

Hmotnostní ztráty sýrů holandského typu během zrání

Martina Špunarová

Bakalářská práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martina ŠPUNAROVÁ**

Osobní číslo: **T090615**

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

Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**

Téma práce: **Hmotnostní ztráty sýrů holandského typu během zrání.**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Popište složení mléka jako suroviny pro výrobu sýrů
2. Charakterizujte technologii výroby sýrů holandského typu
3. Popište stručně vlastnosti obalových materiálů využívaných při výrobě sýrů

II. Praktická část

1. Založte zrcí pokus se sýry eidamského typu zabalenými do různých zrcích obalů
2. Sledujte hmotnost jednotlivých kusů sýra během zrcího procesu
3. Výsledky vyhodnoťte a formulujte závěry

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. GAJDŮŠEK, S. Laktologie, Ediční středisko MZLU v Brně, 2003
2. KADLEC, P.; a kol. Technologie potravin: Co by jste měli vědět o výrobě potravin? NOVOPRESS, Brno, 2009
3. FOX, P. F., GUINEE, T. P., COGAN, T. M., McSWEENEY, P. L. H. Fundamentals of Cheese Science. Aspen Publication. Gauthersburg (Maryland, USA), 2000
4. FOX, P. F. & McSWEENEY, P. L. H. Dairy Chemistry and Biochemistry. Blackie Academic & Professional, London, 1998

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

Datum zadání bakalářské práce: **6. ledna 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce: **21. května 2012**

Ve Zlíně dne 15. února 2012


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu


Příjmení a jméno: Špunarová Martina

Obor: Chemie a technologie potravin

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 *21.5.2012*
.....

³¹ 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 nevýdělečně 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.

³² 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 vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³³ 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 užit 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 přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Teoretická část práce je zaměřena na mléko jako surovinu pro výrobu sýrů holandského typu a charakteristiku technologie výroby. Pozornost je věnována popisu vlastností obalových materiálů využívaných při výrobě sýrů.

Za tím účelem byl založen zrací pokus se sýry eidamského typu, které byly zabaleny do různých zracích obalů. Při hodnocení zracího pokusu byly sledovány hmotnostní úbytky jednotlivých typů sýrů během zrání.

Z výsledků pokusů jsou jednoznačně průkazné hmotnostní úbytky během procesu zrání. Diference hmotnostního úbytku je dána typem obalu, přičemž nejvyšší úbytek (12,37 %) byl zjištěn u nátěru z polymerních hmot, naopak nejnižší úbytek (0,15 %) byl zjištěn u potravinářského vosku. Třetím z hodnocených typů obalů byly smrštitelné fólie, jejichž výsledky hmotnostního úbytku vykazovaly také nízké hodnoty (0,17 - 0,25 %).

Klíčová slova: zrání, hmotnostní úbytek, sýry holandského typu

ABSTRACT

The theoretical part of the bachelor thesis is concentrated on milk as the raw material for the production of the Dutch type cheese, and on cheesemaking. Attention is devoted to the description of coating materials used during the cheese production.

The ripening experiment with Edam - type cheese was founded. The blocks of Edam cheese were coated by different ripening coatings. During ripening experiment the weight losses of the individual cheese block were investigated.

The weight losses by blocks coated using individual materials were different. The highest weight loss (12,37 %) was determined at polymer varnish, on the contrary the lowest weight loss (0,15 %) was determined at foodstuff wax. The third evaluated type of coating material was self - contracted foil. The weight losses the latter mentioned material also manifested very low values (0,17 - 0,25 %).

Key words: ripening, weight loss, Dutch type cheese

Děkuji vedoucímu své bakalářské práce doc. Ing. Františku Buňkovi, Ph.D. za odborné vedení, ochotu, trpělivost, cenné podněty a rady k mé bakalářské práci. Dále bych chtěla poděkovat rodině za všestrannou pomoc při studiu.

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

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| ÚVOD | 10 |
| I TEORETICKÁ ČÁST | 11 |
| 1 SÝRY | 12 |
| 1.1 DEFINICE SÝRŮ | 12 |
| 1.2 ROZDĚLENÍ SÝRŮ | 12 |
| 2 SUROVINA PRO VÝROBU PŘÍRODNÍCH SÝRŮ | 14 |
| 2.1 ZÁKLADNÍ SLOŽENÍ MLÉKA | 14 |
| 2.2 VLASTNOSTI MLÉKA | 14 |
| 2.3 POŽADAVKY NA KVALITU SYROVÉHO MLÉKA | 16 |
| 2.4 VLIV VLASTNOSTÍ MLÉKA NA KVALITU SÝRŮ..... | 17 |
| 3 TECHNOLOGICKÉ OPERACE PŘI VÝROBĚ SÝRŮ HOLANSKÉHO TYPU | 20 |
| 3.1 ÚPRAVA MLÉKA PŘED SÝŘENÍM | 20 |
| 3.2 KOAGULACE MLÉKA..... | 23 |
| 3.3 ZPRACOVÁNÍ SÝŘENINY | 25 |
| 3.4 FORMOVÁNÍ | 28 |
| 3.5 LISOVÁNÍ..... | 28 |
| 3.6 SOLENÍ SÝRŮ | 29 |
| 3.7 ZRÁNÍ..... | 30 |
| 3.7.1 Fáze zrání | 31 |
| 3.7.2 Zrací sklepy | 33 |
| 3.8 OŠETŘOVÁNÍ SÝRŮ HOLANSKÉHO TYPU | 33 |
| 4 BALENÍ | 35 |
| 4.1 OCHRANNÁ FUNKCE OBALU | 35 |
| 4.2 ZRÁNÍ SÝRŮ V OBALECH..... | 35 |
| 4.2.1 Sýrařské vosky..... | 35 |
| 4.2.2 Nátěry z polymerních hmot..... | 37 |
| 4.2.3 Smršťovací obaly | 38 |
| II PRAKTICKÁ ČÁST | 41 |
| 5 CÍL PRÁCE | 42 |
| 6 METODIKA PRÁCE | 43 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 6.1 | POPIS EXPERIMENTU | 43 |
| 6.2 | VÝROBA PŘÍRODNÍCH POLOTVRDÝCH SÝRŮ | 43 |
| 6.3 | BALENÍ DO ZRACÍCH OBALŮ | 43 |
| 6.4 | VÁŽENÍ..... | 44 |
| 7 | VÝSLEDKY A DISKUZE | 45 |
| 8 | ZÁVĚR..... | 50 |
| | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY..... | 51 |
| | SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK | 55 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ | 56 |
| | SEZNAM TABULEK..... | 57 |
| | SEZNAM GRAFŮ | 58 |
| | SEZNAM PŘÍLOH..... | 59 |
| | PŘÍLOHA P 1: HMOTNOSTNÍ ÚBYTKY SÝRU A | 60 |
| | PŘÍLOHA P 2: HMOTNOSTNÍ ÚBYTKY SÝRU B | 61 |
| | PŘÍLOHA P 3: HMOTNOSTNÍ ÚBYTKY SÝRU C | 62 |

ÚVOD

Sýry byly jak v dávné minulosti, tak i v dnešní době neustále jsou nepostradatelnou složkou stravy. Velmi cenný je nejen vysoký podíl bílkovin, kdy z hlediska nutričního je nutné podtrhnout obsah esenciálních aminokyselin, ale i značný podíl vápníku, jehož množství se značně liší podle typu výrobku. Nezanedbatelný je i vliv snadno stravitelného tuku a v něm obsažených vitaminů. Sýrařství dobře zhodnocuje mléko jako surovinu, bohatě rozšiřuje sortiment mléčných výrobků a chuťově značně obohacuje lidský jídelníček. Zvyšující se spotřeba sýrů je také ukazatelem růstu životní úrovně [1].

Teoretická část práce je zaměřena na mléko jako surovinu pro výrobu sýrů holandského typu a charakteristiku technologie výroby. Pozornost je věnována popisu vlastností obalových materiálů využívaných při výrobě sýrů.

Cílem praktické části je posoudit a sledovat vztahy mezi hmotnostním úbytkem v čase a typem použitého obalu s dobou zrání jednotlivých typů sýrů dle technologického postupu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SÝRY

1.1 Definice sýrů

Dřívější mlékárenská technologie definovala sýr jako bílkovinný koncentrát vyrobený sladkou nebo kyselou cestou srážení, s následným procesem zrání, jehož výsledkem je vznik typických sensorických vlastností, takzvaný sýrový buket. Tato definice však nevyhovuje některým skupinám sýrů, jako jsou např. čerstvé sýry nebo tvarohy [1, 2].

Z dnešního pohledu sjednocené evropské legislativy lze sýr definovat jako mléčný výrobek vyrobený vysrážením mléčné bílkoviny z mléka působením syřidla nebo jiných vhodných koagulačních činitel, prokysáním a oddělením podílu syrovátky [1, 2, 3]. Principem je tedy oddělení určitého podílu syrovátky ze staženiny mléka stanovené tučnosti [4].

Z nutričního hlediska jsou sýry plnohodnotnými výrobky obsahující všechny esenciální aminokyseliny v množství a poměru vhodném pro výživu člověka [1, 4, 5]. Aminokyseliny se uvolňují při hydrolýze bílkovin, a to různou rychlostí, podle jejich vazby v peptidových řetězcích bílkovin. Ze sýrů jsou však tyto aminokyseliny pro tělo zvláště lehce přístupné, neboť zráním sýrů se rozkládá parakasein. Obsah volných aminokyselin (jako konečné produkty proteolýzy) je, zvláště u polotvrdých a tvrdých sýrů s delší dobou zrání, poměrně vysoký [6].

Zdrojem využitelné energie jsou bílkoviny a mléčný tuk. Laktosa z mléka jako suroviny je obsažena v malém množství a ve většině případů je zcela převedena na kyselinu mléčnou a další produkty kvašení. Velký význam má ve výrobcích obsah vápníku, jehož množství se liší podle typu výrobku [1, 4].

Jedním z důvodů, proč se mléko začalo zpracovávat na sýry, je především prodloužení trvanlivosti, která spočívá ve fermentaci laktosy především na kyselinu mléčnou, dále snížením vodní aktivity a pH, přispívá též redox potenciál a přídavek soli. Povrch sýra je navíc často chráněn kůrou, zrací fólií nebo nátěrem [7, 44].

1.2 Rozdělení sýrů

Sýry můžeme dělit podle různých kritérií. Základní rozdělení je podle použitého mléka (kravské, ovčí, kozí). Dále následuje dělení dle způsobu srážení mléka (kyselé sýry, sladké sýry, sýry se smíšeným srážením), dle použité suroviny (přírodní sýry, tavené sýry, výrobky

s náhradou mléčného tuku tukem rostlinným, imitace sýrů). Sýry také dělíme podle obsahu tukuprosté sušiny (extra tvrdé sýry, tvrdé sýry, polotvrdé sýry, poloměkké sýry a měkké sýry). Můžeme je rozdělit i podle způsobu zrání na nezrající sýry, sýry zrající na povrchu, sýry zrající plísňové.

Sýry holandského typu jsou přírodní polotvrdé zrající sýry vyrobené pomocí sladkého srážení z kravského mléka.

2 SUROVINA PRO VÝROBU PŘÍRODNÍCH SÝRŮ

Mléko je sekret mléčné žlázy savců určený k prvotní výživě jejich mláďat. Jedná se proto o komplexní potravinu obsahující všechny nutričně významné látky. Ve výživě člověka je významné především jako zdroj vápníku. Pro průmyslové zpracování a lidskou výživu se využívá především mléko kravské. Celosvětově je to asi 85 % z celkového množství zpracovaného mléka [7].

2.1 Základní složení mléka

Kravské mléko obsahuje průměrně 88 % vody a 12 % sušiny. Průměrný obsah živin v kravském mléce je uveden v tabulce 1. Nejvíce variabilní jsou hodnoty obsahu tuku. Mléko dále obsahuje enzymy, pigmenty a hormony [4, 7].

Tabulka 1: Průměrný obsah jednotlivých živin v 1 litru kravského mléka [4].

| Druh živin | Obsah živin v 1l mléka |
|-----------------------------------|------------------------|
| Bílkoviny (g/l) | 31 - 35 |
| Esenciální aminokyseliny (g/l) | 1,3 |
| Mléčný tuk (g/l) | 30 - 46 |
| Mléčný cukr (g/l) | 45 - 50 |
| Minerální látky (g/l) | 7 |
| Vitamíny (mg/l) | 11,4 - 42,4 |

Mléko představuje polydisperzní systém. Mléčný tuk je přítomen ve formě emulze v tzv. mléčné plazmě. Hlavní mléčná bílkovina, kasein, je přítomna ve formě koloidní disperze v tzv. mléčném séru, které obsahuje koloidní roztok sérových bílkovin a pravý roztok laktosy, některých minerálních látek a dalších složek [7].

2.2 Vlastnosti mléka

K základním **senzorickým vlastnostem** mléka patří chuť, vůně, barva a konzistence. Nasládlou chuť mléka způsobuje laktosa. Kromě laktosy se na výsledné chuti mléka

částečně podílejí i mléčný tuk a fosfatidy. Negativně mohou ovlivnit chuť mléka některé látky z krmiva [4, 8].

Vůně mléka je ovlivněna prostředím, např. ovzduším stáje, protože čerstvě nadojené mléko nemá zvláštní, výraznou vůni. Přijímání vůně a zápachu způsobuje velký počet a velká plocha tukových kuliček, na které se aromatické látky dobře absorbují [4].

Krémově bílý, neprůhledný vzhled mléka způsobuje mléčný tuk, kasein a částečně nerozpustný fosforečnan vápenatý. Krémově žlutý odstín mléka způsobují karotenoidy, které jsou v malých množstvích rozpuštěné v tuku, a riboflavin (vitamín B₂) nacházející se ve vodném roztoku [4].

Tekutá konzistence je způsobena především vysokým obsahem vody a homogenní strukturou mléka, v němž se nachází laktosa a část minerálních látek v roztoku, bílkoviny v koloidní fázi a pouze mléčný tuk v emulzní fázi [7].

Kysací schopnost se posuzuje podle toho, jak se v mléce rychle rozvíjí sýrařská mikroflóra. Je rozhodujícím kritériem, zda v mléce bude zajištěn dobrý růst přidaných čistých mlékařských kultur potřebných pro zdárný průběh všech mikrobiologických procesů. Mléko musí obsahovat všechny potřebné složky pro rozvoj přidaných kultur a nesmí obsahovat látky, jež tento rozvoj potlačují (inhibiční látky). Čerstvé mléko obsahuje přirozené růstové a inhibiční faktory. Základní ošetření mléka může působení těchto látek porušením rovnováhy potlačit nebo zesílit. Dalším faktorem, který ovlivňuje kysací schopnost, je následné ošetření mléka po nadojení, doba a podmínky dalšího skladování v zemědělské prvovýrobě nebo mlékárně. Největší rizika nejen technologická, ale i zdravotní představují cizorodé (kontaminující) inhibiční látky [8, 9].

Syřitelnost mléka vyjadřuje vhodnost syrového mléka pro sýrařské technologie, tzn. vhodnost mléka pro enzymatickou koagulaci. Jinými slovy se jedná o schopnost srážet se syřidlem a tvořit sýřeninu požadovaných vlastností. Proces srážení mléka syřidlem probíhá ve dvou fázích. V primární fázi dochází pouze k limitní proteolýze κ -kaseinu, v sekundární fázi ke koagulaci frakcí kaseinu za přítomnosti vápenatých iontů. Dobrá syřitelnost mléka závisí na jeho neporušeném složení, na obsahu kaseinových bílkovin, jejich složení a genetickém typu, na obsahu minerálních látek a jejich rovnováze s bílkovinami, na formě minerálních látek tj. rozpustné (ionizované) a koloidní formě a na přirozeném pH mléka, které s těmito faktory přímo souvisejí. Tyto vlastnosti jsou ovlivněny genetickým typem

dojnic, jejich zdravotním stavem a krmným režimem, stavem laktace, chlazením a ohřevem mléka [2, 8].

Křehkou a málo kompaktní sraženinu vykazují mléka vlivem změn jeho složení v závislosti na stádiu laktace, nevhodným krmením, zánětech mléčné žlázy, případně metabolickými poruchami. Společně se zhoršenou kysací schopností ovlivněnou teplotou a skladováním mléka se zhoršuje i syřitelnost [8].

Termostabilita je schopnost mléka, respektive kaseinu, zachovat si své původní koloidní vlastnosti při působení vysokých teplot. Udává se jako čas potřebný k dosažení počátku koagulace při určité teplotě, obvykle 140 nebo 120 °C podle předpokládaného tepelného ošetření. Za těchto podmínek nastává denaturace kaseinu, ale v důsledku kombinovaného účinku Ca^{2+} a chemických reakcí mezi funkčními skupinami aminokyselin agregují kaseinové micely. Termostabilita závisí na celé řadě faktorů. Rozhodující je aktivní kyselost mléka. Obvykle má mléko optimální termostabilitu pro pH 6,5-6,6; pod touto hodnotou termostabilita prudce klesá a při pH pod 6,2 mléko koaguluje již při 70-80 °C. Mléko s dobrou termostabilitou koaguluje při 140 °C po více než 20 minutách. Dobrá termostabilita mléka je velmi důležitá zejména při výrobě kondenzovaných či trvanlivých mlék a smetan, u kterých se trvanlivost zajišťuje sterilací či UHT záhřevem [7].

2.3 Požadavky na kvalitu syrového mléka

Nejvýznamnějším požadavkem na jakost syrového mléka je mikrobiální čistota. Má vliv nejen na trvanlivost, ale také na technologické vlastnosti suroviny. Při hodnocení mikrobiální kvality mléka jsou sledovány:

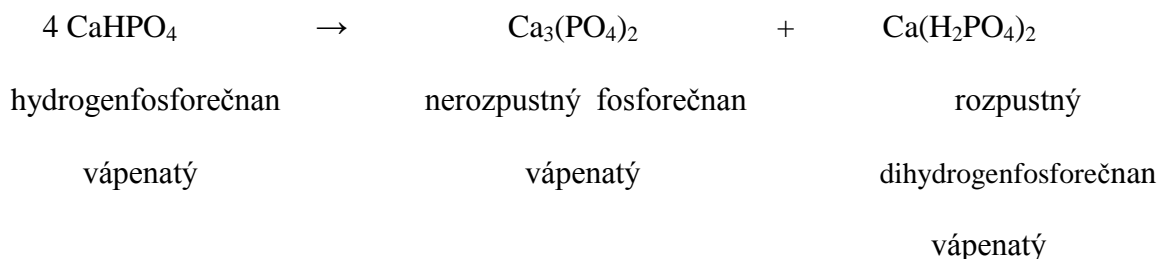
- celkový počet mezofilních mikroorganismů
- koliformní bakterie jako indikátor fekálního znečištění
- termorezistentní mikroorganismy, které mohou přežít pasterační záhřev
- sporotvorné anaerobní bakterie, které ve formě spor přežívají pasterační záhřev a způsobují vady zrajících tvrdých sýrů
- psychotrofní mikroorganismy, které zhoršují technologické vlastnosti mléka (např. termostabilitu) [7].

Při velkovýrobním zpracování mléka se kladou vysoké nároky na kvalitu nakupované suroviny, neboť nevyhovující kvalita nakupovaného syrového mléka se odráží při jeho technologickém zpracování ve výrobním procesu, snížením kvality mléčných výrobků a výtěžnosti výroby. Všechny složky mléka podléhají během výroby řadě fyzikálně chemickým a biochemickým změnám. Mléko musí kromě základních požadavků jako jeho hygienického získání a ošetření s nízkými hodnotami CPM (celkového počtu mikroorganismů) a somatických buněk, nežádoucích mikroorganismů, bez výskytu inhibičních látek a zbytků reziduí, vyhovovat i požadavkům na složení mléka, zejména obsah bílkovin a minerálních látek a také technologickým vlastnostem mléka (syřitelnost a kysací schopnost). Pro zkoušku jakosti mléka určeného k výrobě sýrů je vhodná kvasná zkouška. Podle kvasné zkoušky lze určit průběh prokysání sýrů. Na průběhu prokysání sýrů závisí jejich konečná jakost z hlediska smyslového posouzení i sušiny sýrů [10].

2.4 Vliv vlastností mléka na kvalitu sýrů

Kyselost mléka má silný vliv na začátek a rychlost srážení, proto se pH mléka upravuje před přidáním syřidla kulturami. Taktéž i „pevnost“ syřeniny je vyšší u mléka s vyšší kyselostí oproti mléku s nízkou kyselostí a krájení syřeniny se dosáhne podstatně dřív. Podle Kontové byl proveden experiment, při kterém bylo zjištěno, že snížením pH v rozmezí 6,8 až 6,0 se zrychluje koagulace i pevnost gelu [11].

Pasterací mléka se prodlužuje doba syření a zhoršuje se synerze. Hydrogenfosforečnan vápenatý se částečně vysráží, čímž přechází část rozpustného vápníku na nerozpustný a prodlužuje se doba srážení syřidlem [12].



Pro získání sraženiny nebo syřeniny je třeba obnovit v mléce přirozený obsah rozpustných vápenatých solí přidáním CaCl_2 - tzv. rozpustným vápníkem [9, 13].

Bylo dokázáno, že už přídavek 10g CaCl_2 na 100 kg mléka velmi zřetelně zlepšuje srážení a má vliv na tuhost sýřeniny. Avšak přídavek CaCl_2 nad 10 g/100 kg mléka sice zlepšuje efekt sýření, ale není nijak výrazný [11].

Nadměrný přídavek rozpustných vápenatých solí zvyšuje tuhost sýrů a zhoršuje pružnost těsta, což se projevuje u tvrdých sýrů tvorbou nepravidelných ok a trhlin. Nedostatkem sýřenina pomalu tuhne, je měkká, drolivá, vzniká mnoho sýrařského prachu. Také zrno špatně uvolňuje syrovátku, čímž se prodlužuje doba jeho zpracování. Syrovátka se hůře uvolňuje i během odkapávání a lisování, takže výrobky často nedosáhnou požadované sušiny [9].

Přídavkem CaCl_2 se zlepšuje syřitelnost pasterovaného mléka; zvyšuje se výtěžnost při výrobě sýrů tím, že se získá pevnější sýřenina a zabrání se tak tvorbě sýrového prachu; zabraňuje vadám sýrů, vyplývajícím ze špatné syřitelnosti mléka, které způsobuje vadnou strukturu a konzistenci zrna i sýrového těsta [14].

Přídavek KNO_3 se používá u polotvrdých a tvrdých sýrů z důvodu potlačení plynotvorných bakterií, které vlivem rozkladu laktosy tvoří H_2 , způsobující vznik drobných dutinek. Pokud se jedná o působení koliformních bakterií, označuje se jako skoré nebo-li rané duření, pokud je způsobeno sporuláty, je označováno jako pozdní neboli sekundární duření [1, 9, 14].

Vzhledem k zdravotním aspektům dusičnanů v lidské výživě, se stále častěji nahrazuje přídavek KNO_3 buď jinými preparáty např. na bázi antibiotika (bakteriocinu) nisinu, anebo lysozymu způsobujícího rozklad buněčné stěny nežádoucích mikroorganismů. Baktofugací můžeme odstranit bakterie, především spory, pomocí odstředivé síly s účinností 95 - 97 %. V případě mikrofiltrace lze dosáhnout redukce až o 99,5 %, což umožňuje také omezit nebo zcela vypustit přídavek KNO_3 [1, 7].

Dusičnan draselný přidáváme v množství 10 g na 100 litrů mléka. Vyšší dávky mají nepříznivý vliv na chuť sýra, popřípadě na jeho zbarvení. Takový sýr by měl štiplavou chuť a barva sýrového těsta by byla hnědá [6, 15].

Chlazením i ohřevem mléka se porušuje syřitelnost mléka v důsledku změn rovnováhy bílkovin a minerálních látek. U mléka, které se uchová delší dobu při nízkých teplotách, dochází ke snížení jeho sýřících schopností. Zjistilo se, že mléko po 48 hodinové úchově při 3°C se muselo sýřit o 4 minuty déle. Zhoršení sýřících schopností skladovaného mléka

je možné téměř úplně kompenzovat přidavkem CaCl_2 (20 g/100 kg mléka) před sýřením [11].

Vyšší hodnoty obsahu tuku v mléce ovlivňují dobu srážení a dobu sýření minimálně. S tučností mléka se snižuje rychlost koagulace mléka syřidlem i rychlost synerze. Rozdíly v syřitelnosti jsou závislé od poměrného zastoupení jednotlivých druhů bílkovin a kaseinu. Existuje pravidlo, že doba sýření je dvojnásobkem doby srážení (čas vytvoření sraženiny), stanovené při syřidlové zkoušce [11].

Důležitým faktorem vhodnosti mléka pro výrobu sýrů je obsah bílkovin. Obsah bílkovin rozhoduje především o ekonomice výroby, poněvadž zvýšení bílkovin mléka o 0,1 % znamená snížení spotřeby mléka na výrobu 1 kg sýru nebo tvarohu podle druhu výrobku o 0,2 až 0,5 l [16].

Dosažení požadované sušiny sýrů a snížení ztrát při výrobě sýrů není významné jen pro výtěžnost sýrů a hospodárnost, ale je to též významný faktor i pro zajištění standardní kvality sýrů a jejich trvanlivosti. Na obsahu tuku a bílkovin, popřípadě na obsah kaseinu, v mléce má vliv také plemeno. Co se týká obsahu tuku a bílkovin v mléce, panuje mezi nimi korelační vztah, takže plemena s vyšším obsahem tuku a bílkovin v mléce vykazují také vyšší obsah bílkovin a naopak. V případě laktace dominuje převážně negativní korelace mezi množstvím mléka na jedné straně a obsahem tuku a bílkovin na straně druhé. Nižší hodnoty obsahu tuku a bílkovin jsou zjišťovány ve fázi laktace, kdy je užitkovost nejvyšší. Nižší užitkovost, která je na konci laktace, doprovázejí vyšší hodnoty obsahu tuku a bílkovin [11].

3 TECHNOLOGICKÉ OPERACE PŘI VÝROBĚ SÝRŮ HOLANDSKÉHO TYPU

Výroba polotvrdých sýrů je založena na tvorbě sýřeniny z mléka a jejím dalším zpracování. Podle druhu vyráběného sýra jsou jednotlivé technologické úkony specifické. Mezi základní technologické operace patří tepelné ošetření mléka, úprava před zpracováním, sýření, zpracování sýřeniny, formování, lisování sýrů, solení a zrání [4, 17].

K výrobě se používá kravské pasterované mléko I. jakostní třídy, které nesmí obsahovat inhibiční látky. Ty společně s produkty lipolytických změn, nedostatkem některých iontů a volných aminokyselin v mléce zhoršují kvasnost mléka a negativně ovlivňují i zrání sýrů. Chemické složení mléka má zásadní význam pro výtěžnost výroby a složení sýra. Výtěžnost určuje především obsah kaseinu. Pro syřitelnost mléka je nutná přítomnost vápenatých iontů a genotyp dojnice. Velký důraz je kladen na mikrobiologickou kvalitu. Kvalitní sýr lze vyrobit pouze z kvalitní suroviny [7, 18].

3.1 Úprava mléka před sýřením

Pasterace zajišťuje zdravotní nezávadnost sýrů. Dochází k usmrcení převážné části vegetativních forem mikroorganismů [7]. Přestože se pasterací zničí 99,9 % mikroorganismů syrového mléka, mají některé spóry schopnost pasterační záhřev přežít (např. rody *Bacillus*, spp. a *Clostridium* spp.) [19]. Z důvodu lepší syřitelnosti mléka a oddělování syrovátky se používá šetrná pasterace při teplotě 72 - 73 °C / 15 - 20 s. Vyšší pasterační záhřev není vhodný, neboť dochází k denaturaci sérových bílkovin, které neodcházejí do syrovátky. To zvyšuje výtěžnost tvarohů, ale také ovlivňuje zvýšenou vazbu vodné fáze snižování sušiny finálního produktu a ke zhoršení jejich jakosti (albumin a globulin zadržuje větší podíl vody, která se již následnými technologickými zásahy bez snížení jakosti sýra nedá odstranit) [1, 4, 20].

Standardizace mléka se provádí v průběhu tepelného ošetření, aby se dosáhlo charakteristické hodnoty tuku v sušině měnící se podle typu sýra (viz tabulka 2). Obsah tuku a bílkovin v mléce není v průběhu roku stálý a jejich poměr se musí při standardizaci zohlednit, aby bylo dosaženo požadovaného obsahu t. v s. Nejvyšší obsah bílkovin má mléko v podzimním období; to znamená, že i sýřené mléko musí mít v tomto období nejvyšší tučnost [7].

Tabulka 2: Závislost v % t. v s. finálního sýra na tučnosti směsi [6].

| Tuk v sušině finálního výrobku (%) | Tučnost mléka před sýřením | |
|--|----------------------------|-----------------|
| | Eidamské sýry | Ementálské sýry |
| 10 | 0,43 | 0,44 |
| 20 | 0,96 | 1,00 |
| 30 | 1,65 | 1,71 |
| 40 | 2,57 | 2,67 |
| 45 | 3,15 | 3,27 |
| 50 | 3,85 | 4,00 |

Přídavek čistých kultur do mléka před sýřením je nutnou podmínkou zdárného průběhu celého technologického postupu. Snížení kyselosti mléka před sýřením ovlivňuje rychlost sýření, jeho průběh, kvalitu sýřeniny i zrání sýrů [4].

Bakterie mléčného kvašení se uplatňují při výrobě a zrání sýrů s nízkodohřívanou sýřeninou. Mezi jejich důležité vlastnosti patří schopnost lýze, tvorba antimikrobiálních látek potlačující rozvoj nežádoucí mikroflóry. U některých byly prokázány probiotické vlastnosti, které se využívají hlavně při výrobě fermentovaných mléčných nápojů a jogurtů. V posledních letech se objevují pokusy využít tyto mikroorganismy i v technologii sýrů [21]. BMK lze rozdělit do tří skupin: na zákysové kultury (primární), doplňkové nebo též sekundární a na NSLAB (non-starter lactic acid bacteria = nezákysové bakterie) [7, 22].

Mezi primární kultury, jež obsahují BMK a používají se především pro produkci kyseliny mléčné z laktosy v počáteční fázi výroby sýrů holandského typu, patří především bakterie rodů *Lactococcus*, *Lactobacillus* a *Streptococcus* [4, 7].

Sekundární kultury mají velmi důležitou roli při zrání sýrů a k vytvoření typických organoleptických vlastností daného druhu sýrů. U tvrdých sýrů se jedná například o *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus casei* [44].

NSLAB mohou negativně i pozitivně ovlivnit kvalitu sýra a vyskytují se přirozeně v mléce a okolí. Přispívají především k rozvoji chutě a v mnoha případech jsou považovány za žádoucí složku mléka a sýra. Mezi NSLAB patří např. *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus plantarum* [23, 24].

Využití NSLAB jako doplňkových kultur v sýrašství musí splňovat dva základní předpoklady. Použitý kmen nebo směs kmenů nesmějí negativně ovlivňovat proces zrání a reakce související s proteolýzou bílkovin. A doplňková kultura by měla inhibovat růst a účinky ostatních NSLAB a po celou dobu zrání by měla zůstat dominantní kulturou v sýru [24, 25].

Přídavek zákysových kultur bakterií mléčného kvašení je nezbytným předpokladem výroby všech tvarohů a sýrů, protože upravují kyselost mléka před sýřením, fermentují laktosu a tvoří kyselinu mléčnou během koagulace a zpracování sraženiny. Dále snižují pH, což má do jisté míry i konzervační účinek. Brání rozvoji nežádoucích mikroorganismů, podílí se na koagulaci, a podporují odkapání sýřeniny. Uplatňují proteolytické a lipolytické aktivity v průběhu zrání, utvářejí sensorické vlastnosti (tvorba kyseliny mléčné a dalších organických kyselin, aromatických sloučenin). Mají vliv na texturu a konzistenci (především tvorba ok a proteolytické změny bílkovin) [7].

Základní kulturou pro prakticky všechny druhy sýra je mezofilní (smetanová) kultura, která je podle typu sýra doplněna dalšími kulturami. Při skladování pasterovaného standardizovaného mléka se osvědčilo předezrání o ochrannou dávku mezofilní kultury, čímž se obnoví fyzikálně chemické a mikrobiologické vlastnosti mléka po tepelném ošetření a skladování a také se zlepší syřitelnost [7].

Vlastní přídavek kultur pro výrobu se přidává do mléka s upravenou tučností temperovaného na teplotu sýření 30-33 °C, v množství 1 %, přičemž velký důraz se klade na pečlivé rozmíchání inokula.

Do sýrašského mléka se kromě zákysové kultury přidávají ještě některá další aditiva. Přídavek **chloridu vápenatého** v obvyklé dávce 5-20 g / 100kg mléka zpravidla ve formě nasyceného roztoku zlepšuje syřitelnost a zvyšuje pevnost vzniklého gelu. **Dusičnan draselný** se přidává do mléka především s cílem omezit duření sýrů způsobené činností koliformních bakterií a bakterií mléčného kvašení obvykle v dávce 15 g/100 kg. Lepší barvy sýrů se docílí přídavkem **barviva** jako je *annato* (extrakt z keře *Bixa oregeana*) nebo karoten [7].

Jako syřidla se používají enzymy mající charakter proteolytických enzymů, proteinas s optimem proteolýzy v kyselé oblasti pH. Hlavním požadavkem na syřidlové enzymy je úzká specifita a vysoká schopnost koagulace sladkého mléka, při omezení a časem pokračující proteolýzou [4].

Aktivní složkou syřidla je enzym chymosin. Klasické syřidlo se získává extrakcí telecích žaludků. Vzhledem k omezeným zdrojům této suroviny se používají další enzymové preparáty s obdobným působením živočišného, mikrobiálního nebo rostlinného původu. K živočišným syřidlům patří pepsinové syřidlo, které se může využívat ve směsi s chymosinovým syřidlem. Pepsinové syřidlo se využívá při výrobě tvarohů. Z mikrobiálních syřidel se využívají preparáty izolované z plísní *Cryphonectria parasitica* a *Rhizomucor miehei*. Pomocí mikrobiálních syřidel se vyrábějí sýry přijatelné pro vegetariány. V současné době řeší nedostatek syřidla rekombinantní chymosin získaný vnesením genu pro chymosin do produkčního mikroorganismu (*Aspergillus niger* var. *awamori*, *Escherichia coli*, *Kluyveromyces lactis*) [7].

Použitím různých syřidel ve výrobě bylo prokázáno, že mohou mít výrazný vliv na výnos konečného produktu a s tím souvisejí finanční ztráty mlékárny při používání nevhodných syřidel. Výtěžnost sýrů v závislosti na použitém syřidle souvisí i se složením finálního výrobku (obsahem tuku v sušině). Důležité je také dodržení potřebných technologických parametrů jako doba dosoušení, doba dohřívání a lisování sýrového zrna bez přístupu vzduchu [26].

Aktivita syřidla se vyjadřuje jako tzv. síla syřidla. Komerční preparáty mají sílu upravenou obvykle na hodnotu 1 : 10 000 až 1 : 15 000, tzn., že 1 díl syřidla vyvolá v 10 000 (15 000) dílech mléka srážení do prvních vloček sraženiny při 35°C za 40 min. Při výpočtu dávky syřidla se však musí zohlednit i čas na vytvoření gelu a jeho vytužení [7].

Syřidlo se přidává do upraveného mléka o teplotě 30-33 °C ve formě zředěného roztoku. Dávka syřidla se pohybuje do 30 ml na 100 kg mléka (síla 1 : 10 000 až 1 : 15 000). Nadbytečné dávky syřidla jsou příčinou pevné, ale křehké sraženiny. Velmi důležité je řádné promíchání syřidla v celém objemu během 2-3 minut a uvedení mléka do klidu během dalších 8-10 minut. Poté následuje samotné srážení mléka v rozmezí 25 až 120 minut [7]. U sýrů holandského typu je to obvykle 30 minut.

3.3 Zpracování sýřeniny

Po úpravě všech parametrů mléka a přídavku syřidla, dokonale naředěného a rozptýleného, je nutné zamezit pohybu mléka. Na bílkoviny začíná působit syřidlo a to ve třech etapách (působení enzymů, mikrostrukturální změny, makroskopické změny). Výsledkem těchto změn je dosažení optimálních vlastností (především tuhosti), ale i dalších parametrů jako je třeba mírné zvýšení kyselosti [1].

Doba vhodná pro zpracování sýřeniny je taková, když síly kohezní (soudržnost) převládou nad adhezními (přilnavost). Tento okamžik se zjistí pokusně - ostrý lazurovitý lom gelu. Odpovídající doba srážení a správný způsob a intenzita zpracování sýřeniny (např. kyselost, zvýšená teplota při dosoušení) má zásadní vliv na konečné vlastnosti finálního produktu [1].

Zpracování sýřeniny zahrnuje řadu operací podle jednotlivých typů sýrů zajišťující tvorbu sýrového zrna vhodného pro následné formování. U měkkých sýrů je zpracování sýřeniny jednoduché a postačuje pokrájení sýřeniny a šetrné nalévání do forem. U polotvrdých a tvrdých sýrů je zpracování náročné, neboť vyžaduje řadu dílčích operací. Srovnání průměrného časového harmonogramu při zpracování sýřeniny je uvedeno v tabulce 3. U všech druhů sýrů je rozhodující dodržování standardního časového harmonogramu zpracování včetně průběhu teplotní kyselostní křivky. Na těchto parametrech spočívá předpoklad dobré a vyrovnané kvality sýrů po uzrání [4].

Tabulka 3: Srovnání průměrného časového harmonogramu při zpracování sýřeniny na výrobu sýrů [4].

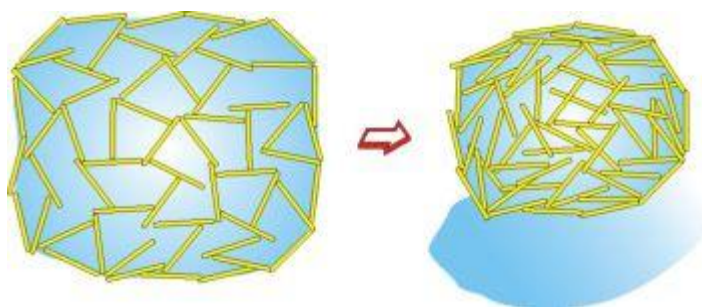
| Technologická operace | Měkké sýry | Eidamské sýry |
|-----------------------|-------------------------|----------------------|
| Sýření | 40 min | 30 min |
| Krájení | 15 min včetně odpočinku | 15 min bez odpočinku |
| Odpouštění syrovátky | - | 5 min |
| Míchání | 10 min | 15 min |
| Přídavek vody | - | 15 min |
| Dohřívání | - | 60 min |
| Celkem zpracování | 65 min | 140 min |
| Vypouštění | 10 min | 10 min |

Krájení sýřeniny je zpracování sýřeniny, které se zahajuje v okamžiku, kdy je dosažena požadovaná tuhost gelu. První prokrojení musí být velmi opatrné (3-5 ot/min o dobu 2-3 minut), aby nedocházelo k mechanickému rozbíjení a uvolňování velmi malých částic, které odcházejí do syrovátky tzv. sýrový prach. Ten není zadržen v sýru, a zvyšují se tak ztráty do syrovátky. Současně však nesmí docházet k sedimentaci a slepování zrna. Krájení je prováděno mechanicky pomocí "sýrařské harfy" (obrázek 1), což jsou kovové rámy vyplněné svislými a podélnými kovovými noži, které jsou ukotveny v rámech. Nože jsou z jedné strany ostré, z druhé tupé. To zajišťuje univerzální použití (jedním směrem krájení, reverzním pohybem míchání) bez nutnosti výměny zařízení [1, 20].



Obrázek 2: Sýrařské harfy [27].

Krájením sýřeniny je podpořena synereze - vytékání kapaliny z gelu (obrázek 3). Synereze je proces, při kterém se uvolňuje syrovátka ze sýřeniny [28]. Uvolňování syrovátky podporují následující technologické úkony: snižování pasteračního záhřevu, zvyšování obsahu vápenatých solí, vyšší sýřicí teplota, vyšší dávka syřidla, rychlejší kysání, zpracování na menší zrno, míchání zrna, zvýšení dohřívací teploty a zvýšení počtu obráčení sýrů [4].



Obrázek 3: Schematické znázornění vytékání kapaliny z gelu [29].

Drobení je proces, při kterém vznikají zárodky zrn, které jsou v průběhu dalšího zpracování zmenšovány a to na požadovanou velikost. Ta se v praxi přirovnává k velikosti vlašského ořechu, lískového ořechu, hrachu nebo obilky. V technologických postupech se ale udává v mm. Velikost sýrového zrna a jeho tuhost je dána typem sýra a mechanizačního postupu. Obecně platí, že větší sýry s vyšší sušinou mají menší zrno a jejich zrání probíhá pomaleji a delší dobu. Při krájení se používá vyšší frekvence otáčení harf (12-15 ot/min) [1, 4].

Odpouštění syrovátky následuje po rozkrájení sýřeniny a dosažení požadované velikosti sýrového zrna. Musí být dostatečně rychlé (5-6 minut), protože se provádí bez míchání a mohlo by dojít ke slepování zrna [7].

Praní sýrového zrna se používá u sýrů holandského typu. Při něm se snižuje obsah laktosu, současně se sýřenina dohřívá, protože k praní se používá teplá voda. Obvykle se odpouští 35 % množství syrovátky a přidá se 50-80 % jejího objemu vody teplé 50-60 °C (poměr odpouštěné syrovátky a množství vody se nazývá prací poměr). Teplota prací vody ovlivňuje průběh synereze sýrového zrna. Díky snížené koncentraci laktosu klesne pH pouze na hodnotu 5,1-5,4, jinak by pokles pokračoval k nižším hodnotám pH [1, 4, 7].

Dohřívání se provádí z důvodu dalšího vyloučení syrovátky ze sýřeniny. Je to zvyšování teploty sýření na teplotu dosoušení, která je závislá na druhu sýra. U nízkodohříváných sýrů 45 % t. v s. se teplota zvyšuje na 39-42 °C. Vlastní dohřívání je možné provést několika způsoby. Na rozdíl od sýrů ementálského typu, u kterých se dosahuje hraniční teplota 45°C k inaktivaci mezofilních MO pomocí pomalého nepřímého ohřevu mezipláštěm výrobníku, se u sýrů holandského typu, kde není kladen požadavek na tvorbu ok, využívá pomalý přímý přísávek technologické vody [1, 7].

Dosoušení je vytužování při teplotě vyšší než teplota sýřící. Účelem dosoušení je kromě zvyšování sušiny zrna také ovlivnění probíhajícího prokysávání, jenž rovněž upravuje konzistenci a jakost vyráběných sýrů. Čím vyšší požadovaná sušina, tím delší je doba dosoušení. I když je tato doba stanovena technologickým postupem, je její ukončení většinou dáno subjektivním posouzením - zrno stisknutím v dlani se spojí do tvaru válce, které se mírným tlakem rozpadá zpět na jednotlivá zrna [1].

Po dosažení požadovaných vlastností zrna nastává vypouštění. Tato operace by měla být co nejšetnější. Vypouštění se provádí buď samospádem do níže položených tvořitek, anebo se čerpá speciálními čerpadly [1].

3.4 Formování

Formování sýrů je nedílný proces výroby, během něhož je sýrům dodáván charakteristický tvar a velikost. Během tvarování probíhají nejen mechanické procesy (uvolňování syrovátky, slepování zrn, vytváření pokožky), ale také pokračují přeměny biochemické (např. prokysávání) [1].

Formování začíná oddělením syrovátky od sýrového zrna. Způsob oddělování syrovátky i další formování jsou závislé na typu a tvaru sýra. U sýrů holandského typu s tvorbou ok je důležité, aby zrno při formování nepřišlo do styku se vzduchem, protože zrna by se pak úplně nespojila. Při tomto způsobu formování se používá předlisování. Případné dutinky mezi zrny jsou zaplněny syrovátkou, ve které produkují kyselé kultury CO_2 . Ten se zprvu rozpouští v kapalně fázi, při přesycení vytvoří četné dírky. Díky difuzi pak některé zaniknou, jiné se zvětší a vytvoří větší kulatá oka. Část CO_2 také uniká ze sýra [7].

Formování je prováděno ve speciálních tvořítkách. Tato tvořítka mohou být kovová, plastová či s kovovou výztuží a to různých velikostí a tvarů. Plášť tvořitek je perforovaný a to k usnadnění odtoku syrovátky [30].

3.5 Lisování

Lisování je tvarování sýrů a s tím spojené uvolňování syrovátky z hmoty sýra za tlaku vyššího, než je atmosférický. Vyšší síla působící na zrno způsobí jeho větší odvodnění, těsnější spojení jednotlivých zrn, pravidelnější tvar a tvorbu uzavřené a pevné pokožky na povrchu [1, 4].

Tvrdé a polotvrdé sýry se lisují postupně narůstajícím tlakem. Počáteční tlak se volí menší, aby nedošlo k vytvoření silné kůry, jež by bránila dalšímu odtoku syrovátky. Další důležitá zásada je zajištění rovnoměrného působení tlaku v celé hmotě sýra o stejné hmotnosti. Pokud je lisování krátké, musí být zajištěno dokysání sýrů. [4, 7].

V průběhu nesmí dojít k výraznějšímu poklesu teploty, neboť by došlo k zastavení činnosti kultur, která je nezbytná v dalších technologických operacích (zejména zrání) [14].

3.6 Solení sýrů

Po lisování následuje další technologická operace výroby sýrů: solení. Sůl je hlavním faktorem ovlivňujícím vodní aktivitu sýrů, růst a přežití bakterií, aktivitu enzymů v sýru, čímž ovlivňuje a kontroluje biochemii zrání a průběh kysání sýrů [44].

Solení má vliv nejen na výslednou chuť, ale také umožňuje další uvolnění syrovátky, zpevňuje povrch sýra, zlepšuje konzistenci, potlačuje činnost nežádoucí mikroflóry, ovlivňuje další průběh zrání a zastavuje nebo brzdí mléčné kvašení [7, 44, 31].

Množství soli v jednotlivých druzích sýra je velmi rozdílné a podílí se na typických chuťových vlastnostech. Sýry holandského typu mají střední obsah soli 1,5 - 3%. Solí se v solné lázni, což je nejčastější způsob solení. Sůl proniká do sýra po ponoření do roztoku NaCl [1].

Koncentrace solné lázně se pohybuje v rozmezí 16-18 %, její kyselost je daná druhem sýra. Teplota solení je v rozmezí 10-15 °C. Doba solení je odvozena od velikosti, tvaru a závisí na požadované slanosti sýra v časovém intervalu několika hodin až dnů. Příklad je uveden v tabulce 4. V průběhu solení dochází k difúzi NaCl dovnitř sýra. Rychlost tohoto procesu je závislá na koncentračním spádu, který je na začátku solení nejvyšší. V opačném směru ze sýra uniká do solné lázně část syrovátky a rozpustných solí. Proto je důležité dodržovat parametry cirkulující solné lázně v požadovaném rozmezí (doplňovat úbytek soli, upravovat pH a vzhledem k tomu, že dochází k uvolňování tepla i solnou lázeň chladit). Osmotické jevy se uplatňují na povrchu sýrových zrn [1, 4, 7, 28].

Tabulka 4: Podmínky solení v solné lázni v závislosti na velikosti a tvaru sýra [18].

| Výrobek | Hmotnost (kg) | Doba solení (hod.) | Teplota solné lázně (°C) | Koncentrace NaCl (%) |
|------------|---------------|--------------------|--------------------------|----------------------|
| Sýr typu A | 5 | 24 | 13-15 | 16-18 |
| Sýr typu B | 1 | 15 | 13-15 | 16-18 |
| Sýr typu C | 0,3 | 2 | 13-15 | 16-18 |

Sůl při solení postupuje od povrchu ke středu sýra. Nejvíce NaCl je obsaženo v pokožce a v hmotě pod povrchem sýra - tzv. solný prstenec. Ve středu sýra je obsah soli minimální. K vyrovnání obsahu soli dochází až v průběhu zrání po přeměně jednotlivých zrn v celistvou hmotu pomocí difúze [1].

Po vysolení se sýry ponechávají 1-2 dny oschnout a balí se do expedičních obalů (čerstvé sýry) nebo do obalů, ve kterých zrají, případně se bez obalů dopravují do zracích sklepů [4].

3.7 Zrání

S výjimkou nezrajících sýrů, které se konzumují v čerstvém stavu, procházejí všechny sýry procesem zrání. Na zrání se podílí celá řada enzymů - enzymy použitého syřidla, nativní enzymy mléka, enzymy kyselých a doplňkových kultur (zástupci rodu *Lactococcus* a *Lactobacillus*) a v neposlední řadě enzymy nezákysových mikroorganismů (NSLAB). Mezi uvedenými mikroorganismy dochází k celé řadě interakcí: soutěžení o živiny, různé druhy kooperace, ale i antagonismu, jenž mají významný vliv na jejich růst a přežívání v matrici sýra. Důležitou schopností použitých mikroorganismů je schopnost lýze, která má za následek uvolnění intracelulárních enzymů. Ty pak ovlivňují proteolýzu, katabolismus aminokyselin, lipolýzu, katabolismus volných masných kyselin během zracího procesu sýrů [21]. Při těchto procesech sýr získává typický vzhled, konzistenci, chuť, vůni a složení. Primárními reakcemi zodpovídajícími za texturální změny a vznik aromatických složek jsou glykolýza, proteolýza a lipolýza [7].

Zrání sýrů je v širším slova smyslu nutné chápat jako komplex fyzikálních, chemických a hlavně biochemických přeměn, jejichž výsledkem je soubor vlastností nazývaných "sýrový buket". K typickým fyzikálním změnám patří např. vyrovnání obsahu NaCl (viz. solení sýrů), ale také změna barvy (původně bílá až mírně krémová barva se mění podle druhu sýra na

barvu slámovou až světle hnědou). Mezi typické chemické reakce lze zařadit např. reakci vápníku s kyselinou mléčnou a následný vznik rozpustného monokalciumpkaseinátu, který se podílí na vzniku a celistvé hmoty sýra [1].

3.7.1 Fáze zrání

Biochemické procesy, které v průběhu zrání v sýrech probíhají, mohou být rozděleny do tří základních fází. Nejsou od sebe nijak výrazně odděleny, ale naopak na sebe plynule navazují.

V první fázi dochází k rozkladu laktosy bakteriemi mléčného kvašení za vzniku kyseliny mléčné. Hlavní rozklad laktosy nastává v průběhu formování sýrů. Během odkapávání a lisování sýrů je nejintenzivnější, poslední zbytky laktosy vymizí v počátku zrání. Vytvořená kyselina mléčná uvolňuje z kaseinu vápník za vzniku mléčnanu vápenatého. Z kaseinu vzniká v konečné fázi monokalciumpkaseinát, který bobtná ve vodě a roztoku NaCl. Vytvoření vápenaté soli kaseinu výrazně ovlivňuje slepování sýřeniny. Dochází ke spojování zrn a vzniká homogenní struktura sýrů. Kyselina mléčná ovlivňuje vyrovnaní obsahu NaCl [3, 28]. Ionty Na^+ vytěsňují v para- κ -kaseinu vápenaté ionty Ca^{2+} a vysolený sýr postupně zvláčňuje konzistenci, bobtná. V případě přebytku kyseliny mléčné reakce nenastává. Tvoří se nerozpustný bilaktát, vápník je vytěsňen kyselinou a konzistence sýra je tuhá [20].

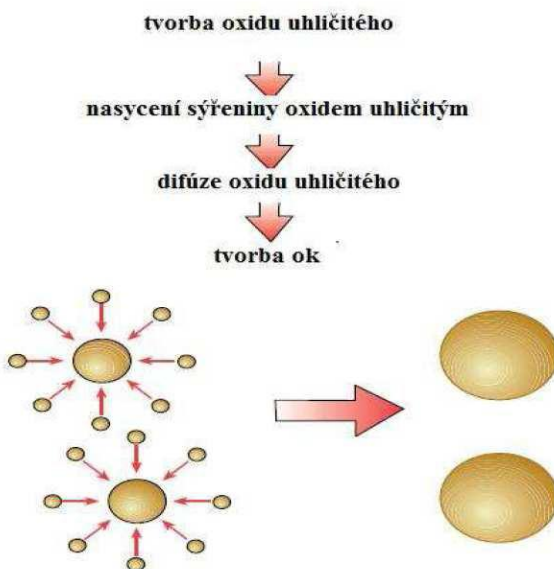
Ve druhé fázi se snižuje titrační kyselost sýra nejen vazbou kyseliny mléčné, ale i jejím mikrobiologickým rozkladem na kyselinu propionovou (případně kyselinu octovou), vodu a CO_2 , případně další sloučeniny. Tvorba oxidu uhličitého, který je produkován kvašením z citrátů pomocí bakterií mléčného kvašení, se projeví při tvorbě pravých malých okrouhlých ok [2,3, 28, 30]. U sýrů holandského typu by se mělo na řezu vyskytovat jedno až dvě oka.

Ve třetí fázi probíhá anaerobní proteolýza bílkovin po celé hmotě, která je charakteristickým znakem u polotvrdých a tvrdých sýrů. Působením proteolytických enzymů čistých kultur, syřidla a plasminu (nativní proteasa mléka) se vytvářejí peptidy o vysoké molekulové hmotnosti. Vysokomolekulární peptidy (více než 35 aminokyselin) jsou dále hydrolyzovány na peptidy s nízkou molekulovou hmotností (6-15 aminokyselin) a další proteolýzou vznikají ještě kratší peptidy, dipeptidy a aminokyseliny. Při nevhodném zrání mohou vzniknout nežádoucí až škodlivé produkty degradace aminokyselin - amoniak,

močovina, kyselina máselná, vodík a biogenní aminy [7]. Obsah biogenních aminů je závislý na režimu zrání a skladování. Nejvyšší obsahy byly zjištěny v okrajové vrstvě. Naopak nejmenší obsahy byly detekovány uvnitř sýra [32]. Rozkladem bílkovin vznikají i těkavé mastné kyseliny, které se rovněž podílejí na chuti sýra. Prekurzorem mnoha významných aromatických látek jako jsou metyl keton, lakton, estery, alkany a sekundární alkoholy jsou v sýrech volné mastné kyseliny [7, 19].

K vyjádření rozkladu bílkovin se používají pojmy rozsah a hloubka zrání. Rozsah zrání je podíl obsahu rozpuštěného dusíku k celkovému obsahu dusíku, hloubka zrání je definována jako podíl obsahu dusíku volných aminokyselin a amoniakálního dusíku k celkovému obsahu dusíku. Hloubka zrání je značná u tvrdých sýrů [1, 4, 28].

Charakteristickým znakem některých sýrů je tvorba pravých ok (viz obrázek 4), jejichž velikost, tvar, počet a rozmístění je nejen typické, ale důkazem správného průběhu zrání. Tvorba ok je podmíněna jak správnou konzistencí hmoty sýra, tak i optimální aktivitou mikroforů produkující CO_2 . V sýrech však mohou vznikat i nežádoucí otvory a dutinky. Příkladem mohou být otvory tvořené tlakem H_2 vzniklého činností plynotvorné mikroflóry (skoré nebo pozdní duření), ale také dutinky označované jako "syrovátková hnízda" [1].



Obrázek 4: Schematické znázornění tvorby ok [1].

3.7.2 Zrací sklepy

Sýrařské zrací sklepy jsou prostory s vhodnými klimatickými podmínkami pro daný druh sýra (teplota, relativní vlhkost, přiměřená výměna vzduchu). Většinou se jedná o speciálně navrhované stavby, ale často se využívají i upravené přírodní útvary (jeskyně, štoly) [1].

Teplota ovlivňuje zásadním způsobem průběh a intenzitu biochemických přeměn. Během určité fáze zrání by měla být teplota konstantní. Obecně platí, že na počátku zrání je vyšší a při dozrávání nižší. Podle teploty se sklepy rozdělují do tří skupin na teplé, zrací a chladné. Zrací sklepy se používají pro zrání polotvrdých a tvrdých sýrů, ve kterých probíhá proteolýza. Teplota zracích sklepů se udržuje mezi 8 - 14 °C [1].

Vlhkost vzduchu je závislá na teplotě sklepu a druhu sýra. Sýry holandského typu zrají klasickým způsobem tzv. "volným zráním" a vyžadují vlhkost 80 až 90 %. Pokud zrají ve zrajících termosmrštitelných fóliích navíc s výběrovou propustností pro plyny vzniklé zráním nebo pod speciálními nátěry, pohybuje se relativní vlhkost v rozmezí 60-90% [1].

Doba zrání je velmi rozdílná. Pohybuje se od 24 hodin (čerstvé sýry solené), po dobu několika dnů (sýry zrající pod mazem), týdnů (sýry zrající s plísní v těstě), měsíců (sýry eidamského a ementálského typu) až po několika let (Parmazán) [16, 19, 44].

Ekonomické důvody jsou v dnešní době příčinou předčasného vyskladňování sýrů ze zracích sklepů. Distribuce sýra k zákazníkovi probíhá i přesto, že proces zrání ještě není zcela ukončen. Aby k tomuto nedocházelo, zavádějí se nové technologie snižující čas a náklady na skladování sýrů. Příkladem lze uvést zvýšení teploty při zrání, použití ČMK snadno podléhající lýzy, přídavek NSLAB (hlavně mezofilních laktobacilů) či exogenních enzymů a geneticky modifikované ČMK [31, 44].

3.8 Ošetřování sýrů holandského typu

Mikroklima zracích sklepů umožňuje také nárůst nežádoucí mikroflóry na povrchu sýrů. Proto je nutné volně zrající sýry "ošetřovat". Způsoby ošetřování sýrů jsou různorodé. U tvrdých a polotvrdých sýrů je jeden ze způsobů ošetřování omývání roztokem NaCl a současné odstranění povrchové mikroflóry kartáči. Jako preventivní ochrana se při použití zracích fólií či balení ve vosku používají speciální nástřiky ochrannými přípravky. Jedná se například o přípravek Delvocid, který je schválen jako potravinářské antimykotikum s aktivní látkou Natamycin (Pimaricin) v práškové formě. Je získán ze speciálního kmene

půdní plísně *Streptomyces natalensis*. Je to přípravek zabraňující růstu kvasinek a plísní na povrchu tvrdých, polotvrdých a poloměkkých sýrů nepotlačující bakterie, čímž nenarušuje přirozené zrání sýrů. Na sýry se aplikuje nástřikem nebo ponořením do připravené suspenze po vysolení. Působí jen na povrchu sýrů, který udržuje bez plísně po dlouhou dobu v závislosti na použité koncentraci a četnosti ošetření. Povrch sýrů se nechá po nástřiku schnout po dobu 3-4 dny [1, 34].

Ošetřování sýrů při výrobě sýrů zabalených do zracích plastových obalů nebo plastových nátěrů. Obaly nesmějí snižovat jakost sýrů, musí být pružné a je nutné, aby splňovaly požadavky na propustnost plynů.

4 BALENÍ

4.1 Ochranná funkce obalu

Účelem balení je především ochrana výrobku před chemickým, fyzikálně-chemickým, a biologickým znehodnocením, a to při skladování, přepravě, distribuci a spotřebě. V případě potravin zabezpečuje ochranná funkce obalu dodržení většiny hygienických nároků při cestě výrobku z místa výroby ke spotřebiteli. U některých potravinářských výrobků je obal ve své ochranné funkci nejen zlepšením určitého stádia výroby a distribuce, ale je přímo bezpodmínečnou funkční součástí výrobku (např. sterilované potraviny) [35].

Balení výrobků má též závažné ekonomické důsledky. Ovlivňuje především produktivitu práce při výrobě, a manipulaci s výrobky ve skladech, dopravě a obchodě. Jako vnější část výrobku se významnou mírou podílí na dotvoření jeho estetického vzhledu. Obal je také nositelem informací a hraje klíčovou úlohu při rozhodování zákazníka o jeho koupi [35].

Nároky potravin na ochranu před znehodnocením jsou ve většině případů mnohem vyšší než u ostatních průmyslových výrobků. Složitý biochemický charakter potravin dává předpoklady k velké řadě změn, které vedou k částečnému nebo úplnému znehodnocení potravinářských výrobků [36].

4.2 Zrání sýrů v obalech

Práce ve zracích sklepech je nejpracnější a nejnamáhavější úsek výroby polotvrdých a tvrdých sýrů. Snaha ji racionalizovat vedla k myšlence pozměnit původní způsob zrání tak, aby se odstranila co nejvíce ruční práce při ošetřování. To znamenalo nalézt způsob, který by vyžadoval co nejmenší manipulaci se sýry. Tuto myšlenku splňuje zrání sýrů ve smršťovacích sáčkích, pod disperzními nátěry z plastických hmot, nebo zrání pod vrstvou vosku. Další výhodou je snížení ztrát při zrání [37].

4.2.1 Sýrařské vosky

Sýrařských vosků se používá zejména pro balení sýrů holandského typu, chedaru, moravského bochníku, ementálů, salámových a jiných sýrů z důvodu vyloučení nadměrných ztrát při zrání a úspory práce při ošetřování sýrů ve zracích sklepech. Také chrání sýr před růstem plísní, proti mechanickému poškození a poskytuje výrazný i

atraktivní vzhled sýru. Existuje velké množství barevných odstínů žluté, oranžové, černé, bílé, hnědé, červené, růžové a zelené, aby se sýry mohly odlišovat. Všechna barviva a pigmenty mají vysokou kvalitu z hlediska využití u potravin. Parafinování (voskování) tvrdých sýrů během výroby je zvláště důležité proto, že většina těchto sýrů má anaerobní, popřípadě fakultativně anaerobní mikroflóru, čímž se zamezí přístup kyslíku ze vzduchu a tím se částečně urychlí také průběh zrání. Značně se tak omezuje aerobní zrání [38, 39].

Z technologické, ochranné, ekonomické a estetické funkce sýrařských vosků vyplývají požadavky, které jsou kladeny na jakostní sýrařské vosky z hlediska jejich účinnosti. Potažení celého povrchu sýra souvislou vrstvou ze sýrařského vosku bez jakýchkoliv otvorů, trhlin a mezer, aby se zabránilo znečištění povrchu sýra a jeho vysychání, se docílí dobrými vlastnostmi z hlediska viskozity vosků. Velmi důležité je úplné přilnutí k povrchu sýra tak, aby byly vyplněny všechny otvory, skuliny a prohlubeniny, takže mezi vrstvou sýrařského vosku a vlastním povrchem sýra nejsou prakticky žádné vzduchové mezery. Důležitý požadavek je ohebnost a pružnost potahu ze sýrařského vosku, aby tento obal odolával mechanickému namáhání běžnému při ošetřování, manipulaci a skladování sýrů ve výrobě, dopravě, skladech i distribuci a zajištění stability barviv a pigmentů. Neméně důležitý je požadavek na snadné krájení [38, 39].

U sýrařských vosků používaných k voskování nezralých sýrů, tj. ještě během výrobního procesu, je pak udržování souvislé vrstvy důležité nejen proto, aby se vytvořily podmínky pro anaerobní zrání sýrů, ale také proto, aby plyny, vznikající během zrání a unikající z hmoty sýra, neporušovaly celistvost jeho voskového obalu. Vytvoření takové správně fungující vrstvy sýrařského vosku na povrchu sýra vyžaduje, aby vosk měl předepsané fyzikální a chemické vlastnosti, zejména potřebnou přilnavost k povrchu sýra a pružnost. Žádoucích účinků se dosahuje tím, že se sýrařský vosk při vyšších teplotách roztaví a do takto roztaveného vosku se ponoří sýr [38].

Významní činitelé ovlivňující účinnost voskování jsou nízká vlhkost povrchu sýra, celistvost povrchu, tuhost povrchu, čistota povrchu, teplota voskové lázně, teplota voskovaného sýra [38].

Paradip Red C2 je jeden z potravinářských vosků používaných pro povrchové ošetření sýrů. Je to směs rafinovaných uhlovodíků, polymerů a pigmentů [39]. Důležité údaje pro specifikaci produktu jsou v tabulce 5.

Tabulka 5: Specifikace potravinářského vosku Paradip Red C2 [39].

| | | |
|------------------------------|-----------------------------------|--------------|
| Fyzikálně chemické parametry | bod tuhnutí | 56 - 62 °C |
| | penetrace při 25 °C (ASTM D 3236) | 45 - 55 mm |
| | viskozita při 100 °C | 7 - 9 mPa.s |
| Organoleptické vlastnosti | chuť | nedefinována |
| | vůně | vosková |
| | textura | pevná hmota |

4.2.2 Nátěry z polymerních hmot

Moderní sýrařská technologie zavádí ve stále větší míře zrání sýrů pod nátěrem z polymerních hmot. Ten po zaschnutí vytvoří film chránící sýr při zrání proti mechanickým vlivům, vysychání a zvláště proti plísním a kvasinkám. Může být současně i expedičním obalem [37, 40].

Hmota pro zrání sýrů musí splňovat řadu požadavků. Pro zabezpečení správného zrání nesmí vytvořený film bránit normálnímu zrání, mít vlastní chuť ani pach, aby jej neuděloval natíranému sýru. Musí být dostatečně pružný, přitom ale pevný, aby nepraskal při manipulaci se sýry. Také musí bránit růstu plísní a zlepšovat vzhled sýra. Je samozřejmé, že z hlediska fyziologického musí být naprosto nezávadný. Jeden z nejdůležitějších požadavků, který je splněn, je snížení ztrát hmotnosti během zrání a skladování [37, 41].

Existuje řada nátěrových hmot k ošetření sýra při zrání. Jsou to obvykle disperze polymerních hmot ve vodním prostředí, v nichž převažuje polyvinylacetát. Ten se kombinuje s dalšími látkami, prakticky výhradně organického původu. Obvykle obsahují i fungistatické nebo fungicidní látky, které zabraňují růstu plísní [37, 41].

Příkladem zracího nátěru v současnosti je Plasticoat AGD 522. Specifikace zrajícího nátěru je uvedena v tabulce 6. Je to vodní kopolymerová disperze určená k povrchovému ošetření sýrů s obsahem natamycinu. Jedná se o Poly-Vinyl-Acetát (PVA) - emulzi kopolymeru ve vodě. Pevné polymerové částičky jsou obklopeny vodou a během jejího odpařování se navzájem přibližují, až se na konci sušícího procesu vzájemně spojí. Kopolymerová emulze sestává ze 2 monomerů, přičemž jeden poskytuje tvrdý film a druhý zase měkký film. Správným poměrem obou monomerů se dosáhne potřebná pružnost filmu. K tomu patří ještě správný dokončovací proces, aby nenastala migrace monomerů do sýra.

Ochranná známka Plasticoat splňuje přísné předpisy, tzn. že nedochází k nežádoucí migraci změkčovadel [41].

Tabulka 6: Specifikace zrajícího nátěru Plasticoat AGD 522 [41].

| | | |
|------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| Fyzikálně chemické parametry | sušina | cca 44% |
| | obsah natamycinu | 200 mg/kg |
| | viskozita při 23 °C (Brookfield) | 7000-8500 mPa.s |
| | pH | 6 - 7 |
| Organoleptické vlastnosti | chuť | nedefinována |
| | vůně | specifická pro PVA nátěry |
| | textura | viskózní hmota |
| | barva | světle žlutá |

PVA nátěry jsou jednoduše aplikovatelné a k dispozici ve více variantách tak, aby se hodily do všech výrobních systémů - pro ruční i strojní aplikaci. Běžně jsou sýry ihned po solení ošetřeny z jedné strany. Předtím se povrch sýrů osuší intenzivně proudícím čistým vzduchem tak, aby byla solná lázeň co možná nejvíce odstraněna. Je třeba se postarat o to, aby nasávaný vzduch neobsahoval žádné aerosoly, které mohou obsahovat vysoký počet zárodků. Jiná možnost je nechat sýry sušit do druhého dne ve sklepě a teprve příští den provést první nános. Sýry se musí opatřit více vrstvami nátěrů. Po zaschnutí se vytvoří na sýru lesklý film, tvrdý, ale pružný, který si tyto vlastnosti zachovává při dodržení správné relativní vlhkosti. Během zrání je nutné sýry obracet, aby se nezměnil jejich tvar, či se spodní strana sýra nepřilepila na zrací desku, a předešlo se tak růstu plísní [37, 40, 41].

4.2.3 Smršťovací obaly

Vakuové balení je metoda, při které se odstraňuje vzduch před uzavřením obalu. Tento způsob balení zahrnuje balení do pevných nebo pružných obalů. Hlavním cílem je vždy odstranění kyslíku z obalu, z důvodu prodloužení doby skladování potravin [42].

Pro vakuové balení se používají polymerní obalové materiály, které jsou nejrychleji rozvíjející se skupinou obalových materiálů v této oblasti. Jejich škála používaná při balení potravin je velmi rozsáhlá a zahrnuje materiály, které se co do užitných vlastností diametrálně liší. Snad nejvýznamnější společnou vlastností je plasticita při vysoké teplotě. Polymerní materiály s nižší teplotou měknutí jsou snadno tepelně svařovatelné [43].

Plastové obaly mají také široký rozsah bariérových vlastností propustnosti plynů a par, což nabízí různé možnosti pro potřeby balení. Bariérové vlastnosti se pro plastové obalové materiály obvykle kvalifikují jako propustnost: čím menší propustnost, tím lepší bariéra pro plyny. Propustnost je funkcí plastového materiálu, permanentního plynu, teploty a v některých případech i vlhkosti [40].

Obaly na bázi jednoho polymeru jsou typické pro potraviny, u kterých systém balení zajišťuje hermetičnost a brání změnám vlhkosti. Při balení polotvrdých a tvrdých sýrů jsou nároky na ochranu větší. Důležitá je nepropustnost pro permanentní plyny a aromatické látky, větší tepelná vodivost atd. Proto je nezbytné vlastnosti jednotlivých polymerů kombinovat. Mezi tyto materiály můžeme zařadit i koextrudované fólie [43].

Struktura koextrudovaného smršťovacího sáčku je složena z více vrstev. Je to kombinace LLDPE (Polyetylen lineární s nízkou hustotou) / PVDC (Polyvinylidenchlorid) / LLDPE materiálů. Jejich výhodou je velmi vysoká odolnost proti propíchnutí, poškození a ochrana produktu během distribuce, vysoká smrštitelnost, snadná svařovatelnost, pevnost svárů, použití za nízkých i relativně vyšších teplot, přizpůsobivost širokému rozpětí tvarů a rozměrů [35]. Technické údaje smršťovacích sáčků s koextrudovanou strukturou jsou uvedeny v tabulce 7.

Tabulka 7: Technické údaje smršťovacích sáčků CFS 3D [44].

| vlastnost | jednotka | metoda | podmínky | hodnota |
|------------------------------|---|-------------------|------------------|-----------|
| všeobecné údaje | | | | |
| celková tloušťka | μm | DIN 53 370 | 23 °C / 50% r.v. | 59 |
| smršťení podélné | % | DIN EN ISO 2286-2 | 85 °C | 40 |
| smršťení příčné | % | DIN EN ISO 2286-2 | 85 °C | 43 |
| propustnost | | | | |
| pára (voda) | g/m ² d | DIN 53 122 | 23 °C / 50% r.v. | 2,5 |
| kyslík | cm ³ /m ² d barO ₂ | DIN 53 380 | 23 °C / 0% r.v. | 70 - 150 |
| CO ₂ | cm ³ /m ² d barO ₂ | DIN 53 380 | 23 °C / 0% r.v. | 220 - 600 |
| mechanické vlastnosti | | | | |
| síla přetržení podélně | N/mm ² | DIN EN ISO 527-3 | 23 °C / 50% r.v. | > 60 |
| síla přetržení příčně | N/mm ² | DIN EN ISO 527-3 | 23 °C / 50% r.v. | > 60 |
| průtažnost podélně | % | DIN EN ISO 527-3 | 23 °C / 50% r.v. | > 150 |
| průtažnost příčně | % | DIN EN ISO 527-3 | 23 °C / 50% r.v. | > 200 |

Používání bariérových fólií má vzrůstající tendenci pro svoje přednosti, za které se považuje hlavně omezená prostupnost kyslíku a tím prodloužení trvanlivosti výrobků, zamezení vysychání výrobků s následným snížením hmotnostních ztrát při zrání, zachování chuti a vůně, zabránění prostupu tuků a uchování specifického prostředí uvnitř obalu při vakuovém balení či balením v ochranné atmosféře [35, 37].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce bylo zjistit, jaké hmotnostní ztráty vznikají u sýrů holandského typu během zrání.

Pro dosažení cílů bylo třeba:

- Popsat složení mléka jako suroviny pro výrobu sýrů.
- Charakterizovat technologii výroby sýrů holandského typu.
- Popsat stručně vlastnosti obalových materiálů využívaných při výrobě sýrů.

Pro zpracování praktické části bakalářské práce bylo nutno naplnit tyto dílčí cíle:

- Založit zrací pokus se sýry eidamského typu zabalených do různých zracích obalů.
- Sledovat hmotnost jednotlivých kusů sýrů během zracího procesu.
- Výsledky vyhodnotit a zformulovat závěry.

6 METODIKA PRÁCE

6.1 Popis experimentu

Pro praktickou část byly 5. 12. 2011 vyrobeny sýry, které byly formovány do tří tvarů. Ve všech třech případech se jednalo o polotvrdé přírodní sýry. Výroba byla provedena u tradičního producenta sýrů holandského typu. Výše uvedený den byl započat zrací pokus. Sýry byly sledovány v průběhu pěti měsíců, celkem 147 dní. Zkoušeny byly tři druhy obalů: sýrařský vosk, nátěr z polymerních obalů a smršťovací obaly. Stručná charakteristika těchto obalů je uvedena v kapitole 4.2.

6.2 Výroba přírodních polotvrdých sýrů

Na výrobu bylo použito asi 3500 litrů pasterovaného mléka upraveného na požadovanou tučnost ~ 3 %. Do výrobku byl před zasyřením přidán smetanový zákys. Po dostatečném prokysání byly do výrobníku přidány přídatné látky - nasycený roztok chloridu vápenatého, dusičnan draselný a barvivo. K takto upravenému mléku se přidalo syřidlo při teplotě kolem 30 °C. Po přidání syřidla se mléko důkladně promíchalo a nechalo srážet 30 minut. Další operací bylo krájení a drobení syřeniny pomocí sýrařských harf za zvyšujících se otáček. Následovalo odpouštění asi 25% objemu syrovátky. Syřenina se dohřála na teplotu 39-41°C. Dohřívání bylo provedeno napuštěním horké prací vody. Zrno o velikosti 3 - 4 mm se vypustilo do lisovací vany do připravených forem. Následovalo předlisování po dobu 25 minut. Poté se syřenina pokrájela na typizované hranoly pomocí kráječe a uložila do plastových lisovacích forem. Lisování bylo prováděno v rozmezí 20 až 100 minut (pro jednotlivé typy sýrů) za postupného zvyšování tlaků.

Po ukončení byly sýry vloženy do solné lázně (doba se opět lišila podle tvaru). Pro pokus byly použity tři typy sýrů. V případě sýru typu A se jednalo o polotvrdý sýr typu gouda s obsahem t. v s. 45 %, o hmotnosti 5 kg. Sýr typu B byl také polotvrdý sýr typu gouda s obsahem t. v s. 45 %, o hmotnosti 1 kg. Posledním ze sledované skupiny byl také polotvrdý sýr typu gouda s obsahem t. v s. 45 %, ale o hmotnosti 300 g.

6.3 Balení do zracích obalů

Po oschnutí povrchu během 3-4 dní následovalo balení sýrů do třech typů obalů:

- Voskování polotvrdých sýrů se provádělo v lázni s voskem zahřátým na požadovanou teplotu po dobu dvou sekund. Po krátké pauze se ponor do vosku opakoval ještě jednou, aby se na povrchu celého sýru vytvořila souvislá vrstva. Následně probíhalo zažehlení spodní části sýru s cílem zacelení otvorů vzniklých od trnů ponorné vidlice.
- Nátěr z polymerních hmot se nanášel postupně vždy po jedné základně a bocích. Následovalo dva dny pro vytvrzení polymeru. Poté se sýry obrátily a natřela se druhá základna a znovu boky. Celý postup se několikrát opakoval.
- U posledního typu obalů se sýry vkládaly do smršťovacích sáčků, ze kterých se vakuově odstranil vzduch. Svářem o teplotě 120-180°C se sáčky uzavřely. Následovalo ponoření do vodní lázně o teplotě 80 - 95°C, kde došlo ke smrštění fólie a těsnému přilnutí k povrchu (také k pasteraci povrchu sýru)

Takto zabalené sýry byly převezeny do zracích sklepů, kde zrály při teplotě 8 - 12 °C.

6.4 Vážení

Vážení bylo prováděno na technických vahách, které svou přesností odpovídají potřebě běžné výrobní praxe, s přesností na 2 g. Bylo prováděno po dobu 147 dnů a to v dvou až třítýdenních intervalech. Hodnoty byly průběžně zaznamenávány.

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

Prováděný pokus se sýry holandského typu ukázal hmotnostní úbytky během procesu zrání v závislosti na použitých zracích obalech. Údaje hmotnostních úbytků doplnily přesné údaje měření ve dvou až třítydenních intervalech po dobu 147 dnů.

Průběžné záznamy změn hmotnostního úbytku během procesu zrání u jednotlivých typů obalů, třech výrobních značek a odlišných výrobních hmotností uvádí přílohy 1, 2, 3.

Jako obalový materiál byly vybrány následující typy: nátěr z polymerních hmot, smrštitelné fólie a potravinářský vosk. Komerční označení testovaných sýrů bylo typ sýru A o hmotnosti 5 kg, typ sýru B o hmotnosti 1 kg a typ sýru C o hmotnosti 300 g.

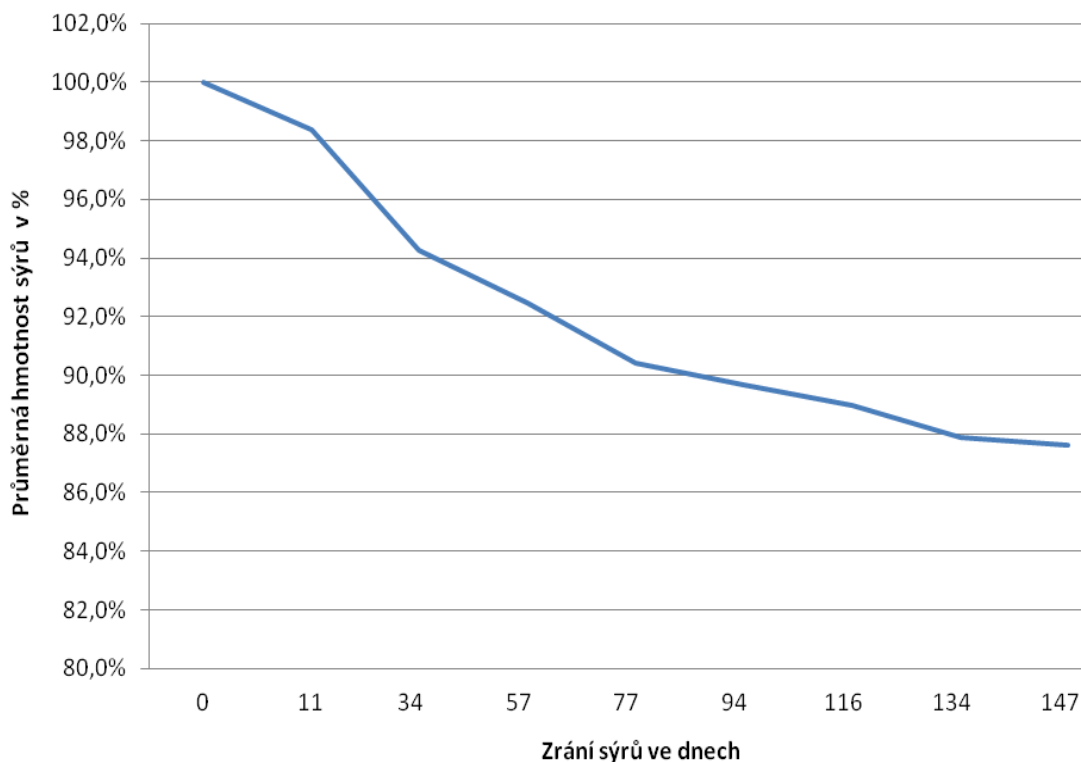
Pokus byl realizován v podmínkách odpovídajících běžné výrobní praxi, sýry byly uloženy na policích ve zracím sklepě při teplotě 8 - 10 °C a relativní vlhkosti 80 - 90 %. Konkrétní hodnoty jsou uvedeny v tabulce 8.

Tabulka 8: Podmínky ve zracím sklepě.

| Doba zralosti | 0 | 11 | 34 | 57 | 77 | 94 | 116 | 134 | 147 |
|-----------------------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| Teplota (°C) | 10 | 10 | 8 | 10 | 9 | 10 | 11 | 10 | 12 |
| Relativní vlhkost (%) | 85 | 84 | 80 | 85 | 83 | 85 | 86 | 84 | 88 |

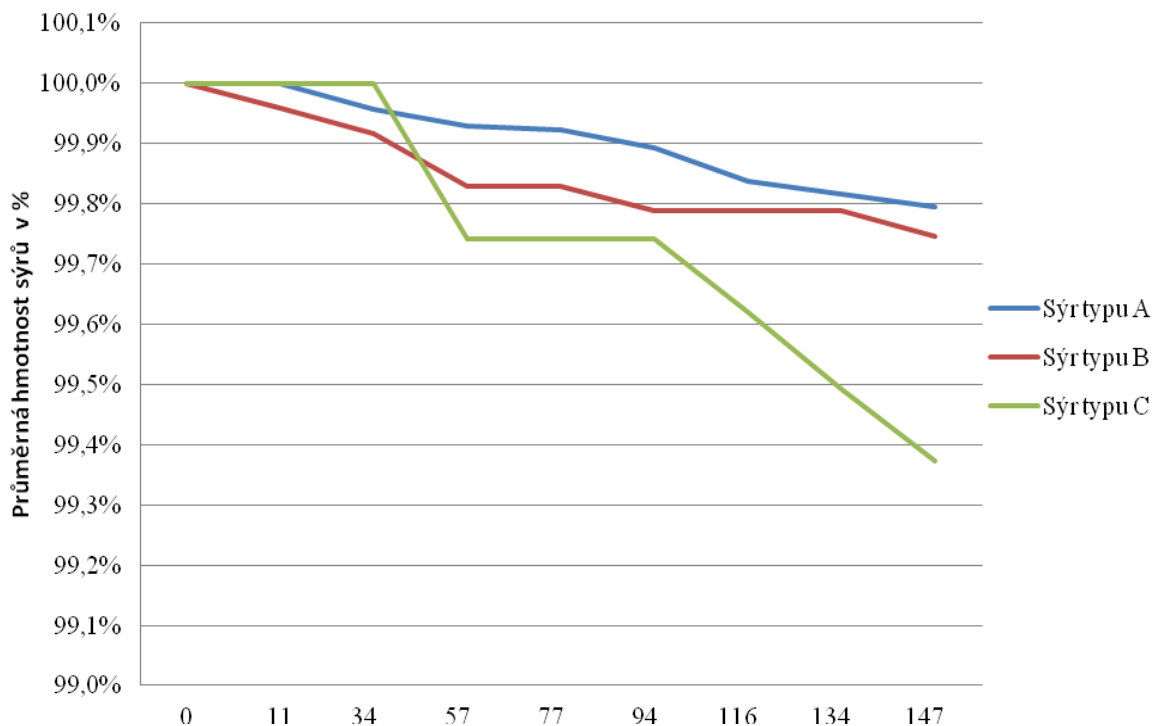
Při podrobné analýze hmotnostního úbytku během zrání u obalu z nátěru z polymerních hmot na výrobku typu sýru A jsou patrné hmotnostní rozdíly v průběhu doby zrání. Hodnoty jsou uvedeny v příloze 1. Již po 34 dnech byl průměrný hmotnostní úbytek 6 %. Po 77 dnech, v polovině celkového sledovaného období, byl průměrný hmotnostní úbytek 10 %. Po 147 dnech byl celkový hmotnostní úbytek 12,3 %. Z výsledku je patrné, že již v polovině sledovaného časového úseku dosáhl hmotnostní úbytek více jak 3/4 celkové zjištěné ztráty. Klesající hmotnost sýru je zřetelná. V grafu je uvedena původní hmotnost sýru na počátku procesu zrání jako 100%.

Graf 1: Sýr typu A - nátěr z polymerních hmot. Průměrná hmotnost sýrů (%) v závislosti na době zrání (dny).



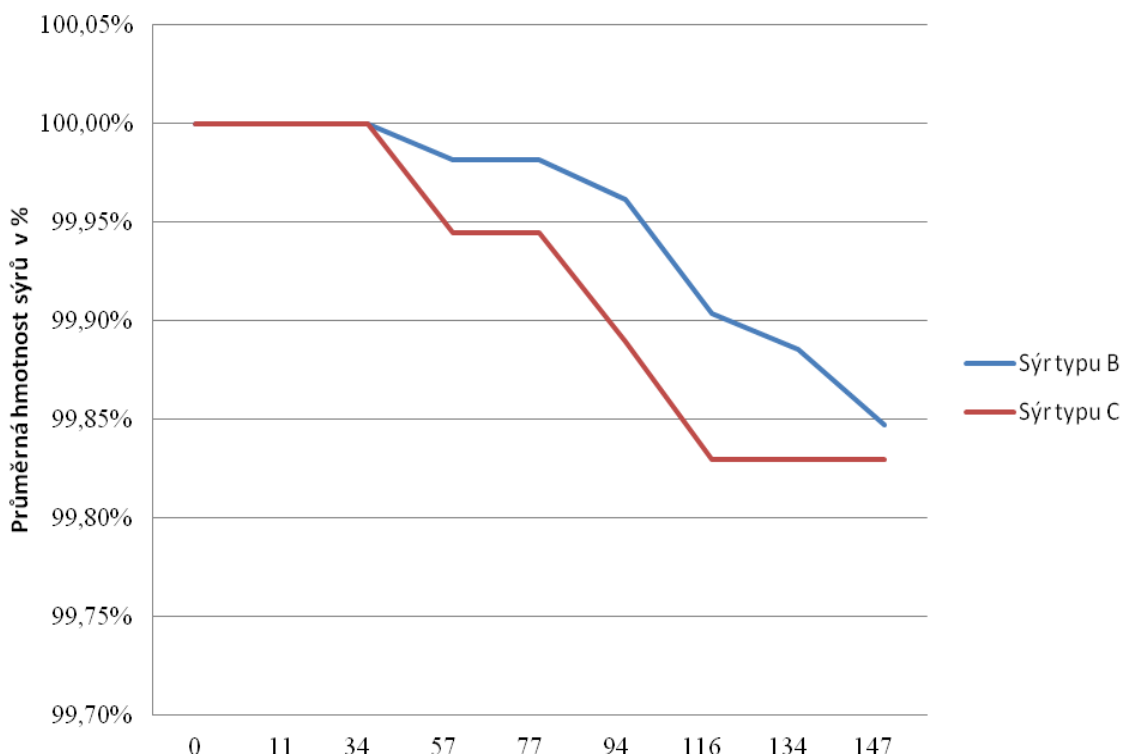
Při analýze hmotnostního úbytku během zrání u obalu ze smrštitelné fólie byly použity všechny tři typy sýrů odlišného tvaru i gramáže. U typu sýru A s hmotností 5 kg byl hmotnostní úbytek po 147 dnech 0,20 %. U výrobku typu sýru B s hmotností 1 kg dosáhla celková ztráta 0,25 %. Výrobek typu sýru C o hmotnosti 300 g dosáhl celkové ztráty zráním 0,63 % (viz. graf 2). V grafu je uvedena původní hmotnost sýrů na počátku procesu zrání jako hodnota 100%. Při sledování změn v průběhu doby zrání u tohoto typu obalu byl zjištěn pozvolný lineární úbytek hmotnosti ve sledovaném období u sýru typu A, B. Tedy po 77 dnech byl úbytek cca 1/2 z celkové zjištěné ztráty. V případě sýru typu C došlo k vyšší hmotnostní ztrátě, kterou lze přičíst nepřesnosti vážení při použití technických vah s přesností 2 g.

Graf 2: Sýr typu A, B, C - smrštitelná fólie. Průměrná hmotnost sýrů (%) v závislosti na době zrání (dny).



Při analýze hmotnostního úbytku během zrání u obalu potravinářský vosk byly použity dva typy sýrů, a to typ sýru B o hmotnosti 1 kg a typ sýru C o hmotnosti 300 g. Celkový úbytek po 147 dnech byl u typu sýru B 0,15 %, v případě typu sýru C bylo zjištěno snížení hmotnosti 0,17 %. Průběh změn je zaznamenán grafem 3. V grafu je uvedena původní hmotnost sýrů na počátku procesu zrání jako hodnota 100%. V případě sýru typu B byl ve třech případech z celkových deseti provedených pokusů zjištěn nulový úbytek. U sýru typu C byl tento výsledek zjištěn dokonce u sedmi vzorků. Tedy v průměru u 50% ze všech sledovaných vzorků nebyla zjištěna po 147 dnech žádná změna v hmotnosti. Jednotlivá vážení jsou uvedena v přílohách 2 a 3. Je třeba konstatovat, že vážení bylo prováděno na technických vahách, které svou přesností odpovídají potřebě běžné výrobní praxe, s přesností na 2 g. V případě, že by cílem pokusu mělo být přesné experimentální zjištění hmotnostního úbytku, ukazuje se vhodnější využití vah s větší přesností.

Graf 3: Sýr typu B, C - potravinářský vosk. Průměrná hmotnost sýrů (%) v závislosti na době zrání (dny).



Cílem práce bylo také sledovat souvislost mezi hmotnostním úbytkem v čase a typem použitého obalu s dobou zrání jednotlivých typů sýrů dle technologického postupu. Doba zrání u sýru typu A je 7-9 týdnů, tedy 49 - 63 dní. Sýr typu A v obalu z nátěru z polymerních hmot dosáhl v polovině sledovaného časového úseku hmotnostního úbytku v úrovni 3/4 z celkové hmotnostní ztráty. V případě zabalení stejného typu sýru do obalu smrštitelná fólie dosáhl ve stejném časovém úseku hmotnostního úbytku pouze 0,08 %. Lze odvodit, že rychlý hmotnostní úbytek přímo souvisí se zráním v obalu z polymerních hmot.

Nátěry z polymerních hmot jsou obaly, které umožňují stálé odpařování vody v průběhu zrání a díky tomu přirozenou rovnováhu mezi změnami sušiny, odbourávání bílkovin a vývojem chuti. Významnou podmínkou pro proces zrání je dodržení vhodné teploty a relativní vlhkosti ve zracím sklepe. Tyto faktory ovlivňují dosažení optimální rovnováhy mezi váhovou ztrátou a potlačováním růstu plísní. Z tabulky č. 8 vyplývá, že po dobu zrání byla relativní vlhkost při spodní doporučené hranici (80 - 87 %), namísto optimálních 85-90 %. Zrací sklep využitý pro tento pokus neumožňoval automatické nastavení

(naprogramování) relativní vlhkosti sklepa. Lze dovodit, že tato skutečnost významně ovlivnila zvýšenou ztrátu zráním v případě tohoto typu obalu.

8 ZÁVĚR

Bakalářská práce byla zaměřena na sledování změn hmotnostních úbytků během procesu zrání sýrů holandského typu. Pokus byl prováděn po dobu 147 dnů s třemi odlišnými typy obalů - potravinářský vosk, nátěr z polymerních hmot a smrštitelné fólie. Pro pokus byly použity tři rozdílné typy sýrů s odlišným tvarem a gramáží. Praktická část demonstrovala rozdíly mezi třemi typy obalů použitých na jednotlivých typech sýrů.

Byly zjištěny následující výsledky:

- Nejvyšší úbytek (12,37 %) byl zjištěn u nátěru z polymerních hmot. Již v polovině sledovaného časového úseku (77 dnů) dosáhl úrovně 3/4 celkového zjištěného úbytku.
- Nejnižší úbytek (0,15 %) byl zjištěn u potravinářského vosku, přičemž u 50 % sledovaných vzorků nebyla zjištěna žádná změna.
- Nízký hmotnostní úbytek (0,17 - 0,25 %) byl zjištěn také u smrštitelné fólie. Při sledování změn v průběhu doby zrání u tohoto typu obalu byl zjištěn pozvolný lineární úbytek hmotnosti ve sledovaném období u všech tří typů sýrů. Tedy po 77 dnech byl úbytek v úrovni 1/2 z celkové zjištěné ztráty.

Závěrem bakalářské práce lze konstatovat, že hmotnostní úbytek u obalových materiálů typu potravinářského vosku anebo smrštitelné fólie byl velmi malý i přes dlouhou dobu zrání. Je třeba konstatovat, že pokus byl aplikován pro potřeby běžné výrobní praxe, a proto byly použity pro vážení technické váhy. Pro popis hmotnostních úbytků menšího bloku sýru (cca pod 500 g) je potřeba využít váhy s větší přesností.

Zjištění vlivu typu obalu na průběh zrání a následnou kvalitu, trvanlivost a chuť jednotlivých typů sýrů nebyl cílem této bakalářské práce, přesto lze vyvodit, že výsledky takové studie by mohly obsahovat významné rozdíly a zajímavá zjištění.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KOLEKTIV. Mlékárenská technologie II. Distanční text. Vzdělávací portál Sdružení CEPAC-Morava Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. 2007b.
- [2] FORMAN, L. *Mlékárenská technologie II.* 2. vydání. Praha: VŠCHT 1996. 228 s. ISBN 80-7080-250-2.
- [3] Požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2003, částka 32, s. 2488 - 2498. Dostupný také z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=4116>.
- [4] HRABĚ, J., BUŇKA, F., HOZA, I., BŘEZINA, P. *Technologie potravin živočišného původu: pro kombinovaná studia*. 1. vydání - dotisk. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Academia centrum 2008. 188 s. ISBN 978-80-7318-521-3.
- [5] *Sýry: Druhy a recepty*. 1. vydání. Praha: Ikar 2006. 288 s. ISBN 80-249-0756-9.
- [6] OLŠANSKÝ, Č., KNĚŽ, V. *Výroba tvrdých sýrů eidamského a ementálského typu*. 1. vyd. Praha: Česká akademie zemědělská, 1971, 289 s.
- [7] KADLEC, P., MELZOCH, K., VOLDŘICH, M. a kolektiv. *Technologie potravin: Co byste měli vědět o výrobě potravin?* 1. vydání. Brno NOVOPRESS 2009. 536 s. ISBN 978-80-7418-051-4.
- [8] GAJDŮŠEK, S. *Laktologie*. 1. vydání. Brno: Ediční středisko MZLU v Brně 2003. 84 s. ISBN 80-7157-657-3.
- [9] ZIMÁK, E. *Technologie pro 4. ročník střední průmyslové školy studijního oboru zpracování mléka*. 1. vydání. Havlíčkův Brod: Východočeské tiskárny 1988. 364 s. ISBN 441 5006 04-804-88.
- [10] KOLOŠTA, M. *Kvalita surového mlieka na výrobu syrov*. In: KOLOŠTA, M. *Problematika zabezpečenia kvality syrov a ich kontrola (čerstvých, zrajúcich bez obalu, parených, tavených)*. Zborník prednášok zo školenia: Žilina: [s.n.] 2001, s. 12 - 18.
- [11] KONTOVÁ, M. *Technologické pomocné látky na výrobu syrov*. In: KONTOVÁ, M. *Problematika zabezpečenia kvality syrov a ich kontrola (čerstvých, zrajúcich bez obalu, parených, tavených)*. Zborník prednášok zo školenia: Žilina [s.n.] 2001, s. 19 - 22.

- [12] TEPLÝ, M. a kolektiv. *Výroba sýrů, kaseinů a parakaseinů*. Praha: SNTL 1985.
- [13] KNĚZ, V., SEDLÁČKOVÁ, H. *Sýry a příprava sýrových pokrmů*, Praha: SNTL, 1991. 331 s.
- [14] KNĚZ, V. *Výroba sýrů*. 2. vydání. Praha: STNL 1960. 380 s.
- [15] HAVLÍČEK, Z. *Praktikum sýrařské výroby*. 1. vydání. Praha: STNL 1975. 272 s.
- [16] GAJDŮŠEK, S. *Požadavky na kvalitu mléka pro výrobu sýrů*. In: GAJDŮŠEK, S. *Nové poznatky v sýrařské technologii a technice*. 1. vydanie. Žilina [s.n.] 1995, s. 144 - 147. ISBN 80-967362-4-8.
- [17] FOX, P. F., McSWEENEY, P. L. H. Proteolysis in cheese during ripening. *Food Reviews International*, 1996, 12 (4): s. 457 - 509.
- [18] Technologický postup kroměřížské mlékárny Kromilk, a.s. PN KH - 4/99, PN Hk - Ek 4/99, PN KR - mG4/99. Podniková norma kroměřížské mlékárny Kromilk, a.s. PN KH - G 4/99.
- [19] FOX, P.F., McSWEENEY, P.L.H., COGAN, T.M., GUINEE, T.P. *Cheese - Chemistry, Physics and Microbiology*, 2nd ed. London: Champan & Hall 1993.
- [20] KADLEC, P. a kolektiv. *Technologie potravin II.*, Praha: VŠCHT 2007. ISBN 80-7080-510-2.
- [21] PLOCKOVÁ, M., HORÁČKOVÁ, Š. *Co nového v mikrobiologii sýrů*. Celostátní přehlídka sýrů 2010. Výsledky přehlídek a sborník přednášek semináře "Mléko a sýry". Praha: VŠCHT 2010, s. 32 - 37.
- [22] TŮMA, Š., PLOCKOVÁ, M. *Protektivní kultury pro výrobu polotvrdých sýrů*. Celostátní přehlídka sýrů 2010, Výsledky přehlídek a sborník přednášek semináře "Mléko a sýry". Praha: VŠCHT 2010, s. 31 - 36.
- [23] AYAD, E.H.E., VERHEUL, A., WOUTERS, J.T.M., SMIT, G. Population dynamics of lactococci from industrial, artisanal and non-dairy origins in defined strain starters for Gouda-type cheese. *Int. Dairy J.*, 2001, 11 (1-2), s. 51 - 61.
- [24] ANTONSSON, M., ARDÖ, Y., NILSSON, B. F., MOLIN, G. Screening and

- selection of *Lactobacillus* strains for use as adjunct cultures in production of semirard cheese. *J. of Dairy Research*, **69** (3), 2002, s. 457 - 472.
- [25] CROW, V., CURRY, B., HAYES, M. *The ecology of non-starter lactic acid bacteria (NSLAB) and their use as adjuncts in New Zealand Cheddar*. *Int. Dairy J.* 2001, **11** (4-7), 2001, s. 275 - 283.
- [26] ROSŮLEK, M., KOUŘIMOVÁ, L., LEGAROVÁ V., TŮMA, Š. Vliv syřidla na výtěžnost sýrů eidamského typu. Celostátní přehlídka sýrů 2008. Výsledky přehlídek a sborník přednášek semináře "Mléko a sýry". Praha: VŠCHT 2008, s. 200 - 202.
- [27] Sýrařská harfa. [online]. 2012 [cit. 2012-3-11]. Dostupné z: <http://www.poziadavka.sk/ponuky/ponuka-157829/Pasterizatory>.
- [28] FOX, P. F., GUINEE, T. P., COGAN, T.M. *Fundamentals of cheese science*, Aspen Publisher, Inc. Maryland 2000, ISBN 0-8342-1260
- [29] Synereze. *Vydavatelství VŠCHT Praha* [online]. 2012 [cit. 2012-2-10]. Dostupné z: http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-001/hesla/synereze.html.
- [30] DRHÁK, M. *Základy potravinářských technologií*, 1. vydání. Bratislava: Malé centrum 1996. 495 s. ISBN – 8096706411.
- [31] FARKYE, N.Y. Cheese technology, *Int. J. Dairy Technology*. 2004, **57** (2-3), s. 91 - 98.
- [32] BUŇKOVÁ, L., BUŇKA, F., MANTLOVÁ, G., ČABLOVÁ, A., PACHLOVÁ, V., SEDLÁČEK, I., ŠVEC, P., KRÁČMAR, S. *Distribuce biogenních aminů během zrání sýrů eidamského typu a identifikace jejich původce*, Celostátní přehlídka sýrů 2010. Výsledky přehlídek a sborník přednášek semináře "Mléko a sýry". Praha: VŠCHT 2010, s. 104-110.
- [33] GAJDŮŠEK, S. *Mlékařství II*. Brno: MZLU v Brně, 1998. 135 s. ISBN 80-7157-342-6.
- [34] Povrchové ošetření sýrů. *O.K. SERVIS BioPro* [online]. 2012. [cit. 2012-2-10]. <http://www.biopro.cz/Ingredience/Mlekarensky-prumysl/Povrchove-osetreni-syru/>.

- [35] KAČENÁK, I. *Základy balenia tovaru*. 1. vydání. Bratislava: EKONÓM 2007, 382 s. ISBN 978-80-225-2429 -2.
- [36] ČURDA, D. *Obaly a obalová technika v potravinářství*. 1. vydání. Praha: Knihotisk 1963, 245 s.
- [37] ŠIMAN, J. *Obaly a balení v mlékárenském průmyslu*. Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, Praha 1967, 196 s.
- [38] TEPLÝ, M., FRIEDRICH, F. *Syřidla, barvy a vosky v mlékárenském průmyslu*. Praha: SNTL 1957, 232 s.
- [39] Specifikace Paradip RED C2
- [40] ROZEHNAL, Z. Ústní sdělení. Praha 2. května 2012
- [41] Technické údaje: smršťovací sáčky
- [42] YAM, K. L. *Encyclopedia of Packaging Technology*, John Wiley & Sons, 2009. ISBN 978-0-470-08704-6
- [43] KADLEC, P. *Technologie potravin I*. 1.vyd. Praha: VŠCHT, 2002. s. 79-86. ISBN 80-7080-509-9.
- [44] FOX, P. F., McSWEENEY, P. L. H. *Dairy Chemistry and biochemistry*, 1st ed. Blackie A&P 1998. 463 s. ISBN 978-0-412-72000-0.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

- pH Aktivní kyselost (potencial of hydrogen)
- CPM Celkový počet mikroorganismů
- FAO Organizace pro výživu a zemědělství (Food and Agriculture Organization)
- WHO Světová zdravotnická organizace (World Health Organization)
- SH Titrační kyselost
- BMK Bakterie mléčného kvašení
- NSLAB Nezákysové bakterie (non-starter lactic acid bacteria)
- MO Mikroorganismy
- UHT Tepelný záhřev (Ultra High Temperature)
- PVDC Polyvinylidénchlorid
- LLDPE Lineární polyetylen s nízkou hustotou (Linear low density polyethylene)
- PVA Polyvinylacetát

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obrázek 1 Vyjádření podstaty srážení mléka.
- Obrázek 2 Sýrařské harfy.
- Obrázek 3 Schematické znázornění vytékání kapaliny z gelu.
- Obrázek 4 Schematické znázornění tvorby ok.

SEZNAM TABULEK

- Tabulka 1 Průměrný obsah jednotlivých živin v 1 litru kravského mléka.
- Tabulka 2 Závislost v % t.v s. finálního sýra na tučnosti směsi.
- Tabulka 3 Srovnání průměrného časového harmonogramu při zpracování sýřeniny na výrobu sýrů.
- Tabulka 4 Podmínky solení v solné lázni v závislosti na velikosti a tvaru sýra.
- Tabulka 5 Specifikace potravinářského vosku Paradip Red C2.
- Tabulka 6 Specifikace zrajícího nátěru Plasticoat AGD 522.
- Tabulka 7 Technické údaje smršťovacích sáčků CFS 3D.
- Tabulka 8 Podmínky ve zracím sklepě.

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Sýr typu A - nátěr z polymerních hmot. Průměrná hmotnost sýrů (%) v závislosti na době zrání (dny).

Graf 2 Sýr typu A, B, C - smršťitelná fólie. Průměrná hmotnost sýrů (%) v závislosti na době zrání (dny).

Graf 3 Sýr typu B, C - potravinářský vosk. Průměrná hmotnost sýrů (%) v závislosti na době zrání (dny).

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P 1 Hmotnostní úbytky typu A

Příloha P 2 Hmotnostní úbytky typu B

Příloha P 3 Hmotnostní úbytky typu C

PŘÍLOHA P 1: HMOTNOSTNÍ ÚBYTKY SÝRU A

| Sýr typu A | Doba zrání ve dnech | | | | | | | | | | Ztráta zráním v % |
|----------------------|---------------------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------------|
| | vzorek | 0 | 11 | 34 | 57 | 77 | 94 | 116 | 134 | 147 | |
| Smrštitelná fólie | č.1 | 100,00% | 100,00% | 99,96% | 99,93% | 99,93% | 99,89% | 99,89% | 99,85% | 99,82% | 0,18% |
| | č.2 | 100,00% | 100,00% | 99,93% | 99,93% | 99,93% | 99,93% | 99,80% | 99,80% | 99,77% | 0,23% |
| | č.3 | 100,00% | 100,00% | 99,96% | 99,93% | 99,89% | 99,89% | 99,86% | 99,82% | 99,82% | 0,18% |
| | č.4 | 100,00% | 100,00% | 99,96% | 99,93% | 99,93% | 99,86% | 99,79% | 99,79% | 99,75% | 0,25% |
| | č.5 | 100,00% | 100,00% | 99,96% | 99,93% | 99,93% | 99,89% | 99,85% | 99,81% | 99,81% | 0,19% |
| Průměrné hodnoty | | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 99,9% | 99,9% | 99,9% | 99,8% | 99,8% | 99,8% | 0,20% |
| Plasticoat | č.1 | 100,00% | 98,03% | 93,80% | 91,82% | 89,73% | 88,74% | 88,37% | 87,63% | 86,89% | 13,11% |
| | č.2 | 100,00% | 99,96% | 95,91% | 94,12% | 92,04% | 91,20% | 89,60% | 89,42% | 89,27% | 10,73% |
| | č.3 | 100,00% | 98,21% | 94,22% | 92,54% | 90,35% | 89,79% | 89,07% | 88,29% | 87,59% | 12,41% |
| | č.4 | 100,00% | 98,19% | 94,03% | 92,23% | 90,24% | 89,58% | 88,91% | 88,25% | 87,44% | 12,56% |
| | č.5 | 100,00% | 98,21% | 94,09% | 92,23% | 90,08% | 89,35% | 88,73% | 84,17% | 87,27% | 12,73% |
| | č.6 | 100,00% | 98,17% | 93,98% | 92,00% | 89,96% | 89,24% | 88,63% | 87,88% | 87,16% | 12,84% |
| | č.7 | 100,00% | 98,20% | 94,07% | 92,34% | 90,26% | 89,63% | 88,96% | 88,14% | 87,47% | 12,53% |
| | č.8 | 100,00% | 98,30% | 94,17% | 92,37% | 90,21% | 89,65% | 88,90% | 88,09% | 87,42% | 12,58% |
| | č.9 | 100,00% | 98,29% | 94,37% | 92,70% | 90,68% | 89,76% | 89,35% | 88,43% | 87,95% | 12,05% |
| | č.10 | 100,00% | 98,16% | 94,13% | 92,49% | 90,49% | 89,60% | 89,21% | 88,39% | 87,83% | 12,17% |
| Průměrné hodnoty | | 100,0% | 98,4% | 94,3% | 92,5% | 90,4% | 89,7% | 89,0% | 87,9% | 87,6% | 12,37% |

PŘÍLOHA P 2: HMOTNOSTNÍ ÚBYTKY SÝRU B

| Sýr typu B | Doba zrání ve dnech | | | | | | | | | | Ztráta zráním v % |
|----------------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------------|
| | vzorek | 0 | 11 | 34 | 57 | 77 | 94 | 116 | 134 | 147 | |
| Smrštitelná fólie | č.1 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 99,78% | 99,78% | 99,78% | 99,78% | 99,78% | 99,57% | 0,43% |
| | č.2 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 0,00% |
| | č.3 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 99,77% | 99,77% | 99,77% | 99,77% | 99,77% | 99,77% | 0,23% |
| | č.4 | 100,00% | 99,80% | 99,80% | 99,80% | 99,80% | 99,60% | 99,60% | 99,60% | 99,60% | 0,40% |
| | č.5 | 100,00% | 100,00% | 99,79% | 99,79% | 99,79% | 99,79% | 99,79% | 99,79% | 99,79% | 0,21% |
| Průměrné hodnoty | | 100,0% | 100,0% | 99,9% | 99,8% | 99,8% | 99,8% | 99,8% | 99,8% | 99,75% | 0,25% |
| Vosk | č.1 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 0,00% |
| | č.2 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 99,81% | 99,81% | 0,19% |
| | č.3 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 99,81% | 100,00% | 0,00% |
| | č.4 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 99,80% | 99,80% | 99,80% | 0,20% |
| | č.5 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 99,81% | 0,19% |
| | č.6 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 0,00% |
| | č.7 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 99,80% | 0,20% |
| | č.8 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 99,80% | 99,80% | 0,20% |
| | č.9 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 99,82% | 99,82% | 99,82% | 99,82% | 99,64% | 99,64% | 0,36% |
| | č.10 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 99,81% | 0,19% |

PŘÍLOHA P 3: HMOTNOSTNÍ ÚBYTKY SÝRU C

| Sýr typu C | Doba zrání ve dnech | | | | | | | | | | Ztráta zráním v % |
|----------------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------------|
| | vzorek | 0 | 11 | 34 | 57 | 77 | 94 | 116 | 134 | 147 | |
| Smrštitelná fólie | č.1 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 99,36% | 99,36% | 0,64% |
| | č.2 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 99,35% | 99,35% | 99,35% | 99,35% | 99,35% | 99,35% | 0,65% |
| | č.3 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 99,40% | 0,60% |
| | č.4 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 99,35% | 99,35% | 99,35% | 99,35% | 99,35% | 99,35% | 0,65% |
| | č.5 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 99,39% | 99,39% | 99,39% | 0,61% |
| Průměrné hodnoty | | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 99,7% | 99,7% | 99,7% | 99,6% | 99,5% | 99,4% | 0,63% |
| Vosk | č.1 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 99,44% | 99,44% | 99,44% | 99,44% | 99,44% | 99,44% | 0,56% |
| | č.2 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 0,00% |
| | č.3 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 99,40% | 99,40% | 99,40% | 0,60% |
| | č.4 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 0,00% |
| | č.5 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 0,00% |
| | č.6 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 0,00% |
| | č.7 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 0,00% |
| | č.8 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 0,00% |
| | č.9 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 0,00% |
| | č.10 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 99,45% | 99,45% | 99,45% | 99,45% | 0,55% |
| Průměrné hodnoty | | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 99,9% | 99,9% | 99,9% | 99,8% | 99,8% | 99,8% | 0,17% |