

Biotechnologické procesy při výrobě tvrdých sýrů s vysokodohřívanou sýřeninou

Martina Šerá

Bakalářská práce
2008



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství

akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martina ŠERÁ**

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

Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Biotechnologické procesy při výrobě sýrů
s vysokodohřívanou sýřeninou.**

Zásady pro vypracování:

Práce literárního charakteru, literární rešerše.

1. Charakterizovat sýry s vysokodohřívanou sýřeninou (Primátor tj. ementál, moravský bochník) dle komoditní vyhlášky.
2. Popsat technologii výroby; odstředování, standardizaci, pasterace mléka, přísady do mléka před srážením tj. čisté zrací kultury, sýřidlo, vápenaté soli apod.
3. Popsat detailněji biochemické pochody při zrání vysokodohřívaných sýrů.
4. Popsat funkci a význam zracích kultur.
5. Zbožíznalecká charakteristika sýrů s vysokodohřívanou sýřeninou.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

ČESTMÍR OLŠANSKÝ, ING. VÁCLAV KNĚŽ, Výroba tvrdých sýrů eidamského a ementálského typu, Praha, 1971.

GOSTA BYLUND.SC. (Dairy Technol.), DAIRY Processing Handbook Introduction, S-221 86, Printed in 1995

ING.Dr. MILOŠ TEPLÝ A KOLEKTIV, Výroba sýrů, kaseinů a kaseinátů, Praha 1985, SNTL-Nakladatelství technické literatury

ANNE IBURG, Lexikon sýrů, 1.vydání 2004, ISBN-80-7234-379-3

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Jan Hrabě, Ph.D.

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

14. listopadu 2007

Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2008

Ve Zlíně dne 12. května 2008

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Tato práce je zaměřena na biotechnologii výroby ementálských sýrů a biochemické procesy, které probíhají v průběhu zrání.

V práci jsou publikovány poznatky o procesech jejich výroby z technologických knih a odborných článků.

Klíčová slova: ementál, sýřenina, zrání sýrů, biochemie

ABSTRACT

This work is sight on biotechnologii of production emmental cheeses and biochemical processes which proceed during ripening.

There are showed pieces of knowledges about actions of their production from technological books and articles.

Keywords: emmenthal, cheese curd, curing of cheeses, biochemistry

Zde bych chtěla poděkovat vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Janu Hraběti, Ph.D. za poskytnuté rady a pomoc, které mi pomohly vypracovat tuto práci. Dále patří mé poděkování celému kolektivu Ústavu potravinářského inženýrství a chemie za vytvoření výborných podmínek pro studium, rodině a přátelům za všestrannou pomoc při studiu.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala a uvedla v seznamu literatury všechny použité literární a odborné zdroje. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka.

Ve Zlíně

.....

Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 VÝSKYT OBLASTI SÝRŮ, JEJICH VÝŽIVOVÁ HODNOTA ROZDĚLENÍ SÝRŮ	10
1.1 OBLASTI VÝSKYTU	10
1.2 VÝŽIVOVÁ HODNOTA SÝRŮ	10
1.2.1 Základní schéma dělení sýrů	11
2 MLÉKO	12
2.1 SLOŽENÍ MLÉKA	12
2.1.1 Mléčné bílkoviny.....	12
2.1.2 Mléčný tuk.....	13
2.1.3 Laktosa	13
2.1.4 Enzymy.....	13
2.1.5 Vitaminy.....	13
2.2 MLÉKO JAKO SUROVINA PRO MLÉKÁRENSKÝ PRŮMYSL.....	14
2.2.1 Požadavky z hlediska výroby sýrů	14
2.2.2 Požadavky na jakost mléka z hlediska jeho chemického složení a fyzikálních vlastností.....	14
2.2.3 Požadavky na jakost mléka z hlediska jeho mikrobiální čistoty	15
2.3 MIKROBIÁLNÍ KULTURY	16
2.3.1 Hlavní sýrašské kultury při výrobě sýrů s vysoko-dohřívanou sýřeninou	17
2.3.1.1 Kultury termofilních mikroorganismů.....	17
2.3.1.2 Propionové kultury.....	17
2.3.1.3 Kvasinky	17
2.3.1.4 Směsné kultury.....	17
2.3.1.5 Koncentráty bakterií mléčného kvašení.....	18
2.4 ZJIŠŤOVÁNÍ VHODNOSTI MLÉKA K VÝROBĚ SÝRŮ	19
2.4.1 <i>Smyslové posuzování jakosti mléka</i>	20
2.4.2 <i>Zkouška na čistotu</i>	20
2.4.3 <i>Stanovení kyselosti mléka</i>	20
2.4.4 <i>Alizarinová zkouška</i>	20
3 TECHNOLOGICKÝ POSTUP PŘI VÝROBĚ SLADKÝCH SÝRŮ TYPU EMENTÁLSKÉHO	25
3.1 ÚPRAVA MLÉKA PŘED SÝŘENÍM	26
3.1.1 Ošetření mléka.....	26
3.1.1.1 Pasterace	27
3.1.1.2 Termizace.....	27
3.1.1.3 Baktofugace	27
3.1.1.4 Standardizace	28
3.1.1.5 Homogenizace.....	28

3.1.1.6	Úprava teploty mléka před sýřením	28
3.1.1.7	Přídavné látky	28
3.1.1.8	Přídavek čistých mlékářenských kultur	30
3.2	Sýření mléka	30
3.2.1	Syřidlo	31
3.2.1.1	Činitelé působící na rychlost srážení mléka a jakost sýřeniny	32
3.2.1.2	Pracovní postup při sýření	33
3.3	ZPRACOVÁNÍ SÝŘENINY	33
3.3.1	Zpracování sýřeniny na zmo	33
3.3.2	Krájení sýřeniny	34
3.3.3	Drobení	34
3.3.4	Přihřívání (dohřívání) sýřeniny	35
3.3.5	Dosoušení	35
3.3.6	Formování	35
3.3.7	Lisování	36
3.3.8	Solení	36
3.3.8.1	Způsoby solení :	37
3.3.8.2	Činitelé ovlivňující průběh solení:	37
3.3.8.3	Fyzikálně chemické pochody při solení	38
3.4	BIOCHEMICKÉ PROCESY PŘI ZRÁNÍ SÝRŮ	39
3.4.1	Zrání sýrů	42
3.4.2	Ztráty zráním	42
3.5	BALENÍ SÝRŮ	43
3.6	EMENTÁL – STŘEDNÍ ŠVÝCARSKO	43
4	MORAVSKÝ BOCHNÍK A PRIMÁTOR	45
4.1	MORAVSKÝ BOCHNÍK	45
4.1.1	Výrobní postup	45
4.2	PRIMÁTOR	45
4.2.1	Výrobní postup	46
	ZÁVĚR	48
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	49
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	51
	SEZNAM OBRÁZKŮ	52
	SEZNAM TABULEK	53

ÚVOD

Bakalářská práce je zaměřena na výrobu tvrdých vysoko-dohříváných sýrů typu ementálského. Je v ní popsána technologie výroby a procesy, které při ní probíhají.

Každá doba má své zvyky. Ta dnešní, moderní, plně využívá potravin, jejichž příprava je snadná a rychlá. Mezi potravinové výrobky, které u spotřebitelů získaly oblibu můžeme zařadit mléko a mléčné výrobky – převážně tedy sýry.

Ementálské sýry patřící do skupiny přírodních sýrů jsou řazeny podle obsahu sušiny mezi tvrdé. Jejich důležitým znakem je tvorba ok v těstě.

Tyto sýry mají původ a domov ve Švýcarsku a byly vyráběny již v 15. století na salaších u údolí řeky Emme, po které byly pojmenovány. Do této skupiny patří dále Moravský bochník, který vznikl na Moravě a Primátor.

Tvrdé sýry jsou potravinou výslovně bílkovinnou a mohou nahradit maso a vejce. Obsahují esenciální aminokyseliny, které si organismus nedovede syntetizovat. Význam ementálských sýrů je dán také v jejich tučnosti, avšak nesmíme zapomínat na riziko vzniku obezity a stou souvisejících onemocnění, při příliš velké konzumaci. Jejich obsah vitaminů, vápenatých solí a jemné rozptýlení bílkovin umožňuje lehkou stravitelnost.

Obsahují další významné složky především Ca, P, vit. A, D, B₂, B₁₂, bez kterých se člověk nemůže obejít.

Tyto potraviny mají obvykle příjemně sladkou a jinak výraznou chuť.

Sýry je možno vedle přímé konzumace vhodně a rychle mnoha způsoby upravovat. Při jejich úpravě nesmíme zapomínat na jejich specifické vlastnosti které mají.

Cílem mé práce je seznámit Vás s výrobou vysokodohříváných sýrů typu ementálského. Dále popsat jejich charakteristické vlastnosti, složení, výrobu a procesy, které při ní probíhají.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝSKYT OBLASTI SÝRŮ, JEJICH VÝŽIVOVÁ HODNOTA ROZDĚLENÍ SÝRŮ

1.1 Oblasti výskytu

Sýr patří do velmi rozmanité skupiny mléčných produktů produkovaných hlavně v Evropě, severní a Jižní Americe, v Austrálii a Novém Zélandu a v menším rozsahu na severu Afriky a středním východu, mající původu během zemědělské americké revoluce, před 6000-8000 lety. Produkce a spotřeba sýrů, která se široce mění mezi zeměmi a regiony, je vzrůstající v tradičních produkujících zemích a rozšiřuje se do nových oblastí. Na globální stupnici se užívá 30 % veškerého mléka na výrobu sýrů, vzájemný poměr je kolem 40 % v Severní Americe a kolem 50 % v Evropské unii. [1]

1.2 Výživová hodnota sýrů

Z výživového hlediska nám sýr poskytuje cenné (plnohodnotné) bílkoviny, vápník a vitaminy B₁₂. Většina lidí získává vitamin B₁₂ z masa, ale pro vegetariány je z tohoto hlediska sýr velice důležitý. Velké množství vápníku, které sýr obsahuje může snižovat riziko vzniku osteoporosy. Sýr také do určité míry chrání zuby před cukry v potravě. [2]

Člověk by měl denně přijmout průměrně 0,8 – 1 g Ca, těhotná žena 1,5 g a kojící matka až 2 g. [3]

Dostavuje se uklidňující a tlumící efekt – a to fyzicky i psychicky. Ten je dán chemickými procesy při trávení, zejména vlivem tuku, a také proto, že mléko má přirozeně nízký obsah elektromagnetické (vitální energie). [4]

Klady sýrů

- dobrý zdroj bílkovin, bohatý na vápník
- pro vegetariány dobrý zdroj vitamínu B₁₂
- pravděpodobně zvyšuje odolnost vůči zubnímu kazu

Zápory sýrů

- u některých lidí může vyvolávat migrénu a jiné alergické reakce
- některé sýry mají vysoký obsah nasycených tuků a kalorií. [2]

1.2.1 Základní schéma dělení sýrů

Tab.1

přírodní	kyselé		
	sladké	měkké	čerstvé termizované
			zrající
		polotvrdé	s vytuženou sýřeninou lisované
		tvrdé	s nízko dohřívanou sýřeninou s vysoko dohřívanou sýřeninou s mletou sýřeninou speciální
		plísňové	s plísní na povrchu s plísní uvnitř kombinované
	bílé	nelisované lisované	
	Podle způsobu balení	v hliníkové folii nezatavené v hliníkové folii zatavené v tuhých plastových obalech v plechových obalech	
		V jiných obalech tuby plastová střívka salámy plátky	

2 MLÉKO

Mlékem se nazývá tekutý sekret mléčné žlázy savců. Sekrety mléčné žlázy se dělí na dvě skupiny – mléka nezralá a mléka zralá. *Nezralé mléko*, neboli mlezivo je vylučováno mléčnou žlázou na konci gravidity před porodem (předběžné mlezivo) a hned po porodu (mlezivo pravé). Mlezivo není využíváno k průmyslovému zpracování. Přechod mleziva v mléko zralé trvá průměrně 7 – 10 dní po porodu. [6]

Zralá mléka jednotlivých zvířat můžeme rozdělit podle převládajícího druhu obsažené bílkoviny do dvou velkých skupin, které se od sebe liší také fyzikálními vlastnostmi.

1. Mléka *albuminová* – která poskytují masožravci, všežravci a ti býložravci s jednoduchým žaludkem (např. mléko opičí, psí, kobyly, velrybí a také mateřské)
2. Mléka *kaseinová* – která produkují býložravci se složitým žaludkem. (především mléko kravské, ovčí, kozí, buvolí, sobí atd.) [7]

2.1 Složení mléka

2.1.1 Mléčné bílkoviny

Existují dva hlavní typy mléčných bílkovin: kasein a bílkoviny syrovátky. Kasein je srážen kyselinou mléčnou, která vzniká z mléčného cukru činností přidaného zákysu, nebo syřidlem, které kasein mění na sýřeninu (parakasein). Při výrobě většiny sýrů převažuje srážení syřidlem, které je podpořeno mléčnými bakteriemi. Bílkoviny syrovátky zůstávají po oddělení sraženiny v roztoku- v syrovátce. [8]

2.1.2 Mléčný tuk

V mléce se vyskytuje ve formě tukových kuliček různých velikostí. Je vedle bílkovin nejdůležitější složkou, která ovlivňuje výslednou podobu sýra- spoluurčuje jeho vůni, chuť i strukturu. Sýry vyráběné z plnotučného mléka mají mnohem jemnější a plnější chuť a měkčí konzistenci než s nízkým obsahem tuku.

2.1.3 Laktosa

Neboli mléčný cukr je zdrojem energie pro bakterie mléčného kvašení, které přitom laktosu mění na kyselinu mléčnou. K tomuto účelu se používá jen malá část laktosy. Větší část se odvádí společně se syrovátkou.

2.1.4 Enzymy

Jsou bílkoviny, které jsou odpovědné za rychlost určitých organických reakcí např. za kvašení nebo trávení. V mléce je přítomno několik enzymů, které jsou jeho přirozenou součástí, řadu enzymů vytvářejí také mikroorganismy, které se do mléka dostanou po nadojení nebo které jsou do mléka přidány. Enzymy lipasa, proteasa a laktasa rozkládají tuk, bílkoviny a laktosu na různé složky. Také syřidlo je ve své podstatě enzym, který je nezbytný pro výrobu sýrů. Zmíněné enzymy jsou během procesu zrání odpovědné za přeměnu tuku, kaseinu a cukrů na vonné a chuťové složky.

2.1.5 Vitaminy

Mléko je bohaté na vitaminy, z vitamínů rozpustných ve vodě obsahuje velké množství vitamínu B₂, ale i dalších vitamínů B-komplexu, vitamínu C obsahuje málo. Obsah vitamínů rozpustných v tuku (vitaminy A, D, E a K) závisí na obsahu tuku v sýru. Tyto vitaminy rovněž hrají během procesu zrání roli katalyzátoru.

Mléko obsahuje také malé množství solí (např. vápník, hořčík, fosfor) a stopových prvků (mezi jinými zinek, jod, železo). Tyto látky pocházejí především z potravy zvířat. U stopových prvků platí, že čím více je jich v půdě a v krmení, tím více jich bude obsaženo v mléce. U vápníku, fosforu a dalších prvků je obsah v mléce poměrně stálý. [8]

2.2 Mléko jako surovina pro mlékárenský průmysl

Jakost kravského mléka je určena celkovým chemickým složením mléka a jeho fyzikálními, mikrobiálními a hygienickými vlastnostmi.

Podle způsobu zpracování a zužitkování se mění i význam těchto vlastností.

Všeobecně platnými znaky určujícími jakost mléka jsou:

1. Obsah jednotlivých součástí mléka, zvláště tuku a kaseinu, musí být vysoký.
2. Mléko musí být zdravotně nezávadné, tj. musí pocházet ze zdravých dojnic.
3. Mléko nesmí být při dojení a po nadojení mechanicky znečištěno, tj. musí se získávat čistě.
4. Počet mikrobiálních zárodků musí být co nejnižší.
5. Mléko nesmí obsahovat látky, které nepříznivě ovlivňují chuť a vůni vyráběných výrobků. [7]

2.2.1 Požadavky z hlediska výroby sýrů

Požadavky na jakost mléka jakožto suroviny pro výrobu sýrů jsou totožné s požadavky na konzumní mléko, jsou pouze doplněné dalšími důležitými znaky, které rozhodují o vhodnosti mléka k výrobě jednotlivých druhů sýrů.

Je to tzv. *syřitelnost mléka* tj. schopnost mléka k sýření a vytváření pevné sýřeniny a tzv. *kvasnost mléka* - tj. schopnost mléka být vhodným prostředím pro rozmnožování a činnost užitečných mikroorganismů, především bakterií mléčného kvašení a to jak v mléce, tak i v čerstvé sýřenině. [7]

2.2.2 Požadavky na jakost mléka z hlediska jeho chemického složení a fyzikálních vlastností

Složení mléka není konstantní a mění se v průběhu laktační doby a místa produkce i u zdravých a dobře živených dojnic. Největší změny nastávají v obsahu tuku a bílkovin a nejmenší u cukrů a popelovin.

Při výrobě sýrů nás nejvíce zajímá obsah bílkovin, především obsah *kaseinu*, neboť na jeho obsahu a na tučnosti zpracovaného mléka je závislá výtěžnost, tj. množství sýrů vyrobe-

ných ze 100 l mléka. Čím je vyšší obsah bílkovin, tím méně mléka se spotřebuje k výrobě 1 kg sýra. [7]

Kromě tuku a bílkovin největší význam pro výrobu sýrů mají *rozpuštěné soli vápenaté*, mající příznivý vliv na syřitelnost mléka a vlastnosti sýřeniny a *celkový obsah vápníku*, důležitý pro vazbu kyseliny mléčné během technologického postupu. Tím se zajišťuje výroba především tvrdých sýrů typu ementálského. Další vliv na obsah Ca v mléce má také krmivo a obsah Ca v krmivu závisí na složení půdy.

Na *chemické složení* má nepříznivý vliv dále zdravotní stav dojnice a nevhodné krmení.

Fyzikální vlastnosti mléka těsně souvisí s jeho složením, tudíž především krmivo, zdravotní stav dojnice pozměňují složení mléka a mění jeho fyzikální vlastnosti (hustota, táhlovitost atd.) [9]

2.2.3 Požadavky na jakost mléka z hlediska jeho mikrobiální čistoty

O jakosti a vhodnosti mléka k výrobě jednotlivých druhů sýrů, a to speciálně tvrdých sýrů ementálského a eidamského typu, je nutno rozhodovat o počtu přítomných mikroorganismů, a především o jejich druhu. U čerstvě nadojeného mléka se nemá vyskytovat více než 10 000 mikrobů v 1 ml a také žádné bakterie hnilobné, máselného kvašení (sporotvorné), plynotvorné, ani vysoký počet psychrofilních mikrokoků. Největším nepřítelem výroby tvrdých sýrů jsou sporotvorné bakterie máselného kvašení a ostatní sporotvorné bakterie, neboť mohou způsobit velké škody na jejich jakosti a znemožňují zpracování takových sýrů na jakostní tavené sýry a sýrové konzervy.

Nepříznivě může působit především krmivo a někdy také hnojení. Zvláštní pozornost je nutno věnovat jakosti zkrmované siláže. U nesprávně připravené siláže, po proběhnutí správného mléčného kysání, lze sledovat značný obsah bakterií máselného kvašení, které je příčinou následného duření tvrdých sýrů. *O kyselosti* mléka, jeho trvanlivosti a dalších vlastnostech rozhoduje počet mikrobů v mléce a možnost jejich dalšího rozmnožování.

Vhodnou surovinou, kterou lze dodávat do sýrárny pro výrobu tvrdých sýrů je sladké mléko s nezměněnou kyselostí, resp. mléko, u kterého nebyla kyselost překročena přes

7,5°SH. [9]

Požadavky na jakost mléka však nejsou stejné pro všechny druhy sýrů. Nejvyšší požadavky z hlediska mikrobiální čistoty a obsahu vápna mají sýry tvrdé, zvláště typy ementálského, dále pak sýry plísňové a sýry měkké a čerstvé. Proto také jsou kladeny nejvyšší nároky požadavky na jakost mléka používaných pro výrobu sýrů tvrdých a plísňových. [7]

2.3 Mikrobiální kultury

Jde o vybrané druhy mikroorganismů, které jsou přidávány do mléka před zasýřením nebo až v určitých fázích výrobního procesu. Mikrobiální kultury mají nenahraditelnou funkci při výrobě sýrů, neboť činností svých enzymů jsou měněny složky mléka, je usměrněn průběh zrání sýrů a jsou tak ovlivněny jejich typické organoleptické vlastnosti, kterými jsou vzhled, konzistence, chuť a vůně.

Používané kultury musí vždy být biologicky aktivní, nekontaminovány jinými mikroorganismy, nezamořeny bakteriofágy a musí být používány ve správném množství a v patřičné době, k vyvolání biochemických změn, které jsou od nich očekávány. [10]

Tři vlastnosti základních kultur jsou hlavním významem v sýrařství:

1. schopnost produkovat kyselinu mléčnou
2. schopnost rozložit protein
3. schopnost produkovat CO₂

V sýrařství jsou užívány dva hlavní typy kultur:

- mezofilní kultury s teplotním optimem mezi 20 – 40°C
- termofilní kultury, které vystoupí k 45°C

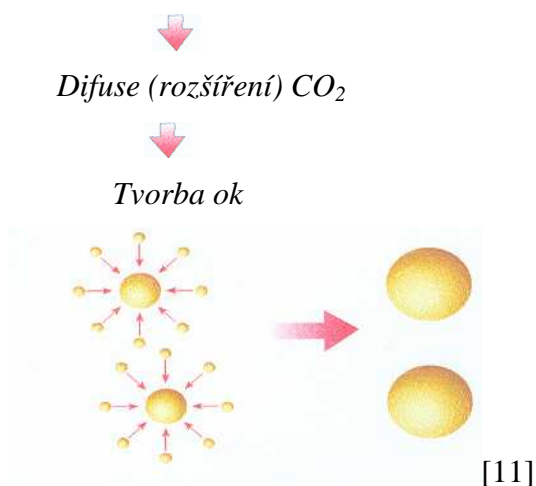
Nejčastěji používané kultury jsou mixovány s druhovými kulturami, ve kterých dva nebo více druhů mezofilních a termofilních bakterií vegetují v symbióse. Tyto kultury neprodukují pouze kyselinu mléčnou, ale také složky aroma a CO₂. Oxid uhličitý je důležitý pro vytvoření dutin v kulatých sýrech s oky a zrnitých typech sýrů. Příkladem: (Gouda, Tylsiter- mezofilní kultury, Emmental, Gruyer – termofilní kultury). [11]

Obr.1: Vývin plynu a ok v sýru

Tvorba CO₂



Nasycení sraženého mléka CO₂



2.3.1 Hlavní sýrařské kultury při výrobě sýrů s vysoko-dohřívanou sýřeninou

2.3.1.1 Kultury termofilních mikroorganismů

Jsou to laktobacily : *Lactobacillus helveticus*, *acidophilus*, *lactis*, které jsou často v kombinaci se streptokoky, např. *Lbc. helveticus* a *Str. thermophilus* v poměru 1:1.

Při výrobě sýrů ementálského typu jsou přidávány v množství 0,05-0,1% .

2.3.1.2 Propionové kultury

Využívají produkty mléčného kvašení laktosy, hlavně kyselinu mléčnou ke tvorbě kyseliny propionové, octové a CO₂, nejaktivněji jsou proječovány při pH nad 5,2. Jsou používány při výrobě sýrů ementálského typu, v nichž vyvolávají tvorbu pravých ok a podílejí se na chuťových vlastnostech. Nejvýznamnějšími jsou *Propionibacterium shermanii* a *freudenreichii*. [10]

2.3.1.3 Kvasinky

Jsou uplatňovány při výrobě a zrání sýrů jen v malé míře. *Candida Krusei* (*Mycoderma casei*) bývá součástí kultur pro tvrdé sýry a symbioticky podporuje rozvoj tyčinkovitých bakterií mléčného kysání. [12]

2.3.1.4 Směsné kultury

Například ementálská, eidamská, čedarová a jiné – jejich složení je soustavně zlepšováno a rozšiřováno, kdy cílem je urychlit a zdokonalit kysání a zrání sýrů.

2.3.1.5 Koncentráty bakterií mléčného kvašení

Jsou při výrobě sýrů stále více uplatňovány. Jsou dodávány ve zmrazeném nebo sušeném stavu (rozprašováním nebo lyofilizací). Jejich složení je voleno podle druhu vyráběného sýra. [10]

Podmínky pro úspěšnou výrobu a zrání sýrů:

- přítomnost potřebných druhů užitečných mikroorganismů v sýru
- dostatečný počet mikroorganismů
- působení a uplatnění se včas [12]

2.3.1.5.1 Vady sýrů mikrobiálního původu

Duření sýrů - původcem vady jsou bakterie rodů *Escherichia* a *Enterobacter*, vyvolávající heterofermentativní mléčné kvašení. Vada se projevuje ihned po výrobě sýrů. Čelné plochy sýra jsou poté vyduté, za tvorby četných, velkých dutin v těstě, chuť sýra bývá mdlá až hnilobně nasládlá s nepříjemným pachem sýru. Duření sýra je důkazem nedostatečné pasterace nebo dodatečné rekontaminace.

Dodatečné nadouvání sýrů – vadu vyvolávají sporotvorné bakterie rodu *Clostridium*, a nejčastěji zastoupené druhy jsou *Clostridium butyricum* a *tyrobutyricum*, které způsobují máselné kvašení. Vada se objevuje u tvrdých sýrů 10 – 60 dnů po výrobě, s tvorbou velkých od sebe oddělených dutin s tenkou blankou. Konzistence sýra bývá tuhá, chuť mdlá a sýry nepříjemně páchnou.

Rezavě zbarvené skvrny v těstě - jsou způsobeny druhy *Propionibacterium*, které produkují pigmenty.

Bílá hniloba – objevuje se v těstě sýrů v podobě malých nebo velkých bílých skvrn za 2 – 3 měsíce po výrobě. Vadná místa jsou měkká s nepříjemným pachem. Původcem této vady je *Clostridium sporogenes*, který se do mléka dostává z půdy, vody a výkalů. Vznik vady podporuje nižší obsah kyseliny mléčné v sýrech, který bývá způsoben např. silným odkapáváním syrovátky.

Šedohnědé skvrny – objevují se u tvrdých sýrů v pozdějším stadiu zrání. Nejdříve se tvoří pod kůrou a později postupují dovnitř těsta. Jde o pouhou vadu vzhledu, kdy původcem jsou kvasinky s proteolytickou činností za současné tvorby barevných sloučenin.

Roztékání sýrů - vady tvrdých a měkkých sýrů vyvolaná bakteriemi proteolytickou aktivitou- zejména zástupci rodu *Bacillus*, např. *Bacillus cereus* var. *Mycooides*. Vznik vady podporuje hlavně vyšší teplota a slabší solení.

Moučné povlaky – vada hlavně tvrdých sýrů a vzniká většinou v kvasném sklepeč. Nejdříve se vytvoří bělavý povlak na povrchu a později získává kůra pod tímto povlakem červeno-hnědou barvu. Sýr je nepříjemně páchnoucí. Vadu vyvolává plíseň *Scopulariopsis brevicaulis*, za tvorby hnědého barviva, amoniaku a diethylarsenu, který páchne po česneku.

Suchá hniloba – vzniká na povrchu tvrdých sýrů a později proniká dovnitř sýra. Původcem je *Oospora caseovorans*. Vada se potlačuje potíráním postižených míst solí.

Rakovina kůry – vyskytuje se na povrchu tvrdých sýrů. Na postižených místech se tvoří měkká místa, která se postupně rozšiřují dovnitř. Tuto vadu vyvolává *Scopulariopsis brevicaulis* s pozdějším zásahem bakterií rodu *Proteus*.

Tmavohnědý a černý povlak – vyskytuje se na tvrdých sýrech a vadu způsobuje nejčastěji *Torula dematia*. Při výskytu je nutno provést důkladnou desinfekci zracích sklepů.

Plesnivění sýrů – vada se projevuje porosty různých nežádoucích plísní na povrchu měkkých a tvrdých sýrů. Vada vzhledu je doprovázena změnami chuti a vůně a dochází k ní při nedostatečném ošetřování sýrů.

Hořká chuť sýrů – vzniká činností proteolytických mikroorganismů, které štěpí bílkoviny za vzniku nežádoucích dusíkatých sloučenin. Původcem vady mohou být některé mikrokoky, zástupci rodu *Bacillus* a nepravé kvasinky, např. *Torulopsis amara* a z plísní *Dematium casei*.

Hnilobná chuť – vada vzniká u měkkých i tvrdých sýrů nežádoucím rozkladem bílkovin. Jde o hluboký rozkladný proces, který je vyvolán druhem *Clostridium sporogenes* i některými zástupci rodu *Escherichia* a *Enterobacter*. [13]

2.4 Zjišťování vhodnosti mléka k výrobě sýrů

Jakost a vhodnost mléka k výrobě sýrů se zjišťuje smyslovým posouzením vzhledu, barvy, chuti a vůně mléka, dále chemickými a mikrobiologickými laboratorními zkouškami. Při tom se sleduje především chuť, vůně a charakter mléka, jeho kyselost, bakteriologická čistota, syřitelnost a kvasnost, zároveň se zjišťuje chemické složení mléka.

2.4.1 Smyslové posuzování jakosti mléka

Smyslově se posuzuje chuť, vůně a vzhled (barva) mléka, kdy lze podle zjištěných změn určit četné vady mléka, které není možno zjistit ani speciálními laboratorními zkouškami (mléko hořké, mýdlovité, žluklé, kovové, táhlovité apod.). Syrové mléko při výběru se chuťově neposuzuje, tudíž je nutno provést chuťové hodnocení u zpracovaného mléka pasterovaného před přidáním kultur a zasyřením.

2.4.2 Zkouška na čistotu

Znečištěné mléko je závadné nejen z estetického hlediska, ale také vysokým obsahem počtu technicky škodlivých mikrobů, jakož i choroboplodných mikrobů. Zjištěné nečistoty v mléce jsou ukazatelem toho, jak byla zajištěna čistota při získávání mléka. Výsledky zkoušek se musí rychle zaslat výrobcí mléka, pro rychlé učinění nápravy.

2.4.3 Stanovení kyselosti mléka

Podle dnešních předpisů nesmí mléko při převzetí ve sběrně nebo v mléčnici vykazovat vyšší kyselost než 8°SH. Při převzetí se k rychlému stanovení stupně kyselosti používá indikátorových papírků.

2.4.4 Alizarinová zkouška

Poskytuje dobré výsledky při nedostatku indikátorových papírků. U mléka určeného k zpracování na sýry by měla být při přejímce vždy provedena, poněvadž kromě kyselosti umožňuje zjistit abnormální mléka a mléka od nemocných dojnic. Vhodné mléko k sýření dává bílá až vínově červené zbarvení, mléko od nemocných dojnic (tzv. alkalické mléko) a neutralizované mléko (přídavek sody apod.) dává zbarvení fialové. Zahuštěná mléka (v bouřkovém období) se sladce syřidlově srážejí. Taková mléka jsou k sýření zcela nevhodná a jsou pak příčinou značných závad ve výrobě.

K přesnému měření kyselosti se používá titrační metody, kyselost mléka se udává v Soxhlet-Henkelových stupních (°SH), nebo se vyjadřuje v hodnotách pH, které udávají aktivní čili skutečnou kyselost mléka. [12]

Kyselost mléka

Tab.2:

Mléko	°SH	pH
Čerstvé mléko má kyselost	6,5-7,5 (6-8,5)	6,4 – 6,8
Mléko se sráží za varu při	12	5,89
Mléko se sráží samovolně při 20°C při	30	4,20
Kyselé mléko má kyselost až	45	3,70

[12, 24]

Při zjišťování vhodnosti mléka z hlediska bakteriální čistoty se používá několik metod:

1. Reduktázová zkouška

Do sterilní zkumavky s ryskou, která označuje 20,5 ml, se pipetou napustí 0,5 ml roztoku methylenové modři (základní roztok : 5 ml nasyceného alkoholického roztoku methylenové modři se zředí 195 ml vody) a při určování jakosti přijímaného mléka v příjmu mlékárny nebo přímo v mléčnici, se do zkumavky odebere 20 ml mléka a doplní po rysku. Poté se zkumavky uloží do termostatu nebo do vodní lázně vyhřáté na 37°C a pozoruje se postup odbarvení. Podle doby odbarvení se mléko zařazuje do jakostní třídy.

Podle ČSN 57 0101 se podle doby odbarvení methylenové modři posuzuje stupeň mikrobiálního znečištění takto :

Tab.3:

Doba odbarvení methylenové modři	Pravděpodobný počet zárodků v 1 ml mléka	Jakost mléka	Stupeň
po 4 hodinách	méně než 100 000	výborná	I.
od 2 – 4 hod.	100 000 – 1 mil.	dobrá	II.
od 1 – 2 hod.	1 mil. – 7 mil.	méně vhodná	III.
od 20 min. do 1 hod.	7 mil. – 20 mil.	nevhodná	IV.
do 20 minut	Více než 20 mil.	závadná	V.

[9]

Při hodnocení a placení mléka podle jakosti se zařazují mléka do tří jakostních skupin:

Tab. 4:

I. třída	nad 4 hodiny	do 100 000 zárodků v 1 ml mléka
II. třída	od 4 do 1 hodiny	od 100 000 do 7 000 000
III. třída	pod 1 hodinu	nad 7 000 000

[9]

Při výrobě tvrdých sýrů je možno využívat jen mléka I. a II. třídy. Při výskytu mléka III. třídy, hodnocené stupněm IV. a V. (podle normy), je nutno informovat výrobce mléka, pro kontrolu čistoty při dojení a ošetřování mléka při nadojení s nutností věnovat pozornost chlazení mléka ihned po nadojení. [9]

2. Resazurinová zkouška

Do 10 ml mléka ve sterilní zkumavce se přidá 1 ml 0,1 % roztoku resazurinu. Zkumavky s mlékem se vloží do termostatu, kde se inkubují při teplotě 37°C po dobu 60 minut (v létě) a 90 minut (v zimě). Po přidavku resazurinu mléko zmodrá. Je-li mléko mikrobiálně čisté, tak se modrá barva během inkubace nezmění. Zbarví-li se červeně až červeno- růžově , zařazuje se do II. jakostní třídy a zbarví-li se světle růžově, nebo se úplně odbarví, je mléko mikrobiálně velmi znečištěné a je nevhodné k výrobě tvrdých sýrů.

3. Kvasná zkouška

Při hodnocení vhodnosti mléka k výrobě tvrdých sýrů je rozhodujícím vedle počtu mikrobů jejich druh, a to především přítomnost plynotvorných a anaerobních sporotvorných mikrobů (bakterií máselného kvašení). Kvasná zkouška je pokračováním zkoušky reduktázové nebo resazurinové. Vzorky s mlékem se po vyhodnocení reduktázové nebo resazurinové zkoušky dále kultivují při teplotě 37°C do 24 hodin. Poté se hodnotí vzhled sraženiny. Podle vzhledu sraženiny se posuzuje jakost mléka a jeho vhodnost pro výrobu tvrdých sýrů. [9, 24]

Podle ČSN 57 0101 se uvádí celkem pět stupňů se slovním popisem závadností:

Tab.5:

Označení	Jakost mléka	Stupeň	Pravděpodobná charakteristika mikroflory
Sr 1	výborná	I.	převážně bakterie mléčného kysání
Sr 2	dobrá	II.	velmi slabá infekce plynotvornými mikroby
Sr 3	méně vhodná	III.	větší reinfekce plynotvornými mikroby
Pe 1	dobrá	II.	slabá reinfekce peptonizujícími mikroby
Pe 2	méně vhodná	III.	větší reinfekce peptonizačními mikroby
Pe 3	nevhodná	IV.	silná reinfekce peptonizačními mikroby
Kz 1	méně vhodná	III.	slabá reinfekce plynotvornými a peptonizačními mikroby
Kz 2	nevhodná	IV.	značná reinfekce plynotvornými a peptonizačními mikroby
Kz 3	závadná	V.	velmi silná reinfekce plynotvornými a peptonizačními mikroby
Duř 1	nevhodná	IV.	Silná reinfekce plynotvornými mikroby
Duř 2	závadná	V.	dtto + bakterie máselného kvašení
Duř 3	závadná	V.	velmi silná reinfekce plynotvornými mikroby + bakterie máselného kvašení

Výsledky kvasné zkoušky podávají orientační obraz o vhodnosti mléka k výrobě sýrů, především tvrdých (eidamských a ementálských). Mléka zařazená do III. třídy se silnou peptonizací, silnou reinfekcí plynotvornými bakteriemi a duření se nesmí na tvrdé sýry zpracovávat.

4. Zjišťování syřitelnosti mléka

Do zkumavky s ryskou, která označuje 20 ml, se odebere přímo ze zkoušeného mléka 20 ml mléka, vytemperuje ve vodní lázni na 38°C a přidá 1 ml syřidla o síle (*)1 : 400 a mléko se ponechá ve vodní lázni při 38°C až do sražení. Doba sražení se stanoví stopkami a udává se ve vteřinách.

Tab.6:

	Hodnocení syřitelnosti	Doba srážení (vteřiny)	Vhodnost mléka k výrobě sýrů
1.	mléko s dobrou syřitelností	110 – 140	výborná
2.	mléko s méně dobrou syřitelností	140 - 200	méně vhodná
3.	mléko s nevhodnou syřitelností	přes 200	nevhodné

[9, 24]

(*) *síla syřidla* - vyjadřuje srážecí mohutnost mléka, podle Soxhleta je to počet mililitrů mléka teplého 35°C, které srazí 1 ml nebo 1 g syřidla za 40 minut. [7]

5. Reduktázokvasná zkouška a reduktázosyřidlově kvasná zkouška

Zahrnuje spojení reduktázové zkoušky s uvedenými kvasnými zkouškami, zároveň zjišťuje počet zárodků, jejich druh, kvasnost mléka i jeho syřitelnost. [12]

3 TECHNOLOGICKÝ POSTUP PŘI VÝROBĚ SLADKÝCH SÝRŮ TYPU EMENTÁLSKÉHO

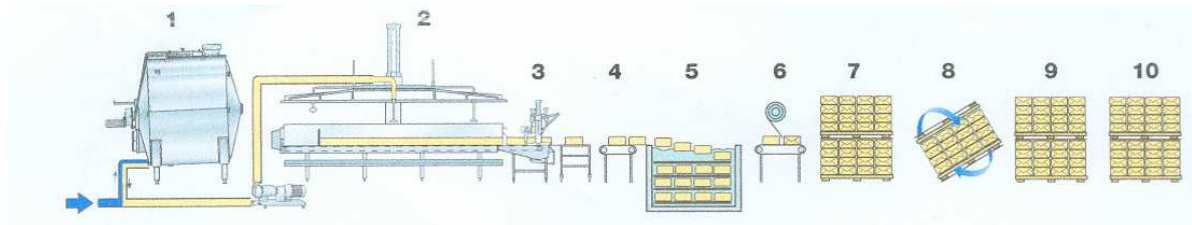
Dle vyhlášky Mze ČR č. 77/2003 sb. se rozumí sýrem mléčný výrobek vyrobený vysrážením mléčné bílkoviny z mléka působením syřidla, nebo jiných vhodných koagulačních činidel, prokysáním a oddělením podílu syrovátky. [25]

Při výrobě sladkých sýrů se ke srážení mléka se používá enzymů, které jsou obsaženy v syřidle. Proces srážení je poměrně rychlý (trvajících 20-120 minut), takže vzniklá sraženina, nazývaná sýřeninou, většinou ještě nestačí prokysat a má chuť sladkého mléka. Také zde dochází k prokysání přeměnou laktosy na kyselinu mléčnou působením mikroorganismů. Tento proces probíhá z větší části až po vlastním vysrážení mléka, během dalšího zpracování na sýry. [5]

Hlavní operace při výrobě sladkých sýrů



Obr.2 Blokové schéma pro mechanizovanou výrobu Ementálu



1. sýrařská vana
2. lisovací zařízení na lisování sýrového zrna do forem
3. vykládka a krájení
4. dopravník
5. nakládání do solného láku
6. zabalení do filmu a lepenkové krabice
7. paletování sýrů v sýrovém skladu
8. obracení sýrů
9. fermentace ve skladu
10. zrání ve skladu [11]

3.1 Úprava mléka před sýřením

Úpravou mléka před sýřením se rozumí úprava složení mléka a úprava mikrobiálního života v mléce. *Úprava složení* se týká hlavně úpravy tučnosti mléka, k dosažení standardního obsahu tuku v sušině sýra, a úpravy obsahu rozpustných solí vápenatých po pasteraci (přídavkem mléčnanu nebo chloridu vápenatého) pro zlepšení syřitelnosti mléka. Při úpravě mikrobiálního života v mléce se provádí pasterace s přídavkem speciálních mikrobiálních čistých kultur v různých dávkách (podle druhu vyráběného sýra) a nechají se dále pomnožit (zrání mléka). [12]

3.1.1 Ošetření mléka

Ošetření mléka zahrnuje:

- Pasterace (termizace, baktofugace)
- Homogenizace
- Standardizace
- Úprava teploty před sýřením
- Přídavek přídatných látek
- Přídavek ČMK

3.1.1.1 Pasterace

Před skutečnou výrobou sýra mléko obvykle podstupuje předběžnou úpravou k záměrnému vytvoření optimálních podmínek pro výrobek. Mléko určené k typům sýrů, které vyžadují více než jeden měsíc zrání nepotřebuje být nutně pasterováno, ale obvykle je. Mléko určené pro originální sýry typu Ementál, Parmasan, Granu a nějaké extra tvrdé sýry, nesmí být zahříváno na více než 40°C, k zabránění ovlivnění chuti, aroma a vyloučení syrovátky. Mléko určené pro tyto typy sýrů pravidelně pochází z vybraných mléčných farem s často navštěvovanou veterinární kontrolou stáda. Pasterace musí být dostačující k zabití bakterií schopných ovlivnit kvalitu sýru. Pravidelná HTST pasterace při 72-73°C po dobu 15-20 sekund je tedy nejpoužívanější. [11]

3.1.1.2 Termizace

Termizace znamená mírné tepelné ošetření, 65°C po dobu 15 sekund. Tato technika byla v zásadě uvedena pro účel zastavení psychotropní mikroflory, když bylo mléko dále uloženo 12 - 48 hodin po příjezdu do mlékárny. [11]

Termizaci lze použít v některých zemích při výrobě dlouho zrajících sýrů. Mléko se svými vlastnostmi podobá mléku syrovému, tudíž fyzikálně chemické změny jsou nepatrné. [10]

3.1.1.3 Baktofugace

Baktofugace, neboli odstředování na vysokoobrátkových odstředivkách, se osvědčila pro některé technologické účely, zejména v sýrařství. Je významná zvláště účinkem na sporující mikroorganismy, jejichž množství se při pouhém tepelném ošetření sníží jen na 99 – 95 % původního počtu. [14]

3.1.1.4 *Standardizace*

Mléko obsahující tuk (sýrařské) musí být podle toho přizpůsoben. Z tohoto důvodu, obsahy proteinu a tuku čerstvého mléka by měly být měřeny během roku a procento mezi jimi standardizováno na požadovanou hodnotu. [11]

3.1.1.5 *Homogenizace*

Při výrobě sýrů je velmi důležitá úprava mléka homogenizací, pomocí které se:

1. snižuje obsah tuku v syrovátce, a tím zvyšuje výtěžnost sýrů
2. snižuje uvolňování tuku ze sýra při vyšších teplotách
3. zajišťuje stejnoměrná tučnost u všech vrstev sýřeniny na vaně, a tím i vyrovnává tučnost v hotových sýrech (při výrobě tučných sýrů s delší dobou srážení – Niva, camembert) [12]

3.1.1.6 *Úprava teploty mléka před sýřením*

Vhodnou sýřicí teplotou mléčné směsi lze zajistit správný průběh syřidlového srážení, syneresi, strukturu sýřeniny i konzistenci a chuť sýrů. Pro každý typ sýra je předepsána vhodná sýřicí teplota- u ementálských sýrů je to 32°C. Během roku by tato teplota neměla kolísat o více než 1°C.

Vyšší sýřicí teplotou lze způsobit příliš tuhou sýřeninu s tvorbou pevné pokožky na povrchu zrna, která zabraňuje vylučování syrovátky. Zrno se poté obtížně slepuje, sýry jsou snadno deformovány a konečný obsah jejich sušiny je zbytečně vysoký.

Nižší sýřicí teplotou je zrno měkké a je vyžadováno velmi dlouhé zpracování, se snadným překysáním obsahu zrna. [10]

3.1.1.7 *Přídavné látky*

3.1.1.7.1 *Chlorid vápenatý $CaCl_2$*

Jestliže je mléko málo kvalitní pro výrobu sýrů, sraženina bude měkká (hebká).

Přídavkem chloridu vápenatého se:

- 1) zlepšuje syřitelnost pasterovaného mléka a mléka staro-dojných krav

- 2) zvyšuje výtěžnost při výrobě sýrů tím, že se získá pevnější sýřenina a zabrání tvorbě sýrového prachu
- 3) zabraňuje vadám sýru [12]

Dostačující přídavek CaCl_2 k dosažení stálého koagulačního času a dostatečné pevnosti sraženiny je 5 - 20 g na 100 kg mléka. Nadměrný přídavek může způsobit sraženinu tak pevnou, a je těžké ji rozřezat. [11]

3.1.1.7.2 *Dusičnan sodný a dusičnan draselný – proti duření*

Fermentační problémy mohou nastat, jestliže mléko obsahuje bakterie máselného kvašení. Dusičnan sodný a draselný, mohou být užívány proti těmto bakteriím, ale dávkování musí být přesně určeno složením mléka. Nadměrná dávka může ovlivnit zrání sýrů nebo může dokonce zastavit zrající proces.

NaNO_3 , KNO_3 mohou odbarvit sýr, způsobit načervenalé pruhy a špatnou chuť.

Maximální povolená dávka je kolem 30 g na 100 kg mléka. V některých zemích bylo užívání těchto látek zakázáno. Jestliže je mléko ošetřeno odstředivkou nebo mikrofiltrací, může být přídavek snížen, nebo úplně vyřazen. [11]

Duření brzdí také streptokoky produkující antibiotikum nisin. [10]

3.1.1.7.3 *Chlorid sodný*

K solení sýrů se smí použít pouze jedlá sůl, neobsahující železo a těžké kovy, tudíž mikrobiologicky nezávadná. Sůl musí být skladována na bezprašných suchých místech, neboť je silně hygroskopická a je snadno rekontaminována bakteriemi a plísněmi.

3.1.1.7.4 *Voda*

Voda je jako pomocná látka přidávána do mléčné směsi k úpravě kyselosti a sušiny, dále je uplatňována při praní sýrařského zrna, při přípravě solné lázně a při ošetřování sýrů. Musí to být voda pitná, měkká. Požadavky na její vlastnosti jsou často ještě přísnější, než jak je uvádí příslušná norma pro pitnou vodu. [10]

3.1.1.8 Přídavek čistých mlékářenských kultur

Nutnou podmínkou zdárného průběhu celého technologického postupu je přidat do mléka před sýřením čisté mlékářenské kultury.

Mezi primární kultury, které zajišťují prokysání mléka i sýrů, podílející se na tvorbě chuti a vůně v průběhu zrání sýrů, patří bakterie :

- *Lactococcus*, *Lactobacillus*, a *Streptococcus*

U tvrdých sýrů se používají sekundární kultury :

- *Lactobacillus helveticus* a *Lactobacillus casei*

U vysoko-dohříváných sýrů se v první části výroby až po období solení podílejí laktobacily také na prokysání. *Lbc. casei* pomalu fermentuje laktosu a jeho účinek spočívá především v proteolýze během zrání sýrů. [15]

3.2 Sýření mléka

Při výrobě sladkých sýrů, jejichž sýřenina je určena k solení a tvarování do forem, je přidáváno syřidlo. [8]

Nejprve je nutno z mléka získat pevnou sraženinu, která se po zpracování a oddělení tekutiny rozdělí na dvě části: pevnou hmotu, obsahující převážně mléčnou bílkovinu a mléčný tuk a tekutou část, syrovátku, obsahující větší část mléčného cukru a solí z mléka a jen velmi málo mléčné bílkoviny a tuk.

Srážení neboli koagulace mléčné bílkoviny- kaseinu- ve vločkovitou až pevnou formu může být vyvoláno:

1. kyselinami (kyselé srážení mléka)
2. enzymy (sladké čili syřidlové srážení mléka)
3. solemi (tzv. vysolování)
4. vysokou teplotu atd.

Při výrobě sýrů lze použít ke srážení mléčné bílkoviny – kaseinu – pouze prvních dvou metod. Ostatních metod lze použít v laboratořích nebo v jiných průmyslech. [12]

3.2.1 Syřidlo

Syřidlo je výtažek z žaludku mladých savců a jeho účinnou složkou je enzym chymosin. U dospělých zvířat je chymosin nahrazen příbuzným enzymem pepsinem. Syřidlo je pro výrobce sýra velmi dobrou pomůckou a musí být dobře odměřeno, protože příliš velké množství syřidla by učinilo sýr nepoživatelným, příliš drsným a hořkým. V závislosti na typu sýra je přidáváno více či méně syřidla. Čím tvrdší sýr má být vyroben, tím více syřidla je přidáno. Protože přírodních syřidel je nedostatek, sráží se tyto sýry alternativně, a to látkami, pocházející z plísní nebo rostlin, např. šťávou z artyčoku. V posledních letech je dostupný také chymosin získaný genově inženýrskými postupy.

Díky těmto enzymům je možno srazit hlavní bílkovinu mléka kasein společně s tukem a oddělit od syrovátky. [8]

Primární fáze

– zahrnuje štěpení kaseinové micely syřidlovým enzymem, který štěpí vazby mezi fenylalaninem a methioninem v peptidovém řetězci povrchové vrstvy kapa-kaseinu. Tím je narušen ochranný hydrofilní obal kaseinové micely, který je obsazen silně kyselými, tedy negativně nabitými glykopeptidy. Tento obal udržuje micelu v disperzním roztoku a chrání ostatní frakce kaseinu před vysrážením vápenatými ionty. Působením syřidla je ochranný koloid uvolněn a přechází jako tzv. glykomakropeptid do syrovátky:

Kasein + syřidlo → parakasein + glykomakropeptid

Tato fáze probíhá i při teplotách pod 10°C.

Sekundární fáze

- (koagulační fáze) začíná tím, že po oddělení makropeptidu poklesne i náboj micel, tudíž se mohou vzájemně přibližovat a spojovat vláčekna para-kapa-kaseinu.

Postupně jsou vytvářeny vločky, z nich provázkovité micelární útvary a trojrozměrná síťovitá struktura, vyplněná syrovátkou, která připomíná jemnou houbu.

Důležitou roli mají volné vápenaté ionty, které snižují negativní náboj micel a vyvolávají vysrážení parakaseinátu. Ionty vápníku se vážou na polární skupiny para- kapa- kaseinu a vytvářejí mezi jeho molekulami tzv. vápníkové můstky. Bez přítomnosti vápníku nelze koagulační fázi uskutečnit a při teplotách pod 10°C tato fáze neprobíhá.

Po skončení sekundární fáze se původní komplex kaseinátu vápenatého (asi 95%) a fosforečnanu vápenatého (5%) změní ireverzibilně na kalciumparakaseinát, ve vodě nerozpustný, který je základní látkou pro výrobu sladkých sýrů.

Terciární fáze

– za tuto fázi je považována pokračující proteolýza bílkovin během zpracování zrna a zrání sýrů, již se zúčastní enzymy syřidlové, mikrobiální i nativní mléčné. Na sérové bílkoviny syřidlo nepůsobí, zůstávají v syrovátce. [10]

3.2.1.1 Činitelé působící na rychlost srážení mléka a jakost sýřeniny

1. dávka syřidla
 2. teplota mléka
 3. kyselost mléka
 4. obsah rozpustných vápenatých solí v mléce
 5. přídavek vody do mléka
 6. jakost zpracovaného mléka
-
1. Doba srážení je nepřímou úměrnou dávkou syřidla. Čím větší je použitá dávka syřidla, tím kratší je doba srážení, za předpokladu, že všechny ostatní podmínky sýření jsou stejné. Doba srážení mléka u tvrdých sýrů ementálského typu je 25 – 30 minut.
 2. V teplotním rozmezí od 20 – 41°C je srážení tím rychlejší, čím vyšší je teplota mléka. Při teplotě 60°C se mléko nesráží vůbec. Při zpracování mléka o nižší tučnosti volíme nižší teploty sýření, při vyšší tučnosti vyšší.
 3. Srážení mléka je urychlováno vyšší kyselostí. Kyselost sýřeného mléka má rozhodující vliv na dobu srážení mléka, jakost a charakter sýřeniny a také na jakost hotového výrobku. Kyselost mléka před sýřením má být při výrobě tvrdých sýrů ementálských od 6,8 do 7,4°SH.
 4. Čím vyšší je obsah rozpustných vápenatých solí v mléce, tím rychleji je mléko sráženo a tím pevnější a tužší je sýřenina, která dobře pouští vodu.
 5. Přídavkem vody je zpomalováno srážení mléka. Také je snížen obsah bílkovin, vápenatých solí a vodíkových iontů v mléce. Snížením koncentrace vodíkových iontů je zvyšována hydratace kaseinu a zvyšována koagulační síla. Sraženina je poté mé-

ně elastická, soudržná a její objemové smrštění probíhá pomaleji, takže se prodlužuje doba sýření.

6. Jakost mléka je rovněž rozhodujícím vlivem na dobu srážení mléka a charakter sýřeniny. Nejlépe je sýřeno mléko od dojníc v plné laktaci, méně po otelení a nejméně vhodné je mléko od staro-dojných krav. [12]

3.2.1.2 Pracovní postup při sýření

Upravené mléko se sýří na sýrařské vaně, nebo na sýrařském kotli. Množství syřidla odměřené podle druhu vyráběného sýra a množství mléka se přidává do mléka vždy ve zředěném stavu a za stálého míchání. Syřidlo se zředuje bakteriologicky nezávadnou vodou (převařenou vodou) a ředí se v takovém poměru, aby zředěný roztok měl sílu 1:1000. Aby se zabránilo infekci syřidla z nádob, používá se k sýření vždy stejné nádoby, označené nápisem „K sýření“. Zasyřené mléko se důkladně promíchá (u strojní vany 5-10 minut podle doby srážení) a uvede do úplného klidu vložení př. sýrařské lžice, míchadla apod. Pohybem mléka při srážení by vznikla sraženina potrhaná, za tvorby velkého množství sýrového prachu a velkých ztrát sýřeniny (tuku a bílkovin) v syrovátce. Teplota sýření je volena dle druhu sýra. [12]

3.3 Zpracování sýřeniny

Zpracování sýřeniny při výrobě sýrů se skládá z těchto technologických operací:

- Krájení a harfování sýřeniny
- Míchání sýrového zrna – odpouštění syrovátky a přidavku vody
- Dohřívání
- Dosoušení
- Formování
- Lisování
- Solení [24]

3.3.1 Zpracování sýřeniny na zrno

Tuhost sýřeniny při krájení má vliv na hospodárnost výroby. Je-li sýřenina příliš tuhá, je vyžadováno více energie k rozdrobení a při tom je vytvářeno více prachu a s ním vylučováno i více tuku do syrovátky. Z hlediska jakostního a hospodářského je výhodnější krájet raději měkčí sýřeninu, zvláště u sýrů typu ementálského, kde je nutno dosáhnout velmi drobného zrna.

3.3.2 Krájení sýřeniny

Sýřenina je krájena sýrařským nožem nebo šavlí, která je ze dřeva nebo z kovu s ostřím po jedné nebo po obou stranách. Svislými rovnoběžnými řezy dosahujícími až na dno kotle nebo vany je sýřenina rozřezána na pásy a příčnými nebo také šikmými řezy na hranoly. Čím tužší těsto má mít sýr a čím vyšší má být obsah sušiny, tím menší hranoly volíme. Pro urychlení práce a vytvoření stejnoměrných hranolů je spojováno několik nožů dohromady – v tzv. sýrařskou harfu. Sýrařská harfa má mezi rovnoběžnými příčkami několik tenkých ostrých nožů, nebo napjatý systém svislých rovnoběžných drátů tloušťky 0,4 mm, ve vzdálenosti 2,5 cm od sebe.

Po pokrájení sýřeniny je v řezech brzy objevena skoro čistá syrovátka, a musí se začít s přetahováním. Sýrařskými lžicemi nebo přetahovadly jsou hranoly pomocí sýraře táhnuty k sobě a při tom zároveň krájeny, obráceny a zvedány ode dna k povrchu. [12]

Obr.3 Sýrařská harfa



[16]

3.3.3 Drobení

Velké kusy jsou dále drobeny harfou na menší částice, až má sýrové zrno požadovanou velikost odpovídající druhu vyráběného sýra. Bývá drobeno na velikost vlašského ořechu, lískového oříšku, fazole, hrachu, obilky a prosa. Čím drobnější zrno je, tím větší povrch má sýřenina a tím intenzivnější je stahování a tuhnutí.

Přetahování a drobení sýřeniny není u všech sýrů plynulé- práce je v určitých intervalech přerušena a sýřenina ponechána v klidu, aby mohla poklesnout ke dnu. Tato doba klidu je nazývána *odpočinkem*. Sýřenina se během odpočinku vytužuje, pomalu uzrává a částečně

se i samovolně lisuje. Při posledních odpočinku po rozdrobení je u tvrdých sýrů následující přihřívání a dosoušení.

3.3.4 Přihřívání (dohřívání) sýřeniny

Při výrobě tvrdých sýrů je rozdrobená sýřenina přihřívána. Na výši záhřevu syrového zrna a době přihřívání s následujícím dosoušením závisí pevnost, pružnost syrového zrna a mikrobiální život v sýřenině. Doba záhřevu a výše teploty jsou vzájemně doplňovány.

U sýrů holandského typu spolupůsobí ještě přídavek vody. Po rozdrobení sýřeniny je část syrovátky odčerpána a nahrazena teplou vodou (42-90°C). Tím je zředěna sýřenina a zředěn obsah mléčného cukru v sýřenině a syrovátce. Je tak snížen rozsah mléčného kysání, mladý sýr obsahuje méně kyseliny mléčné a těsto je pevnější a tvárnější. U sýrů s příliš vyprané sýřeniny lze sledovat příliš pěkné dírkování, ale jsou kožovité, pomalu dozrávající s prázdnu a velmi často hořkou chutí. Proto je snaha, zvláště při výrobě tučných sýrů, užívat při výrobě co nejmenší dávky vody. Podle typu sýra je stanoven i stupeň dohřívání: u moravského bochníku na 48 – 52°C a u ementálského sýra 52 – 56°C.

3.3.5 Dosoušení

Přihřáté syrové zrno je udržováno za stálého míchání určitou dobu na dosažené teplotě, aby došlo k vyloučení další syrovátky. Délka doby dosoušené je řízena druhem sýra a jeho sušinou. Čím vyšší má být sušina sýra, tím delší má být doba dosoušení (ementálský sýr). Dobře dosoušené syrové zrno se nesmí úplně slepovat ani mazat. Syrové zrno je dosoušeno v sýrařském kotli nebo ve vaně za stálého míchání. [12]

3.3.6 Formování

Každý druh sýra je charakteristický svým tvarem a velikostí, kterým se dosahuje ve formách. Formy jsou dnes v mechanizovaných sýrárnách kovová nebo z plastů, k umožnění odkapávání nebo lisování. Vlastní plnění do forem je různé podle druhu sýrů.

Všeobecně platí tyto znaky:

1. Jakmile syrové zrno dosáhne zpracováním sýřeniny správného charakteru, musí být ihned zformováno.
2. Plnění forem musí být stejnoměrné, aby jednotlivé kusy byly stejně velké.

3. Při výrobě sýrů, které mají uvnitř celistvou strukturu, nebo dírkování (s tvorbou ok v těstě), musí být zformováno vždy pod syrovátkou (sýrové zrno se nesmí vzdušnit nebo dokonce oschnout). [17]

Při výrobě lisovaných sýrů (jako je ementál, gouda, čedar atd.) se sýřenina shromážděná na dně kotle nebo vany po odčerpání téměř celé syrovátky nabírá 2 až 5 litrovou lžící a je rozdělována do mnohých kovových forem, které jsou vyhřány a postaveny do řad na mírně šikmé ploše stolu. [18]

3.3.7 Lisování

Lisování tvrdých sýrů je velmi důležitou výrobní a pracovní operací a její průběh ovlivňuje (způsob lisování a lisovací tlak) vrstvení sýrové hmoty, průběh kysání, obsah vody v celé hmotě sýra, jednotlivých jeho vrstvách a „otvírání“ sýrů. Všechny tyto parametry ovlivňují konzistenci sýra a tím i jeho jakost. K zajištění správného postupu jsou třeba vhodná technická zařízení (sýrařské lisy, lisovací vany). V průběhu tvarování a lisování nesmí v sýrárně a sýrech rovněž dojít k hlubšímu poklesu teploty (u ementálských sýrů pod 40°C během 24 hodin). [17]

Tlak používaný při lisování se v praxi udává silou v newtonech (N) na 1 kg sýrové hmoty, začíná se nižšími tlaky, a to 50-100 N/kg a končí se tlakem 150-300 N/kg sýrové hmoty.

Čas lisování závisí od lehkosti, s jakou se dá odstranit přebytek syrovátky, při výrobě ementálu trvá 10 hodin. [19]

3.3.8 Solení

Solení sýrů je nezbytná operace všech druhů tvarovaných a zrajících sýrů. [15]

Sůl hraje několik důležitých rolí v sýru:

Je to hlavní faktor ovlivňující vodní aktivitu mladých sýrů a má hlavní účinek na růst a přežití bakterií, aktivitu enzymů v sýru, a z toho důvodu ovlivňuje a ovládá biochemii zrání sýru a průběh kysání sýrů. [1]

3.3.8.1 Způsoby solení :

Suché solení - může být prováděno ručně nebo mechanicky. Sůl je aplikována ručně z vědra neb nádoby obsahující postačující množství, které je rozprostřeno rovnoměrně na sýřeni-
nu.

Solení v solné lázni – je nejběžněji užívaným systémem a spočívá v umístění sýru do nádoby se slanou vodou. Nádoby by měly být umístěny v chladné místnosti při teplotě kolem 12-14 °C. [1]

Solení do těsta – se provádí u sýrů čedar a dalších do rozkrájené předlisované sýřeniny.

3.3.8.2 Činitelé ovlivňující průběh solení:

- *doba solení*
- *koncentrace solné lázně*
- *kyselost solné lázně*
- *teplota solné lázně*
- *vlhkost sýra*
- *cirkulace solných lázní*

1. *Doba solení* – u jednotlivých druhů sýrů je při určité koncentraci, teplotě a kyselosti solné lázně dána velikostí, sušinou a tučností sýra. Největší podíl NaCl přechází do sýra v prvních hodinách solení a postupně se hodinové přírůstky snižují.
2. *Koncentrace solné lázně* – čím je solná lázeň (roztok) koncentrovanější, tím více soli až do určité míry, přechází na základě vyššího koncentračního spádu do sýra. Brzy se vytvoří silná kůra a difúze, zejména do středních vrstev sýra, se snižuje. Z hlediska dobré jakosti a pro dobré prosolení sýrů se doporučuje solit sýry první den v méně koncentrované lázni a později v koncentrovanějším roztoku soli.
3. *Kyselost solné lázně* – má-li sýr normálně zrát, nesmí být během solení nepříznivě ovlivněn obsah kyselin a hodnota pH v těstě sýra. Proto se sýry musí solit v lázních s konstantní optimální kyselostí, blízkou pH solených sýrů.

4. *Teplota solné lázně* – pro různé druhy sýrů se vyžadují různé avšak vhodné teploty. Při běžném solení se při vyšších teplotách mírně zvyšuje obsah sušiny. Obsah soli vzrůstá jen do určité míry a při vysokých teplotách se snižuje. Ztráty solením se stoupající teplotou solení vzrůstají. Sýry, které jsou solené při nižších teplotách vykazují menší rozdíly v sušině jednotlivých vrstev sýra a lepší jakost.
5. *Vlhkost sýra* – sýry s vyšším obsahem vody se prosolují rychleji. Při nízké sušině sýra snadněji vznikne silný, bílý solný prstenec a jakost sýrů se snižuje. Difúze soli do sýra probíhá rychleji i při méně uzavřené pokožce sýra a na řezných plochách. Při krájení velkých bloků sýra a jejich následném solení je s tím nutno počítat. V takovém případě je vhodné krátké předsolení celých bloků, pro zpevnění tvaru sýra po krátkém lisování a sýry se krájí a dosolují až po prokysání. Tím se rozdíly v obsahu soli mezi řeznou plochou a předsolenou plochou s pokožkou u zralých sýrů vyrovnávají.
6. *Cirkulace solných lázní* – zůstanou-li sýry během solení v klidu, klesá koncentrace solného roztoku povrchové vrstvy kolem sýrů např. z 19 až na 12 %, takže solení probíhá při nižší koncentraci. U teplých sýrů může dojít k přehřátí lázně v okolí sýra. Doporučuje se tedy cirkulace z nádrží přes rozpouštěč soli zpět do nádrží se solným roztokem. [20]

Tab.7: Solná lázeň

Doba solení	do 4 dnů (ementál)
Koncentrace	16 – 22 %
Kyselost	15°SH (5,2 pH)
Teplota	12 – 14°C

[7]

3.3.8.3 Fyzikálně chemické pochody při solení

Při solení se mezi sýrem a solným roztokem vyměňují látky, jednak *difúzí* (*) prostřednictvím jemných kanálků v pokožce sýra a mezi zrny a jednak *osmosou* (*) prostřednictvím blanek na zrnech sýřeniny. Ze solného roztoku přestupuje do sýrů chlorid sodný a ze sýrů

uniká syrovátka obsahující zbytky laktosy, kyselinu mléčnou, kyselinu fosforečnou, soli, rozpustné bílkoviny a další látky. Proto musí být mezi sýrem a solným roztokem vhodný difúzní spád, pro kyseliny v poměru 1:1, aby nebyl ovlivněn obsah kyselin a zrání sýra.

Během solení se vytvoří v sýru vrstvy s různým obsahem soli. Nejvíce soli se soustřeďuje v povrchové části, v tzv. solném prstenci. Odtud proniká sůl hlouběji do solné zony a přitom přitahuje ze střední části vodu, čímž se sníží koncentrace soli a nastává určitá výměna látek uvnitř sýra. Proto tuto vrstvu označuje Lang (cit. Prokš) jako výměnnou. Střed sýra obsahuje jen málo soli a obsah soli v celém sýru se vyrovnává až v průběhu zrání. Nenastane-li prosolení středu sýra včas, je zrání sýra vadné.

Rychlost pronikání soli do jednotlivých zrn sýra je v podstatě závislé na propustnosti povrchové blány zrna Na^+ a Cl^- . Čím je povrch zrna méně propustný, tím více převažuje proces osmosy, tj. přechod vody ze zrna do roztoku NaCl v průchodících cestách sýra. Na nepropustnost povrchové blány jednotlivých zrn vůči iontům Na^+ a Cl^- má pravděpodobně vliv vedle vytužení zrna hlavně elektrický náboj bílkovinných vrstev, který závisí na množství soli, které během solení přejde ze solného roztoku do sýra. Pomalejší pronikání soli do sýra je během solení způsobeno vytvořením méně propustné kůry a snížením koncentračního spádu mezi solným roztokem a vodní fází sýra. [20]

(*) *difúze* - samovolné pronikání molekul z oblasti vyšší koncentrace do nižší koncentrace vlivem tepelného pohybu částic.

(*) *osmosa* – difúze molekul rozpouštědla ze zředěnějšího roztoku nebo čistého rozpouštědla do roztoku koncentrovanějšího přes polopropustnou membránu. [21]

3.4 Biochemické procesy při zrání sýrů

Zrání lze definovat jako veškeré biochemické procesy probíhající v sýrech působením mikrobiálních enzymů, případně syřidlových enzymů. Zrání ovlivňuje vzhled, chuť, vůni a konzistenci sýra. [15]

Zrání ementálských sýrů je možno rozdělit na *předzrání* a *vlastní zrání*. *Předzrání* je mléčné kvašení, ke kterému dochází zejména při výrobě, tvarování a lisování sýrů. Tento biochemický proces podmiňuje vedle struktury a konzistence sýrů celý průběh dalšího zrání.

Za *vlastní zrání* jsou považovány rozkladné procesy, ke kterým dochází ve zracích sklepech. U ementálských sýrů je to propionové kvašení a rozklad bílkovin.

Vlastní zrání je děleno dle DORNERA na primární a sekundární.

Primární zrání je povahy anaerobní a sekundární je aerobní. Pro zrání ementálských sýrů má význam jen vlastní zrání primárního charakteru, což znamená, že tyto druhy sýrů zrají v celé hmotě, a to činností bakterií *Lactobacteriaceae*, které mají požadované fyziologické schopnosti. Do malého rozsahu a poměrně velké hloubky jsou při něm rozkládány bílkoviny. Při zrání ementálských sýrů dochází jen k malému štěpení aminokyselin, proto se v nich nachází jen malá množství amoniaku a sirovodíku, takže u nich není sledována ostrá chuť. [9]

1) První fáze – mléčné kvašení

Dochází zde k rozkladu laktosy bakteriemi mléčného kysání za vzniku kyseliny mléčné. Hlavní rozklad laktosy nastává v průběhu formování sýrů, během odkapávání a lisování sýrů je nejintenzivnější. Pokud není dokysávání dokončeno při lisování, tak se sýry ukládají po vyjmutí z tvořitek na police do temperované místnosti k dokysání, které bývá ukončeno do 20 – 24 hodin. K úplnému vymizení laktosy dochází u tvrdých sýrů v prvních dnech zrání. Vytvořená kyselina mléčná uvolňuje z kaseinu vápník za vzniku mléčnanu vápenatého. Z kaseinu vzniká v konečné fázi monokalciumpkaseinát, který bobtná ve vodě a v roztoku NaCl. Tvorba vápenaté soli kaseinu výrazně ovlivňuje slepování sýřeniny a vznik homogenní struktury sýrů. Kyselina mléčná ovlivňuje zastoupení soli v sýrech a v průběhu 24 hodin dochází k přeměně anorganických solí v rozpustné soli, které ovlivňují výslednou kyselost sýra. [15, 24]

Při výrobě ementálských sýrů se zúčastňují bakterie mléčného kvašení : *Str. lactis*, *Str. cremolis*, *St. thermophilus*, *Lbc. Lactis*, *Lbc. helveticus*, *Lbc. Casei* a byla také prokázána přítomnost *Lbc. acidophilus*.

Správný růst a enzymatická činnost mléčných bakterií jsou podmíněny při výrobě sýrů jejich množstvím, vitalitou poměrem jednotlivých druhů, jakostí suroviny použité k výrobě, teplotním režimem při technologii výroby sýřeniny a teplotou sýrárny. Teplota ementálů nesmí poklesnout pod 40°C. Nejdůležitější hodnotou celého

procesu mléčného kvašení je konečná kyselost sýrů, které má být dosaženo do 24hodin. Ementálské sýry mají mít podle Wirtanena pH 5,3 a podle Kněže pH 5,2. [9]

2) Sekundární fáze

Dochází zde ke snížení kyselosti sýra vazbou kyseliny mléčné a jejím mikrobiologickým rozkladem na kyselinu propionovou (příp. octovou), CO₂ a vodu, případně i další sloučeniny nebo její vazbou na rozkládané produkty bílkovin. Podle typu sýra dochází k mikrobiologickému rozkladu kyseliny mléčné buď v celé hmotě (typické pro tvrdé sýry, kde se z vytvořeného CO₂ vytvoří typická oka a kyselina propionová) nebo aerobně od povrchu dovnitř mikroflorou na povrchu sýra. [15,24]

Za účelem zajištění požadovaného a ušlechtilého průběhu propionového kvašení bylo zavedeno používání čistých propionových kultur složených nejčastěji z druhů *Propionib. freudenreichii* a *Propionib. schermanii*. Propionové bakterie nejsou rozmnožovány v mléce, v sýrenině při výrobě a ani v sýrech při lisování, ale v období vlastního zrání.

Činností propionových bakterií je tvořen v sýrech ze solí kyseliny mléčné propionan vápenatý, octan vápenatý a voda v poměru 2:1:1:1.

Oxid uhličitý je tvořen při zrání sýrů a rozpouštěn ve vodě sýra a po dosažení určitého nasycení je uvolňován v místech určitého odporu, kde jsou tvořena oka.

Z tohoto důvodu zpravidla nejsou nacházeny oka tam, kde je přítomnost propionových bakterií. Proces propionového kvašení při vlastním zrání je řízen použitím vhodných teplot a dobou.

Počáteční vývoj a fyziologická činnost propionových bakterií u ementálských sýrů má probíhat při teplotě 16-18°C, vlastní kvasný proces při teplotě 20-26°C a otvírání sýrů je ukončováno při teplotě 14-16°C. Uložením ementálů na teplotu 7-10°C je definitivně ukončen kvasný proces.

3) Třetí fáze

Zde probíhá proteolýza bílkovin, a to anaerobně v celé hmotě nebo aerobně od povrchu dovnitř. V průběhu zrání dochází k rozkladu mléčných bílkovin. Působením

proteolytických enzymů čistých kultur a syřidla se vytvářejí peptidy o vysoké molekulové hmotnosti (obsahují více než 35 reziduí aminokyselin). Vysokomolekulární peptidy se dále hydrolyzují na peptidy s nízkou molekulovou hmotností (6 – 15 reziduí aminokyselin) a další proteolýzou vznikají ještě kratší peptidy, dipeptidy a aminokyseliny, případně jsou i aminokyseliny dále degradovány až na amoniak, sirovodík, vodu a další. Pod pojmem *rozsah zrání* lze rozumět podíl ve vodě rozpustných dusíkatých látek tj. albumos a peptonů. Rozsah zrání je značný u měkkých sýrů. *Hloubkou zrání* lze rozumět množství aminokyselin a produktů jejich rozkladu k celkovému dusíku. Hloubka zrání je značná u tvrdých sýrů. [15,24]

Rozkladem bílkovin – kaseinu jsou tedy získávány sýry typických chuťových a do jisté míry i barevných a konzistenčních vlastností. Dále je zvýšena jejich dietetická hodnota a stravitelnost. [9]

3.4.1 Zrání sýrů

Vlastní zrání probíhá ve zracích sklepích a má několik fází. Nejdříve sýry zrají 3 – 4 týdny v chladném sklepě o teplotě kolem 10°C a dochází ke stabilizaci složení sýra. Poté sýry zrají v kvasném sklepě při teplotě 22-24°C, kde dochází ke tvorbě ok v sýru. Sýr se následně znovu ukládá do chladného sklepa (dochází k vlastnímu zrání po dobu 2-3 měsíců).[15]

3.4.2 Ztráty zráním

Zrání se neprojevuje jen chemickými, fyzikálními a mikrobiálními změnami v sýrovém těstě, ale také změnou v množství sýrové hmoty (zralých sýrů), tento úbytek na váze se označuje jako ztráta zráním.

Ztráty na váze během zrání sýra lze rozdělit do 3 skupin:

1. vlastní ztráty zráním, vznikající přímo rozkladem jednotlivých složek sýra při biochemických pochodech
2. ztráty vzniklé ošetřováním, a to mytím povrchu sýrů při odstraňování mazu nebo plísní
3. ztráty vysycháním, zaviněné ve většině případů nízkou relativní vlhkostí ve zracích sklepích a částečně též vadně vyrobenými sýry (špatná vazba vody – volná voda v sýrovém těstě) [12, 24]

3.5 Balení sýrů

Balení sýrů musí splňovat dva základní požadavky:

- chránit sýry před škodlivým vlivem okolí při skladování a distribuci (před znečištěním, světlem, vysycháním, cizími pachy, mikroorganismy, hmyzem apod.)
- dodávat jim atraktivní vzhled

Podle těchto požadavků a účelností balení rozdělujeme obaly sýrů do tří skupin:

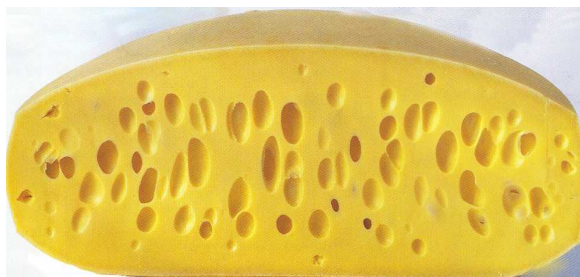
1. Obaly spotřebitelské (vnitřní, přímé obaly), které jsou nezbytnou součástí jednotlivých kusů sýrů nebo jejich částí při porcování velkých bochníkových a blokových sýrů.
2. Obaly obchodní (distribuční), ve kterých je jeden nebo více kusů sýra zabalených do spotřebitelského obalu k umožnění hospodárné distribuce a prodeje sýrů.
3. Obaly přepravní (expediční), které chrání sýry před poškozením při skladování a dopravě z výroben do obchodní sítě. [17]

3.6 Ementál – Střední Švýcarsko

CHARAKTERISTIKA - kulaté lehce zvlněné bochníky jsou vysoké 17-25 cm a mají průměr mezi 75 –95 cm. Dosahují hmotnosti 70-120 kg. Proslavená jsou oka ementálu o velikosti třešňové pecky až ořechu. Těsto je jemné, vláčné a má světle žlutou barvu. Kůra je pevná, suchá, žlutohnědá.

HISTORIE – První zmínka o sýru pochází z roku 1542, kdy byl použit jako odškodnění pro oběti požáru. [22]

Obr.4 Ementál



[16]

Tab.8: Ementál- Střední Švýcarsko

mléko	nepasterované kravské mléko
druh	polotvrdý, dohříváný a lisovaný, kůra škrábaná a potíraná olejem
obsah tuku	45 %
doba zrání	4 – 12 měsíců
aroma	jemné až střední
víno	plné Syrah nebo Shiraz

[23]

JINÉ DRUHY : *Allgauer emmentaler* – vyráběný z čerstvého mléka musí zrát 3 měsíce

Emmentaler „ hohlengereift“ - tato varianta sýru zraje až 18 měsíců a má zřetelně ořechové aroma. [22]

Svenbo – jemná verze emmentálu z Dánska, má suchou žlutou kůru a světle žluté sýrové těsto s velkými oky, s lehce ořechovou chutí.

[23]

4 MORAVSKÝ BOCHNÍK A PRIMÁTOR

4.1 Moravský bochník

Moravský bochník je sýr ementálského typu domácího původu, jehož výroba byla zaváděna na Moravě již v letech před první světovou válkou po nezdaru s pokusem a zavedení výroby ementálského sýra ve tvaru velkého bochníku. Tento sýr se nyní vyrábí v hranolovém tvaru jako tzv. moravský blok o obsahu sušiny 62 % a obsahu tuku v sušině 45 %, o hmotnosti 13,5 – 14,5 kg a rozměrech 30 x 40 x 11-12 cm. [17]

Tento sýr je chuťově méně výrazný, zráním je jednodušší a na řezu nejsou velká oka pro ementálské sýry. [8]

4.1.1 Výrobní postup

Sýrové zrno se přihřívá a dosouší při nižší teplotě než u ementálu (48 – 52°C) a dosoušené zrno se vypouští do lisovacích van pod syrovátkou a krátkodobě se lisuje, 60-120 minut. Vylisované sýry se mechanicky vyjmají z perforovaných forem, popř. se krájejí na menší bloky o základně 30 x 40 cm a vkládají se do solicích palet, v nichž se po dobu 2 dnů solí v solné lázni (o koncentraci jedlé soli 20 %) při teplotě 12 – 14°C. Ochlé vysoké sýry se před zráním balí za vakua do zracích obalů a vkládají se buď do zracích palet, nebo beden. Doba zráním je 6 – 8 týdnů při teplotě 12 – 14°C a relativní vlhkosti vzduchu max. 80 %. Po uzráním se sýry porcují na menší bloky o hmotnosti 3 – 4 kg, nebo na hranolky 250 g, nebo se přímo plátkují a balí do smrštitelné folie z plastu. Moravský bochník má na řezu celistvou a pevnou konzistenci, popř. s pravidelnými oky, na omak pružnou až vláčnou. Chuť je mandlová až mírně nakyslá. [17]

4.2 Primátor

Sýr Primátor neboli československá varianta ementálu se vyrábí z pasterovaného mléka. Chuť a vůně sýra je jemná, typická sýrově mandlová nebo mléčně sýrová, mírně nasládlá charakteristická pro sýry z vysokodohříváné sýřeniny. [17]

4.2.1 Výrobní postup

K výrobě je vhodné mléko o titrační kyselosti SH 6,4-7,2 s malým počtem sporotvorných mikroorganismů. Při skladování ve stabilizačních tancích je krátkodobě pasterované a standardizované mléko vychlazeno na teplotu 7-8°C. Na 100 l mléka je přidáno 10-20g krystalického CaCl₂, 5-10g KNO₃ a do 0,15 % smetanového zákysu.

Druhý den je mléko ohřáno na sýřicí teplotu 32-33°C a 30 minut před sýřením je očkováno 0,5% smetanového zákysu. Doplnkové sýrařské zákysy jsou přidávány 15 minut po smetanovém zákysu *takto* : *Streptococcus thermophilus* 0,08 %, *Lactobacillus helveticus* 0,06 %, *Lactobacillus casei* 0,02 % a propionová kultura (v dávce 2-5 cm³ na 1000 l mléka).

V době sýření má zralé mléko titrační kyselost SH 7,8- 8,2. Tato doba trvá 30 minut na ostrý lom a 15 minut poté má nastat vločkování. Sýřenina je krájena zpočátku pomalu – teprve po odlepení od pláště a dna, jsou obrátky harf postupně zvyšovány. Drobení sýřeni-ny na zrno o velikosti 3-5 mm trvá asi 15 minut. Zrno má být stejnoměrné s malým množstvím sýrařského prachu. Během vytužování (20-30 minut) nesmí být zrno usazeno a nesmí být tvořeny slepence.

Parou v meziplášti je směs ohřívána. Míchání nesmí být ani na chvíli přerušeno a zrno musí být udrženo ve vznosu. Po dosažení konečné teploty je přidána studená voda a sýře- nina je za stálého míchání dosoušena po dobu 50-60 minut na obsah sušiny nejméně 59%. Celková doba od zasýření až do konce dosoušení činí asi 3 hodiny, konečná velikost zrna je 2,5-3mm.

Přemísťování zrna do forem je vždy pod syrovátkou. Pro tvarování a lisování sýřeniny a pro manipulaci s bochníky a bloky jsou používány různá opatření odstraňující manuální práci. U nejmodernějších linek je směs syrovátky a zrna vypouštěna z výrobníků do forem umístěných ve vanách a sýry jsou tvarovány, lisovány, popř. i obraceny. Takto lze vyrábět sýry hranaté i kulaté.

Sýry jsou lisovány pod tlakem od 0,005 do 0,033 MPa. V zařízení Henseler, u nás instalovaném pro výrobu sýru Primátor, je zrno z výrobníku o objemu 12 000 l rozděleno do 7 forem umístěných v jedné vaně. Sýřenina je lisována asi 8 hodin při automatickém zvyšování tlaku a obracení tvarovací vany. Vylisované bloky – každý o hmotnosti kolem 160 kg, jsou rozkrojeny na 4 kusy po 40 kg a nechány prokysat na pH 5,15 – 5,25 tj. SH 90-100.

K solení je používána solná lázeň : teplota obvykle kolem 12-14°C, 21% NaCl, SH 10-15, pH 5,2 – sýry jsou naplavováním ukládány do solících palet a je soleno podle hmotnosti (2-3 dny)

Vysolené sýry zrají postupně:

V chladném sklepě jsou sýry při teplotě 12 – 14°C 7 –10 dnů. Sůl prostupuje ke středu sýra, je rušena zrnitost těsta s pružením jednotné pružné masy. Syřidlové enzymy postupně štěpí bílkoviny.

V předkvasném sklepě jsou sýry uloženy 14 – 21 dnů při teplotě 16 – 18°C, kdy nastává další rozptýlení soli v těstě, kalcium parakaseinát je změněn v natrium parakaseinát a je vytvářena homogenní konzistence hmoty.

V kvasném sklepě je průběh zrání 20-42 dnů při teplotě 22-26°C. Zde jsou aktivovány bakterie propionového kvašení, v teplém prostředí těsto zvláční, je pružné a jsou tvořena oka, sýr je otevírán a horní i boční plocha je mírně zaoblena. Zde jsou sýry do vzniku ok o velikosti 2 – 3 cm.

V přechodném neboli pokvasném sklepě jsou sýry umístěny 7 – 14 dnů při teplotě 14 – 16°C. Sýry jsou v nich pozvolna ochlazovány a přitom jsou začaty uplatňovány proteolytické enzymy mezofilních a termofilních bakterií mléčného kvašení.

Ve zracím sklepě jsou sýry uloženy až do uzrání při teplotě 8 – 12°C a době 60-90 dnů. Zde nastává konečné rozdělení soli v celé hmotě sýra. Část bílkovin je rozložena až na aminokyseliny (převládá hloubka zrání nad rozsahem) a je zde tvořena typická chuť, vůně a konzistence sýra.

Relativní vlhkost vzduchu při zrání bez obalu a teplotě pod 1°C má být 80-85%, při vyšších teplotách asi o 5 % více. Při zrání v obalech je vhodná relativní vlhkost vzduchu 75%.

Sýry ve tvaru bloku zrají v obalech, propouštějících CO₂. Na suchý sýr je přitlačena folie, aby byl vytěsněn vzduch, a jednotlivé přířezy folie jsou pak navzájem svařeny. Pod obalem je působením bakterií propionového kvašení vytvořen mírný přetlak CO₂, který brání vniknutí vzduchu z atmosféry a růstu plísní. Každý blok je uložen ve zrací bedně a ty jsou stohovány na sebe po 8 – 14 kusech. Během zrání jsou kontejnery průběžně obráceny za použití vysokozdvíhových vozíků a vlastní obracení musí být prováděno rychle. [10]

ZÁVĚR

Ementálské sýry jsou jedny z největších sýrů na světě a pravé ementály jsou vyráběny pouze ze syrového mléka. Sýry jsou charakteristické hladkou, světle žlutou kůrou s pružným sýrovým těstem, které má příjemnou tmavě žlutou barvu s oky velikosti třešní až vlašských ořechů. Kvalitní ementál je typický svým různorodým aromem luk a květin, rozinek a kouře. Chuť a vůně je výrazná a ovocná s vyzrálým kouřovým dozníváním.

K získání kvalitních sýrů takových vlastností je nutno použít mléko požadované kvality s vhodnou syřitelností, kysací schopností a mikrobiální čistotou.

Před začátkem syření je nutno dodržet správnou teplotu mléka, která je u ementálů

32°C. Dalším důležitým krokem jsou jednotlivě za sebou jdoucí technologické operace – krájení a harfování, míchání syrového zrna, dohřívání, dosoušení, formování, lisování a solení. U tvrdých sýrů s vysoko-dohřívanou syřeninou je typické dohřívání na požadovanou teplotu a dosoušení. U ementálských sýrů je stanoven stupeň dohřívání, který se pohybuje v teplotním rozmezí 52 – 56°C. Důležitým procesem je také zrání sýrů, které ovlivňuje vzhled, vůni a konzistenci. Nutnou podmínkou pro správný průběh zrání je udržovat vhodnou teplotu a relativní vlhkost vzduchu ve zracích sklepích, aby nedocházelo k vadám sýrů. Ementálské sýry zrají po dobu 4 – 12 měsíců.

Cílem této práce bylo seznámit Vás s výrobou tvrdých sýrů s vysokodohřívanou syřeninou, popsat biochemické procesy v průběhu zrání a jednotlivé technologické operace, které je nutno při výrobě dodržet.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] FOX, P. F. MCSWEENE, P. L.H. *Dairy Chemistry and Biochemistry*, SpringerVerlag, 1998, ISBN 978-0-412-72000-0
- [2] McWHIRTER, A. CLASENOVÁ, L. *Jídlo jako jed, jídlo jako lék*, Praha: Reader's Digest výběr, spol s.r.o
- [3] NOVÁK, V. BUŇKA, F. *Základy ekonomiky výživy*, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005
- [4] PRŮCHOVÁ, J. *Pravda o mléce- jak ji potvrzuje věda*, 2004, ISBN 80-86 198-29-4
- [5] PAVELKA, A. *Mléčné výrobky pro Vaše zdraví*, 1996
- [6] HRABĚ, J. BŘEZINA, P. VALÁŠEK, P. *Technologie výroby potravin živočišného živočišného původu*, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006.
- [7] KNĚZ, V. ČERNÁ, M. SÁGA, P. SUCHOMEL, J. TORŠ, J. TRENDÁ, O. TVRDÍK, J. *Mlékárenská příručka*, Praha: 1974
- [8] CALLEC, CH. *Encyklopedie sýrů*, 2002
- [9] OLŠANSKÝ, Č. KNĚZ, V. *Výroba tvrdých sýrů eidamského a ementálského typu*, Praha: 1971
- [10] ZIMÁK, E. *Technologie pro 4.ročník SPŠ studijního programu zpracování mléka*, Praha: 1988
- [11] GOSTA BYLUND, M Sc. *Dairy processing handbook*, Publisher: TetraPak Processing systems ABS- 22186 Lund, Sweden- Printed in 1995
- [12] KNĚZ, V. *Výroba sýrů*, Praha: SNTL, 1960
- [13] ŽIŽKA, B. MARTINKOVÁ, Z. *Mikrobiologie pro 4. ročník střední průmyslové školy mlékárenské*, SNTL
- [14] ŽIŽKA, B. *Mikrobiologie pro 3.ročník SPŠ mlékárenské*, Praha: SNTL, 1979
- [15] BŘEZINA, P. KOMÁR, A. HRABĚ, J. *Technologie, zbožížnalství a hygiena potra –*

- vin, Vyškov : 2001
- [16] TEUBNER, CH. WALDBURG, H. EHLERT, F. *Sýry – Velká encyklopedie*, ISBN 80-8046-101-5
- [17] KNĚZ, V. SEDLÁČKOVÁ, H. *Sýry a příprava sýrových pokrmů*, Praha: SNTL, 1991
- [18] DRDÁK, M. STUDNICKÝ, J. MOROVÁ, E. KAROVIČOVÁ, J. *Základy potravinářských technologií*, Bratislava: 1996
- [19] PIJANOWSKI, E. *Základy chemie a technologie mlékárstva*, Bratislava: 1978
- [20] TEPLÝ, M. *Výroba sýrů, kaseinů a kaseinátů*, Praha: SNTL, 1985
- [21] LINHART, J. A KOL. *Slovník cizích slov pro nové tisíciletí*, Litvínov: Dialog, 2003
- [22] IBURG, A. *Lexikon sýrů*, 2004 ISBN: 80-7234-379-3
- [23] RIDGWAYOVÁ, J. *Sýry- Průvodce světem sýrů*, Praha: 2001, ISBN:80-85843-61-7
- [24] ORSÁGOVÁ, R. *Technologie výroby čedaru a biochemické procesy jeho výroby*, Bakalářská práce, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně - 2007
- [25] *Vyhláška ministerstva zemědělství ČR č. 77/2003 Sb., v platném znění*

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ČMK Čistá mlékárenská kultura

Duř Duření

Kz Peptonizace za tvorby plynu

Pe Peptonizace

Sr Sraženina

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Vývin plynu a ok v síru [11].....	17
Obr. 2: Blokové schéma pro mechanizovanou výrobu Ementálu [11].....	26
Obr. 3: Sýrařská harfa [16].....	34
Obr. 4: Ementál [16].....	44

SEZNAM TABULEK

Tab.1 : Základní schéma dělení sýrů [5].....	11
Tab.2 : Kyselost mléka [12, 24].....	21
Tab.3 : Stupeň mikrobiálního znečištění mléka [9].....	21
Tab.4 : Zařazení mléka do jakostních skupin [9].....	22
Tab.5 : Pět stupňů se slovním popisem závadnosti podle ČSN 57 0101 [9].....	23
Tab.6 : Hodnocení syřitelnosti mléka [9, 24].....	24
Tab.7 : Solná lázeň [7].....	38
Tab.8 : Ementál- Střední Švýcarsko [23].....	43