

Výroba sýrů typu Moravský bochník

Zuzana Štachová

Bakalářská práce
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Zuzana Štachová
Osobní číslo: T13920
Studijní program: B2901 Chemie a technologie potravin
Studijní obor: Chemie a technologie potravin – specializace Technologie mléka a mléčných výrobků
Forma studia: kombinovaná
Téma práce: Výroba sýrů typu Moravský bochník

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Popište výrobu sýrů s vysokodohřívanou sýřeninou se zaměřením na sýry bez tvorby ok
2. Charakterizujte termofilní sýrařské kultury využívané pro sýry s vysokodohřívanou sýřeninou

II. Praktická část

1. Vytvořte modelové vzorky sýrů typu Moravský bochník pro optimalizaci jejich výrobního postupu v podmínkách technologické laboratoře
2. U vzorků sýrů proveďte základní chemickou analýzu a texturní profilovou analýzu
3. Výsledky porovnejte a na jejich základě vytvořte optimalizovaný postup výroby sýrů typu Moravský bochník v podmínkách technologické laboratoře

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

[1] FOX, P.F., McSWEENEY, P.L.H., COGAN, T.M. GUINEE, T.P. (2004). Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology Volume 2 Major Cheese Groups. 3rd edition. London: Elsevier Academia Press. ISBN 0-12-263653-8.

[2] Pavel Kadlec a kol. Technologie potravin, Co by jste měli vědět o výrobě potravin?. Ostrava, 2009. ISBN 978-80-7418-051-4.

[3] FOX, P.F., McSWEENEY, P.L.H., COGAN, T.M. GUINEE, T.P. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology Volume 1 General Aspects. 3rd edition. London: Elsevier Academia Press. 2004. ISBN0-1226-3652-X

[4] LAHTINEN, S., OUWEHAND, A. C., SALMINEN, S., WRIGHT A. Lactic acid bacteria: microbiological and functional aspects. 4th edition. Boca Rotan: CRC Press. ISBN 978-1-4398-3677-4.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Vendula Pachlová, Ph.D.

Ústav technologie potravin

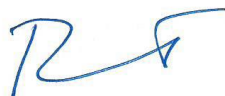
Datum zadání bakalářské práce:

2. února 2016


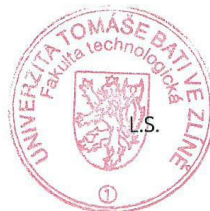
Termín odevzdání bakalářské práce:

4. května 2016

Ve Zlíně dne 2. února 2016



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



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

Příjmení a jméno: ŠTACHOVÁ ZUZANA

Obor: CHTP-ML

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 12.5.2016


.....

²⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ABSTRAKT

Tématem této práce je výroba tvrdého sýru s vysokodohřívanou sýřeninou bez tvorby ok „Moravský bochník“. Nejprve jsou diskutovány děje probíhající během jednotlivých kroků výroby a jejich vliv na konečný výrobek. V následující části práce jsou tyto poznatky aplikovány při výrobě sýru v podmínkách technologické laboratoře Ústavu technologie potravin (FT UTB ve Zlíně). Výrobky z jednotlivých výrob jsou posouzeny po chemické i senzorické stránce a vzájemně porovnány. V poslední části práce je optimalizovaný návrh výroby.

Klíčová slova: tvrdé sýry, moravský bochník,

ABSTRACT

The theme of this work is the production of hard cheese with high-heated cheese curd without creating eyes, the so-called 'Moravian loaf'. First, the processes occurring during individual manufacturing steps and their effect on the final product are discussed. These findings are applied in manufacturing the cheese in the conditions of a technological laboratory of the Institute of Food Technology (Faculty of Technology, Tomas Bata University in Zlín). Products from individual manufactures are evaluated in chemical and sensory terms and compared with one another. Finally, a manufacturing draft is optimized.

Keywords: hard- cheese, Moravian loaf

Chtěla bych poděkovat své vedoucí doc. Ing. Vendule Pachlové, Ph.D. za trpělivost a cenné rady při vypracovávání této práce.

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

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 VÝROBA SÝRŮ S VYSOKODOHŘÍVANOU SÝŘENINOU	12
1.1 ÚPRAVA MLÉKA PŘED SÝŘENÍM	13
1.2 SÝŘENÍ	15
1.3 ZPRACOVÁNÍ SÝŘENINY.....	17
1.4 DOHŘÍVÁNÍ A DOSOUŠENÍ.....	18
1.5 LISOVÁNÍ.....	20
1.6 SOLENÍ.....	21
1.7 ZRÁNÍ SÝRŮ	21
2 TERMOFILNÍ SÝRAŘSKÉ KULTURY	24
II PRAKTICKÁ ČÁST	26
3 CÍL PRÁCE	27
4 MATERIÁL A POMŮCKY	28
4.1 CHEMICKÁ ANALÝZA.....	29
4.1.1 Stanovení obsahu sušiny	29
4.1.2 Stanovení obsahu soli	29
4.1.3 Stanovení obsahu tuku v sušině	29
4.1.4 Stanovení pH	30
4.2 VÝROBA A POSOUZENÍ SÝRŮ I.....	30
4.2.1 Posouzení výroby I.....	35
4.2.2 Posouzení organoleptických vlastností.....	35
4.2.3 Posouzení chemických parametrů	36
4.3 MATERIÁL A POMŮCKY K VÝROBĚ II.....	37
4.4 VÝROBA SÝRU II	39
4.4.1 Posouzení výroby II.....	43
4.4.2 Posouzení organoleptických vlastností.....	43
4.4.1 Posouzení chemických parametrů	43
5 NÁVR OPTIMALIZOVANÉ VÝROBY SÝRŮ	45
ZÁVĚR	49
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	50
SEZNAM TABULEK	52

ÚVOD

Předpokládá se, že člověk začal mléko jiných savců využívat po domestikaci domácích hospodářských zvířat (10000 -8 000 let př.n. l.), nejdříve ovcí a koz, později hovězího skotu. Přestože chemickým složením je lidskému mateřskému mléku bližší mléko kobyly nebo oslí, z celosvětové produkce mléka tvoří více než 85% mléko kravské, 11% buvolí, dále 2% kozí a 2% ovčí, zbytek pochází od jiných u nás méně obvyklých savců (např. velbloud, sob). Využití daného savce, jako hospodářského zvířete a tím pádem i zdrojem mléka k lidské výživě, je dáno jeho historickým přirozeným výskytem, podnebím a kulturními zvyklostmi. [10] Jako způsob prodloužení údržnosti mléka se postupem času vyvinuly nej-různější postupy výrob fermentovaných výrobků včetně tvrdých sýrů.

Tvrdé a extra tvrdé sýry patří mezi velmi důležité zdroje vysoce kvalitních bílkovin, protože velká část je již rozštěpena na krátké peptidy až aminokyseliny, ty buď usnadňují trávení, nebo stimulují tvorbu a sekreci žaludečních šťáv. Tyto sýry jsou také poměrně dobrým zdrojem esenciálních aminokyselin (leucin, izoleucin, lysin, valin), vápníku v příhodném poměru k fosforu, draslíku, jodu a vitamínů A, D a B₁₂.

Dalším důležitým faktorem z dietetického hlediska je nízký obsah lipidů a cholesterolu. Zrající sýry neobsahují mléčný sacharid, proto jsou vhodnou potravinou pro pacienty trpící intolerancí laktózy.[1] [8]

Sýr „Moravský bochník“ se před sametovou revolucí řadil mezi český tvrdý sýr s vysokodohřívanou sýřeninou ementálského typu (s tvorbou ok). To znamená, že k jeho výrobě byly používány také propionové bakterie (*Propionibacterium*). Vyráběly se 15 kg bochníky. Vyzrálý sýr měl na řezu rovnoměrně rozložená sýrová oka, i když poněkud menších rozměrů v porovnání s původním ementálem.

Sýr dozrával v několika zracích sklepích, nejprve 14 dnů v "předkvasném" sklepě, kde byla teplota 16 °C, poté přibližně stejnou dobu v "kvasném" sklepě při teplotě 20 - 22 °C. Dozrávání probíhalo 1 až 2 týdny, při teplotě 14 - 16 °C, závěrečné fáze zrání probíhaly ve "zracím" sklepě o teplotě 8 - 10°C. V průběhu zrání se sýry obracely a pokožka sýra se potírala lněným olejem. Pokud nebyl dodržen teplotní režim během zrání, docházelo k praskání těsta sýrů. Takové sýry nebyly vhodné ke konzumu a musely být vyřazeny. Dozrálé sýry vykazovaly velmi elastickou konzistenci s rovnoměrně rozloženými oky, chuť byla oříšková a jemně mléčně nasládlá.

Současný "Moravský blok" vyráběný po sametové revoluci je stále tvrdým, vysokodohříváním druhem sýra, ovšem již bez tvorby ok. Jeho zrání dnes probíhá pouze při relativně nízké teplotě sklepa a ve zracích fóliích.

Také užití tohoto sýra se radikálně změnilo. Většinou se používá jako surovina při výrobě tavených sýrů. Do obchodní sítě se distribuuje v malospotřebitelských baleních ve formě plátků. Chuť je spíše mléčná, mírně nakyslá, málo výrazná. [11]

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBA SÝRŮ S VYSOKODOHŘÍVANOU SÝŘENINOU

Tvrdé a extra tvrdé sýry sloužily od nepaměti ke zpracování a uchování mléka hospodářských zvířat. V Evropě převážně krav, ovčí a koz. K výrobě bývá využíváno mléko jednoho druhu zvířete nebo směs mlék od více druhů zvířat (např. ovčí a kravské).

Při tradiční výrobě se zpracovávalo mléko pouze z jednoho dojení nebo se použila směs dvou po sobě následujících dojení, zpravidla večerního a ranního. Z večerního mléka se odebrala vystouplá smetana. [1] Dnes se při průmyslové výrobě mléko standardizuje na požadovanou tučnost. U tvrdých a extra se používá plnotučné mléko s obsahem 3,5 % tuku.

Sýry s vysokodohřivanou sýřeninou se dělí na dvě skupiny. První skupinu tvoří tvrdé sýry a druhou skupinu extra tvrdé sýry.

Výroba extra tvrdých sýrů má velmi dlouhou historii zejména v zemích jako je Itálie, Francie a Švýcarsko. Tyto sýry jsou velmi kvalitní a žádané. Často jsou označeny chráněným označením původu (CHO). Jejich výroba podléhá přísným pravidlům a kontrolám daného státu. U velké části firem probíhá výroba tradičním postupem, s využitím moderní techniky a nových vědeckých poznatků, ale stále s vysokým podílem manuální práce. [1] [11][15] V České republice nemá výroba extra tvrdých sýrů dlouhou tradici. Pouze italská rodinná firma Brazzalle vyrábí v sýrárně Orrero sýr parmazánského typu pod označením Gran Moravia. Ovšem tento sýr dozrává v italských sklepích a je distribuován převážně na italský trh. [15] [12]

Extra tvrdé sýry jsou podle vyhlášky Ministerstva zemědělství České Republiky 77/2003 Sb. v platném znění definovány obsahem vlhkosti v tukuprosté hmotě sýra hodnotou menší než 47 % včetně.[9]

Do skupiny extra tvrdých sýrů bez tvorby ok jsou zařazovány italské extra tvrdé sýry jako Parmigiano Reggiano, Grana Padano, Pecorino Romano, Pecorino Siciliano, Pecorino Sardo, Fiore Sardo, Asiago, Montasio, Canestrato Pugliese, Castelmagno, Fossa. Ze švýcarských sýrů zde řadíme Sbrinz, ze španělských Mahón, Manchego, Roncal, Idiazabal.[7]

Tvrdé sýry jsou podle vyhlášky Ministerstva zemědělství 77/2003 Sb. v platném znění [9] definovány obsahem vlhkosti v tukuprosté hmotě sýra intervalem 47,0 – 54,9 %.

Mezi vysokodohřívané tvrdé sýry s tvorbou ok řadíme švýcarský sýr Emmentaler. Historický sýr Moravský bochník, vyráběný před revolucí 1989 se řadil také mezi tvrdé sýry s vysokodohřivanou sýřeninou s tvorbou ok. Ale jeho výroba se neosvědčila, takže od ní bylo upuštěno.[13]

Z nutričního hlediska patří tyto zrající sýry mezi významný zdroj kvalitních bílkovin.
[1]

1.1 Úprava mléka před sýřením

Tepelné ošetření mléka před jeho inokulací a sýřením závisí na jeho složení a požadovaných vlastnostech vyráběného sýra. K výrobě tvrdých a extra tvrdých sýrů můžeme použít mléko syrové, termizované nebo pasterované.

- Syrové mléko

Po nadojení se neupravuje, používá se v takové kvalitě, v jaké bylo nadojeno. Obsahuje veškeré mikroorganismy včetně patogenních (např. *Enterobacteriaceae*, *Escherichia*, *Pseudomonas*)[19]. Nařízení evropského parlamentu a rady (EU) č. 1308/ 2013 definuje syrové mléko jako „mléko, které nebylo zahřáto na více než 40 °C ani ošetřeno jiným způsobem s rovnocenným účinkem“[16]

- Pasterace

Pasterace mléka je jednou z nejdůležitějších úprav mléka. Předchází případným problémům během sýření, ale hlavně následnému zrání sýrů. Původní mikroorganismy by mohly bránit rozvoji přidaných mlékařských kultur nebo způsobovat jiné sensorické vady hotových výrobků např. hnilobný zápach, duření sýrů, hořká chuť apod.

Pasterací rozumíme takový tepelný záhřev, který redukuje vegetativní formy přítomných mikroorganismů. Pasterace však neničí případně přítomné spory, proto je hygiena dojení nezastupitelná. Pasterační efekt je dán kombinací teploty a doby její výdrže. Legislativní požadavek dle vyhlášky Ministerstva zemědělství České republiky 77/2003 Sb. v platném znění udává, že teplota musí být minimálně 71,7 °C po dobu 15 s, při této teplotě je inaktivována alkalická fosfatáza[9][17]. Případně může být použita jiná kombinace teploty a času za účelem dosažení stejného účinku.[9]

Příliš vysoká teplota při pasterizaci vede k vyšší výtěžnosti, ale snižuje srážlivost mléka, prodlužuje dobu srážení a zhoršuje synerezi sýřeniny. [7]

- Termizace

Používá se nejčastěji při tradiční výrobě sýrů na malých farmách. Jedná se o ošetření při teplotě 57 – 68 °C s výdrží minimálně 15 s. Stejně jako u pasterace dochází k redukci

vegetativních forem mikroorganismů. Nedochází však k inaktivaci nativní alkalické fosfatázy a nejsou zničeny spory bakterií. Nejedná se tedy dle vyhlášky Ministerstva zemědělství České republiky č. 77/2003 Sb. v platném znění o tepelné ošetření na úrovni pastérace [9]

K pasteurizaci mléka slouží pastér. Pro správnou funkci pastéru je velmi důležité, aby se dovnitř nenasávaly žádné mechanické nečistoty ani vzduchové bubliny. Dále je potřeba zabránit vystávání smetany, nejjednodušeji tím, že je mléko opatrně mícháno. Během míchání nesmí dojít k napěnění mléka a velkému vychylování nasávací hadice. Také hadice, ze které vytéká již pasterované mléko, musí být položená na dně nádoby, ideálně ponořená pod hladinou, aby nedocházelo k pěnění mléka, což by mohlo způsobit pachové vady zralého sýra. [6]

Doporučuje se pasterovat mléko těsně před výrobou sýrů. Ideálně pasterovat, rovnou ochladit na sýřicí teplotu cca. 30 °C a přidat syřidlo. Pokud je sýření mléka prováděno později, (např. pastérace večerního mléka a jeho sýření až ráno) musí být pasterizované mléko do doby výroby ochlazeno a skladováno při teplotě 5 °C. Zchlazením pasterovaného mléka může dojít k vytvoření vrstvy β -laktoglobulinu okolo kaseinových micel a dále se snižuje aktivita Ca^{2+} iontů. Tento děj prodlužuje dobu sýření a znesnadňuje synerezi. Přídavek CaCl_2 Proto skladované pasterizované mléko nestačí před zasýřením ohřát pouze na sýřicí teplotu cca. 30 °C, ale doporučuje se jej zahřát na teplotu vyšší (např. 50 °C) a poté ochladit na teplotu 30°C sýřicí. Tím by se měla obnovit aktivita Ca^{2+} iontů. Toho se využívá převážně při farmovém zpracování menších objemů mléka. V průmyslové výrobě se tohoto postupu příliš nevyužívá. [7]

Nepostradatelnými při výrobě sýrů jsou bakterie mléčného kvašení, které se ve většině výrob přírodních sýrů inokulují pomocí čistých mlékařských kultur. Jejich přítomnost přímo ovlivňuje vlastnosti a složení vyrobeného sýra. Rychlost vzniku kyseliny mléčné závisí na koncentraci a množství přidané mlékařské kultury (tzv. startér) a nastavených podmínek pro růst bakterií jako je např. inokulační teplota, pH mléka, obsah fosforečnanu vápenatého. Také doba inokulace ovlivňuje, které kmeny a v jakém poměru budou růst. U sýrů bez tvorby ok se musí vybrat kmeny, které při svém metabolismu uvolňují velmi malé množství CO_2 .

Při tradiční výrobě byly jako startér použity zákysy. Nejčastěji se používala syrovátka z předchozích úspěšných šarží výroby. Tímto způsobem byly selektivně pomnožovány

žádoucí kmeny mikroorganismů, které vykazovaly požadované složení a vlastnosti výrobků. Z těchto zákysů byly vyvinuty mlékařské kultury, které byly dále množeny za kontrolovaných podmínek v laboratořích. Dnes jsou tyto kultury do sýráren dodávány v koncentrované a lyofilizované formě použitelné jako přímé inokulum. [7]

U tepelně ošetřeného mléka nad teplotu terminace (57 - 68 °C) se prodlužuje doba srážení, v důsledku změn rozpustné a koloidní fáze minerálních látek (Ca, P). [13] Rychlost enzymové reakce se významně nemění (max. 20 %), ale významně se zpomalí agregace. Vzniklý gel je slabý a vykazuje velmi pomalou synerezi. Přídavkem malého množství CaCl₂ (200 g / 1 000 l) se doba sýření opět obnoví. CaCl₂ podporuje pravděpodobnost srážení molekul syřidla s kaseinovými micelami. Čímž podporuje enzymatickou reakci a agregaci. Stejného efektu lze dosáhnout také snížením pH při zachování koncentrace syřidla. Optimální průběh agregace probíhal při pH 5,9 – 5,2.[18] Také reakce mezi parakaseinovými micelami a chymozinem probíhá paralelně. Zdá se, že stabilita parakaseinových micel je výrazně zvýšená vrstvou spojených sérových proteinů.[7]

Porušená sýřitelnost se projevuje, pokud obsah celkového Ca je menší než 110 mg / 100 ml mléka, ionizovaného Ca pod 1 – 1,75 mg / 100 ml mléka. Celkového P pod 90 mg / 100 ml mléka a rozpustného P pod 5 mg / 100 ml mléka. [13]

1.2 Sýření

Chymozin

Pro sýření mléka se využívá chymozin (Molekulová hmotnost: 35 600, izoelektrický bod 4,65) štěpí κ -kasein. Odštěpuje lineární řetězce z kaseinových micel, které se uvolňují do syrovátky, zatím co para- κ -kasein zůstává v kaseinových micelách. Jedná se o asparát-proteinázu patřící mezi endopeptidázu, schopnou štěpit peptidy na poměrně velké fragmenty. Při hodnotě pH 6,7 štěpí selektivně vazbu κ -kaseinu mezi aminokyselinami Phe₁₀₅ – Met₁₀₆. [6] [7][17]

Ke srážení mléka se využívaly enzymy izolované z žaludků kojených telat (jehňat, kůzlat). Nejdůležitějším používaným enzymem je chymozin. Historicky se získával mletím sušených žaludků včetně sraženého mléka z poražených kojených telat (kůzlat, jehňat). Získaný produkt obsahoval také cca. 25 % pepsinu.

Chymozin se vyskytuje ve třech formách A, B, C. V přírodním syřidle se nejhojněji vyskytuje varianta B. Varianty A a B jsou alelické, liší se pouze v poloze jedné animokyse-

liny Asp₂₄₃ v chymozinu A je nahrazena Gly₂₄₃ v chymozinu B. Chymozin C se považuje za produkt při odbourávání chymozinu A, protože postrádá tři zbytky Asp₂₄₄ – Phe₂₄₆. Uvedené varianty se liší ve specifitě a rychlosti srážení. Varianty A a B jsou stejně účinné, varianta C má účinnost nižší. Telata vylučují variantu B, která je vysoce selektivní a štěpí κ -kasein pouze na polypeptid a para- κ -kasein, takže vykazuje velmi vysoké výtěžky sýra.[8]

Snížením počtu porážených kojených telat, a zároveň vysokým nárůstem poptávky po chymozinu se začala hledat alternativní cesta získávání chymozinu. S rozvojem genetického inženýrství se k získávání chymozinu začaly využívat geneticky modifikované mikroorganismy (bakterie, kvasinky, plísně). Do DNA mikroorganismu je vpraven bovinní gen. Takto geneticky upravený mikroorganismus uvolňuje enzym do prostředí. Pro takovou genetickou úpravu se nejčastěji využívají *Aspergillus niger*, *Kluveromyces lactis*, *E. coli*. Tento enzymatický preparát je používán jako neaktivní pro-enzym. Až po zasyření mléka se aktivuje na účinný enzym. [8]

Mikrobiální chymozin dříve obsahoval velmi vysoký podíl varianty C, která nespecificky štěpí také para- κ -kasein. Tato vysoká nespecifitě proteolýzy vedla k tvorbě slabšího gelu, vysokým ztrátám bílkovin a tuků do syrovátky, což snižovalo výtěžnost sýra. Následná purifikace produktu neúměrně prodražovala. Vývojem genetického inženýrství byly vyšlechtěny mikroorganismy produkující mnohem nižší podíl varianty C ve směsi. [8]

Část chymozinu je adsorbována na parakasein, čímž je vnášen do sýru. Množství adsorbovaného chymozinu vzrůstá s klesajícím pH. Adsorbce je relativně slabá a chymozin je za určitých podmínek snadno inaktivován. Při nízkém pH dochází k samovolnému rozkladu, při vysoké teplotě denaturuje, inaktivuje se již při teplotě 45 °C. Přítomnost NaCl inhibuje denaturaci.[7]

Důležitým faktorem je stanovení síly syřidla. Obecně se síla syřidla vyjadřuje v Soxhletových jednotkách. Vyjadřuje počet gramů syrového mléka, které je sraženo 1 g syřidla během 40 minut při teplotě 35 °C. Čas je definován do doby objevení prvních malých shluků. Většina přípravků určených k sladkému srážení má sílu 10,000 Soxhletových jednotek.

Vlivem metabolismu bakterií stoupá koncentrace kyseliny mléčné, snižuje se pH a klesá účinnost syřidla. Inaktivace chymozinu je účinnější při vyšší hodnotě pH (cca pH 6,4) než při nižší hodnotě pH (pH 5,3). [7]

Z kaseinových micel se odštěpí část peptidů, čímž dochází k jejich destabilizaci. Tyto micely se začnou difuzí přibližovat van der Waalsovými silami. Stericky odkryté fosfoerinové zbytky jednotlivých frakcí kaseinů se začnou vázat buď na Ca^{2+} ionty, čímž dochází k tvorbě řetězců micel. Nebo na disociované karboxylové zbytky v postranních řetězcích kyseliny asparagové, případně glutamové. Tím dochází k vytváření vazeb mezi jednotlivými vlákny. To vede k vytvoření trojrozměrné sítě. [7] [6]

Většina sladce srážených gelů vykazuje spontánní synerezi. Mezi řetězci micel spojených do trojrozměrné sítě, jsou póry, ve kterých je uzavřena syrovátka a tukové kuličky. Micelová vlákna vykazují Brownův pohyb, při kterém dochází k připojení micely na jiné vlákno, to vede ke vzniku velkého pnutí v původním vláknu, které se nakonec rozštěpí, pór se otevře a uvolněná syrovátka vyteče do okolí. Pro vytvoření kvalitního gelu bez vad je nutné, aby byl systém v této fázi v klidu. Nesmí být míchán ani jinak narušován. Jak se vlákna vzájemně přeskupují, vážou se vzájemně větší silou na menší vzdálenost. Gel se stává kompaktnější a proces synereze se zpomaluje. [7]

1.3 Zpracování sýřeniny

Aby synereze mohla dále probíhat, rozřezáváme gel na menší kousky. V oblasti řezu není stěna gelu tak kompaktní, což usnadňuje další průběh synereze. Mícháním působí na sýrová zrna vyšší tlak, což pozitivně ovlivňuje průběh synereze. Čím více se vypudí syrovátky ze sýřeniny, tím nižší obsah vlhkosti bude mít zrající sýr. Klesne výtěžnost, ale také klesne riziko nežádoucího rozvoje mikroorganismů, který vede k tvorbě sensorických vad během zrání, např. tvorba syrovátkových hnízd. Při tvorbě syrovátkových hnízd dochází k uzavření velkého množství syrovátky uvnitř sýru. V tomto hnízdu je velká pravděpodobnost rozvoje kontaminujících mikroorganismů na úkor přidaných kultur. Vada se může projevit odlišně vytvořenou strukturou, chuťovými odchylkami... Během krájení a míchání sýřeniny dochází ke ztrátám velmi malých sýrových zrníček, velkých několik mm. Tyto částice nazýváme sýrový prach. Tento prach je odnesen syrovátkou otvory v perforovaných formách.[7]

1.4 Dohřívání a dosoušení

Zvýšením teploty sýrových zrn se podporuje synereze. U sýrů s vysokodohřívanou sýřeninou se používá teplota 48 – 52 °C u Moravského bochníku a 52 – 55 °C u ementálů. U bochníků s nižší hmotností se může teplota dohřívání snížit. [13]

Tvrdé sýry můžeme dělit na:

1. Sýry s nízkodohřívanou sýřeninou

Sýry eidamského typu (Eidam, Gouda, Madeland, ...)

Během výroby se zařazuje tzv. praní zrna. Během tohoto praní se ze zrna vyplavuje laktóza do syrovátky, v zrně zůstává jen minimální množství laktózy. Na konci dosoušení zrna, se z výrobce odpustí 20 – 40 % syrovátky. Poté se 50 – 80 % tohoto množství nahradí prací vodou. Sýřenina s prací vodou se přihřívá na teplotu 35 – 40 °C. Sýry s nízkým pracím poměrem mohou být kyselejší, se sklonem k tvorbě trhlin. Sýry s vysokým pracím poměrem mají gumovité těsto a poněkud prázdnou chuť. Minimální doba zrání je 5 týdnů, ale typická vůně a chuť se projeví až po 8 týdnech zrání. [13]

Sýry typu Čedar

Při výrobě sýru Čedar se po kroku dosoušení zrna zařazuje krok „čedarizování“. Dosušené zrno se nechá klesnout na dno výrobce, kde prokysá. Poté se sýřenina mele promíchává se solí, formuje při teplotě 31 – 33 °C do forem. Lisuje se a balí do zracích obalů (voskové). Čedar zraje v chladném sklepě 6 – 9 měsíců. [13]

2. Sýry s vysokodohřívanou sýřeninou

Sýry ementálského typu (Emmentaler, Primátor, ...)

Mezi tvrdé sýry s tvorbou ok se řadí asi nejznámější švýcarský sýr Emmentaler. Název není chráněný, ale přesto se po uzavření smlouvy mezi Českou republikou a Švýcarskou konfederací od 70 let 20. století místo počestlého označení „Ementál“ používá u našich tuzemských sýrů označení „Primátor“. [12] Tvorba ok je podmíněna přidáním propionových kultur (*Propionibacterium*), které během fermentace uvolňují do okolí dostatečné množství CO₂. [11] [12] [1]

Sýření probíhá při 31 – 33 °C a sýřenina se dohřívá na teplotu 50 – 53 °C. Lisování zpravidla probíhá až po prokysání do druhého dne. Sýry zrají 3 – 5 měsíců. Kůra je suchá,

těsto pevné vláčné, s oky o průměru 0,5 – 1,5 cm. Chuť je čistá, jemně oříšková (mandlová). Obsah soli 1 – 1,2 %. [13]

Sýry typu moravský bochník

Moravský bochník vyráběný v České republice před revolucí patřil mezi tvrdé sýry s vysokodohřivanou sýřeninou s tvorbou ok. Při jeho výrobě byly používány také propionové kultury (*Propionibacterium*). Také zrání sýru probíhalo v několika zracích sklepech. Nejprve 14 dní při teplotě 16 °C, poté přibližně 14 dní při teplotě 20 – 22 °C. Dozrávání probíhalo 1 až 2 týdny, opět při teplotě 14 až 16 °C a nakonec ve "zracím" sklepe o teplotě 8 až 10°C. V průběhu zrání se sýry obracely a přirozená pokožka sýra se ošetřovala potíráním lněným olejem. [11]

Vzhledem k malé hmotnosti vyráběných bochníků 15 – 25 kg (Emmentaller 60 kg) docházelo k velkému výskytu sensorických vad. Nejčastěji docházelo k neuspokojivému vývinu propionových ok a rozpraskání těsta. Proto byl způsob výroby přehodnocen. A po revoluci se Moravský bochník začal vyrábět jako tvrdý sýr s vysokodohřivanou sýřeninou bez tvorby ok. [11] [12]

Technologie výroby je velmi podobná výrobě ementálu. S ohledem na hmotnost vyráběných bochníků (15 – 25 kg) lze snížit teplotu dohřívání na 48 – 50 °C. Nejsou přidávány propionové kultury (*Propionibacterium*). Bochník zraje ve folii při teplotě 12 – 14 °C. Chuť je nevýrazná. Používá se především jako plátkový sýr nebo jako surovina při výrobě tavených sýrů. [13]

Dohřívání může být provedeno dvojím způsobem.

1. Přilítím horké vody

Teplota sýrového zrna se ohřeje nalitím horké vody (o teplotě okolo 60 °C) do směsi syrovátky a sýrových zrn. Při tomto postupu dojde k vyplavení laktózy ze sýřeniny do okolí. Ztráta laktózy vede k menšímu poklesu pH. Zbylá část laktózy, která v sýřenině zůstala, bude mikroorganismy metabolizována na kyselinu mléčnou.

2. Pláštěm

Dohříváním pomocí dvoupláště výrobě se teplota zvyšuje postupně. Bakterie mléčného kvašení přítomné v sýrovém zrně se dále množí a metabolizují laktózu na kysel-

linu mléčnou, která se kumuluje v zrně. Pokles pH je rychlejší a větší než u sýrů, které byly dohřívány dolitím 60 °C vody. [7]

Dosoušení je udržování teploty zrna při dohřívací teplotě za současného míchání v syrovátce. Během dosoušení dochází k difuzi laktózy a části kyseliny mléčné ze zrna do syrovátky. Dále dochází k poklesu vlhkosti uvnitř zrna (podpořenou synerezí). Obsah vlhkosti určuje konečné množství laktózy v zrně. Po odečtení syrovátky, je zbylá laktóza v zrně metabolizována na kyselinu mléčnou. Vzrůstající koncentrace kyseliny mléčné zvyšuje kyselost výrobku.

Rychlost odplavení syrovátky ze zrna je přímo úměrná teplotě. Poklesem teploty, se snižuje synereze a tím i rychlost odtoku syrovátky. V praxi to znamená, že velké bochníky sýra, které chladnou pomaleji, mají nižší obsah vlhkosti. [7]

1.5 Lisování

Jako předstupeň lisování se může použít tzv. předlisování sýrů, které můžeme provádět těmito způsoby:

1. Necháme zrno sedimentovat na dno výrobku pod hladinou syrovátky
2. Přendáme zrno z výrobku do perforovaných forem nebo mlékařských plachetek umístěných na odvodňovacích roštech. Necháme syrovátku samovolně odtéct, pouze působením tlaku, který vzniká vlivem gravitace a váhy zrna

U tvrdých sýrů je žádoucí získat soudržnou hmotu, která se dá formovat. Bude mít jistou pevnost, soudržnost a hladký uzavřený povrch. Tohoto požadavku lze dosáhnout lisováním zrna.

Deformace je velmi ovlivněna vlastnostmi zrna. S klesající hodnotou pH zrna se zvyšuje deformatelnost. Také vysoký obsah vody a vysoká teplota zvyšují deformatelnost zrna. U sýřenin s nízkým pH, nízkým obsahem vody a nízkou teplotou mohou zůstat velké dutiny i po velmi silném stlačení. Nejsnadnější difuze syrovátky probíhá při poměrně nízkém cca pH = 5,5 [7]

Sýr se musí lisovat postupně, aby se na povrchu nevytvořila nepropustná vrstva příliš brzy, bránila by odtoku syrovátky ze středu sýrového bochníku. [7]

U nepříliš kyselého a méně vysušeného zrna sloužícího k výrobě polotvrdých a tvrdých sýrů se používají tlaky okolo 5 – 50 kPa. U velmi suchého a kyselého zrna, z kterého

se vyrábí extra tvrdé sýry typu čedar, se často používá vakuového lisování, při kterém je dosažen tlak až 200 kPa. [7]

1.6 Solení

Tvrdé sýry bez tvorby ok běžně obsahují cca 2 – 5 % soli. Sůl podstatně ovlivňuje chuť, konzistenci i průběh zrání. Přídavek soli inhibuje růst a metabolismus přítomných mikroorganismů. Pohyb soli v bochníku probíhá prostou difuzí molekul v syrovátce.

Základní způsoby solení jsou:

1. Suché solení

Krystalická sůl se přímo promíchá se sýrovými zrny, takže se okamžitě dostává i do středu bochníku.

2. Vtírání krystalů soli do povrchu sýrů

Krystaly soli nebo koncentrovaný solný roztok (solanka) se vtírá do povrchu sýra. Dnes je tento způsob využíván převážně jen u sýrů zrajících pod mazem. Nátěr se během zrání několikrát opakuje.

3. Solení v solných lázních

Sýr se uchovává ponořený do koncentrovaného roztoku soli (solanka). Během solení v látku může docházet ke ztrátám až 3 % hm. Difuze soli do středu bochníku je pomalá, prosolení velkých bochníků je časově náročná. Obsah soli na kraji je vyšší než ve středu bochníku. Sůl snižuje aktivitu vody a_w , čímž inhibuje růst mikroorganismů. Proto se často bochník solí až pro prokysání. Tento způsob solení je v praxi nejběžnější. [7]

1.7 Zrání sýrů

I když jsou zrající sýry velmi populární, není u spousty z nich zcela detailně znám průběh zrání, hlavně proto že stejný sýr může být konzumován v různém stádiu zrání. Velký vliv na kvalitu sýra má také roční období dojení, fáze laktačního cyklu zvířete, druh a stáří zvířete, jeho výživa, klimatické podmínky, velikost bochníku, použitý koagulační prostředek. Jako koagulační prostředek může sloužit enzym (chymozin, pepsin) nebo kyselina (mléčná, citronová). [1]

Nemalou roli na zrání sýru má také doba a způsob solení. Výsledky se mohou významně lišit u sýrů solených vložením do solného roztoku a sýrů solených tzv. nasucho. U

většiny tvrdých sýrů je zřetelný rozdíl v obsahu soli na okraji bochníku a v jeho středu. Charakteristický je klesající gradient solného roztoku od povrchu ke středu a opačným směrem gradient vlhkosti, vyjádřeného jako aktivita vody a_w . [1]

Průběh fermentace u tvrdých sýrů je velmi obdobný. Pro růst startovacích termofilních bakterií mléčného kvašení je důležitá doba, za jak dlouho bochník vychladne, na povrchu chladne rychleji než uvnitř. Vlivem vyšší teploty s delší výdrží začíná růst bakterií ve středu bochníku.[8] Metabolizace laktózy na kyselinu mléčnou, vrůst pH, a nárůst počtu bakterií probíhá od středu bochníku k jeho okraji. Tento rozdíl v obsahu bakterií a jejich metabolitech ve středu a na okraji bochníku ještě více podporuje vliv obsahu a rychlost difuze NaCl. Jak solný roztok difunduje od povrchu bochníku do středu, inhibuje růst bakterií[8].

- **Primární fáze zrání**

Během primární fáze zrání dochází k metabolické přeměně laktózy na kyselinu mléčnou. Okyselení sýřeniny. Tato fáze probíhá již během zpracovávání sýřeniny. U tvrdých sýrů se tato fáze prodlužuje tím, že se bochník nechá prokysat při teplotě cca 20 °C do druhého dne. Během 20 – 24 hodin je všechna laktóza odbourána.[20]

Vzniklé množství kyseliny mléčné má vliv na bobtnání para – κ – kaseinu. Kyselina mléčná reaguje s přítomnými solemi a para – κ – kaseinem. Odštěpuje se vápník a vzniká laktát vápenatý. V konečné fázi se tvoří monokaseinová sůl parakaseinu, která snadno bobtná v roztoku vody a NaCl. Vznik této soli má hlavní vliv na vzniklou konzistenci výsledného sýra. [13]

- **Sekundární fáze zrání**

Přítomné mikroorganismy metabolizují kyselinu mléčnou na kyselinu propionovou, CO₂ a H₂O. Tím opětovně vzrůstá pH sýru. U tvrdých sýrů probíhá tento děj od středu k okraji bochníku. [20]

- **Terciální fáze zrání**

Terciální fáze zrání se někdy označuje také jako hlavní zrání sýrů. Během této fáze dochází ke změnám téměř všech složek mléka. Zrající sýr obsahuje široký okruh látek, které pozitivně i negativně ovlivňují výslednou chuť a vůni sýrů. Změny způsobují enzymy

uvolňované přítomnými mikroorganismy i zbytky syřidla. Nejvýznamnějšími procesy jsou proteolýza a lipolýza. [13][20]

Proteolýza

Bílkoviny podléhají proteolýze. Je to hlavní faktor ovlivňující chuť, vůni i texturu sýrů. Proteolytické enzymy mohou pocházet ze tří zdrojů:

1. Zbytky syřidla (chymozinové, pepsinové, směsné...)
2. Plasmin
3. Mikroorganismy (primární kultura, sekundární kultura, kontaminující mikroorganismy)

Při proteolýze dochází k degradaci para – κ - kaseinu zbytkovým syřidlem na polypeptidy. Polypeptidy jsou štěpeny bakteriálními proteázami a peptidázami na peptidy a aminokyseliny. Plasmin společně s dalšími enzymy štěpí β – kasein. Během proteolýzy vznikají hořké peptidy, pokud jejich koncentrace překročí prahovou hranici, znehodnocují chuť sýrů.

Degradací bílkovin vznikají mastné kyseliny (mléčná, octová, máselná, ...), ty jsou degradovány na amoniak, aldehydy, ketony (diacetyl), alkoholy (metanol, butanol, ...), aminy, sírné složky (methanthiol, H_2S ,...).[13]

Lipolýza

Degradace tuků se nazývá lipolýza. Tuk u sýrů zrajícím ze středu k povrchu podléhá minimálním změnám. Ale u sýrů zrajících od povrchu ke středu (zrající pod mazem) dochází k mnohem rozsáhlejší lipolýze. Na lipolýze se podílejí také enzymy přidaných mléčkárenských plísní (*Penicillium roqueforti*, *Penicillium camemberti*).[13]

Tvorba plynů

Plyny jsou uvolňovány z činností mikroorganismů do prostředí. Částečně jsou zachyceny v těstě, částečně unikají do prostředí. Nejvíce se tvoří NH_4 , H_2 a CO_2 . Amoniak a vodík snadno difundují a vyprchají. Naopak CO_2 se dobře rozpouští v sýrové hmotě, velmi omezeně difunduje a nevyprchá přes sýrovou kůru, snadno dochází k přesycení jeho roztoku v těstě. Z těsta se uvolňuje v místě nejmenšího odporu, to znamená do meziprostorů mezi původními zrny. Zde vytváří oka, která se další difuzí a koncentrováním CO_2 zvětšují. Tento děj je žádoucí u sýrů ementálského typu, kdy jsou přidávány kultury propionového kvašení, které uvolňují velké množství CO_2 . Ovšem u sýrů typu Moravský bochník, to znamená bez tvorby ok, je tvorba nadměrného množství CO_2 nežádoucí.[13]

2 TERMOFILNÍ SÝRAŘSKÉ KULTURY

Pro výrobu sýrů jsou nezbytné bakterie mléčného kvašení, které metabolizují laktózu na kyselinu mléčnou. Tuto schopnost fermentovat laktózu umožňuje konkrétní gen. Tento gen není uložen v chromozomech, ale v plastidech bakterií. Okyselením prostředí inhibují růst ostatních mikroorganismů v sýru.[19] Dále působí biochemické procesy během zrání vedoucí k rozvinutí charakteristické vůně a chuti. Přesně definované kultury se do mléka přidávají záměrně během výroby sýra. Tyto kultury nazýváme „primární“ nebo také jako „startér“. Při tradiční výrobě některých sýrů (italské, španělské) se startér nepřidává a jako primární kultura slouží mikroorganismy přirozeně přítomné v syrovém mléku. [8] [1]

Kultury dělíme na primární a sekundární.

1. Primární kultury se taky někdy nazývají jako „startér“.

Přidávají se kvůli jejich rychlému metabolismu laktózy na kyselinu mléčnou ve vyšších koncentracích. Dále uvolňují také těkavé látky jako CO₂ a diacetyl. Tyto látky ovlivňují strukturu a chuť výrobku. Prudký růst koncentrace kyseliny mléčné způsobuje pokles pH, čímž inhibuje růst nežádoucích (patogenních) mikroorganismů. A tím přispívá k mikrobiální bezpečnosti výrobků.

U sýru Moravský bochník, který patří mezi tvrdé sýry bez tvorby ok, jsou vhodné takové mikroorganismy, které jsou homofermentativní a uvolňují minimální množství CO₂.

Hlavními druhy používanými jako primární kultura při výrobě sýrů s vysokodohřívanou sýřeninou jsou termofilní *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus helveticus*. [8] [19]

2. Sekundární kultury (non-startér)

Nepřidávají se kvůli produkci kyseliny mléčné, ale kvůli tvorbě organoleptických vlastností sýrů. Sekundární kultury bývají pestřejší jak z taxonomického, tak funkčního hlediska. Jejich počáteční koncentrace jsou velmi nízké, projevují se až při zrání sýra. Dříve nebyly úmyslně přidávány, ale byly pouhým projevem kontaminace z prostředí. Zavedením dodržování zvýšených hygienických nároků při dojení i zpracování mléka došlo

ke zjemnění chuti a vůně sýra. Pokud je žádoucí organoleptické vlastnosti sýra opět zvýraznit, musí být také sekundární kultury přidávány úmyslně.

Mezi mikroorganismy používané jako sekundární kultura je možné zařadit následující bakterie *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus salivarius*, *Staphylococcus*. [8][19]

Druhy kultur:

1. MSS (mixed strain starters)

Přírodní startovací kultury. Tyto kultury jsou obsaženy přímo v syrovém mléce. Tam se dostaly z prostředí např. z povrchu těla dojnice, ze vzduchu, vody, kontaminovaného nádobí či nástrojů apod. Často jsou specifické pro danou oblast, jejich složení není zcela definováno. Jsou využívány při tradiční řemeslné výrobě, nazývají se „tradiční spouštěč“.

MSS jsou získávány použitím zákvasu z předchozí úspěšné výroby. Jako zákvas může sloužit syrovátka nebo přímo kousek vyrobeného sýra. [8]

2. DSS (defined strain starters)

Složení těchto kultur je přesně definováno. Může se jednat o kulturu, která obsahuje pouze jeden kmen nebo o směsnou kulturu několika kmenů.

Výběr, pomnožení, čištění, ošetření a distribuci provádí specializované instituce. Vzhledem k tomu, že jsou kultury optimalizované, vysoce reprodukovatelné, odolné vůči bakteriofágům, a vykazují vysoký výkon, nahradily požívání MSS i při výrobě sýrů nesoucí označení „CHOP“ (Chráněné označení původu).

Kultury se získávají selektivní izolací z mléka. Při optimálních podmínkách byly vyšlechtěny geneticky odolnější kmeny. Které jsou čištěny a množeny v laboratořích a distribuovány výrobcům. [8]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout a optimalizovat postup výroby sýrů s vysokodohřívanou sýřeninou typu Moravský bochník v podmínkách technologické laboratoře Ústavu technologie potravin (FT UTB ve Zlíně).

4 MATERIÁL A POMŮCKY

Pro výrobu sýrů byl použit následující materiál:

- syrové mléko,
- čisté mlékařské kultury (Chr. Hansen (Dánsko))

K inokulaci pasterovaného mléka byly použity tyto 3 kultury:

- Kultura LH-B02 patří mezi termofilní kultury, obsahuje kmen *Lactobacillus helveticus*. Je dodávána hluboce zmrazená, v granulované formě, (Chr. Hansen, Dánsko): [3]
 - Kultura TH-3 patří mezi termofilní kultury mléčného kysání se zvýšenou bakteriofágovou rezistencí. Obsahuje kmen *Streptococcus thermophilus*. Je dodávána hluboce zmrazená, v granulované formě. (Chr. Hansen, Dánsko): [4]
 - Kultura YY-88 patří mezi mezofilní aromatické kultury. Obsahuje směs kmenů: *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus helveticus*. Kultura vytváří aroma a CO₂. Je dodávána hluboce zmrazená, v granulované formě. (Chr. Hansen, Dánsko): [5]
- syřidlo CHY-MAXM (Chr. Hansen, Dánsko),
 - 36% roztok CaCl₂ (MILCOM a.s., ČR),
 - bezjodá sůl (Herold řeznické potřeby s.r.o., ČR)

Pro výrobu sýrů byly využity následující pomůcky:

25 l konev na mléko, laboratorní odstředivka pro mléko FT15B, (Armfield, Velká Británie), laboratorní pasterační zařízení FT75-B, (Armfield, Velká Británie), plastové nádoby na manipulaci s mlékem, výrobce BIELMEIER (Německo), digitální teploměr, váhy, lžička, odměrný válec, míchadlo, mikropipeta, nerezový nůž, nerezová naběračka, nerezová lžice, 2 perforované plastové kádě, 2 mlékařské plachetky, plastová kád', 2 formy na sýr, 2 mlékařské plachetky do formy, MilkoScop Julie (O.K.SERVIS BIOpro s.r.o., Česká republika)

4.1 Chemická analýza

4.1.1 Stanovení obsahu sušiny

Obsah sušiny ve vzorku se stanovuje podle normy ČSN ISO 5534, sušením do konstantního úbytku hmotnosti.

Sušící misky byly vysušeny v sušárně (vyrábí firma Venticell, Brněnská Medicínská Technika a.s., ČR). Vysušené misky byly zváženy. Do suchých misek byl navážen vzorek sýra o hmotnosti 3 g. Vzorek byl promíchán s pískem. Takto připravený vzorek byl vložen do sušárny a sušen při teplotě $105 \pm 1^\circ\text{C}$ do konstantního úbytku hmotnosti. Vysušený vzorek byl vložen do exsíkátoru. Po vychladnutí byl zvážen.

Vzorec pro výpočet obsahu sušiny:

$$m = \frac{m_3 - m_1}{m_2} \cdot 100$$

Legenda:

- m obsah sušiny [hmotnostní %]
- m1 hmotnost misky s pískem [g]
- m2 hmotnost vzorku před sušením [g]
- m3 hmotnost misky s pískem a vzorkem po vysušení [g] [2]

4.1.2 Stanovení obsahu soli

Obsah soli byl stanoven titračně podle Møhra. Na analytických vahách (výrobce A&D GH-200 EC) byl navážen 1 g vzorku sýra, který byl rozmělněn v třecí misce s 10 ml 60°C destilované vody. Připravený vzorek byl kvantitativně převeden do titrační baňky. Jako indikátor byly přidány 2 ml 5% roztoku chromanu draselného (Ing. Petr Lukeš, ČR). Jako odměrný roztok byl použit $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$ dusičnan stříbrný (Lach-Ner s.r.o., ČR). Titrace probíhala do oranžového zbarvení s výdrží 30 s (bod ekvivalence). [2]

4.1.3 Stanovení obsahu tuku v sušině

Obsah tuku byl stanoven acidobutyrometricky pomocí van Gulikova tukoměru s rozsahem stupnice do 35%. Na skleněnou váženku zasazenou do pryžové zátky byly navá-

ženy 3 g upraveného vzorku. Zátka s váženkou se pevně zasunula do tukoměru. Z bezpečnostní pipety se horním otvorem napustila H_2SO_4 ($\rho_{20} = 1\,550 \pm 5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; 65 %, Pert Lukeš, Uherský Brod) do 4/5 těla tukoměru. Takto naplněný tukoměr byl vložen do vodní lázně teplé 70-80°C. Obsah tukoměru byl občas protřepán, dokud se navážka zcela nerozpustila.

Poté byl do tukoměru přidán 1 ml amylalkoholu (Pert Švec, Penta) a H_2SO_4 ($\rho_{20} = 1\,550 \pm 5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; Pert Lukeš, Uherský Brod) až hladina sahala 3 dílky pod předpokládanou tučnost vzorku. Tukoměr byl vytemperován ve vodní lázni na 65 – 68°C. Poté byl uzavřen pryžovou zátkou a promíchán převrácením, následně byl odstředěn. [2]

4.1.4 Stanovení pH

pH bylo stanoveno pomocí vpichového pH metru (výrobce EUTECH INSTRUMENTS, ND) Hodnota pH byla vypočítána jako průměrná hodnota 3 měření v různých částech bochníku. [2]

4.2 Výroba a posouzení sýrů I

Standardizace mléka

Syrové mléko předeřtáte na teplotu 37 °C bylo odstředěno (laboratorní odstředivka na mléko FT15B, Armfield, Velká Británie). Tučnost získané smetany a odstředěného mléka byla stanovena pomocí přístroje Milko Scop Julie (O. K. SERVIS BIOpro s.r.o., Česká republika). Mléko bylo standardizováno na výslednou tučnost 3,5 % smícháním 10,77 kg odstředěného mléka o tučnosti 0,5% a 2,23 kg smetany o tučnosti 17,9 %. Celkové množství mléka použitého k výrobě sýru bylo 13 l.

Pasterizace mléka

Během pasterizace (laboratorní pasterační zařízení FT75-B, Armfield, Velká Británie) bylo mléko ohřáto na teplotu 75 °C po dobu 15 s. Pasterované mléko bylo nalito do výrobníku (BIELMEIER, Německo), ve kterém probíhala výroba sýrů.

Úprava mléka před sýřením

K inokulaci byla použita tato množství jednotlivých kultur (Chr. Hansen, Dánsko) [3], [4], [5]:

- | | |
|-----------|--------|
| 1. LH-B02 | 0,16 g |
| 2. TH-3 | 0,33 g |
| 3. YY-88 | 1,64 g |

Lyofilizované kultury bylo velmi důležité dokonale rozpustit a rovnoměrně distribuovat v celém objemu. Z tohoto důvodu bylo inokulované mléko 30 minut promícháváno. Mléko však nesmělo být současně příliš mechanicky namáháno. Došlo by k porušení tukových kuliček, což by se projevilo uvolněním volného tuku v podobě mastných žlutých ok na hladině. Během této doby také docházelo k pomnožení přidaných bakterií. Teplota mléka byla 31°C.

Dále bylo přidáno 11 ml CaCl_2 (36% roztok, MILCOM a.s., ČR), který podporuje tvorbu pevnějšího gelu.

Sýření

Pro vytvoření gelu bylo mléko zasýřeno přidavkem syřidla (CHY-MAX M, Chr. Hansen, Dánsko). V našem případě bylo 640 μl syřidla rozmícháno nejprve v desetinásobku vody a poté přidáno do mléka. Mléko s přidaným syřidlem se jen lehce promíchalo, poté se hladina uklidnila mícháním v protisměru a nechala se v klidu 30 minut při teplotě mléka 31 °C.

Prokrojení gelu

Vzniklý gel byl nakrájen nožem na hranoly o velikosti cca 2×2 cm a ponechán 10 minut v klidu. Okamžitě po nakrojení se objevila uvolněná syrovátka, která se uvolňovala do mezer mezi hranoly. Gel se pomalu smršťoval. Uvolňování syrovátky z gelu se nazývá synereze.

Nejdříve byla nádoba výrobníku vyplněna hranoly sýřeniny. V mezerách mezi hranoly, kudy prošlo ostří nože při krájení sýřeniny, se objevila syrovátka, která byla synerezí vypuzená z hranolů. Objemově mnohonásobně převládala sýřenina nad syrovátkou.

Drobení zrna

Hranoly byly ještě příliš křehké, a proto bylo nutné začít sýřeninu míchat velmi pomalu. Sýřenina byla lesklá s jasně viditelnými ostrými hranami. Pozvolna se zvyšoval objem syrovátky, a snižoval objem sýřeniny. Na povrchu hranolů se vytvořila zesílená stěna, hrany se začaly zaoblovat. Krájením sýřeniny vznikala sýrová zrna. Sýrová zrna byla z počátku příliš velká a zadržovala velké množství syrovátky, která se uvolňovala pouze na ploše řezu. Proto bylo nutné zrna míchat a nožem je rozkrajovat, ideálně na půl.

Dohřívání

Po 20 minutách drobení zrna, bylo k míchání využito míchadlo a začalo se dohřívát na teplotu 47 °C. K dohřívání byl využit plášť výrobku (BIELMEIER, Německo). Míchání pomocí míchadla se neosvědčilo. Zrno se navzájem slepovalo a mělo tendenci se usazovat na dně, kde docházelo k jeho připalování, proto muselo být míchání míchadlem nahrazeno mícháním manuálním pomocí nerezové lžice. Výsledné zrno musí být rovnoměrně velké, asi jako nehet malíčku. Mělo tvar malých kulatých pecek, bez hran, se zesílenou stěnou. Při stlačení mezi prsty bylo pružné. Objem syrovátky kontinuálně vzrůstal. Objem zrna se snižoval. Nakonec zrno volně plavalo v syrovátce.

Dosoušení

Po dosažení teploty 47 °C, se přestalo zahřívát. Sýrové zrno se nechalo 30 minut dosoušet. Během této operace je stále nutno zrno míchat a hlídat, aby se vzájemně neslepovalo ani neusazovalo. Teplota klesla na 43,7 °C.

Předlisování

Zrno bylo i se syrovátkou vypuštěno do připravených perforovaných plastových kádí vyložených sýrovou plachetkou. Uvolněná syrovátka se scedila a sýrové zrno se nechalo okapat 10 minut. Poté se zrno i s plachetkou v kádi otočilo a nechalo se dalších 10 minut okapat.

Formování

Okapané syrové zrno se napěchovalo do lisovacích forem válcového tvaru vyložených plachetkou. Zrno musí být natlačeno co největší silou pokud možno bez velkých skulin. Formy musí být zaplněny cca 1 cm od horního okraje. Formy se uzavřely víkem. Byly naplněny tři formy o celkové hmotnosti 1,5 kg sýra.

Lisování

Lisování bylo prováděno pomocí lisovací desky a zátěže. Formy se sýrem byly položeny na podložku a přikryty lisovací deskou. Na desku se postupně přidávala zátěž (Tabulky 1 a 2).

Použitá zátěž [kg]	Doba lisování [min]
4	25
8	10
20	10
28	5
36	5
44	5

Tabulka 1: Lisovací schéma pro 3 bloky sýrů o celkové hmotnosti 1,5 kg

Aby se sýr lisoval rovnoměrně z obou stran a nevznikl příliš velký rozdíl ve vylisování horní a spodní strany bochníku, byl bochník sýru vyjmut z formy a otočen o 180°, následně byl opět vložen do formy a lisován obdobně jako při předchozím lisování. Ale protože byl bochník již lisován a syrovátka již neodtéká tak rychle, museli jsme vyvinout větší tlak. Po vylisování byly bochníky vyjmuty z formy a vybaleny z plachetky.

Použitá zátěž [kg]	Doba lisování [min]
8	15
20	15
28	10
36	10
64	7
92	3

Tabulka 2: Lisovací schéma pro 3 bloky sýrů o celkové hmotnosti 1,5 kg po otočení o 180°C

Solení

Aby se určil vliv způsobu solení na výsledný výrobek, byl u každého bochníku zvolen jiný postup nasolení.

Roztok solné lázně byl připraven rozpuštěním 1,25 kg bezjodé soli (Herold řeznické potřeby s.r.o., ČR) v 5 l vody. Pro každý bochník byla připravena vlastní lázeň.

Bochník A

Po vylisování měl pH 5,7. Hned po vylisování byl ponořen do 20 % roztoku NaCl. Teplota solné lázně byla 14 °C a doba solení 24 hodin. Po nasolení kleslo pH na hodnotu 5,25.

Bochník B

Druhý bochník byl po vylisování ponechán 12 hodin prokysat v lednici při teplotě 4-8°C. pH po prokysání bylo 5,34. Druhého dne byl vložen do solné lázně na 12 hodin. Teplota lázně byla 14 °C. pH po nasolení se nezměnilo, stále mělo hodnotu 5,34.

Bochník C

Třetí bochník byl po vylisování ponechán 12 hodin prokysat v lednici. pH po prokysání bylo 5,25. Druhého dne byl bochník vložen do solné lázně na 24 hodin. Teplota lázně byla 12 °C. Po vysolení klesla hodnota pH na 5,1.

Balení sýrů a zrání sýrů

Po nasolení byly bochníky vakuově zabaleny do smrštitelné folie. Bochník sýru byl vložen do fólie. Vakuově se zavařen ve vakuové baličce a poté byl ponořen do vroucí vody, čímž se folie smršktila. Zabalené bochníky byly uloženy do vinotéky ke zrání, kde byla teplota 10 ± 2 °C (Guzzanti, Česká republika).

4.2.1 Posouzení výroby I

Komplikací při výrobě bylo, že se nedala příliš regulovat rychlost ohřevu mléka ve výrobníku. Ohřev byl příliš rychlý, což vedlo k tomu, že se na povrchu spirály sýrová zrna připalovala. Proto bylo nutno teplotu ohřevu zregulovat.

Tento problém byl vyřešen tím, že se ohřev spirály zapnul na dobu 10 s a hned se opět na dobu 5 s vypnul. Tímto způsobem bylo požadované teploty 47°C dosaženo až za 58 minut. Což je nepřijatelně dlouhá doba, protože původně měla tato operace trvat 30 minut.

Dále bylo nutno kontrolovat, aby se sýrové zrno vzájemně neslepovalo ani neusazovalo. Vložené míchadlo se také neosvědčilo a zrno muselo být odlepováno ode dna manuálně nerezovou lžící. Také shluky musely být rozrušovány manuálně.

Vypouštění zrna se syrovátkou výpustným ventilem se neosvědčilo. Ventil nebyl umístěn úplně na dně výrobní nádoby, ale na stěně ve výšce cca 5 cm ode dna. Takže neumožňoval vypustit úplný obsah. Dále byla výpust' příliš úzká, takže se zrnem ucpávala. Zrno muselo být vybráno manuálně naběračkou.

4.2.2 Posouzení organoleptických vlastností

Posouzení organoleptických vlastností bylo provedeno v zúženém kruhu vybraných hodnotitelů.

Bochník A

Organoleptické vlastnosti posouzeny po dvou měsících zrání ve zrací komoře. Jako zrací komora sloužila vinotéka, kde byla teplota 10 ± 2 °C (Guzzanti, Česká republika). Chuťově dobrý, na řezu několik dutinek a prasklin vlivem nedostatečného vylisování

Bochník B

Senzorická analýza provedena po dvou měsících zrání ve zrací komoře, kde byla teplota 10 ± 2 °C (Guzzanti, Česká republika). Chuťově horší než bochník A, s pikantní příchutí na konci, na řezu hodně dutinek a prasklinek vlivem nedostatečného vylisování, ale pravděpodobně také kontaminace.

Bochník C

Senzorická analýza provedena po měsíci zrání ve zrací komoře, kde byla teplota 10 ± 2 °C (Guzzanti, Česká republika). Chuťově dobrý bez vad, ale málo výrazný. Na řezu dutinky a prasklinky vlivem nedostatečného vylisování.

4.2.3 Posouzení chemických parametrů

Obsah sušiny v jednotlivých bochnících shrnuje následující tabulka:

Bochník	[hmotnostní %]
Bochník A	61,78
Bochník B	58,64
Bochník C	64,66

Tabulka 3: Obsah sušiny v jednotlivých bochnících

Průměrný obsah sušiny v bochníku byl 61,69 % hm. Což můžeme považovat za velmi dobrý výsledek. Pro srovnání byl použit komerčně prodáváný výrobek mlékárny Lacrum Velké Meziříčí, která uvádí na svém prodáváném výrobku obsah sušiny 60 % hm.

[14]

Obsah tuku v sušině v jednotlivých bochnících shrnuje následující tabulka:

Tuk v sušině	[hmotnostní %]
Bochník A	33,2
Bochník B	34,1
Bochník C	41,0

Tabulka 4: Obsah tuku v sušině v jednotlivých bochnících

Průměrný obsah tuku v sušině byl v bochníku 36,1 % hm. Což je podstatně nižší hodnota než jaké mělo být dosaženo. Pro srovnání byl použit komerčně prodáváný výrobek mlékárny Lacrum Velké Meziříčí, která uvádí na svém prodáváném výrobku obsah tuku v sušiny 45 % hm. [14]

Vývoj změny pH u jednotlivých bochníků shrnuje následující tabulka:

pH	Po vylisování	Po prokysání	Po nasolení
Bochník A	5,70	–	5,25
Bochník B	5,70	5,70	5,70
Bochník C	5,70	5,25	5,19

Tabulka 5: Vývoj změny pH v období mezi vylisováním sýra a nasolení u jednotlivých bochníků

Hodnota pH u bochníků A a B byla po prokysání poměrně vysoká pH 5,7, pouze u bochníku C byla podle [13] vyhovující. [13] uvádí jako optimální hodnotu pH u tvrdých prokysaných sýrů 5,2.

4.3 Materiál a pomůcky k výrobě II

Pro výrobu sýrů byl použit následující materiál:

- syrové mléko,
- čisté mlékařské kultury (Chr. Hansen (Dánsko) [3], [4], [5])

K inokulaci pasterovaného mléka byly použity stejné kultury jako v případě výroby I:

- Kultura LH-B02 patří mezi termofilní kultury, obsahuje kmen *Lactobacillus helveticus*. Je dodávána hluboce zmrazená, v granulované formě, (Chr. Hansen, Dánsko): [3]
 - Kultura TH-3 patří mezi termofilní kultury mléčného kysání se zvýšenou bakteriofágovou rezistencí. Obsahuje kmen *Streptococcus thermophilus*. Je dodávána hluboce zmrazená, v granulované formě. (Chr. Hansen, Dánsko): [4]
 - Kultura YY-88 patří mezi mezofilní aromatické kultury. Obsahuje směs kmenů: *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus helveticus*. Kultura vytváří aroma a CO₂. Je dodávána hluboce zmrazená, v granulované formě. (Chr. Hansen, Dánsko): [5]
- syřidlo CHY-MAXM (Chr. Hansen, Dánsko),
 - 36% roztok CaCl₂ (MILCOM a.s., ČR),
 - bezjodá sůl (Herold řeznické potřeby s.r.o., ČR)

Pro výrobu sýrů byly využity stejné pomůcky jako u výroby I s tím rozdílem, že byl využit jiný výrobce sýrů (Driml MSKD-1(Driml, Česká republika)).

25 l konev na mléko, laboratorní odstředivka pro mléko FT15B, (Armfield, Velká Británie), laboratorní pasterační zařízení FT75-B, (Armfield, Velká Británie), plastové nádoby na manipulaci s mlékem, výrobce Driml MSKD-1(Driml, Česká republika), digitální teploměr, váhy, lžička, odměrný válec, míchadlo, mikropipeta, sýrařská harfa, nerezová naběračka, nerezová lžice, 2 perforované plastové kádě, 2 mlékařské plachetky, 2 formy na sýr, 2 mlékařské plachetky do formy, přístroj Milko Scop Julie (O. K. SERVIS BIOpro s.r.o., Česká republika)

4.4 Výroba sýru II

Vzhledem k výskytu komplikací při výrobě I, které byly popsány výše, byl výrobník (BIELMEIER, Německo) nahrazen výrobníkem Driml MSKD-1 (Driml, Česká Republika).

Standardizace mléka

Syrové mléko předeřtá se na teplotu 37 °C bylo odstředěno (laboratorní odstředivka na mléko FT15B, Armfield, Velká Británie). Tučnost smetany a odstředěného mléka byla stanovena pomocí přístroje Milko Scop Julie (O.K.SERVIS BIOpro s.r.o, Česká republika). Smícháním 14,1 kg odstředěného mléka, jehož tučnost byla 0,5 % a 2,9 kg smetany, o tučnosti 18,1 %, bylo získáno mléko o tučnosti 3,5 %. Celkové množství mléka použitého k výrobě bylo 17 l.

Pasterizace mléka

Při pasterizaci (laboratorní pasterační zařízení FT75-B, Armfield, Velká Británie) bylo mléko ohřáto na teplotu 75°C s výdrží 15 s. Pasterované mléko bylo nalito do výrobníku (Driml MSKD-1, Driml, Česká republika), ve kterém probíhala výroba sýrů.

Úprava mléka před sýřením

K inokulaci byla použita tato množství jednotlivých kultur (Chr. Hansen, Dánsko) [3], [4], [5]:

- | | |
|-----------|--------|
| 1. TH-3 | 0,19 g |
| 2. LH-B02 | 0,25 g |
| 3. YY-88 | 1,26 g |

Lyofilizované kultury bylo velmi důležité dokonale rozpustit a rovnoměrně distribuovat v celém objemu. Z tohoto důvodu bylo inokulované mléko 30 minut promícháváno. Mléko však nesmělo být současně příliš mechanicky namáháno. Došlo by k porušení tukových kuliček, což by se projevilo uvolněním volného tuku v podobě mastných žlutých ok na hladině. Během této doby také docházelo k pomnožení přidaných bakterií. Teplota mléka byla 32°C.

Dále bylo přidáno 7,5 ml CaCl₂ (36% roztok, MILCOM a.s., ČR), který podporuje tvorbu pevnějšího gelu.

Sýření

Pro vytvoření gelu bylo mléko zasýřeno přidavkem syřidla (CHY-MAX M, Chr. Hansen, Dánsko). V našem případě bylo 480 μl syřidla rozmícháno nejprve v desetinásobku vody a poté přidáno do mléka. Mléko s přidáním syřidlem se jen lehce promíchalo, poté se hladina uklidnila mícháním v protisměru a nechala se v klidu 30 minut při teplotě mléka 32 °C.

Prokrojení gelu

Vzniklý gel byl nakrájen sýrařskou harfou na hranoly o velikosti cca 2×2 cm a ponechán 10 minut v klidu. Okamžitě po nakrojení se objevila uvolněná syrovátka, která se uvolňovala do mezer mezi hranoly. Gel se pomalu smršťoval. Uvolňování syrovátky z gelu se nazývá synereze.

Nejdříve byla nádoba výrobniku vyplněna hranoly sýřeniny. V mezerách mezi hranoly, kudy prošla sýrařská harfa, se objevila syrovátka, která byla synerezí vypuzená z hranolů. Objemově mnohonásobně převládala sýřenina nad syrovátkou. Teplota sýřeniny po rozkrojení byla 31°C.

Drobení zrna

Hranoly byly ještě příliš křehké, a proto bylo nutné začít sýřeninu pomalu míchat manuálně. Sýřenina byla lesklá s jasně viditelnými ostrými hranami. Pozvolna se zvyšoval objem syrovátky, a snižoval objem sýřeniny. Na povrchu hranolů se vytvořila zesílená stěna, hrany se začaly zaoblovat. Krájením sýřeniny vznikala sýrová zrna. Sýrová zrna byla z počátku příliš velká a zadržovala velké množství syrovátky, která se uvolňovala pouze na ploše řezu. Proto bylo nutné zrna míchat a nožem je rozkrajovat, ideálně na půl.

Dohřívání

Po 20 minutách drobení zrna, bylo k míchání využito míchadlo a začalo se dohřívání na teplotu 47 °C. K dohřívání byl využit plášť výrobniku (Driml, Česká republika). Míchání pomocí míchadla muselo být doplněno také manuálním mícháním pomocí nerezové lžice. Bylo nutné rozmíchávat shluky zrna, tvořících se v okolí pouzdra na teploměr. Manuální míchání bylo prováděno v protisměru pohybu míchadla. Jinak míchání míchadlem bylo schopno zabránit slepování zrna navzájem a zabránit jeho usazování na dně.

Výsledné zrno bylo nerovnoměrně velké, asi jako nehet palce. Mělo tvar kulatých pecek, bez hran, se zesílenou stěnou. Při stlačení mezi prsty bylo pružné. Objem syrovátky kontinuálně vzrůstal, zrno se smršťovalo, nakonec volně plavalo v syrovátce.

Dosoušení

Po dosažení teploty 47 °C, se přestalo zahřívat. Sýrové zrno se nechalo 60 minut dosoušet. Během této operace bylo stále nutné zrno míchat a hlídat, aby se vzájemně neslepovalo ani neusazovalo. Míchání již zcela zajistilo míchadlo, nebylo potřeba zasahovat manuálně. Teplota klesla na 46,8 °C.

Předlisování

Zrno bylo i se syrovátkou vypuštěno do připravených perforovaných plastových kádí vyložených sýrovou plachetkou. Uvolněná syrovátka se scedila a sýrové zrno se nechalo okapat 10 minut. Poté se zrno i s plachetkou v kádi otočilo, a nechalo se dalších 10 minut okapat. Poté bylo naposledy otočeno a ponecháno 10 minut okapat.

Formování

Okapané sýrové zrno se napěchovalo do lisovacích forem válcového tvaru vyložených plachetkou. Zrno musí být natlačeno co největší silou pokud možno bez velkých skulin. Formy musí být zaplněny cca 1 cm od horního okraje. Formy se uzavřely víkem. Byly naplněny dvě formy o celkové hmotnosti 1,65 kg sýra.

Lisování

Lisování bylo prováděno pomocí pákového lisu pro farmáře (dřevěný pákový lis, pořízen v potřebách pro farmáře). Formy se sýrem byly položeny na podložku, přikryty lisovací deskou a umístěny pod páku lisu, na rameno lisu byla postupně zavěšována zátěž (Tabulka 6). Jako zátěž byly použity PET- lahve naplněné vodou. Za předpokladu 1 l vody \approx zátěž 1 kg.

Použitá zátěž [kg]	Doba lisování [min]
2	10
3	10
4	10
5	10
6	10

Tabulka 6: Lisovací schéma lisování 2 bloků sýra o celkové hmotnosti 1,65 kg

Aby se sýr lisoval rovnoměrně z obou stran a nevznikl příliš velký rozdíl ve vylisování horní a spodní strany bochníku, byl bochník sýru vyjmut z formy a otočen o 180°, následně byl opět vložen do formy a lisován obdobně jako při předchozím lisování. Ale protože byl bochník již lisován a syrovátka již neodtéká tak rychle, museli jsme vyvinout větší tlak.

Použitá zátěž [kg]	Doba lisování [min]
1	10
3	10
6	10
9	80

Tabulka 7: Lisovací schéma pro 2 bloky sýrů o celkové hmotnosti 1,65 kg po otočení o 180 °C

Po vylisování byly bochníky vyjmuty z formy a vybaleny z plachetky.

Solení

Sýr byl po vylisování ponechán 12 hodin prokysat v lednici při teplotě 4-8°C. pH po vylisování bylo 4,75. Druhého dne byl bochník vložen do solné lázně na 5 hodin. Teplota lázně byla 12 °C.

Roztok solné lázně byl připraven rozpuštěním 1,25 kg bezjodé soli (Herold řeznické potřeby s.r.o., ČR) v 5 l vody. Pro každý bochník byla připravena vlastní lázeň, ale všechny se nasolovaly stejným způsobem.

Balení sýrů a zrání sýrů

Po nasolení byly bochníky vakuově zabaleny do smršťitelné folie. Bochník byl vložen do folie, vakuově zavařen ve vakuové baličce. Poté byl ponořen do vřelé vody, až se folie smršťila. Zabalené bochníky byly uloženy do vinotéky ke zrání, kde byla teplota 10 ± 2 °C (Guzzanti, Česká republika).

4.4.1 Posouzení výroby II

Druhá výroba již proběhla bez závažnějších komplikací. Pouze během dohřívání muselo být míchání pomocí míchadla doplněno také manuálním mícháním pomocí nerezové lžice v okolí pouzdra na teploměr, kde se tvořily shluky zrna. Manuální míchání bylo prováděno v protisměru pohybu míchadla. Jinak míchání míchadlem bylo schopno zabránit slepování zrna navzájem a zabránit jeho usazování na dně.

Výsledné zrno bylo příliš velké a nerovnoměrné. Mělo tendenci se během vypouštění ve výpusti slepit, čímž ji ucpávalo, takže část zrna musela být vybrána nerezovou naběračkou.

4.4.2 Posouzení organoleptických vlastností

Posouzení organoleptických vlastností bylo provedeno v úzkém kruhu vybraných hodnotitelů.

Hodnocení proběhlo po 2 měsících zrání ve zrací komoře, kde byla teplota 10 ± 2 °C (Guzzanti, Česká republika). Povrch celistvý. Na řezu malé dutinky nepravidelně v celém objemu. Barva žlutá na okrajích tmavší. Pružná konzistence, krásně se rozpadá v ústech. Vůně příjemná. Chuť mléčná, nevýrazná, tam kde je více dutinek, jako by prlivá. Slanost příjemná není tak přebíjející jako v předchozí výrobě.

4.4.1 Posouzení chemických parametrů

Čerstvě vyrobený bochník obsahoval pouze 50,02 % hm. sušiny, což je hodně nízká hodnota ve srovnání jak s výrobou I, kde byl průměrný obsah sušiny 61,69 % hm., tak s komerčně prodávaným výrobkem „Moravský bochník“ mlékárny Lacrum, která deklaruje u svého výrobku obsah sušiny 60 % hm.

Vyrobený bochník obsahoval 42 % hm. tuku v sušině, což je více než průměrný obsah tuku v sušině při předchozí výrobě I (36,1 % hm), ale stále je to nižší obsah než u komerčně prodávaného výrobku „Moravský bochník“ mlékárny Lacrum, ta udává hodnotu obsahu tuku v sušině 45% hm.

Hodnota pH bochníku byla 4,75, což je podstatně nižší hodnota než u bochníků z předchozí výroby I. Přesto je dostačující, aby sýr chránilo před rozvojem plísní a kvasinek. Podle Lukášové [13] je hodnota také mnohem nižší než pro tvrdé sýry pH 5,2, spíše vyhovuje deklarované hodnotě pro měkké sýry pH 4,8 – 5.

Výsledný obsah NaCl v bochníku 1,48 % byl podstatně nižší než zamýšlený 2 – 2,5 %. U předchozí výroby I., byl průměrný obsah soli 2,48 %.

5 NÁVR OPTIMALIZOVANÉ VÝROBY SÝRŮ

Na základě předchozích dvou výrob byl navržen následující postup výroby:

Standardizace mléka

1. Syrové mléko se předeřeje na teplotu 36 °C
2. Předeřtáé mléko se odstředí (laboratorní odstředivka na mléko FT15B, Armfield, Velká Británie).
3. Stanoví se tučnost smetany a odstředěného mléka pomocí Milko Scope Julie (O.K.SERVIS BIOpro s.r.o, Česká republika)
4. Mléko se standardizuje na tučnost 3,5 % hmot.
5. K tepelnému ošetření se použije 17 l standardizovaného mléka

Pasterizace mléka

1. Mléko se pasterizuje na pastéru (laboratorní pasterační zařízení FT75-B, Armfield, Velká Británie) při teplotě 75 °C s výdrží 15 s
2. 15 l pasterovaného mléka se nalije do výrobniíku (Driml MSKD-1, Driml, Česká republika), kde bude probíhat výroba sýrů.

Inokulace mléka

1. Mléko se inokuluje přibližně tímto množstvím jednotlivých kultur (Chr. Hansen, Dánsko) [3], [4], [5]:
 1. TH-3 0,20 g
 2. LH-B02 0,25 g
 3. YY-88 1,25 g
2. Inokulované mléko se 30 minut promíchává, teplota se udržuje na 32 °C
3. Přidá se 7,5 ml CaCl₂ (36% roztok, MILCOM a.s., ČR)

Sýření

1. Přidá se 480 µl syřidla. Syřidlo se nejdříve rozmíchá v desetinásobku vody a poté se přidá do mléka. (CHY-MAX M, Chr. Hansen, Dánsko).
2. Mléko s přidaným syřidlem se lehce promíchá, uklidní se hladina, a nechá se 30 minut v klidu při teplotě 32 °C

Krájení gelu

1. Gel se prokrojí sýrařskou harfou na hranoly velikosti cca 2×2 cm a ponechá se v klidu 10 minut.
2. Prokrojený gel se míchá napřed manuálně, aby se příliš nerozabila sýrová zrna

Drobení zrna

1. Míchání zrna 20 min
2. Rozkrajování velkých zrn na půl

Dohřívání

1. Spustí se míchadlo
2. Pomocí pláště výrobniku (Driml, Česká republika) se zvýší teplota na 47 °C. Případné shluky se musí rozmíchat nerezovou lžící. Výsledné zrno musí být rovnoměrně velké asi jako nehet malíčku.

Dosoušení

1. Po dosažení teploty 47 °C se vypne ohřívání
2. Zrno se 60 min. míchá míchadlem za neustálé regulace teploty (47 °C)

Předlisování

1. Zrno se vypustí do plachetkou vyložených forem, nechá se 10 min. okapat
2. Zrno v plachetce se otočí a znovu nechá 10 min. okapat
3. Zrno v plachetce se znovu otočí a nechá se okapat

Formování

1. Okapané zrno se napěchuje do forem vyložených plachetkou
2. Naplněné formy se uzavřou víkem

Lisování

1. Plné formy se položí na podložku pákového lisu (dřevěný pákový lis, pořízen v potřebách pro farmáře). Přikryjí se lisovací deskou a umístí se pod rameno lisu.
2. Na rameno se postupně zavěšuje zátěž. Jako zátěž se použijí PET-lahve naplněné vodou. Za předpokladu, že 1 l \approx zátěž 1 kg.
3. Nejdříve se bočník lisuje z jedné strany podle schématu uvedeného v následující tabulce 8:

Použitá zátěž [kg]	Doba lisování [min]
2	10
3	10
4	10
5	10
6	10

Tabulka 8: Lisovací schéma při prvním lisování sýra

- poté se blok vyjme z formy, otočí o 180° a znovu lisuje z druhé strany podle schématu v následující tabulce 9:

Použitá zátěž [kg]	Doba lisování [min]
1	10
3	10
6	10
9	80

Tabulka 9: Lisovací schéma pro lisování sýra po otočení o 180 °

- Po vylisování se vyjme z formy a vybalí z plachetky

Solení

- Sýr se nechá 12 hodin prokysat v lednici při teplotě 4 – 8 °C.
- Druhý den se vloží do solné lázně o teplotě 12 °C na 5 hodin
- Solná lázeň se připraví rozpuštěním 1,25 kg bezjodé soli (Herold řeznické potřeby s.r.o., ČR) v 5 l vody. Pro každý bochník se připraví vlastní lázeň.

Balení

- Bochník se vloží do smrštitelné folie.
- Vakuově se zavaří ve vakuové baličce.
- Ponoří se do vřelé vody, kde se folie smrští.

Zrání

Zabalený bochník se uloží do zrací komory ke zrání při teplotě 10 ± 2 °C (Guzzanti, Česká republika).

ZÁVĚR

Práce se zabývá výrobou českého tvrdého sýra s vysokodohřívanou sýřeninou bez tvorby ok „Moravský bochník“ v podmínkách technologické laboratoře Ústavu technologie potravin (FT UTB ve Zlíně).

V teoretické části se zabývá rozdělením tvrdých sýrů s vysokodohřívanou sýřeninou a ději probíhajícími během jednotlivých kroků při výrobě.

V praktické části je popsán postup dvou výrob sýru „Moravský bochník“. Protože se během první výroby vyskytly velké problémy s dohříváním zrna ve výrobníku BIELMEIER (Německo), byl při druhé výrobě nahrazen výrobníkem Driml MSKD-1 (Driml, Česká republika). Dále jsou uvedeny výsledky základní chemické analýzy výrobků a jejich senzoričného posouzení. Na závěr je navržen optimalizovaný postup výroby.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Fox, P. F., McSweeney, P. L., & Guinee, T. M. (2004). *Cheese; Chemistry, Physics and Microbiology; Volume 2 Major Cheese Groups*. Copyright.
- [2] Indra Zdeněk, M. J. (1992). *Chemické kontrolní metody pro obor zpracování mléka*.
- [3] F-DVS LH-B02: Informace o produktu. (14. 9 2004). Praha, Czech Republic: Chr. Hansen.
- [4] F-DVS TH-3. Informace o produktu. (14. 9 2004). Praha, Czech republic: Chr.Hansen.
- [5] F-DVS YY-88: Informace o produktu. (14. 9 2004). Praha, Czech republic: Chr.Hansen.
- [6] František Buňka, V. P. (2013). *Mlékárenská technologie I*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Academia Centrum.
- [7] Pieter Walstra, J. T. (2005). Chapter 24 Cheese Manufacture. V J. T. Pieter Walstra, *Food Science and Technology* (stránky 583 - 639). Taylor and Francis Group, LLC.
- [8] Fox, P.F., & Paul L.H. McSweeney, T. M. (2004). *Cheese Chemistry, Physics and Microbiology; Volume 1; General Aspects*. Copyright.
- [9] Česká republika. Vyhláška 77/2003 sb., kterou se stanoví požadavky na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, ve znění pozdějších předpisů. In: 2003. 2003, Ročník 2003, č. 77, částka 32. http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/chronologicky-prehled/Legislativa-ostatni_puvodni-zneni_vyhlaska-2003-77.html
- [10] Šnirc, J., Golian, J., Herian, K., Buňka, F., Buňková, L., & Čanigová, M. (2015). *Mlieko a mliečne výrobky; I.diel Štruktúra, bioaktívne zložky a spracovanie mlieka*. Nitra.
- [11] Kopáček, J. (17. srpen 2009). Časopis Sběratel. Získáno 1. květen 2016, z LAKTOS COLLECTION: Zapomenuté sýry:
<http://laktoscollection.cz/view.php?nazev=zapomenute-syry&cisloclanku=2009080009>
- [12] Štípková, J. (31. květen 2014). *LAKTOS COLLECTION.cz*. Získáno 1. květen 2016, z Tradice výroby sýrů a naše současnost: <http://laktoscollection.cz/view.php?nazev=tradice-vyroby-syru-a-nase-soucasnost&cisloclanku=2014020001>
- [13] Lukášová, J. (2001). *Hygiena a technologie mléčných výrobků*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno.

- [14] Meziříčí, L. V. (2016). *Lacrum Velké Meziříčí*. Získáno květen 2016, z www.lacrumvm.cz: <http://www.lacrumvm.cz/sortiment/syry/syry-prirodni-porcovane/moravsky-bochnik>
- [15] Teplý, M. (1980). *Nové směry v technice a technologii mlékárenského průmyslu*. Praha: Nakladatelství technické literatury.
- [16] NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 1308/2013 ze dne 17. prosince 2013, kterým se stanoví společná organizace trhů se zemědělskými produkty a zruší nařízení Rady (EHS) č. 922/72, (EHS) č. 234/79, (ES) č. 1037/2001 a (ES) č. 1234/2007 ČÁST IV. Mléko pro lidskou spotřebu kódu KN 0401 dostupné na: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:347:0671:0854:cs:PDF>
- [17] Kadlec, P. (2009). *Techologie potravin, Co by jste měli vědět o výrobě potravin*. Ostrava.ISBN 978-80-7418-051-4
- [18] T., Janhøj., & K.B., Qvist. (2010). The Formation of Cheese Curd. V A. T. Barry A. Law, *Technology of Cheesemaking* (stránky 130-165). Oxford, United Kingdom: A John Wiley & Sons, Ltd., Publication.
- [19] Johnson E. Mark (2014). Mesophilic and thermophilic cultures used in traditional cheesemaking. V C. W. Donnelly, *Cheese and Microbes* (stránky 73-94). Burlington, Vermont: American Society for Microbiology, Washington, DC.
- [20] Hrabě J., Březina P., & Valášek P. (2006). *Technologie výroby potravin živočišného původu*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Lisovací schéma pro 3 bloky sýrů o celkové hmotnosti 1,5 kg	33
Tabulka 2: Lisovací schéma pro 3 bloky sýrů o celkové hmotnosti 1,5 kg po otočení o 180°C	34
Tabulka 3: Obsah sušiny v jednotlivých bochnících.....	36
Tabulka 4: Obsah tuku v sušině v jednotlivých bochnících	37
Tabulka 5: Vývoj změny pH v období mezi vylisováním sýra a nasolení u jednotlivých bochníků	37
Tabulka 6: Lisovací schéma lisování 2 bloků sýra o celkové hmotnosti 1,65 kg.....	42
Tabulka 7: Lisovací schéma pro 2 bloky sýrů o celkové hmotnosti 1,65 kg po otočení o 180 °C	42
Tabulka 8: Lisovací schéma při prvním lisování sýra.....	47
Tabulka 9: Lisovací schéma pro lisování sýra po otočení o 180 °	47