



Technologie výroby sýrů s nízkodohřívanou sýřeninou
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
Ing. Táňa Lužová, Ph.D.

Vypracovala:
Veronika Lavingrová

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci: TECHNOLOGIE VÝROBY SÝRŮ S NÍZKODOHŘÍVANOU SÝŘENINOU vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona. Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych touto cestou poděkovat vedoucí mé bakalářské práce Ing. Táni Lužové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, trpělivost a ochotu, kterou mi poskytla v průběhu vypracování této práce. Poděkování patří rovněž mé rodině za vytvoření podmínek pro studium a za jejich podporu po celou dobu studia.

ABSTRAKT

Bakalářská práce pojednává o problematice technologie výroby sýrů s nízkodohřívanou sýřeninou. Seznamuje čitatele s historií jejich vzniku a s jednotlivými technologickými kroky, které zajišťují jakostní výrobu sýrů s nízkodohřívanou sýřeninou. Pozornost je věnována také základním charakteristikám surovin potřebných pro výrobu sýrů, jako jsou mléko, čisté mlékařské kultury a syřidla. Rovněž jsou popsány jednotlivé složky mléka – bílkoviny, mléčný cukr, mléčný tuk, minerální látky, stopové prvky, vitamíny, enzymy, somatické buňky a přirozená mikroflóra. V práci je zmíněn také sortiment holandských sýrů a vady, které v těchto sýrech mohou, vlivem nedodržení správného technologického postupu výroby, vznikat.

Klíčová slova: mléko, sýr s nízkodohřívanou sýřeninou, Gouda, Eidam, Čedar, technologie výroby.

ABSTRACT

The bachelor thesis is focused on the natural hard cheese with low heat curd. The reader is informed about the history and technological stages needed to provide the quality production of cheese with low heat curd. Basic properties of required ingredients for cheese production are particularly: milk, pure dairy cultures and rennet. The thesis describes the main components of milk – proteins, lactose, milk fat, minerals, trace elements, vitamins, enzymes, somatic cells and natural microflora. The thesis also includes the assortment of cheese with the low heat curd and defects that may occur in cheese due to non-compliance with technological process.

Key words: cheese with low heat curd, milk, Gouda, Edam, Cheddar, technology.

OBSAH

1	ÚVOD.....	9
2	CÍL PRÁCE.....	10
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	11
3.1	Historie výroby sýrů.....	11
3.1.1	Starověk.....	11
3.1.2	Středověk.....	11
3.1.3	Renesance.....	12
3.1.4	Moderní doba.....	12
3.2	Složení mléka.....	13
3.2.1	Bílkoviny.....	13
3.2.1.1	Kasein.....	13
3.2.1.2	Syrovátkové bílkoviny.....	14
3.2.2	Mléčný tuk.....	14
3.2.3	Laktosa.....	14
3.2.4	Minerální látky.....	15
3.2.4.1	Vápník.....	15
3.2.4.2	Fosfor.....	15
3.2.4.3	Hořčík.....	16
3.2.5	Mléčné enzymy.....	16
3.2.6	Vitaminy.....	17
3.2.7	Somatické buňky.....	17
3.2.8	Přirozená mikroflóra mléka.....	17
3.3	Technologie výroby sýrů s nízkodohřívanou sýřeninou.....	18
3.3.1	Úprava mléka.....	18
3.3.1.1	Způsoby úpravy mléka.....	18

3.3.1.2	Pasterace	19
3.3.1.3	Baktofugace	20
3.3.1.4	Standardizace a přídavky	21
3.3.2	Přídavek čistých mlékařských kultur	21
3.3.2.1	Lactococcus	22
3.3.2.2	Leuconostoc	22
3.3.3	Sýření	22
3.3.3.1	Podmínky a princip sýření	22
3.3.3.2	Syřidla	23
3.3.4	Zpracování sýřeniny	25
3.3.4.1	Krájení	25
3.3.4.2	Míchání	25
3.3.4.3	Dohřívání a praní syrového zrna	25
3.3.5	Odkapávání syrovátky a formování syrového zrna	26
3.3.6	Lisování	27
3.3.7	Solení	27
3.3.8	Zrání	28
3.3.8.1	Složení sýra během zrání	29
3.3.8.2	Fermentace laktosy	29
3.3.8.3	Proteolýza	30
3.3.8.4	Lipolýza	31
3.3.8.5	Přírodní zrání	31
3.3.8.6	Zrání ve fólii	31
3.3.8.7	Zrání ve vosku	32
3.3.9	Využití syrovátky	32
3.4	Sortiment sýrů s nízkodohřívanou sýřeninou	32
3.4.1	Nelisované sýry	33

3.4.1.1	Tylžský sýr	33
3.4.2	Lisované sýry s tvorbou ok v těstě.....	33
3.4.2.1	Eidam (Edammer kass).....	33
3.4.2.2	Gouda	34
3.4.3	Lisované sýry s hnětenou sýřeninou.....	35
3.4.4	Lisované sýry s mletou sýřeninou	35
3.4.4.1	Čedar.....	35
3.5	Vady sýrů	36
3.5.1	Vnější vady	36
3.5.1.1	Vady obalu.....	36
3.5.1.2	Vady tvaru	36
3.5.1.3	Vady povrchu	36
3.5.2	Vnitřní vady	37
3.5.2.1	Vady barvy těsta	37
3.5.2.2	Vady konzistence, struktury a dírkování těsta.....	38
3.5.3	Vady chuti a vůně.	39
3.5.3.1	Hořká chuť.....	39
3.5.3.2	Hnilobná chuť.....	39
3.5.3.3	Mýdlová chuť	39
3.5.3.4	Další vady chuti.....	39
3.6	Biogenní aminy v sýrech.....	39
4	ZÁVĚR.....	41
5	SEZNAM POUŽITÝCH ZRDOJŮ.....	42

1 ÚVOD

Podle vyhlášky č. 77 / 2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, se sýrem rozumí mléčný výrobek vyrobený vysrážením mléčné bílkoviny z mléka působením syřidla nebo jiných vhodných koagulačních činidel, prokysáním a oddělením podílu syrovátky.

První doklady o výrobě sýrů pocházejí již z doby 5 000 – 6 000 let před naším letopočtem. Sýry s nízkodohřívanou sýřeninou, a to zejména Gouda a Eidam, jsou v České republice velice oblíbené a patří již dlouhá století do našeho jídelníčku (CALLEC, 2003).

Sýry jsou potravinou živočišného původu. Díky svému složení jsou cenným zdrojem mléčných bílkovin, na které jsou navázány důležité minerální látky např. vápník nebo zinek. Bílkoviny obsažené v sýrech jsou plnohodnotné, neboť obsahují všechny pro život nepostradatelné aminokyseliny – označované jako esenciální. Mléčný tuk obsahuje z výživového hlediska důležité polynenasycené mastné kyseliny (linolová, linoleová a arachidonová). Mléčný cukr je v sýrech téměř rozložen, a proto je sýr také vhodnou potravinou pro jedince trpící laktosovou intolerancí (DOSTÁLOVÁ et KADLEC, 2014).

Sýry holandského typu zaujímají u spotřebitelů přední příčky. Mezi nejznámější sýry s nízkodohřívanou sýřeninou se řadí sýr Gouda, který je v současnosti vyráběn v mnoha variantách. Jeho textura je velmi jemná a mohou se vyskytovat malá oka. Dalším velice známým sýrem náležícím do této skupiny patří Edammer. Vyžralý Edammer má mnohem sušší a slanější chuť než sýr Gouda. Mezi polotvrdé sýry se řadí rovněž Čedar, jehož chuť je kyselejší, a to díky prokysávání sýřeniny po odpouštění syrovátky = čedarování. Výsledná konzistence Čedaru je ovlivněna mletím a přidáním soli do pomleté sýřeniny (CALLEC, 2003). V dnešní době si svoji oblibu získávají také kozí sýry, které jsou z nutričního hlediska velmi vhodné a mohou je konzumovat i lidé trpící alergií na mléčnou bílkovinu.

2 CÍL PRÁCE

- Prostudovat dostupnou odbornou literaturu zabývající se mlékem, jeho složením a požadavky na jakost pro výrobu sýrů.
- Prostudovat dostupnou odbornou literaturu zabývající se sýry, jejich dělením a nutriční hodnotou.
- Prostudovat dostupnou odbornou literaturu zabývající se technologií výroby sýrů s nízkodohřívanou sýřeninou.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Historie výroby sýrů

Sýr je obecný název pro skupinu fermentovaných mléčných výrobků. Existuje značné množství způsobů jeho výroby, hlavním cílem je však zachovat hlavní složky mléka (CALLEC, 2003).

3.1.1 Starověk

První sýry byly objeveny náhodou kočovnými kmeny jižní Asie a Středního východu, které zpočátku pily mléko domácích zvířat čerstvé. Kočovníci při přípravách na dlouhé cesty mléko nalévali do kožených vaků, vyrobených ze žaludků mladých domácích zvířat, které zavěšovali na hřbety koní. Čerstvé mléko se tak vlivem enzymů ze zvířecích žaludků, natřásání za jízdy a slunečních paprsků přeměnilo v bledou, nakyslou tekutinu, ve které plavaly shluky sýřeniny. Sýřenina byla považována za velmi vhodný doplněk stravy a tekutá syrovátka sloužila jako prostředek pro uhašení žízně (CALLEC, 2003).

Způsob výroby sýra dovedli k dokonalosti Římané, kteří zavedli používání syřidla, formovací a lisovací techniky a základní proces výroby sýrů byl prakticky stejný jako v současné době (RIDGWAY, 2001).

3.1.2 Středověk

Ve středověku došlo k významnému rozkvětu sýrařství. Již existovaly speciální sýrové vážnice, které umožňovaly kontrolu velikosti a váhy sýrů. První záznamy o výrobě holandských sýrů pochází z devátého století (RIDGWAY, 2001).

Holandské sýry se velmi rychle staly oblíbenými, protože při procesu zrání ztrácely málo vlhkosti, a tím i hmotnosti. Sýr Gouda vznikl v roce 1697. Dva hlavní typy holandských sýrů, Edammer a Goudse kaas, byly loděmi rozváženy téměř do celého světa. Jelikož Holanďané měli monopolní postavení i na trhu s bylinkami, začali je brzy používat při výrobě svých sýrů. Mezi nejčastěji používané přísady se řadil kmín, hřebíček a anýz (CALLEC, 2003).

Od 14. do 18. století patřil Edammer k nejoblíbenějším sýrům ve světě. Díky svému dobrému zrání a chuti představoval vhodnou potravinu na dlouhé plavby. Zralý Edammer je totiž trvanlivý a je odolný proti hrubšímu zacházení (RIDGWAY, 2001).

3.1.3 Renesance

V období renesance prohlašovali urození pánové evropských královských dvorů, že konzumace sýra je nezdravá a barbarská (CALLEC, 2003).

I přesto v Anglii vznikl v 16. století sýr Čedar, což byl původně selský sýra a pro jeho výrobu se používalo, buď plnotučné, nebo odtučněné mléko, podle toho jak byl sedlák bohatý. Sýr vyrobený z mléka s nižším obsahem tuku měl výrazně světlejší barvu, a proto byl dobarvován šafránem nebo barvivem annatto – karotenoid červenooranžové barvy získávaný ze semen stromu *Bixa orellana* (IBURG, 2004).

V období velké průmyslové revoluce v 19. století došlo k rychlé modernizaci mlékárenského průmyslu a jeho maximálnímu rozkvětu došlo po druhé světové válce (CALLEC, 2003).

Výrobou sýrů se navíc začali zajímat vědci, mezi nimi i Louis Pasteur, kteří již v 50. letech 19. století objevili vliv mikroorganismů na kvasné procesy u sýrů. Do této doby se sýry vyráběly z tepelně neošetřeného mléka, které obsahovalo značné množství mikroorganismů, které jednak způsobovaly kažení sýrů a rovněž představovaly riziko pro konzumenta (RIDGWAY, 2001).

3.1.4 Moderní doba

Pasteurovy objevy umožnily vyrábět sýry ve velkém. Mléko pocházející z různých stád a oblastí se mohlo míchat, získal se tak standardní výrobek a došlo k zamezení nebezpečí výskytu nežádoucích mikroorganismů (RIDGWAY, 2001).

Od vstupu ČR do Evropské unie v roce 2004 výroba sýrů klesala z důvodů trvale rostoucích dovozů. Trend poklesu byl u přírodních sýrů zastaven teprve v roce 2011 (HOLKO, 2012).

V současnosti v České republice spotřeba sýrů pozvolna roste a přibližuje se spotřebě EU, což je zhruba 17 kg / os / rok. Pro trh s mléčnými výrobky je charakteristický vysoký objem dovozů – u sýrů 51 % (KOPÁČEK, 2013).

Z trendů ve výrobě a spotřebě sýrů mají velký význam zdravotní aspekty, např. snižování obsahu tuku, snižování obsahu soli, obohacování nutričně významnými složkami. Velký význam je kladen na opětovný návrat ke klasickému sýrařství (farmářské sýry), výrobu sýrů z jiných druhů mlék a sýrům s chráněným označením a místním regionálním specialitám (KOPÁČEK, 2012).

3.2 Složení mléka

Mléko je biologická tekutina produkovaná mléčnou žlázou savců. Hlavní složkou mléka je voda, která tvoří zhruba 85 %. Dále jsou zastoupeny bílkoviny, mléčný cukr, mléčný tuk, minerální látky, stopové prvky, vitamíny, enzymy, somatické buňky a přirozená mikroflóra (STEELE et MARTH, 2001).

Pro výrobu sýrů má hospodářský význam mléko kravské, ovčí a kozí. Mezi jednotlivými druhy mléka existují značné rozdíly ve složení i produkci (CALLEC, 2003).

3.2.1 Bílkoviny

Nezastupitelnou funkci při výrobě sýrů mají mléčné bílkoviny, z nichž nejdůležitější jsou kaseinové a syrovátkové bílkoviny. Bílkoviny dodávají mléku jeho typickou bílou barvu (TEUBNER et al, 1998). Výrazně ovlivňují strukturu mléka. Ze zpracovatelského hlediska jsou důležité čisté bílkoviny, jejichž zastoupení v kravském mléce činí 3,2 až 3,5 % (ŠUSTOVÁ, 2012).

3.2.1.1 Kasein

Kasein podléhá srážení v přítomnosti syřidla nebo kyseliny mléčné, která je produkována z laktosy činností přidaného zákysu (CALLEC, 2003).

Jedná se o 4 základní druhy fosfoproteinů, u kterých je velice významná jejich rozpustnost v roztoku vápenatých iontů. Účinkem hydrofóbních sil, přítomností citrátů a fosforečnanů vápenatých se seskupují do tzv. micel. Povrchová vrstva kaseinové micely je tvořena κ -kaseinem. Jádrem obsahuje α - a β -kaseiny, vápenaté a fosforečné ionty (KADLEC et al, 2012).

α_s -kaseiny – mléčná žláza syntetizuje α_{s1} -kaseiny, které v prostředí vápenatých iontů tvoří nerozpustnou vápenatou sůl a α_{s2} -kaseiny, které nejsou citlivé na přítomnost vápenatých iontů.

β -kaseiny – při teplotách ≤ 1 °C poskytují s vápenatými ionty rozpustnou sůl. Při vyšších teplotách vzniká sůl nerozpustná.

κ -kaseiny – s vápenatými ionty tvoří rozpustné soli, které stabilizují α_s - a β -kaseiny.

Kasein je možné z mléka vysrážet účinkem etanolu nebo zředěných kyselin v oblasti izoelektrického bodu (pH 4,6). Při působení syřidla se κ -kasein štěpí, čímž ztrácí svoji

ochrannou funkci vůči ostatním kaseinovým frakcím a dochází k jejich vysrážení ve formě vápenatých solí, což je nezbytné pro výrobu sýrů (ŠUSTOVÁ, 2012).

3.2.1.2 Syrovátkové bílkoviny

Syrovátkové bílkoviny přecházejí do syrovátky a jejich obsah v sýru je jen minimální. Jsou velice citlivé na teplo, které způsobuje jejich vysrážení (TEUBNER et al, 1998).

Syrovátkové bílkoviny v nativním stavu jsou rozpustné při pH 4,6 nebo v prostředí nasyceného chloridu sodného. Jedná se o část, která zahrnuje množství proteinů, z nichž nejdůležitější jsou: β -laktoglobulin, α -laktalbumin, krevní sérum albumin, imunoglobuliny a protézo-peptony (STEELE et MARTH, 2001).

3.2.2 Mléčný tuk

Obsah mléčného tuku v mléku se pohybuje v rozmezí 3,6 – 4 %. Je nejbohatším zdrojem energie. Zároveň je zdrojem esenciálních mastných kyselin, důležitých látek rozpustných v tucích, lipofilních vitamínů a řady dalších látek. Lipidy významně ovlivňují sensorické a texturní vlastnosti všech potravin (SAMKOVÁ et al, 2012).

Sýry, které jsou vyráběny z plnotučného mléka, mají jemnější a plnější chuť a jejich konzistence je výrazně měkčí, než v případě použití mléka s nízkým obsahem tuku (TEPLÝ, 1985).

V čerstvém mléce najdeme tuk ve formě tukových globulí, které se skládají z tukového jádra obklopeného ochranným pouzdrém. Hlavní část mléčného tuku tvoří triacylglyceroly, jejichž základem jsou vždy 3 mastné kyseliny (TEUBNER et al, 1998).

3.2.3 Laktosa

Množství laktosy v kravském mléce je 4,7 %. Jedná se o disacharid složený z D-glukosy a D-galaktosy, které spojuje glykosidická vazba (CALLEC, 2003).

Slouží jako důležitý zdroj energie pro látkovou výměnu u mléčných kultur, což je důležité pro sýření mléka (TEUBNER et al, 1998). Využití laktosy při fermentačních procesech je dáno schopností mikroorganismů štěpit laktosu na její stavební monosacharidy – glukosu a galaktosu. Toto štěpení katalyzuje enzym β -galaktosidasa = laktáza. Stejný princip platí i při využití laktosy lidským organismem. Jestliže u některých jedinců laktáza chybí, dochází při trávení k problémům, jako je

nadýmání nebo pocity nevolnosti. Tato neschopnost štěpení mléčného cukru se nazývá laktosová intolerance (JELEN et SAMKOVÁ, 2012).

Zralé sýry obsahují pouze malé množství laktosy. Převážná část je přeměněna na kyselinu mléčnou, která brzdí rozvoj hnilobné mikroflóry. Zbylá část laktosy přechází do syrovátky (KADLEC et al, 2012)

3.2.4 Minerální látky

Minerální látky mají nezastupitelnou funkci v lidském organismu, kde slouží jako důležitý stavební materiál. Jejich množství v mléce je 0,8 – 1,1 %. Mezi nejdůležitější se řadí vápník, chlór, hořčík, fosfor, draslík, sodík a síra (SAMKOVÁ et LUŽOVÁ, 2012). V nepatrných dávkách jsou přítomny také stopové prvky: zinek, jód, železo a měď. Obsah stopových prvků se udává v mikrogramech (CALLEC, 2003).

3.2.4.1 Vápník

Z technologického hlediska je vápník ze všech minerálních látek nejvýznamnější, protože ovlivňuje koloidní stabilitu kaseinu = ovlivňuje termostabilitu, sladké srážení mléka a výsledné vlastnosti sýřeniny. Jeho obsah v sýrech holandského typu je přibližně 800 mg na 100 g sýra (KADLEC et al, 2012).

Vápník má velice důležitou úlohu pro kalcifikaci kosti. 99 % vápníku se nachází právě v kostech, zbývající 1 % má klíčový význam pro udržování stálého krevního tlaku, fungování enzymů, ovlivňování srážlivosti krve a svalové činnosti (VELÍŠEK et HAJŠLOVÁ, 2009).

Doporučená denní dávka (DDD) vápníku se u jednotlivých věkových skupin značně liší. Pro děti do jednoho roku je DDD 220 – 400 mg, u starších dětí a dospívajících 600 – 1200 mg a u dospělých 1000 mg (SAMKOVÁ et LUŽOVÁ, 2012).

Přibližně jedna třetina vápníku se v mléku vyskytuje v rozpustné formě. Zbytek je vázán na kasein tzv. koloidní vápník. Během výroby sýrů přechází koloidní vápník do sýřeniny, zatímco rozpustný vápník se ztrácí do syrovátky (McSWEENEY, 2007).

3.2.4.2 Fosfor

Zhruba 80 % celkového množství fosforu se v lidském organismu nachází v zubech a kostech. Jeho obsah je cca 400 – 500 mg / 100 g sýra. Doporučená denní dávka se

pohybuje v rozmezí 300 – 1200 mg a liší se v závislosti na stáří: roste s přibývajícím věkem (TAMINE, 2007).

Fosfor společně s vápníkem patří mezi nejdůležitější minerální látky, které se podílejí na důležitých metabolických pochodech sacharidů a lipidů. Mají nezastupitelnou funkci pro stavbu kostí a zubů.

V mléce se nachází ve 3 formách:

- 1) Ve formě vápenatých iontů jako:
 - a. dihydrofosforečnan vápenatý – rozpustný ve vodě
 - b. hydrofosforečnan CaHPO_4 – rozpustný jen v kyselých roztocích
 - c. fosforečnan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ – nerozpustný
- 2) Organicky vázaný s kaseinem (fosfoproteiny)
- 3) V koloidním roztoku (FOSTER, 2011).

3.2.4.3 Hořčík

Z celkového množství hořčíku se v lidském organismu nachází 60 % v kostech a 30 % ve svalovině. Obsah hořčíku v sýrech eidamského typu je asi 996 mg na 100 g výrobku. DDD hořčíku je 20 – 60 mg pro děti do 1 roku, pro děti do 6 let se pohybuje v rozmezí od 120 do 200 mg a u dospělého jedince je 300 – 400 mg (VELÍŠEK et HAJŠLOVÁ, 2009).

Hořčík se významně podílí na procesech látkové výměny, aktivuje stovky enzymatických reakcí, má nezastupitelnou funkci pro svalové kontrakce, reguluje stabilitu a vzrušivost buněčných membrán (SAMKOVÁ et LUŽOVÁ, 2012).

3.2.5 Mléčné enzymy

V kravském mléce se vyskytuje asi 60 různých enzymů, které pochází z různých zdrojů – krev, somatické buňky, mléčný tuk nebo buněčná cytoplazma. I přes to, že jsou přítomny pouze v nízkých koncentracích, mají značný význam. Mezi hlavní mléčné enzymy se řadí: plasmin, lipoproteinové lipázy, alkalická fosfatasa a laktoperoxidasa (KADLEC et al, 2012).

Alkalická fosfatasa způsobuje hydrolýzu fosfátové esterové vazby, za optimálních podmínek může vést k defosforylaci kaseinu. Laktoperoxidasa má antibakteriální funkci díky přítomnosti peroxidu a thiokyanatu (CALLEC, 2003).

3.2.6 Vitaminy

Mléko je považováno za bohatý zdroj vitaminů. Nejhojněji zastoupeným vitamínem rozpustným ve vodě je vitamin B2, ale vyskytují se i další vitaminy B-komplexu. Obsah lipofilních vitaminů je značně ovlivněn obsahem tuku v sýru. Vitaminy rozpustné v tucích jsou významné nejen z nutričního hlediska, ale také mají velký význam při zrání sýrů, kde se uplatňují jako katalyzátory (CALLEC, 2003).

3.2.7 Somatické buňky

Veškeré mléko, i od zdravých dojnic, obsahuje určité množství bílých krvinek, které jsou označovány souhrnným názvem somatické buňky (SB). Somatické buňky jsou ukazatelem zdravotního stavu mléčné žlázy a indexem vhodnosti mléka ke zpracování. Limity přijatelnosti se liší mezi jednotlivými zeměmi. Pro EU je maximální limit 400 000 somatických buněk v 1 ml mléka.

Somatické buňky mají v mléku ochrannou funkci. Ke zvyšování jejich obsahu dochází při mastitidách (záněty mléčné žlázy) a na konci laktace. Zvýšený obsah SB má inhibiční účinky a má za následek horší koagulaci mléka, snižuje výnos sýrů a často je příčinou chuťových vad výsledných produktů (McSWEENEY, 2007).

3.2.8 Přirozená mikroflóra mléka

Mléko je díky svému složení vhodným prostředím pro rozvoj mikroorganismů. Celkový počet mikroorganismů (CPM) je ukazatelem hygieny mléka. Hygienický limit v EU pro CPM je $\leq 100\ 000$ MO / 1 ml mléka (ŠUSTOVÁ et SÝKORA, 2013).

Přirozená mikroflóra zahrnuje především bakterie mléčného kysání – rod *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*. Tyto mikroorganismy působí probioticky – příznivě ovlivňují rovnováhu střevní mikroflóry.

V mléce jsou rovněž přítomny nežádoucí mikroorganismy: koliformní bakterie, které bývají příčinou duření nebo smyslových vad sýrů, sporovertorné MO, způsobující pozdní duření či bílou hnilobu a termorezistentní MO, způsobující smyslové a technologické vady sýrů. V mléce nesmí být přítomny patogenní ani toxinogenní MO (CEMPÍRKOVÁ et al, 2012).

3.3 Technologie výroby sýrů s nízkodohřívanou sýřeninou

Sýry jsou mléčné produkty vyráběné z mléka sýřením. Hlavní kroky výroby spočívají v postupném oddělování pevných látek od tekutých. Základní princip výroby sýra je možné vyjádřit rovnicí: mléko + koagulum (syřidlo a / nebo kyselina) → sýr + syrovátka (TEUBNER et al, 1998).

Sýry obsahují základní složky sušiny mléka, především kasein a mléčný tuk. Do syrovátky přechází převážná část vody, syrovátkových bílkovin, mléčného cukru a solí. Pro výrobu 1 kg sýra se spotřebuje přibližně 10 litrů mléka (KADLEC et al, 2012). Mléčná bílkovina příznivě ovlivňuje činnost spojenou s duševní námahou. Konzumace sýrů rovněž přispívá ke správné činnosti střev. Tvorba kyseliny mléčné z laktosy podporuje vylučování žaludečních šťáv (TEUBNER et al, 1998).

Sýry se vyrábí koagulací (srážením) upraveného mléka. Následuje míchání a zahřívání sýřeniny, dosoušení syrovátky a lisování vzniklé sýřeniny. Pro vývoj chuti a textury má nezbytnou funkci zrání, které je ovlivněno startovací kulturou, přirozenými MO, koagulačními činidly a metodami solení (CAMPBELL-PLATT, 2009).

Tyto kroky výroby do značné míry rozhodují o složení sýra a efektivitě výroby. Důležitým cílem je dosažení maximálního výnosu, kontrola složení, a aby proces výroby byl co nejkratší. Hlavní body z hlediska složení, na které je třeba brát ohled jsou: konečný obsah tuku, obsah vody, hodnota pH sýra, množství fosforečnanu vápenatého, který zůstane v sýru a množství syřidla zachovaného v sýřenině (FOX et al, 2004a).

3.3.1 Úprava mléka

Základem kvalitního sýra je kvalitní mléko s vysokým obsahem bílkovin. Mléko určené k výrobě sýrů musí mít vysokou jakost, nesmí mít porušenou kysací schopnost = schopnost přeměny laktosy na kyselinu mléčnou a sýřitelnost = schopnost mléka srazit se po přidavku syřidla a vytvořit sraženinu požadovaných vlastností. Pro sýřitelnost mléka je nutná přítomnost vápenatých iontů (KADLEC et al, 20012).

3.3.1.1 Způsoby úpravy mléka

Pro použití mléka k výrobě sýrů je nejprve nutné jej důkladně zkontrolovat (IBURG, 2004). Veškeré mléko přivezené do mlékárny je rovněž testováno na

přítomnost antibiotik a je-li výsledek pozitivní, mléko se musí zlikvidovat (STEELE et MARTH, 2001). Mléko pro výrobu sýrů je upraveno standardizací pro dosažení požadovaného složení výrobku (FOX et al, 2004b).

Cílem zpracování mléka je zlepšení nebo alespoň udržení jeho kvality, snadnost výroby a optimální výtěžek. Kvalita mléka je ovlivněna jeho složením. Obsah tuku a kaseinu v mléce má vliv na výnos a obsah tuku v hotovém sýru. Obsah laktosy ovlivňuje kyselost. Nesmí být přítomny fyzikální nečistoty – odstranění filtrací nebo odstředěním (STEELE et MARTH, 2001).

Mikrobiologická kvalita mléka pro výrobu sýrů je velmi důležitá. V sýru mohou přežívat patogenní mikroorganismy. Tento problém se týká zejména sýrů vyrobených ze syrového mléka. Mezi nejčastější patogeny vyskytující se v sýru patří druhy rodu *Enterobacteriaceae* a *Stafylococcus*. Růst patogenů je inhibován přidavkem dostatečného množství soli. Nejúčinnější způsob zabránění kontaminace sýrů patogeny z mléka je jeho tepelné ošetření (FOX et al, 2004b).

3.3.1.2 Pasterace

V České republice se veškeré mléko určené ke konzumaci musí tepelně ošetřovat, a to z důvodu zaručení jeho zdravotní nezávadnosti, prodloužení trvanlivosti a tvorby optimálních podmínek pro výrobu mléčných výrobků (MICHLOVÁ et al, 2012). Jedinou výjimku v České republice má mlékárna *Orero*, kde se vyrábí Gran Moravia – ta se ošetřuje termizací (KRUNTORÁD, 2010).

Cílem pasterizace je usmrcení patogenních mikroorganismů včetně *Listeria monocytogenes*, usmrcení některých sporotvorných mikroorganismů a inaktivace části mléčných enzymů (CALLEC, 2003).

Mléko by mělo být pasterováno krátce před sýřením, čímž se sníží vliv nežádoucích účinků. Účinnost pasterace závisí na počáteční mikrobiální čistotě, složení mléka a termorezistenci přítomných mikroorganismů. Pasterační zákrok přežívají pouze termorezistentní mikroorganismy: *Microbacterium*, *Micrococcus*, spory rodu *Bacillus* a *Clostridium*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, a *Lactobacillus* (STEELE et MARTH, 2001).

Mléko pro výrobu sýrů s nízkodohřívanou sýřeninou je většinou pasterováno při teplotě 72 °C po dobu 15 sekund, nebo při jiné rovnocenné kombinaci času a teploty,

kteřou se dosáhne inaktivace alkalické fosfatasy, přičemž laktoperoxidasa si svoji aktivitu uchovává. Tento typ bývá označován jako šetřná pasterace (RIDGWAY, 2001).

Kromě šetřné pasterace existuje pasterace dlouhodobá, při které se mléko zahřívá na teplotu 63 °C po dobu 30 minut a pasterace vysoká, kdy se mléko zahřívá 5 sekund při 85 °C.

Po provedení vysoké pasterace dochází k inaktivaci laktoperoxidasy i většiny dalších přítomných enzymů. Nastává denaturace sérových bílkovin, čímž se zpomaluje proces sýření a zhoršuje se synerese = vylučování syrovátky (FOX et al, 2004b).

Rozpustný vápník přechází na koloidní formu, dochází ke značným změnám v chuti, zadržuje se nadměrné množství syrovátky v sýřenině, čímž se sice dosahuje vyššího výnosu, ale sušina pak nemá požadovanou hodnotu a kvalita sýra je horší. Tento typ pasterace není pro výrobu sýrů vhodný (KADLEC et al, 2012).

Při použití méně intenzivního tepelného ošetření může naopak dojít ke zlepšení chuti (STEELE et MARTH, 2001).

3.3.1.3 Baktofugace

Dalším způsobem, jak zvýšit bakteriologickou kvalitu je baktofugace. Často se používá u sýrů vyráběných ze syrového mléka (FOX et al, 2004b). Tímto zákrokem se odstraní většina bakteriálních buněk i spor. Využívá se v případech, kdy není povolen přídavek dusičnanu draselného (STEELE et MARTH, 2001).

Hlavním cílem je odstranění spor *Clostridium tyrobutyricum*, které přežívají pasteraci a mohou se tak dostat do sýra, kde pak produkují kyselinu máselnou a jsou příčinou pozdního duření sýrů (FOX et al, 2004a).

Baktofuga je druh mléčné odstředivky pro odstranění těžkých kalů přes trysky umístěné na vnější straně separátoru mísy. Bakteriální spory mají, ve srovnání se samotnými bakteriemi, poměrně vysokou měrnou hmotnost. Nejlepšího účinku baktofugace se dosáhne při teplotě kolem 60 °C (STEELE et MARTH, 2001). Získaný sediment obsahuje nejen spory, ale i výrazně vyšší množství kaseinu než mléko původní, čímž dochází ke snížení výtěžku sýra. Z tohoto důvodu je sediment ošetřen UHT záhřevem, díky kterému dojde k usmrcení spor a po ošetření se vrátí k původnímu mléku (FOX et al, 2004b).

3.3.1.4 Standardizace a přídavky

Ve většině případů je mléko po tepelné úpravě standardizováno na požadovaný obsah tuku v sýru. Část mléka prochází separátorem, kde dojde k oddělení smetany od odstředěného mléka. Separátor mimo jiné odstraňuje i částice nečistot. K odstředěnému mléku se následně přidá mléko plnotučné, čímž se dosáhne standardizované tučnosti.

Mezi nejčastější aditiva v mléku patří:

- a) Chlorid vápenatý pro obnovu sýřitelnosti a zlepšení kvality sýřeniny, protože při pasteraci dochází v důsledku změn rozpustné a koloidní fáze minerálních látek, ke zhoršení sýřitelnosti mléka.
- b) Dusičnan draselný na ochranu před duřením sýrů (JANŠTOVÁ et HOLEC, 2004).
- c) Barviva – β -karoten nebo annatto.
- d) Koření – různé druhy (FOX et al, 2004b).

3.3.2 Přídavek čistých mlékařských kultur

Startovací kultura je každý aktivní mikrobiální přípravek, který je přidáván v průběhu výroby, aby inicioval požadované změny (STEELE et MARTH, 2001). Jeho hlavní funkcí je fermentace laktosy na kyselinu mléčnou (CAMBPELL-PLATT, 2009).

Tato schopnost napomáhá oddělení syrovátky od sýřeniny. Startovací kultury způsobují změnu struktury sýra a zvyšují ochranu před působením nežádoucích mikroorganismů. Kromě kyseliny produkují také biacetyl, který je nezbytný pro rozvoj chuti a vůně. Vývoj chuti a změny v textuře během zrání sýrů jsou způsobené enzymy produkovanými bakteriálními a plísňovými kulturami (STEELE et MARTH, 2001).

Pro správný průběh celého technologického procesu je přídavek čistých mlékařských kultur nezbytný. Pro výrobu sýrů typu Gouda a Eidam se používají bakterie rodu *Leuconostoc* spp. a *Lactococcus* subsp. *lactis* (STEELE et MARTH, 2001). Při výrobě sýrů typu Čedar dochází působením bakterií rodu *Streptococcus*, *Lactobacillus* aj. k okyselení na pH přibližně 5,5, což je velice důležité pro následující krok, kdy se do mléka přidává proteolytický enzym (VELÍŠEK et HAJŠLOVÁ, 2009).

V některých případech se mléko po pasteraci chladí na teplotu 5 – 12 °C, očkuje smetanovou kulturou v množství 0,01 – 0,05 % a po promíchání nechá zrát do druhého dne = předezrání. Během tohoto procesu dochází k obnově fyzikálně chemických

a mikrobiologických vlastností, u kterých došlo vlivem záhřevu k potlačení a rovněž se zlepšuje sýřitelnost.

Vlastní přídavek startéru následuje po záhřevu na teplotu sýření (30 – 33 °C), a to 30 – 45 minut před sýřením v dávce 0,5 – 2 % (KADLEC et al, 2012).

Účinnost mléčných kultur může být mnoha faktory zpomalována. Mezi hlavní inhibitory patří laktoperoxidasa, která se nachází u tepelně neošetřeného mléka a přítomnost aglutininů. Mezi přirozeně se vyskytující inhibitory v mléce patří lysozym a laktoferin (FOX et al, 2004b).

3.3.2.1 *Lactococcus*

Lactococcus je hlavním představitelem mezofilních MO uplatňujících se v mléčné fermentaci. Je homofermentativní – více než 95 % konečných produktů tvoří kyselina mléčná. Má slabé proteolytické schopnosti. Existují dva poddruhy: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* a *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (STEELE et MARTH, 2001).

3.3.2.2 *Leuconostoc*

Od ostatních bakterií mléčného kysání se liší tím, že je heterofermentativní – produkuje asi 50 % kyseliny mléčné a zbytek připadá na kyselinu octovou, etanol a oxid uhličitý. Pro výrobu se používají dva druhy: *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* a *Leuconostoc lactis*. Ve startovacích kulturách se používají v kombinaci s bakteriemi rodu *Lactococcus* (STEELE et MARTH, 2001).

3.3.3 Sýření

Sýření mléka je nezbytným krokem výroby sýrů. Koagulaci mléka může způsobit značné množství proteolytických enzymů (CAMBPELL-PLATT, 2009).

3.3.3.1 Podmínky a princip sýření

Sýření mléka se obvykle provádí při teplotách 30 – 33 °C, kdy asi po 20 – 25 minutách začíná oddělování syrovátky. Na 100 litrů mléka je nutné přidat 20 ml syřidla, 5 – 20 gramů CaCl₂ (ve formě nasyceného roztoku) a 15 gramů dusičnanu draselného. Přídavkem CaCl₂ a startéru obvykle dochází ke snížení hodnoty pH na 6,50 – 6,55. Cílem sýření je vytvoření sraženiny, kterou lze bez nadměrných ztrát krájet a míchat, a která vykazuje optimální synerzi (FOX et al, 2004b).

Po prvním odstranění syrovátky se zvýší teplota, čímž dojde k urychlení synereze. Teplota může být maximálně 38 °C, aby nedošlo k poškození startovací kultury (STEELE et MARTH, 2001). Zvýšení teploty se provádí buď nepřímým ohřevem, nebo přidávkem vyhřáté syrovátky či teplé vody. Nejčastěji se používá druhý způsob, protože voda se přidává v každém případě pro regulaci pH (FOX et al, 2004b).

Sýření má tři fáze:

Primární fáze – působením syřidla na kappa-kasein dochází k jeho hydrolyze, a to ve specifickém místě peptidové vazby v pořadí mezi 105. a 106. aminokyselinou (fenylalanin – methionin), za vzniku hydrofóbního para- κ -kaseinu a hydrofilního κ -kaseinoglykomakropeptidu, který přechází do syrovátky (VELÍŠEK et HAJŠLOVÁ, 2009).

Sekundární fáze – koagulační fáze, při které dochází k tvorbě gelu. Pro správný průběh je nezbytná přítomnost Ca^{2+} iontů a dodržení teplotních podmínek (min. 6 °C).

Terciární fáze – proteolytické působení syřidla na kasein v průběhu zrání (KADLEC et al, 2012).

3.3.3.2 Syřidla

Syřidlo lze považovat za funkční enzymatický preparát, který je efektivně přizpůsobený účelům výroby sýra (FOX et al, 2004a). Enzymy syřidel mají výrazný srážlivý účinek na bílkoviny mléka. Účinnou látkou syřidel je enzym chymosin a malé množství pepsinu (TEUBNER et al, 1998).

Syřidla lze rozdělit na živočišná, rostlinná a mikrobiální. Všechna obsahují proteolytické enzymy, které způsobují destabilizaci kaseinových micel v mléce, což má za následek změnu konzistence mléka z kapaliny na gel (STEELE et MARTH, 2001).

Chymosin je produkován v mnoha organismech a tkáních s různými fyziologickými a funkčními vlastnostmi (FOX et al, 2004a). Chymosin pocházející z telecích žaludků je velice vhodný živočišný koagulační enzym, ale vzhledem k jeho náročnému zisku se pro produkci chymosinu využívají převážně geneticky upravené bakterie, kvasinky nebo plísně (STEELE et MARTH, 2001).

Mezi živočišná syřidla se řadí rovněž pepsinová syřidla, která se získávají z hovězích, vepřových a drůbežích žaludků. V praxi se kombinují s chymosinem,

protože samostatný pepsin vyžaduje delší dobu pro vytvoření sýřeniny, která nemá potřebnou tuhost a organoleptické vlastnosti sýra jsou horší (JANŠTOVÁ et HOLEC, 2004).

Mikrobiální syřidla mají téměř podobnou účinnost jako živočišná syřidla. Mezi významné producenty mikrobiálních syřidel patří různé druhy plísní a bakterií. Nejčastěji jsou připravovány z plísní rodu *Mucor miehei*, *Mucor pusillus* a *Endothia parasiticus* (CAMPBELL-PLATT, 2009).

V dávných dobách se využívala rostlinná syřidla z celé řady rostlin, jejichž síla však nebyla dostatečně velká, aby došlo k vysrážení požadovaného množství mléka ve velkovýrobě (RIDGWAY, 2001).

Síla syřidla slouží pro vyjádření aktivity syřidla a u komerčních preparátů bývá obvykle upravena na hodnotu 1 : 10 000 až 1 : 15 000, tzn., že 1 díl syřidla vyvolá v 10 000 (15 000) dílech mléka sražení do vzniku prvních vloček sraženiny za 40 minut při teplotě 35 °C (KADLEC et al, 2012).

Sílu syřidla lze vypočítat dle vzorce:

$$S = 2400 \cdot V \text{ mléka} / T_c \cdot V \text{ syřidla}$$

S = síla syřidla; T_c = doba srážení v sekundách; V mléka = objem mléka; V syřidla = objem syřidla.

Dávka syřidla je definována jako množství syřidla, které je nutné do mléka přidat, aby došlo ke srážení. Doba srážení je nepřímo úměrná dávce syřidla – čím větší dávka syřidla, tím kratší doba srážení. Při aplikaci vysoké dávky syřidla je získaná sýřenina tužší, obtížně se zpracovává na požadovanou velikost zrna, hůře se dosahuje požadované sušiny, je negativně ovlivněn průběh zrání, sýry hořknou, mají tendenci prokysávat, sýřenina je křehčí a její barva světlejší.

Množství syřidla (D), které se musí do mléka přidat, lze spočítat podle vzorce:

$$D = (M / S) \cdot (35 / t) \cdot (40 / T)$$

S = síla syřidla dle Soxhleta; M = množství sýřeného mléka v ml; t = teplota sýření ve °C; T = doba srážení v min (ŠUSTOVÁ et SÝKORA, 2013).

Syřidlo se přidává ve formě zředěného roztoku, a to v množství do 30 ml na 100 kg mléka.

Nezbytným krokem je důkladné rozmíchání v průběhu 2 – 3 minut a následné uvedení do klidu během dalších 8 – 10 minut, aby byl zajištěn správný průběh tvorby gelu a minimalizovaly se ztráty do syrovátky. Celková doba sýření je v průměru 30 minut (KADLEC et al, 2012).

3.3.4 Zpracování sýřeniny

Důležitým krokem při výrobě sýrů je oddělení syrovátky od sýřeniny, s následným zahušťováním sýřeniny (RIDGWAY, 2001).

3.3.4.1 Krájení

Cílem krájení je uvolnění syrovátky. Technika krájení ovlivňuje obsah vody a finální konzistenci sýra (RIDGWAY, 2001).

Sýřenina je obvykle rozkrájena speciálními noži na velké bloky, nebo na kousky daného tvaru o velikosti asi 8 – 15 mm – sýrové zrno. Krájení musí být velmi opatrné, jinak by mohlo dojít ke ztrátě významných látek – bílkovin a tuku (CALLEC, 2003).

3.3.4.2 Míchání

Hlavním cílem míchání je další odstranění syrovátky a dosažení kompaktnější struktury sýrového zrna (CALLEC, 2003). V průběhu míchání pokračuje produkce kyselin (LAW, 1999).

Po rozkrájení koagulátu na kousky se hmota míchá pomocí nožů, otáčejících se v opačném směru, dokud není odstraněno dostatečné množství syrovátky. Následně se rozkrájené kousky sýřeniny nechají usadit a část syrovátky se odstraní tak, že se míchání stává intenzivnější (FOX et al, 2004b).

3.3.4.3 Dohřívání a praní sýrového zrna

Dohřívání je velmi důležitým krokem v případě výroby holandských sýrů. Vlivem dohřívání dochází k vytužení sýrového zrna. Intenzita vytužení se zvyšuje dalším mícháním (FOX et al, 2004a).

U nízkodohříváných sýrů se dohřívá při teplotě 36 – 40 °C. Dohřívání nesmí být příliš rychlé, aby nedocházelo k uzavření povrchové vrstvy sýrového zrna a nezadržovalo se přebytečné množství vody (ŠUSTOVÁ et SÝKORA, 2013).

Při praní sýrového zrna se snižuje obsah laktosy, současně se sýřenina dohřívá, protože k praní se používá teplá voda. Nejprve se odpustí 35 % syrovátky a přidá se 50 – 80 % jejího objemu vody o teplotě 50 – 60 °C, čímž je regulován pokles pH na hodnotu max. 5,2 – 5,4. Odtok syrovátky nesmí být pomalý (5 – 6 minut), jinak by mohlo dojít ke slepování sýrového zrna. Doba těchto operací závisí na požadované sušině a průběhu prokysávání (KADLEC et al, 2012).

Čedarování

Jedná se o speciální metodu krájení sýrového zrna pro dosažení hladké a jemné struktury, která je pro Čedar typická (RIDGWAY, 2001).

Sýrové zrno se opakovaně krájí a urovnává, čímž se mění jeho struktura. Zbytek syrovátky se vytlačuje vrstvením rozkrájených částí na sebe (BECKETT et JUNG, 2013). Cílem čedarování je vyloučení přebytečné syrovátky při současném zachování maximální velikosti sýřeniny (RIDGWAY, 2001).

3.3.5 Odkapávání syrovátky a formování sýrového zrna

V průběhu odkapávání dochází ke značným ztrátám syrovátky (FOX et al, 2004a). Po dosažení optimální velikosti sýřeniny následuje oddělení od syrovátky a přemístění do forem. Dno forem bývá většinou perforované, aby mohl odtok syrovátky pokračovat (IBURG, 2004).

Až do solení by měla být udržována dostatečně vysoká teplota, což je mimo jiné důležité pro acidifikaci a vznik odpovídající kůrky při lisování. Z tohoto důvodu jsou formy neustále teplé a teplota v místnosti by měla být přibližně 20 °C (STEELE et MARTH, 2001).

Zavedení zvláštních sedimentačních a předlisovacích nádrží s pohyblivým perforovaným pásem, byl první krok k mechanizaci procesu výroby sýra Gouda. Na jednom konci této nádrže je sýřenina krájena na kusy požadované velikosti. Následuje přesunutí rozřezané sýřeniny do formy na lisování. V této fázi se stále jedná o bloky čtvercového tvaru. Klasického kulatého tvaru Gouda dosahuje až po určité době (FOX et al, 2004a).

Tento systém v mnoha případech nahradila modernější technika. Směs sýřeniny a syrovátky je neustále přiváděna do pracovních strojů, kde se odděluje syrovátka. Zároveň zde dochází k formování sýřeniny do bloků a jejich plnění do forem.

Nejběžnější stroj je *Casomatic*. Tyto přístroje mají velkou výhodu, protože umožňují přesné ovládání váhy bochníků (odchylka maximálně 0,5 – 1,5 %). Nevýhodou je menší flexibilita. Nicméně nejnovější stroje jsou v tomto ohledu zdokonalovány (FOX et al, 2004b).

3.3.6 Lisování

Lisováním bloků sýřeniny do forem se docílí typického tvaru a vzniku kůrky na povrchu. Je velmi důležité zabránit dalším ztrátám vlhkosti až do nasolení, aby následné pronikání soli přes povrch sýra bylo rovnoměrné, a aby se vytvořila bezpečná bariéra proti mikroorganismům během solení a zrání.

Původně byly používány dřevěné formy, bloky sýřeniny se balily do tkaniny a lisování probíhalo při tlaku 50 až 100 kPa několik hodin, čímž se docílilo vzniku velmi výrazné a pevné kůrky.

V současné době se pro vytvarování bochníků používají perforované kovové či plastové formy, nebo plastové formy vyložené gázou, což podporuje vysoušení a vznik kůrky. Tlak je obvykle mnohem nižší (5 – 40 kPa) a je aplikován na kratší dobu. V důsledku toho se vytváří slabší kůra a bariéra proti mikroorganismům nebývá mnohdy dostatečná (FOX et al, 2004a).

V průběhu lisování sýr ztrácí značné množství vody. Dřívější zahájení lisování a použití vyššího tlaku vede k menším ztrátám vlhkosti, čímž se získá sýr s vyšším obsahem vody (ŠUSTOVÁ et SÝKORA, 2013).

Během tradiční výroby sýra jsou čerstvě vylisované bochníky vkládány do forem s plochým krytem, kde se ponechají do druhého dne, aby dosáhly symetrického tvaru. Hlavní probíhající změnou je úplná přeměna laktosy na kyselinu mléčnou. To je důležité během nakládání do solného láku. Fermentace způsobená startovacími bakteriemi je zpomalena, či dokonce zastavena v důsledku kombinovaného účinku nízkých teplot a vysokého obsahu soli (LAW, 1999).

3.3.7 Solení

Solení ovlivňuje nejen výslednou chuť, ale rovněž má vliv na aktivitu kultur a enzymů při zrání sýrů. Vlivem zvýšení osmotického tlaku je podpořena synereze. Příklad soli zpevňuje povrch sýrů. Díky výměně vápenatých iontů za sodné se zjemňuje

konzistence. Sůl proniká do sýra na základě difuze – samovolný přechod látek z jedné fáze do druhé (KADLEC et al, 2012).

Solení se provádí buď v solné lázni nebo na sucho (CALLEC, 2003). Doba naložení sýra je velmi variabilní a pohybuje se v rozmezí hodin až dnů (IBURG, 2004).

V současnosti se většina sýrů vkládá do solné lázně, a to do jedné hodiny po lisování, kdy jsou v sýřenině stále přítomny rezidua laktosy (FOX et al, 2004b). Solanka je obvykle nasycený solný roztok, který obsahuje 17 až 18 % chloridu sodného a její pH má hodnotu 5,2. Vhodná je rovněž přítomnost vápníku v množství 0,1 – 0,2 % (MESSENS et al, 1999). V případě, že je obsah vápníku v solném nálevu nízký, dochází pomocí sodíku k transportu vápníku na kasein, čímž se kaseinová micela zpřístupňuje. Chlorid sodný společně s vodou vstupuje do micely, což má za následek rozpustnost a hydrataci proteinů. Při tomto procesu dochází k absorpci syrovátky zachycené během prvních dnů zrání. Absorpce trvá tak dlouho, až je fosforečnan vápenatý zcela navázán na kasein a vazby mezi molekulami kaseinu jsou slabé (LAW, 1999).

Kromě toho, solení slouží také k chlazení bochníků na teplotu pod 15 °C, zastavení další synereze a zabránění nebo alespoň zpomalení růstu nežádoucích bakterií, k vytvoření určité tuhosti, což je důležité v průběhu manipulace krátce po solení. Nakládání do solanky způsobuje značnou ztrátu vody a ztrátu látek částečně rozpustných ve vodě (FOX et al, 2004a).

Další možností je solení do zrna, kdy se jedná o přímý přídavek a míchání suché soli do rozkrájené sýřeniny, nebo solení na sucho, kdy se sůl roztírá na povrch vyformovaných sýrů (KADLEC et al, 2012).

Průměrný obsah soli v mladé Goudě je obvykle 2 – 3 g / 100 g vody v sýru. Pro rovnoměrné rozložení soli je potřeba poměrně dlouhá doba, která u velkých bochníků může trvat až 2 měsíce zrání ve zracích sklepech (STEELE et MARTH, 2001).

3.3.8 Zrání

Zrání nastává po vyjmutí sýra ze solného nálevu a jeho doba je odvislá od typu a velikosti sýra. Zrání musí být zahájeno bezprostředně po solení a posledním odkapaním, aby sýr získal svoji výslednou strukturu, chuť a vůni (CALLEC, 2003).

Zrání sýra je velice složitý proces, kdy dochází k významným změnám. Výrazně se mění struktura, složení a organoleptické vlastnosti (LAW, 1999). Během tohoto procesu dochází k pronikání soli do sýra, čímž se vytváří kůra. Pro vznik chuti sýra je velice významná přeměna kaseinu působením mléčných kvasinek a bakterií a rovněž přeměny laktosy a tuku (CALLEC, 2003). Produkty všech těchto pochodů reagují i navzájem, čímž dochází ke vzniku mnoha nových látek, které ovlivňují výslednou senzickou jakost (ŠUSTOVÁ et SÝKORA, 2013).

Tento konzervační proces probíhá obvykle ve zracích sklepích, pokud to není možné, tak ve skladovacích prostorách s důkladnou kontrolou teploty a vlhkosti. Teplota musí být poměrně nízká (8 – 12 °C), čímž se zajistí plynulý pomalý růst MO obsažených v základní kultuře. Rychlý růst by mohl způsobit nedokonalé vyvrání a vznik nežádoucích chemických sloučenin. Relativní vlhkost musí být naopak poměrně vysoká (80 %), aby se zabránilo vysychání sýra (RIDGWAY, 2001).

3.3.8.1 Složení sýra během zrání

Enzymy, jako je zbytkový chymosin, zbytkový plasmin a proteolytické enzymy jsou v průběhu zrání stále aktivní. Pro správný průběh zrání je důležitá přítomnost vody, soli, laktátu, optimální pH a nepřístupnost kyslíku (FOX et al, 2004a).

Zrání je zahájeno již rozkladnými procesy v sýrařské vaně. Tento proces je možné rozdělit na zrání předběžné a vlastní.

Pro předběžné zrání je charakteristická přeměna laktosy na kyselinu mléčnou za současného částečného rozkladu bílkovin. Předběžné zrání probíhá během úpravy mléka a sýření, během zpracování sýřeniny, formování, lisování a solení a ovlivňuje strukturu, konzistenci a další průběh zrání.

V průběhu vlastního zrání pokračuje rozklad bílkovin na jednodušší látky a rovněž probíhá hydrolyza tuků. V této fázi zrání se tvoří typické chuťové a aromatické látky (ŠUSTOVÁ et SÝKORA, 2013).

3.3.8.2 Fermentace laktosy

Tvorba kyseliny mléčné startovacími bakteriemi je rozhodující pro ochranu sýra. Startovací bakterie fermentují laktosu rychle a téměř úplně, produkují kyselinu mléčnou

a snižují pH sýra na hodnotu 5,1 – 5,2. Všechny tyto změny inhibují růst nežádoucích mikroorganismů (ŠUSTOVÁ et SÝKORA, 2013).

3.3.8.3 Proteolýza

Odbourávání bílkovin v sýru je způsobeno především zbylými koagulačními enzymy, enzymy startovacích bakterií a v mnohem menší míře mléčnými proteinázami (FOX et al, 2004b).

V průběhu proteolýzy dochází k rozkladu kaseinu na peptidy, které jsou následně hydrolyzovány různorodou skupinou peptidáz za vzniku volných aminokyselin (STEELE et MARTH, 2001).

Působení antikoagulačních enzymů, převážně chymosinu, je charakterizováno rychlou degradací α_{S2} -kaseinu na počátku zrání – asi 70 až 80 % se ve standardním sýru hydrolyzuje během 2 měsíců. β -kasein je degradován mnohem pomaleji – 40 až 50 % zůstává i po 6 měsících zrání (FOX et al, 2004b).

Proteolytický systém lze rozdělit zhruba do tří hlavních složek se specifickými způsoby působení.

Proteinásový systém

Mléčný kasein je hydrolyzován proteinázou za vzniku oligopeptidů, které jsou přenášeny přes membránu oligopeptidovým dopravním systémem. Intracelulární oligopeptidy se pak hydrolyzují různými peptidázami za vzniku aminokyselin (STEELE et MARTH, 2001).

Transportní systém aminokyselin a peptidů

Existují různé dopravní systémy s různými specifiky (FOX et al, 2004a). Jejich primární funkcí je vylučovat přebytečné aminokyseliny z cytoplazmy (STEELE et MARTH, 2001).

Peptidázy

Oligopeptidy, které byly dopraveny do buněk pomocí transportních systémů, jsou následně hydrolyzovány různými peptidázami na jednoduché peptidy a aminokyseliny (FOX et al, 2004b). Nejdůležitější jsou peptidázy z bakterií mléčného kysání, protože mají velký fyziologický význam a mají nezastupitelnou úlohu při výrobě a zrání sýra.

Řadí se sem endopeptidázy, dipeptidázy, tripeptidázy a aminopeptidázy (STEELE et MARTH, 2001).

3.3.8.4 Lipolýza

U sýrů holandského typu bývá lipolýza nežádoucí. Někdy k ní však dochází a v případě že je omezena tak, aby nevznikala mýdlová chuť, nemusí být na škodu (FOX et al, 2004b).

Enzymatická hydrolýza triacylglycerolů na mastné kyseliny a glycerol je důležitá pro rozvoj aroma v sýru (MOLKENTIN, 2013). Lipolýza je důležitou součástí zrání. Nicméně v případě sýrů, jako Čedar a Gouda, bývá úroveň lipolýzy během zrání velmi nízká (LAW, 1999).

V případě sýrů vyráběných z pasterizovaného mléka je lipolýza způsobována startovacími bakteriemi, zbytkovou mléčnou lipázou a tepelně stabilními lipázami psychrotrofních mikroorganismů (FOX et al, 2004b). Aktivita lipázy výrazně stoupá s rostoucí teplotou zrání. Zvýšení lipolýzy způsobuje homogenizace mléka (STEELE et MARTH, 2001).

3.3.8.5 Přírodní zrání

Za normálních podmínek sýr Gouda v průběhu zrání ztrácí vodu odpařováním. Pokles celkového obsahu vody v sýru během prvních 10 dnů je 1,5 %. Rychlost odpařováním se postupně zpomaluje. Za jeden rok se obsah vody snižuje o 10 % (FOX et al, 2004a).

Sýr Gouda je ke konzumaci připraven již po 4 týdnech zrání, kdy je jeho chuť ještě velmi jemná. Jestliže zrání pokračuje, sůl proniká do jádra a obsah vody se stále snižuje. Obsah vody za 3 měsíce klesá až pod 30 %. V této fázi dochází prakticky k zastavení proteolýzy a sýr získává výraznější chuť (LAW, 1999).

3.3.8.6 Zrání ve fólii

V současné době se po solení značné množství sýrů balí do plastových fólií s velmi nízkou propustností pro vodu a plyny, aby se zabránilo ztrátám hmotnosti, růstu plísní, ale aby byly udrženy podmínky pro přirozené zrání sýra ve vytvrzovací místnosti (STEELE et MARTH, 2001). Takto zrající sýry mívají obdélníkový tvar a po zrání mohou být snadno a beze ztrát krájeny na různě velké kusy (ŠUSTOVÁ et SÝKORA, 2013).

Většina sýrů zrajících ve fólii zraje jen po dobu jednoho měsíce. Ve srovnání s přirozeně zrajícím sýry je tvorba chuti chudší, konzistence měkčí a má tendenci být lepkavá (FOX et al, 2004b).

3.3.8.7 Zrání ve vosku

Zrání ve vosku je u sýrů holandského typu velmi časté. Gouda mívá žlutý vosk, v případě Eidamu se používá vosk červený (FOX et al, 2004b).

Před voskováním je nutné zajistit, aby byl povrch sýra suchý a čistý (prevence před bakteriální činností). Je nutné zamezit růstu nežádoucí mikroflóry, která by mohla způsobovat osliznutí povrchu, výrobek pak obsahuje příliš vlhkosti a je náchylnější ke kažení. Voskování probíhá namáčením sýrů do horkého vosku (100 – 110 °C), po zchladnutí se na povrchu sýra vytvoří hladký obal. Díky voskovému obalu je sýr chráněn před mechanickými vlivy při přepravě, úbytkem hmotnosti vlivem odpařování a před mikrobiálním růstem (McSWEENEY, 2007).

3.3.9 Využití syrovátky

Při zpracování 10 litrů mléka na sýr vzniká 9 litrů syrovátky. Existují dva druhy syrovátky: kyselá (druhotný produkt při výrobě tvarohů) a sladká (odpad u sladkých sýrů). Do sladké syrovátky přechází rozpustný kaseinoglykomakropeptid, laktosa (4,5 – 5, 0 %) a rovněž nepatrné množství tuku (0,05 – 0,2 %) a bílkovin (0,55 %).

V současnosti se převážná část využívá jako krmivo, a to v tekuté, zahuštěné nebo sušené formě. Pro lidskou spotřebu je možné její využití do nápojů, pečiva, cukrovinek, tavených sýrů, pro výrobu syrovátkových sýrů nebo kojeneckých výživ, dietních potravin a ve výživě pro sportovce (KADLEC et al, 2012).

3.4 Sortiment sýrů s nízkodohřívanou sýřeninou

Mezi sýry s nízkodohřívanou sýřeninou patří holandské sýry, které jsou často nazývány také jako sýry polotvrdé. Obsahují méně sušiny a více vody než sýry tvrdé (TEUBNER et al, 1998).

Tuto skupinu sýrů je možné rozdělit na sýry lisované a nelisované. V případě lisovaných je charakteristické, že se syrovátky zbavují působením tlaku, nikoliv odkapáváním. Lisované sýry se dělí na sýry s hnětenou sýřeninou, sýry s tvorbou ok a sýry s mletou sýřeninou (KAVINA, 1996).

3.4.1 Nelisované sýry

Do skupiny nelisovaných sýrů patří Tylžský sýr, který se u nás používá zejména jako surovina pro tavené sýry (KAVINA, 1996).

3.4.1.1 Tylžský sýr

V současnosti se vyrábí převážně ve tvaru bloků. Jeho těsto je vláčné, barvy slonové kosti až žluté s mnoha drobnými oky. Původně měl kůrku s červeným mazem, která mu dodávala velice výrazné aroma. Dnes se vyrábí bez kůry (IBURG, 2004).

3.4.2 Lisované sýry s tvorbou ok v těstě

Jedná s o nejrozšířenější skupinu. Na řezu těchto sýrů by měl být menší počet ok, nebo mohou být zcela bez ok. Patří sem sýry eidamského typu – Eidam, Gouda aj. (KAVINA, 1996).

Holandské sýry se dělí podle délky zrání na Jong (mladý) se stářím 4 týdnů, Jong Belegen (mladý uleželý) starý 8 týdnů, Belegen (uleželý) s dobou zrání 4 měsíce, Extra Belegen (extra uleželý) – 7 měsíců, Oud (starý) – 10 měsíců a Overjarig (přestárlý), který zraje minimálně 12 měsíců (TEUBNER et al, 1998).

3.4.2.1 Eidam (*Edammer kass*)

S pravým selským sýrem Edam se v současnosti již nesetkáme (RIDGWAY, 2001). Od 19. století se totiž vyrábí z částečně odstředěného mléka, namísto mléka plnotučného. Obsah tuku (40 % v sušině) je ve srovnání se sýrem Gouda nižší (FOX et al, 2004b).

Většinou se vyrábí v typických kulovitých bochnících nebo válcovitých cihlách se žlutým obalem o hmotností 1,5 – 2,5 kg. Existuje však i v menších kusech – „babyedammer” s hmotností do 1,5 kg nebo „dvojitý Edammer” barvený karotenem s charakteristickou červenooranžovou barvou. V současnosti je ve Francii vyráběn jejich vlastní „dvojitý Edammer” pod názvem Mimolette (CALLEC, 2003).

Sýry pro domácí trh se prodávají s tenkou žlutou kůrou. Žluté sýrové zrno je pevné, ale dostatečně pružné, i když ne tak elastické jako v případě průmyslově vyráběné Goudy. Eidam má příjemně kořeněné aroma a příjemnou chuť (RIDGWAY, 2001).

Eidamská cihla a eidamský blok mají svojí tradici i v České republice a tvoří více než polovinu celkové výroby přírodních sýrů u nás. Velkou nevýhodou těchto sýrů je,

že se prodávají velmi mladé, což sice znamená skvělé cenové podmínky, ale konzument z nich nemá dostatečný gastronomický požitek (CALLEC, 2003).

3.4.2.2 Gouda

Gouda se řadí mezi nejdůležitější zástupce holandských sýrů. V Holandsku je konzumován již od 16. století, kdy byl známý jako Goudse boeren kaas vyráběný z nepasterovaného mléka. Tento původní sýr byl již ve 20. století nahrazen průmyslovým sýrem z pasterovaného mléka – Goudse kaas (TEUBNER et al, 1998).

Jeho jméno je odvozeno od malého města – Gouda. Dříve se vyráběl hlavně v provinciích Zuid-Holland a Utrecht, v současnosti se vyrábí po celém Holandsku a dělí se do 3 regionálních kategorií:

- a) Noord-Hollandse Goudse kaas (severoholandský sýr Gouda) s označením NH.
- b) Holland-Brabantse Goudse kaas (holandsko-barbantský sýr Gouda) s označením HB.
- c) Friese Goudse kaas (fríský sýr Gouda) nese označení FF (CALLEC, 2003).

Gouda je sýr s jemnou texturou a obvykle malými oky v sýřenině. Doba zrání musí být minimálně 4 týdny. S postupujícím zráním dochází k výrazným změnám v chuti, hutnosti, struktuře i barvě (IBURG, 2004).

Gouda o stáří jednoho roku je drobivá s tmavožlutou barvou těsta (TEUBNER et al, 1998). U starých sýrů se často vyskytují krystalky aminokyselin (IBURG, 2004).

Přestarlý sýr zraje až 4 roky. Je velice drobivý a tmavý. Ve struktuře jsou patrné krystaly aminokyselin a v jeho chuti můžeme nalézt podtóny karamelu (MICHELSON et LINDER, 2012).

Bochníky mívají hmotnost 2,5 – 15 kg, obsah tuku v sušině 48 % (TEUBNER et al, 1998). Obecně platí, že větší bochníky mají nižší obsah vody a zrají delší dobu, než bochníky menší. Menší bochníky, které mají poměrně velkou plochu, a ztrácí tak více vlhkosti, se používají pro kratší zrání v přirozených podmínkách. Do sýřeniny jsou často přidávány různé bylinky a koření, nejčastěji se jedná o kmín (FOX et al, 2004b).

V poslední době začaly některé společnosti vyrábět sýry s nízkým obsahem tuku. Při výrobě se využívá modifikovaná technologie, aby se zabránilo vzniku tvrdé konzistence a nevýrazné chuti (CALLEC, 2003).

Nedávno si svoji oblibu získala Gouda vyráběná s kozího mléka. Od ostatních kozích sýrů se liší její lahodností (MICHELSON et LINDER, 2012). Výroba kozího sýra je velice náročná na hygienické podmínky. Sýry, které se vyrábějí v horších hygienických podmínkách, mívají často charakteristickou kozí pachů a zápach. Chuť po kozině je způsobena přítomností krátkých mastných kyselin – kaprinové, kaprylové a kapronové (CALLEC, 2003).

3.4.3 Lisované sýry s hnětenou sýřeninou

Pro tuto skupinu sýrů je charakteristické, že se sýřenina při solení provzdušňuje (tzv. hnětení). Jejich tvar musí být pravidelný a povrch nesmí být poškozený, barva je smetanově nažloutlá až sýrově žlutá. Chuť a vůně musí být slabě nakyslá, čistá. Patří sem hnětený sýr, kozí hnětený sýr a hnětený sýr s přídavkem koření (KAVINA, 1996).

3.4.4 Lisované sýry s mletou sýřeninou

Pro lisované sýry s mletou sýřeninou je typické tzv. čedarování a mletí sýřeniny. Čedarování se provádí po odstranění přebytečné syrovátky (KAVINA, 1996). Nejdříve se ze sýrových zrn vytvoří koláč. Sýřenina se následně rozdělí na kusy a dochází k zakysání sýřeniny tvorbou mléčné kyseliny (TEUBNER et al, 1998).

Čedarováním získáme sýřeninu s vláknitou strukturou. Ihned po čedarování následuje mletí sýřeniny na kostičky (KAVINA, 1996). Ke kostičkám se přidá sůl a dochází k formování a lisování ve dvou etapách. Poprvé lisovaný mladý sýr se vyklopí z formy na plátno a ponoří se do horké vody, aby došlo k uzavření kůry a uhlazení povrchu (TEUBNER et al, 1998).

3.4.4.1 Čedar

Čedar má svůj původ v stejnojmenném městečku ve Velké Británii a je konzumován již od 12. století. V současnosti se řadí mezi nejvíce konzumovaný sýr ve světě. Bohužel, v dnešní době, se jen zřídka vyrábí tradičním způsobem v bandážích. Moderní technologií je výroba Čedarů zrajících ve foliích nebo ve vosku, často přibarvované annatem pro docílení oranžové barvy (CALLEC, 2003).

Dnes už se jen malé množství sýra vyrábí v kraji Cheddar, a dalších oblastech jihovýchodní Anglie. Sýr mívá tvar válce s hmotností až 27,5 kg a je ovázaný plátnem

pro zachování tvrdé, kvalitní, šedohnědé kůry. Sýry mohou zrát různou dobu, zpravidla 6 – 18 měsíců (RIDGWAY, 2001).

Rozlišujeme britský a americký čedar.

Britský Čedar bývá vyroben z kravského mléka. Jeho válcový tvar má hmotnost asi 27 kg. Obsah tuku je minimálně 48 % TVS, sušina nejméně 61 % a obsah vody maximálně 39 % (TEUBNER et al, 1998).

Americký Čedar se sice podobá britskému, ale je více voskový a méně se drobí. Obsah tuku v sušině je min. 50 % a sušina min. 61 %. Vyrábějí se s parafinovým povlakem. Existuje ve třech stupních zralosti: „mild“, kdy má sýr ještě jemné aroma, „medium“, který má dobře vyvinuté aroma a „aged“, což je sýr zrající déle jak 6 měsíců a jehož chuť i vůně je velmi výrazná (TEUBNER et al, 1998).

3.5 Vady sýrů

Sýry představují vhodné prostředí pro růst a množení nežádoucích mikroorganismů, které bývají nejčastějšími příčinami vzniku vad. Vady sýrů jsou také často způsobovány nedodržením technologického postupu, včetně sanitace nebo nevhodným způsobem skladování hotových sýrů. Vady se dělí na vnější a vnitřní (WALSTRA et al, 1999).

3.5.1 Vnější vady

Mezi vnější vady patří vady obalu, tvaru a povrchu sýra.

3.5.1.1 Vady obalu

Do této skupiny se řadí obaly porušené nebo znečištěné, nevhodně barevné, s nečitelným, nesprávným označením nebo bez označení a obaly nevhodně uzavřené (KOUŘIMSKÁ, 2008).

3.5.1.2 Vady tvaru

K těmto vadám nejčastěji dochází při nešetrné manipulaci se sýry, při nevhodném nakládání sýrů do solné lázně nebo při jejich neodpovídajícím skladování ve zracích sklepích (ŠUSTOVÁ et SÝKORA, 2013).

3.5.1.3 Vady povrchu

Povrch sýra musí mít pravidelný tvar odpovídající formě, ve které byl sýr formován, musí být celistvý a hladký. Na jeho povrchu se nachází pokožka, která se liší

v závislosti na druhu sýra: jemnější nebo tlustší. Tvorba pokožky je dána způsobem formování a solení sýra. Její barva musí být stejnoměrná bez barevných skvrn. Mikrobiální růst na kůře může nepříznivě ovlivnit kvalitu, zejména chuť a vzhled sýra. Jako ochrana před těmito vlivy jsou sýry baleny do ochranných obalů z parafinu, latexu nebo jiných účinných materiálů (WALSTRA et al, 1999).

Při nevhodném ukládání bochníku může docházet ke vzniku rozpukaného povrchu. Další vadou povrchu je bílá mazovitost kůry, která vzniká při nízké kyselosti mléka, nízké teplotě sýření či nevhodné dávce syřidla. Takovéto sýry mívají většinou silně slanou až ostrou chuť (JANŠTOVÁ et HOLEC, 2004).

V sýru typu Čedar lze často nalézt černé plísně: *Cladosporium cladosporioides*, *Mucor* spp. a *Rhizopus* spp. U sýrů holandského typu bývá velice rozšířený *Aspergillus versicolor*, dále se mohou vyskytovat plísně vytvářející zelené skvrny *Cladosporium herbarum* (McSWEENEY, 2007). Hnědavé zbarvení sýrů bývá způsobeno vysokými dávkami dusičnanů přidaných do mléka před sýřením. Hnědé skvrny mohou vznikat působením plísni *Penicillium casei* a *Penicillium bruneviolaceum* nebo vlivem delšího skladování sýrů ve vlhkém prostředí.

Roztékavost se projevuje ztrátou tvaru pod kůrou, která se odchlípuje, jádro však zůstává tuhé. K této vadě dochází při použití nakyslého mléka, nízké teplotě při sýření, nedostatečném solení nebo při vysoké teplotě zrání a skladování sýrů.

Rakovina kůry vyvolaná některými kvasinkami se projevuje vznikem měkkých bíle zbarvených míst, která se prohlubují směrem do jádra. Tuto vadu vyvolávají plísně *Proteus* spp., *Penicillium brevicante*, *Oospora caseovorns*. Rakovina kůry bývá znakem špatně větraných skladů (JANŠTOVÁ et HOLEC, 2004).

3.5.2 Vnitřní vady

Vnitřní vady se dělí na vady barvy, vady dírkování, struktury a konzistence těsta.

3.5.2.1 Vady barvy těsta

Barva těsta je druhově charakteristickou vlastností, je do značné míry ovlivněna stářím sýra a způsobem jeho zrání. Sýry Eidamského typu mají mít na řezu stejný barevný odstín, bez skvrn.

3.5.2.2 Vady konzistence, struktury a dírkování těsta

Tyto vady jsou u sýrů eidamského typu velmi časté a lze je rozdělit do dvou skupin.

a) Vady způsobené bakteriemi:

Časné duření vzniká při lisování nebo v solné lázni. Projevuje se v těstě jako síťovitost, kdy je těsto prostoupeno většími dutinami a má síťovitý charakter nebo jako hnidovitost, při níž má těsto velký počet malých a středně velkých dírek. Příčinou je silná tvorba plynu vyvolaná nejčastěji pomnožením koliformních bakterií *Escherichia coli* a *Aerobacter aerogenes*. Mezi možné příčiny vzniku patří špatná hygiena strojů a zařízení, kontaminace mléka po pasteraci nebo kontaminace startovacích kultur (McSWEENEY, 2007).

Pozdní duření je především problém sýrů s vysokodohřívanou sýřeninou. Příčinou jsou bakterie máselného kvašení (*Clostridium butyricum*, *Clostridium tyrobutyricum*), které jsou schopné kromě laktosy fermentovat i mléčnany (JANŠTOVÁ et HOLEC, 2004). Pozdní duření se může objevit i u sýrů s nízkodohřívanou sýřeninou, a to v případě, že dojde ke kontaminaci mléka heterofermentativní mikroorganismy (*Lactobacillus brevis* a *Lactobacillus fermentum*), které jsou schopné produkovat plyn. Plyn vzniká dokvašením zbytkové laktosy a galaktosy na oxid uhličitý (McSWEENEY, 2007).

b) Vady způsobené nesprávnou manipulací:

Výskyt těchto vad je závislý na velikosti zrna, jeho vytužení a na množství sýrového prachu. Sýrový prach vzniká při nešetrném míchání, kdy je sýrové zrno ještě křehké a hrozí jeho rozbití na jemné částičky, které nejsou zadrženy v sýřenině a zvyšují se tak ztráty do syrovátky (KADLEC et al, 2012).

Sýr s drobnými dírkami pod kůrou – při nedostatečném odstranění syrovátky.

Sýr s nestejně rozloženými oky – při špatném uspořádání lehkých a těžších zrn.

Syrovátkové hnízdo – uzavřením syrovátky uvnitř sýra vlivem silného zalisování na počátku, čímž vznikne silná kůra, která syrovátku uzavře.

Praskliny v sýru – při nešetrném zacházení se sýry při jejich ošetřování a přemísťování při kysání. Tyto sýry mají kromě normálních ok navíc praskliny.

Hnízdovitý sýr – při krátké době míchání před dohříváním nebo při krátké době dosoušení.

3.5.3 Vady chuti a vůně.

Jakostní sýr je takový sýr, jehož chuť a vůně plně odpovídají charakteru příslušného druhu. Tyto vady jsou v současnosti velmi časté, a to hlavně vlivem časnějšího vyskladnění k expedici, čímž se zkracuje doba zrání sýra a nemůže se tak vyvinout odpovídající aroma (ŠUSTOVÁ et SÝKORA, 2013).

3.5.3.1 Hořká chuť

Hořká chuť je spojena s proteolytickými procesy, kdy dochází ke tvorbě tzv. hořkých peptidů. Tato vada je způsobována činností peptonizujících bakterií např. *Bacillus cereus*, *Micrococcus casei*, *Bacillus brevis* (McSWEENEY, 2007).

3.5.3.2 Hnilobná chuť

Na vzniku této vady se většinou podílí sporotvorné bakterie (*Clostridium sporogenes*, *Clostridium putrificus* a další), *Escherichia coli* a *Enterobacter aerogenes*. Častou příčinou vzniku hnilobné chuti je nevyhovující mikrobiální kvalita mléka nebo sekundární kontaminace mléka či hotového sýra (CEMPÍRKOVÁ et al, 1997).

3.5.3.3 Mýdlová chuť

Příčinou vzniku mýdlové vůně a chuti je rozklad mléčného tuku na volné mastné kyseliny. Lipolýza během zrání v sýru typu Gouda je poměrně nízká. Mýdlová chuť se projevuje především u mladé až extra uleželé Goudy, u starších sýrů je potlačena vlivem intenzivního aroma, které je pro staré sýry typické (McSWEENEY, 2007).

3.5.3.4 Další vady chuti

Nakyslá až kyselá chuť může vznikat při dlouhé době kysání nebo použitím vyššího množství kyseliny. Žluklá chuť bývá způsobena nevhodným zákysem a často bývá problémem přezrálých sýrů. Stájová chuť vzniká při zpomalení průběhu fermentace. Dalšími vadami chuti jsou: zatuchlá, čpavá, kvasničná, ostrá, výrazněji slaná, prázdná nebo jinak cizí (WALSTRA et al, 1999).

3.6 Biogenní aminy v sýrech

Biogenní aminy (BA) v sýru vznikají dekarboxylací aminokyselin působením bakteriálních dekarboxyláz v průběhu zrání. Jejich obsah v sýru se značně liší v závislosti na délce zrání a složení mikroflóry. Mezi hlavní producenty BA patří

bakterie čeledi *Enterobacteriaceae*, dále *Clostridium*, *Lactobacillus*, *Klebsiella*, *Morganella* a *Hafnia* (McSWEENEY, 2007).

Při zrání sýrů jsou pro vznik BA limitujícími faktory teplota, pH a koncentrace soli. Vyšší teplota a hodnota pH při zrání vedou ke vzniku vyššího množství biogenních aminů v sýru. Vysoká koncentrace soli jejich tvorbu brzdí. Čím déle se sýr skladuje při vyšších teplotách, tím více BA obsahuje (JANŠTOVÁ et HOLEC, 2004).

Hlavní biogenní aminy zjišťované v sýrech jsou histamin, tyramin, tryptamin, putrescin, kadaverin a fenyletylamin v množství jednotek až stovek mg / kg sýra.

Biogenní aminy hrají důležitou roli v metabolických procesech u živých organismů. V případě vysokého příjmu BA potravou je organismus konzumenta nestačí degradovat přirozenými metabolickými procesy a dochází k intoxikaci BA.

Mezi toxické účinky histaminu patří kopřivka, různé záněty, nevolnost, zvracení, průjemy, břišní křeče, hypotenze (snížení krevního tlaku), ztráty citlivosti, návaly horka, bušení srdce a bolesti hlavy. Tyramin ovlivňuje krevní tlak (hypertenze), migrény, krvácení do mozku a selhání srdce (McSWEENEY, 2007).

Zdravý jedinec se však vlivu BA nemusí obávat. Mezi rizikové skupiny patří pacienti užívající antidepresiva, jejichž zdraví může být, v případě konzumace potravin s vysokým obsahem BA, vážně ohroženo. Další rizikovou skupinou jsou astmatici a malé děti (JANŠTOVÁ et HOLEC, 2004).

4 ZÁVĚR

Polotvrdé sýry mají na trhu dlouholetou tradici. Jejich konzumace má význam zejména z hlediska vysokého obsahu hodnotných bílkovin, které jsou nezbytné pro obnovu kostních, svalových, nervových a mozkových buněk. Významný je rovněž obsah vápníku a fosforu, které jsou důležité pro růst zubů, kostí a hojení po zlomeninách (DOSTÁLOVÁ et KADLEC, 2014).

Pro výrobu kvalitního sýra je nejdůležitější výběr mléka o vysoké kvalitě a mikrobiální čistotě. V České republice musí být veškeré mléko, které je určeno pro lidskou spotřebu, ošetřeno pasterací, čímž dochází ke zničení vegetativních forem patogenních mikroorganismů a usmrcení všech choroboplodných zárodků. Po pasteraci je mléko ochlazeno na teplotu sýření a po přidávku syřidel nastává koagulace. Vzniklá sraženina je rozkrájena na kousky, čímž se uvolňuje syrovátka a zvyšuje se tak obsah sušiny. Nezbytným krokem výroby holandských sýrů je dohřívání při teplotách 36 – 40 °C, kdy dochází k vytužení syrového zrna. Až je oddělení syrovátky dostatečné, nastává lisování, kterým se dosáhne dalšího snížení obsahu vody. Po lisování následuje solení, čímž se dosahuje lepší konzistence, dalšího odtoku syrovátky, zpevnění povrchu sýra a příznivého ovlivnění průběhu zrání. Nejdůležitějším krokem technologie je zrání, při kterém dochází působením mikrobiálních enzymů a enzymů syřidel k výrazným změnám, a to zejména v případě laktosy a mléčných bílkovin. Délka zrání je velmi variabilní (4 týdny – 4 roky), a čím je delší, tím je chuť sýra výraznější a jeho struktura tvrdší (KADLEC et al, 2012).

Vlivem nedodržení správného technologického postupu výroby sýra může docházet ke vzniku celé řady vad. Obecně se tyto vady dělí na vnitřní (vyskytující se na povrchu sýra), vady vnější (vady, které můžeme pozorovat v syrovém těstě) a vady chuti a vůně.

5 SEZNAM POUŽITÝCH ZRDOJŮ

BECKETT, Fiona a Richard JUNG. *O sýrech: správné uchování, podávání, recepty a párování s nápoji*. Praha: Slovart, 2013, 160 s. ISBN 978-80-7391-686-2.

CALLEC, Christian. *Encyklopedie sýrů*. Čestlice: Rebo Productions, 2003, 256 s. ISBN 80-7234-225-8.

CAMPBELL-PLATT, Geoffrey. *Food science and technology*. UK: Wiley-Blackwell, 2009, 508 s. ISBN 978-0-632-06421.

CEMPÍRKOVÁ, Růžena, Jindra LUKÁŠOVÁ a Šárka HEJLOVÁ. *Mikrobiologie potravin*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1997, 165 s. ISBN 80-7040-254-7.

CEMPÍRKOVÁ, Růžena, Eva SAMKOVÁ a Marcela VYLETĚLOVÁ. Celkový počet mikroorganismů. In: SAMKOVÁ, Eva. *Mléko: produkce a kvalita*. České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2012, 240 s. ISBN 978-80-7394-383-7.

DOSTÁLOVÁ, Jana a Pavel KADLEC. *Potravinářské zbožíznalství: technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing, 2014, 425 s. ISBN 978-80-7418-208-2.

EAGRI. CZ *Vyhláška č. 77 / 2003 sb.* [online]. 2003, [cit. 2015-03-04]. Dostupný z <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100112115.html>

FOSTER, Richard. *Cheese: types, nutrition and consumption*. New York: Nova Science Publishers, 2011, 320 s. ISBN 978-1-61209-828-9.

FOX, Patrick, Paul McSWEENEY, Timothy COGAN a Timothy GUINEE. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Third edition - Volume 1: General Aspects*. Amsterdam: London Elsevier, 2004a. 617s. ISBN 0-1226-3651-1.

FOX, Patrick, Paul McSWEENEY, Timothy COGAN a Timothy GUINEE. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Third edition – Volume 2: Major Cheese Groups*. Amsterdam: London Elsevier, 2004b. 577s. ISBN 0-12-263651-1.

HOLKO, Ivan. *Perspektivy výroby sýrů a hodnocení jejich jakosti*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2012. 73s. ISBN 978-80-7454-231-2.

IBURG, Anne. *Lexikon sýrů: výroba, původ, druhy, chuť*. Čestlice: Rebo Production CZ, 2004, 301 s. ISBN 80-7234-379-3.

JANŠTOVÁ, Bohumíra a Josef HOLEC. *Hygiena a technologie mléka a mléčných výrobků*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2004, 71 s. ISBN 80-7305-486-8.

JELEN, Pavel a Eva SAMKOVÁ. Laktóza. In: SAMKOVÁ, Eva. *Mléko: produkce a kvalita*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2012, 240 s. ISBN 978-80-7394-383-7.

KAVINA, Josef. *Zbožíznalství potravinářského zboží: pro 2. ročník středních odborných učilišť a integrovaných středních*. Praha: IQ 147, 1996, 261 s.

KADLEC, Pavel, Karel MELZOCH a Michal VOLDŘICH. *Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing, 2012, 569 s. ISBN 978-80-7418-145-0.

KOPÁČEK, Jiří. *Současný stav sýrařství ve světě a v České republice*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2012. ISBN 978-80-7080-838-2. Dostupné z: <http://tresen.vscht.cz/tmt/prehliedky/2012/sbornikCPS2012.pdf>

KOPÁČEK, Jiří. Světová mlékařská situace 2013. [online]. 2013 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: http://viamilkcz.cz/documents/mleko/Svetova_mlekarska_situace_2013.pdf

KOUŘIMSKÁ, Lenka. *Principy senzorické analýzy* [online]. 2008 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: http://www.uniconsulting.cz/download/ucebni-text/Zavadeni_novych_pdf. UČEBNÍ TEXTY PRO ŠKOLENÍ. Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů ČZU v Praze.

KRUNTORÁD, František. *Potravinářská revue* [online]. 2001 [cit. 2015-03-09]. ISSN 1801-9102. Dostupné z: <http://www.agral.cz/LinkClick.aspx?fileticket=6msZW54A%2BRs%3D&tabu=730&langure=cz-CZ>

LAW, Barry. *Technology of cheesemaking*. Sheffield: Sheffield Academic Press, 1999, 322 s. ISBN 0-8493-9744-8.

McSWEENEY, Paul. *Cheese problems solved*. Boca Raton: CRC Press, 2007, 402 s. ISBN 1-4200-4394-3.

MESSENS, Winy, Koen DEWETTINCK a André HUYGHEBAERT. *Transport of sodium chloride and water in Gouda cheese as affected by high-pressure brining* [online]. 1999 [cit. 2014-11-27]. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/S0958694699001260-main.pdf?_tid=11dc0b0a-788f-11e4-8a5f-00000aacb35e&achat=1417351840_eb28b5e5e3e266794f0ee07e411b6e8

MICHELSON, Patricia a Lisa LINDER. *Sýry: nejlepší ručně vyráběné sýry na světě: putování po celém světě za chutěmi a tradicemi ručně vyráběných sýrů*. Praha: Svojtka & Co., 2012, 304 s. ISBN 978-80-256-0729-9.

MICHLOVÁ, Tereza, Alena HEJTMÁNKOVÁ, Vladimír PIVEC, Hedvika DRAGOUNOVÁ, Kateřina HEJTMÁNKOVÁ a Ondřej ELICH. *Vliv pasterace a zamražení na obsah lipofilních vitaminů v mléce*, *Mlékařské listy*, 2012, ISSN 1212-950-135.

MOLKENTIN, Joachim., *The effect of cheese ripening on milkfat composition and the detection of fat from non-dairy origin* [online]. 2013 [cit. 2014-11-30]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958694613001556>

RIDGWAY, Judy. *Sýry: průvodce světem sýrů*. Praha: Fortuna Print 2001, 224 s. ISBN 80-86144-65-8.

SAMKOVÁ, Eva, Jiří ŠPIČKA a Oto HANUŠ. *Mléčný tuk*. In: SAMKOVÁ, Eva. *Mléko: produkce a kvalita*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2012, 240 s. ISBN 978-80-7394-383-7.

SAMKOVÁ, Eva a Táňa LUŽOVÁ. *Minerální látky*. In: SAMKOVÁ, Eva. *Mléko: produkce a kvalita*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2012, 240 s. ISBN 978-80-7394-383-7.

STEELE, James a Elmer MARTH. *Applied dairy microbiology*. New York: Marcel Dekker, 2001, 744 s. ISBN 978-0-8247-0536-7.

ŠUSTOVÁ, Květoslava a Vladimír SÝKORA. *Mlékárenské technologie*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013, 223 s. ISBN 978-80-7375-704-5.

ŠUSTOVÁ, Květoslava. Dusíkaté látky. In: SAMKOVÁ, Eva. *Mléko: produkce a kvalita*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2012, 240 s. ISBN 978-80-7394-383-7.

TAMINE, Adnan. *Structure of Dairy Products*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2007, 288 s. ISBN 978-1-4051-2975-6.

TEPLÝ, Miloš. *Výroba sýrů, kaseinů a kaseinátů: novinky v technice a technologii*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1985, 185 s.

TEUBNER, Christian, Heinrich MAIR-WALDBURG a Friedrich-Wilhelm EHLERT. *Sýry - velká encyklopedie*. Bratislava: Perfekt, 1998, 255 s. ISBN 80-8046-101-5.

VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin 1*. Tábor: OSSIS, 2009, 580 s. ISBN 978-80-86659-17-6.

WALSTRA, Pieter, Tom GEURTS a Jan WOUTERS. *Dairy technology: principles of milk properties and processes*. New York: Marcel Dekker, 1999, 727 s. ISBN 0-8247-0228-1.