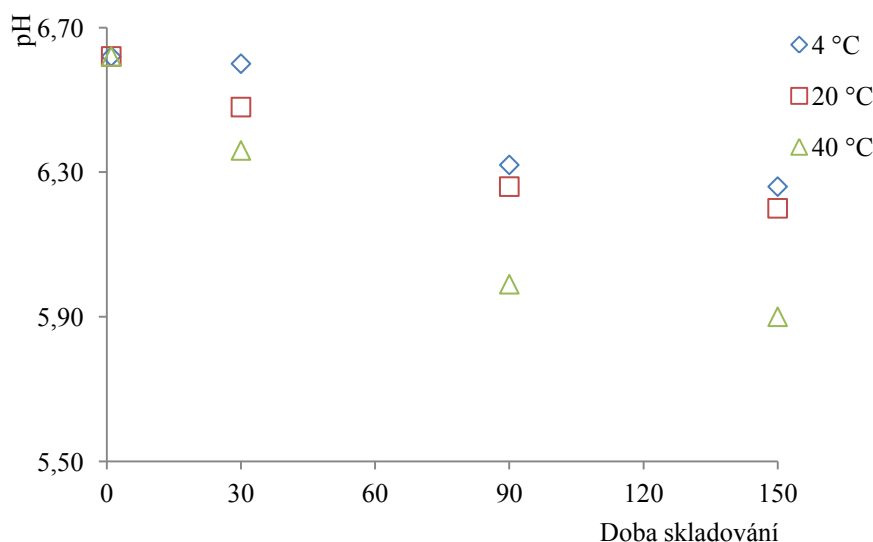
8.2 Obsah sušiny

Obsah sušiny v mléce by se měl pohybovat v rozmezí 12-14,0 %. Tento požadavek splnilo pouze plnotučné mléko, kdy ve všech případech byl stanoven obsah sušiny nad 12,0 %. Odtučněné a polotučné mléko nedosáhlo ani spodní hranice 12% sušiny.

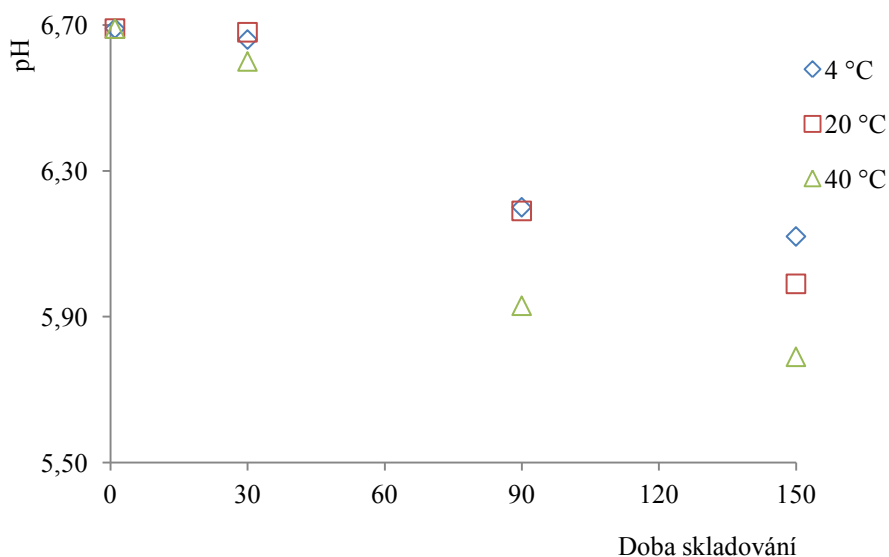
8.3 Kyselost mléka

Aktivní kyselost- pH mléka

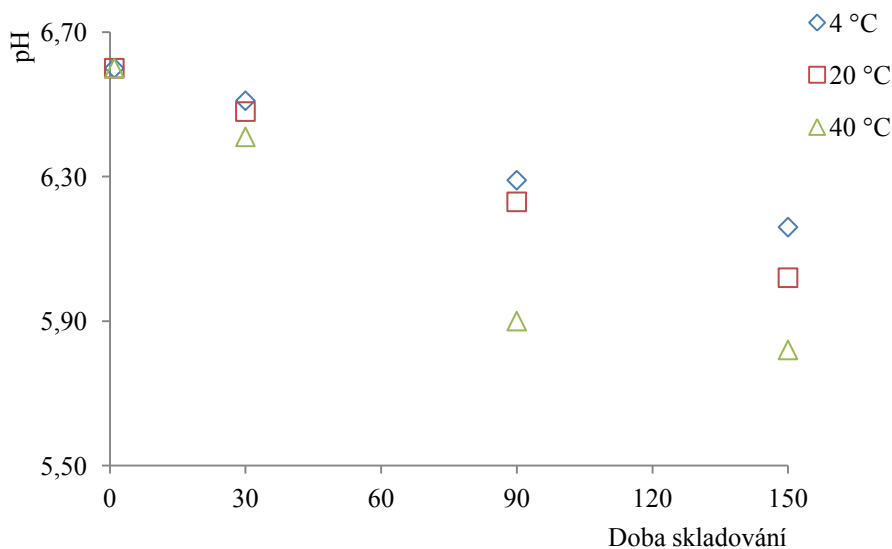
Na následujících grafech (graf č. 1,2,3) je zobrazena závislost pH jednotlivých druhů konzumních mlék na době skladování.



Graf č. 1: Graf zobrazuje závislost pH (aktivní kyselosti) odtučněného mléka na době skladování.



Graf č. 2: Graf zobrazuje závislost pH (aktivní kyselosti) polotučného mléka na době skladování.



Graf č. 3: Graf zobrazuje závislost pH (aktivní kyselosti) plnotučného mléka na době skladování.

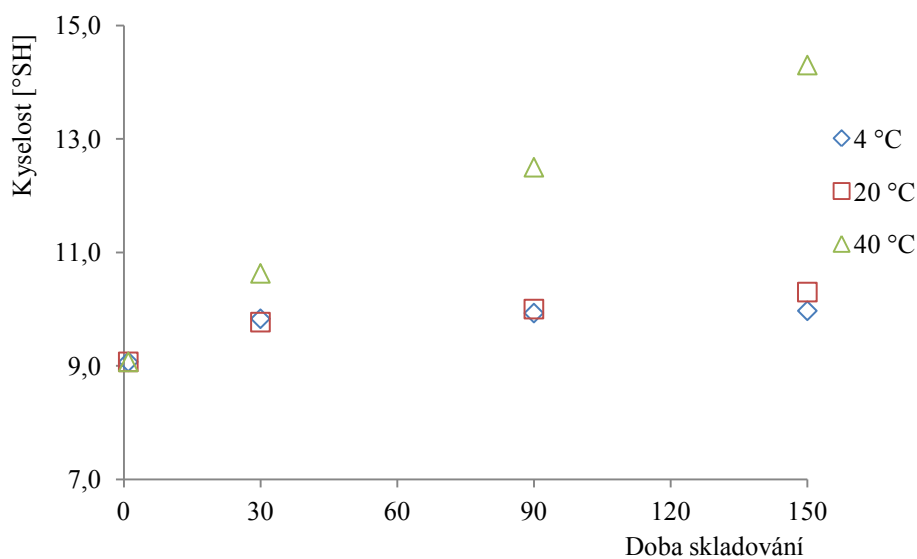
Během skladování dochází k mírnému poklesu pH. Hlavní příčinou může být hydrolyza polyfosforečnanů, degradace laktózy s tvorbou kyseliny mravenčí a proteolýza. [19,20]

Počáteční hodnota pH mléka byla mírně kyselého charakteru. S rostoucí dobou skladování došlo k poklesu pH. Nejvýraznější pokles pH byl pozorován po 150 ti dnech skladování u

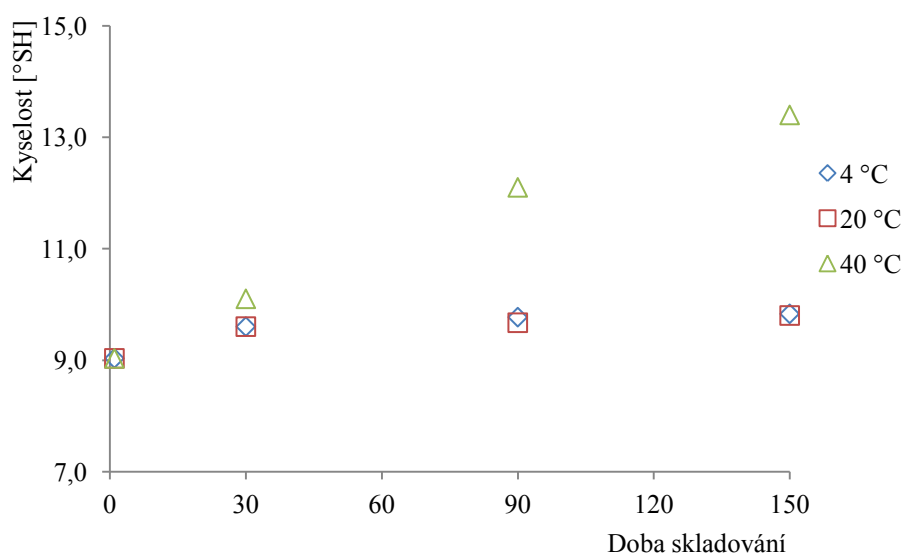
mléka skladovaného v termostatu a to u všech tří druhů konzumních mlék (odtučněné, polotučné i plnotučné). Méně výrazný pokles byl zaznamenán u mlék skladovaných v lednici a při pokojové teplotě.

Titrační kyselost mléka

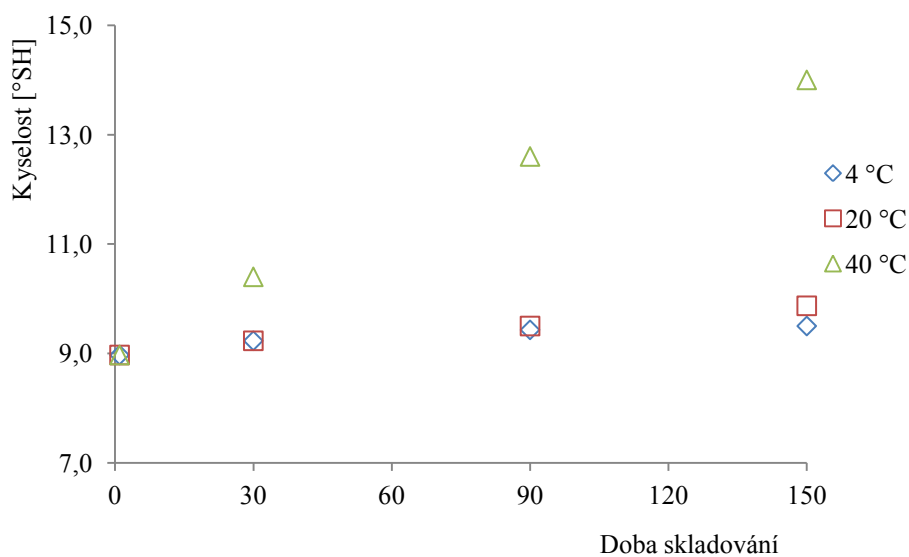
Na následujících grafech (graf č. 4,5,6) je zobrazena závislost titrační kyselosti jednotlivých druhů konzumních mlék na době skladování.



Graf č. 4: Graf zobrazuje závislost titrační kyselosti odtučněného mléka na době skladování.



Graf č. 5: Graf zobrazuje závislost titrační kyselosti polotučného mléka na době skladování.

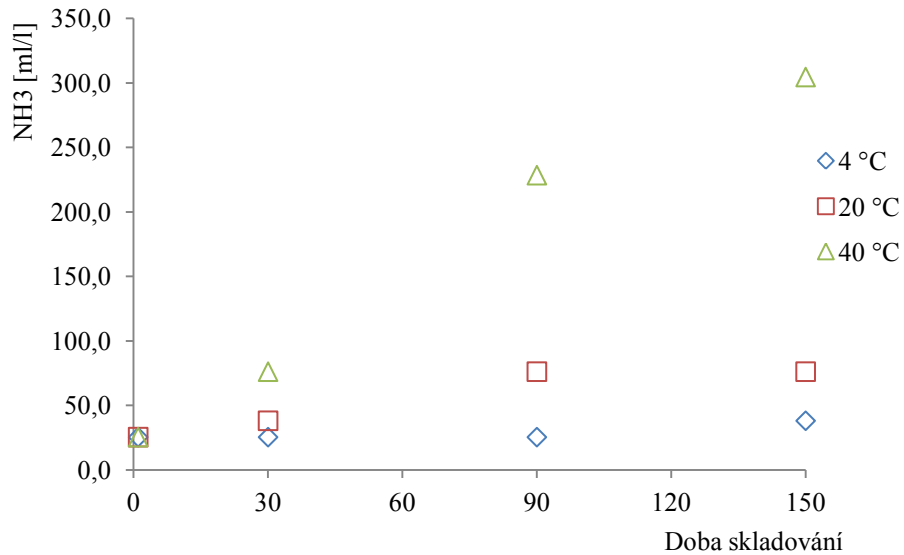


Graf č. 6: Graf zobrazuje závislost titrační kyselosti plnotučného mléka na době skladování.

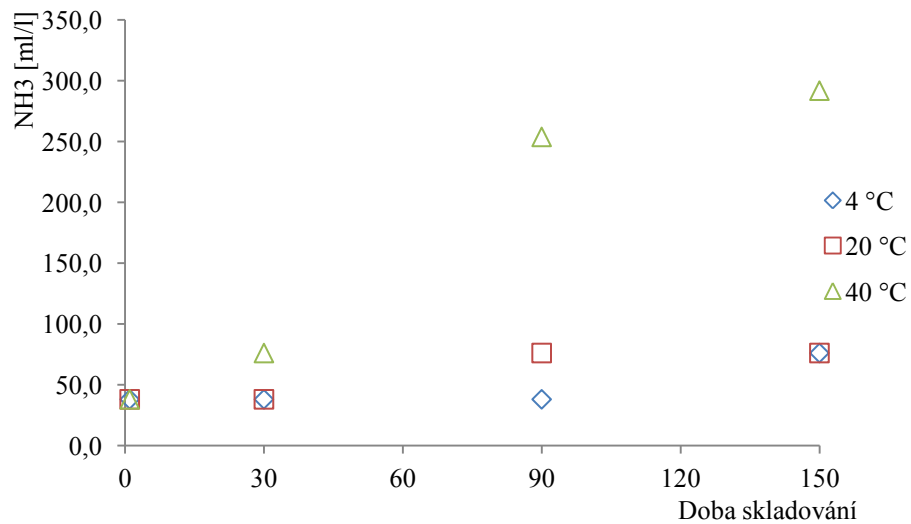
S rostoucí dobou skladování došlo u všech tří druhů konzumních mlék, skladovaných při různých teplotách k nárůstu titrační kyselosti. U mlék skladovaných při chladírenské teplotě došlo pouze k minimálnímu nárůstu titrační kyselosti. U mléka skladovaného při pokojové teplotě byl nárůst titrační kyselosti vyšší a k nejvyššímu nárůstu titrační kyselosti došlo u mlék skladovaných v termostatu.

8.4 Obsah amoniaku

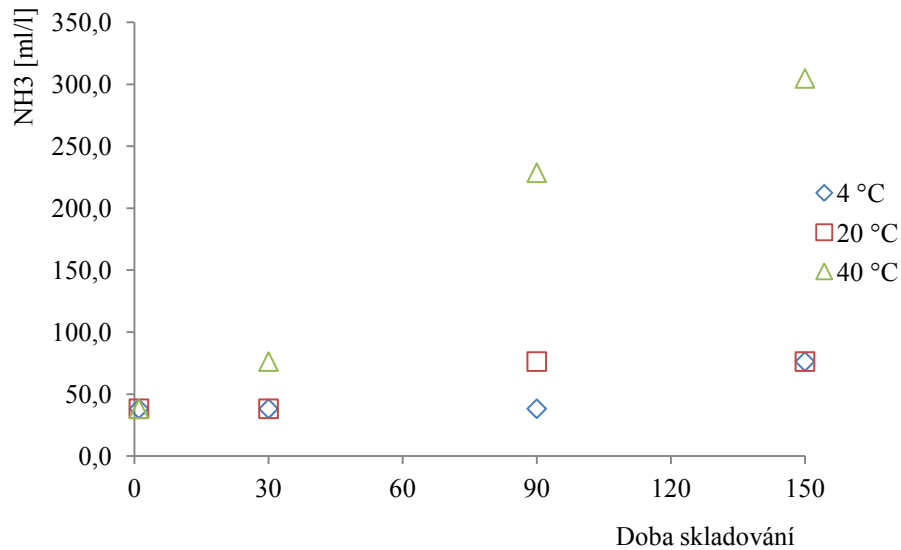
Na následujících grafech (graf č. 7,8,9) je zobrazena závislost amoniaku jednotlivých druhů konzumních mlék na době a teplotě skladování.



Graf č. 7: Graf zobrazuje závislost obsahu amoniaku v odtučněném mléce na době skladování.



Graf č. 8: Graf zobrazuje závislost obsahu amoniaku v polotučném mléce na době skladování.



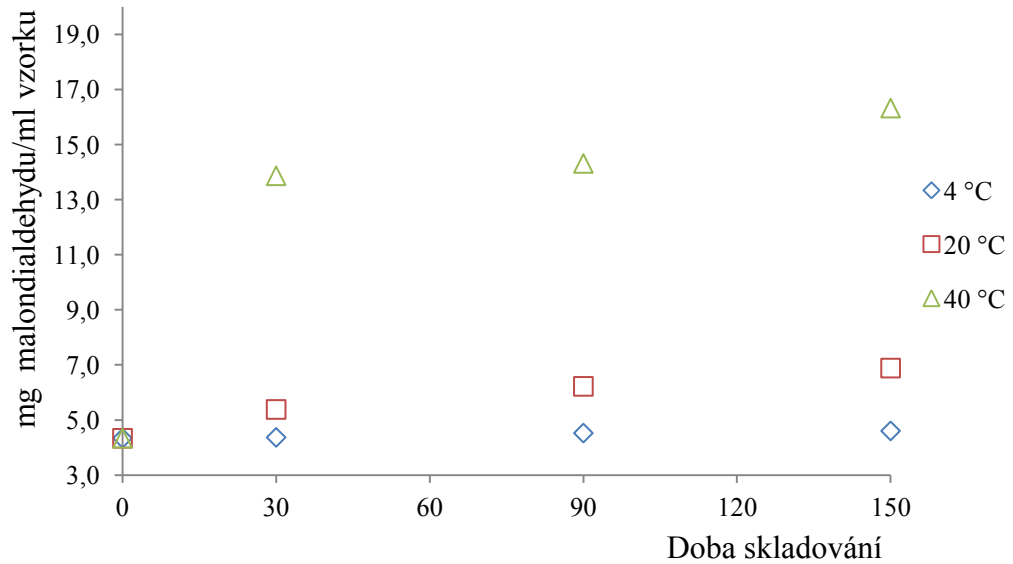
Graf č. 9: Graf zobrazuje závislost obsahu amoniaku v plnotučném mléce na době skladování.

Velmi malé množství amoniaku se v mléce vyskytuje přirozeně, k jeho nárůstu dochází v mléku různými cestami. Nejtypičtější cestou vzniku je Maillardova reakce, kdy amoniak vzniká jako vedlejší produkt reakce. Dalším příkladem vzniku je Streckerova degradace aminokyselin, kdy amoniak vzniká opět jako vedlejší produkt této reakce. Amoniak ve vzorku může vzniknout i oxidační deaminací. [18]

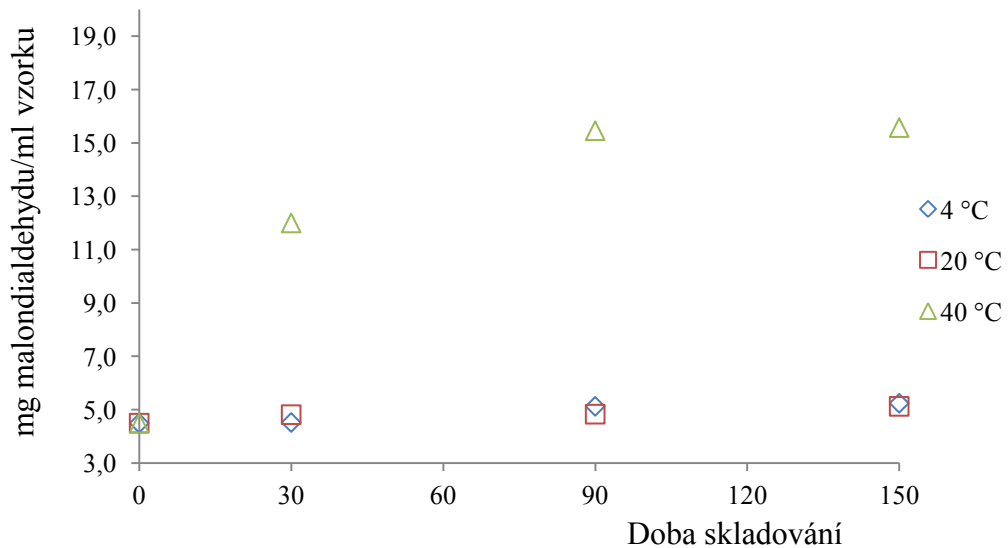
U mlék skladovaných v lednici došlo pouze k minimálnímu nárůstu obsahu amoniaku. Vyšší nárůst byl pozorován u mlék skladovaných při pokojové teplotě. K nejvyššímu nárůstu došlo u odtučněného mléka skladovaného v termostatu, kdy se obsah amoniaku za 150 dní skladování zvýšil téměř dvanáctinásobně. Vysoké přírůstky obsahu amoniaku byly pozorovány i u mléka polotučného a plnotučného, které byly skladovány v termostatu.

8.5 Thiobarbiturové číslo

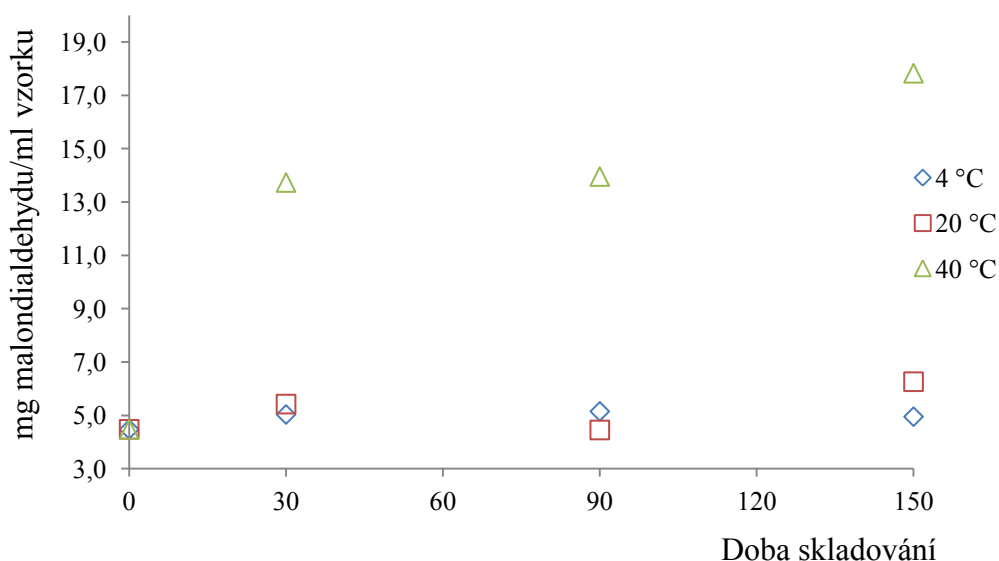
Na následujících grafech (graf č. 10,11,12) je zobrazena závislost obsahu malondialdehydu jednotlivých druhů konzumních mlék na době skladování.



Graf č. 10: Graf zobrazuje závislost obsahu malondialdehydu v mg/ml mléka v odtučněném mléce na době skladování.



Graf č. 11: Graf zobrazuje závislost obsahu malondialdehydu v mg/ml mléka v polotučném mléce na době skladování.



Graf č. 12: Graf zobrazuje závislost obsahu malondialdehydu v mg/ml mléka v plnotučném mléce na době skladování.

Během skladování mléka dochází k oxidaci lipidů, kdy produktem této reakce jsou zejména aldehydy (malondialdehyd). Hlavním nebezpečím malondialdehydu v potravinách je jeho potenciální mutagenita. [18, 21]

U všech vzorků byl pozorován nárůst obsahu malondialdehydu s výjimkou plnotučného mléka a to ve dvou případech. V prvním případě u mléka skladovaného v lednici po 150 ti dnech skladování došlo k poklesu obsahu malondialdehydu a druhém případě u plnotučného mléka skladovaného při pokojové teplotě po 90 ti dnech skladování. Tento pokles je přisuzován chybě měření. Největší nárůsty obsahu malondialdehydu byly pozorovány opět u mlék skladovaných v termostatu. Až čtyřnásobně se obsah malondialdehydu zvýšil po 150 ti dnech skladování u plnotučného mléka skladovaného v termostatu.

9 DISKUZE A VÝSLEDKY

Výsledky chemické analýzy ukazují, že během skladování UHT mléka při různých teplotách dochází k chemickým a fyzikálně-chemickým změnám.

Z grafů č. 1,2 a 3 je viditelný pokles pH. K nejvýraznějšímu poklesu došlo u mlék skladovaných při teplotě $40 \pm 2^\circ\text{C}$. Pokles pH během skladování UHT mléka při 40°C byl pozorován i v práci publikované v roce 2008 autory Gaucher a spol. [19]

Nepatrný pokles pH je způsoben i samotným UHT záhřevem. K mírnému poklesu pH během skladování došlo i u mlék skladovaných při chladirenské a pokojové teplotě. Vlivem doby skladování na pH potravin se zabývají práce od autorů Bubelová a spol., kteří došli ke stejným výsledkům, a to že v průběhu skladování dochází k mírnému poklesu pH potravin, z důvodu vzniku kyselin během Maillardových reakcí, rozpadu laktózy a dalších reakcí. [22, 23, 24]

V závislosti na poklesu pH došlo k nárůstu titrační kyselosti (graf č. 4,5,6), z důvodu rostoucího obsahu látek s kyselou reakcí v UHT mléku.

Obsah amoniaku v mléku je důležitým ukazatelem jeho použitelnosti. Během skladování roste obsah amoniaku, kdy amoniak vzniká jako vedlejší produkt Maillardovy reakce, Streckerovy degradace a oxidační deaminace. Nejvýraznější nárůst byl pozorován u mlék skladovaných v termostatu (při teplotě $40 \pm 2^\circ\text{C}$). Nárůst amoniaku v potravinách během skladování je popsán v pracích od autorů Bubelová a spol., kde je popsán stejný vývoj trendu- během skladování dochází k nárůstu obsahu amoniaku v potravinách, kdy obsah amoniaku je nejvyšší během skladování při vyšších teplotách. [18, 22, 24]

Nejvyšší nárůst TBARS byl pozorován u plnotučného mléka, skladovaného v termostatu. Obsahem produktů oxidace lipidů (malondialdehydu) v potravinách se zabývají práce od autorů Bubelová a spol., kdy nejvyšší nárůst TBARS během skladování byl pozorován u vzorků potravin skladovaných při vyšší teplotě. [18, 22]

Doba skladování ani teplota skladování neměly významný vliv na obsah tuku a sušiny.

ZÁVĚR

V této bakalářské práci bylo cílem charakterizovat chemické složení kravského mléka a technologii výroby trvanlivých mlék. Popsat chemické změny v důsledku UHT záhřevu a popsát vliv doby a teploty skladování na vybrané chemické parametry UHT mléka. Dále založit skladovací experiment s trvanlivými mléky o různé tučnosti, stimulovat skladování vzorků při pokojové, chladírenské a vyšší teplotě. Na skladovaných vzorcích provést analýzu obsahu sušiny, tuku, kyselosti, amoniaku a thiobarbiturového čísla a analýzy vyhodnotit.

- S rostoucí dobou a teplotou skladování dochází k poklesu aktivní kyselosti (pH) UHT mléka
- S rostoucí dobou a teplotou skladování dochází k nárůstu titrační kyselosti UHT mléka
- S rostoucí dobou a teplotou skladování dochází k nárůstu obsahu amoniaku v UHT mléku
- Obsah produktů oxidace lipidů v UHT mléku (malondialdehyd) se s rostoucí dobou a teplotou skladování zvyšuje
- Doba a teplota skladování nemá významný vliv na obsah tuku a sušiny UHT mléka

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BUŇKA, František. *Mlékárenská technologie I*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013. ISBN 978-80-7454-254-1.
- [2] JANŠTOVÁ, Bohumíra. *Technologie mléka a mléčných výrobků*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2012. ISBN 978-80-7305-635-3.
- [3] JANŠTOVÁ, Bohumíra a Pavlína NAVRÁTILOVÁ. *Produkce mléka a technologie mléčných výrobků*. Brno: VFU Brno, 2014. ISBN 978-80-7305-712-1.
- [4] BŘEZINA, Pavel. *Chemie a technologie mléka*. Praha: všcht, 1990. ISBN 8070800755
- [5] RAHMAN, Shafiur. *Handbook of food preservation*. New York: Marcel Dekker, c1999. Food science and technology (Marcel Dekker, Inc.), 94. ISBN 0824702093.
- [6] DATTA, Nivedita, Anthony J ELIOT, Melinda J PERKINS, C Deeth HILTON. *Ultra-high-temperature (UHT) treatment of milk: Comparison of direct and indirect modes of heating*. Australian Journal of Dairy Technology [online]. Melbourne, AUSTRALIE: Dairy Industry Association of Australia, 2002, **57** [cit. 2016-08-20].
- [7] PRASAD, S. Krishna, G.R ANDREWS, Geoffrey R ANDREWS a S.K PRASAD. *Effect of the protein, citrate and phosphate content of milk on formation of lactulose during heat treatment*. Journal of Dairy Research [online]. 1987, 54(2), 207-218 [cit. 2017-02-15]. DOI: 10.1017/S0022029900025358. ISSN 00220299
- [8] EDITED BY ALAN H. VARNAM, JANE P. SUTHERLAND., edited by Alan H. Varnam, Jane P. Sutherland. *Milk and Milk Products Technology, chemistry and microbiology*. Boston, MA: Springer US, 1995. ISBN 9781461518136.
- [9] CHAPTER 2: THE CHEMISTRY OF MILK. [Http://dairyprocessinghandbook.com](http://dairyprocessinghandbook.com) [online].[cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <http://dairyprocessinghandbook.com/chapter/chemistry-milk>
- [10] SCHLESSER, Joseph. *Dairy Science and Technology*, Pieter Walstra, Jan T.M. Wouters, Tom J. Geurts (Eds.). 2nd ed. CRC Press, Taylor. Food Microbiology [online]. Elsevier, 2007, 24(7), 802-802 [cit. 2017-01-28]. DOI: 10.1016/j.fm.2007.02.003. ISSN 07400020.

- [11] MCCARTHY, O a H SINGH. *Physico-chemical Properties of Milk. Advanced Dairy Chemistry* [online]. Springer New York, 2009, 3, 691-758 [cit. 2017-01-28]. DOI: 10.1007/978-0-387-84865-5_15. ISBN 0387848649.
- [12] VAN BOEKEL, M.A.J.S. *Effect of heating on Maillard reactions in milk*. Food Chemistry [online]. Elsevier, 1998, 62(4), 403-414 [cit. 2017-03-15]. DOI: 10.1016/S0308-8146(98)00075-2. ISSN 03088146
- [13] KATSUNO, Shinya; SHIMAMURA, Tomoko; KASHIWAGI, Takehiro; IZAWA, Noboru; UKEDA, Hiroyuki. *Effects of Dissolved Oxygen on the Maillard Re-action During Heat Treatment of Milk*. International Dairy Journal. 2013, vol. 33, no. 1 s. 34-37. ISSN:0958-6946
- [14] Hassan A, Amjad I, Mahmood S. 2009. *Microbiological and physicochemical analysis of different UHT milks available in the market*. African J Food Sci 3:100–6.
- [15] CHAVAN, Rupesh S; CHAVAN, Shraddha Rupesh; KHEDEKAR, Chandrashekar D; JANA, Atanu H. *UHT Milk Processing and Effect of Plasmin Activity on Shelf Life: A Review*. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2011, vol. 10, no. 5 s. 251-268. ISSN:1541-4337.
- [16] GUETOUACHE, M., GUESSAS, B., MEDJEKAL, S. *Composition and Nutritional Value of Raw Milk*. Issues in Biological Science and Pharmaceutical Research, 2014, 2(10), 115-222.
- [17] HAUG, Anna, Arne T HØSTMARK a Odd M HARSTAD. *Bovine milk in human nutrition - A review*. Lipids in Health and Disease [online]. Biomed Central, 2007, 6(1), 25-25 [cit. 2017-04-15]. DOI: 10.1186/1476-511X-6-25. ISSN 1476511X.
- [18] BUŇKA, F. *Vliv sterilizačního záhřevu na jakost tavených sýrů určených pro krizové situace* [Disertační práce]. Vyškov, 2004. 111s.
- [19] GAUCHER, Isabelle; MOLLÉ, Daniel; GAGNAIRE, Valérie; GAUCHERON, Frédéric. *Effects of Storage Temperature on Physico-chemical Characteristics of Semi-skimmed UHT Milk*. Food Hydrocolloids. 2008, vol. 22, no. 1 s. 130-143. ISSN:0268-005X.

- [20] LAZÁRKOVÁ, Z., BUŇKA, F., BUŇKOVÁ, L., HOLÁŇ, F., KRÁČMAR, S., HRABĚ, J. *The effect of different heat sterilization regimes on the quality of canned processed cheese*. Journal of Food Process Engineering, 2011, s. 168-176.
- [21] VIEIRA, Samantha, Guodong ZHANG a Eric DECKER. *Biological Implications of Lipid Oxidation Products*. The Journal of the American Oil Chemists' Society [online]. Springer Science, 2017, 94(3), 339-351 [cit. 2017-04-29]. DOI: 10.1007/s11746-017-2958-2. ISSN 0003021X.
- [22] BUBELOVÁ, Z., TREMLOVÁ, B., BUŇKOVÁ, L., POSPIECH, M., VÍTOVÁ, E., BUŇKA, F. *The effect of long-term storage on the quality of sterilized processed cheese*. Journal of Food Science and Technology, 2015, 52, 8, 4985 – 4993.
- [23] LAZÁRKOVÁ, Z., BUŇKA, F., BUŇKOVÁ, L., HOLÁŇ, F., KRÁČMAR, S., HRABĚ, J. *The effect of different heat sterilization regimes on the quality of canned processed cheese*. Journal of Food Process Engineering, 2011, 34, 6, 1860 – 1878.
- [24] BUBELOVÁ, Z., TREMLOVÁ, B., BUŇKOVÁ, L., POSPIECH, M., VÍTOVÁ, E., BUŇKA, F. *The effect of long-term storage on the quality of sterilized processed cheese*. Journal of Food Science and Technology, 2015, 52, 8, 4985 – 4993.
- [25] Nřízení 853/2004, dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32006R1662>

