

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ

ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

FACULTY OF CHEMISTRY

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

VLIV PARAMETRŮ SÝŘENINY NA VYBRANÉ EKONOMICKÉ
UKAZATELE VÝROBY

SÝRŮ S BÍLOU PLÍSNÍ

CHEESE CURD PARAMETERS INFLUENCE TO SELECTED ECONOMIC FACTORS
OF PRODUCTION OF CHEESE WITH WHITE FUNGUS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

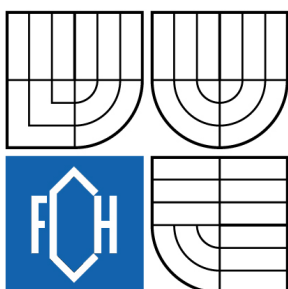
AUTHOR

ŽANETA PAVLÍČKOVÁ

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ
ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ
FACULTY OF CHEMISTRY
INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

VLIV PARAMETRŮ SÝŘENINY NA VYBRANÉ EKONOMICKÉ UKAZATELE VÝROBY SÝRŮ S BÍLOU PLÍSNÍ

CHEESE CURD PARAMETERS INFLUENCE TO SELECTED ECONOMIC FACTORS
OF PRODUCTION OF CHEESE WITH WHITE FUNGUS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

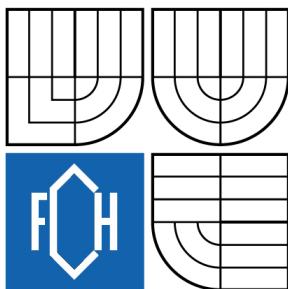
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ŽANETA PAVLÍČKOVÁ

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. LIBOR BABÁK, Ph.D.

BRNO 2008



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta chemická
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

Zadání diplomové práce

Číslo diplomové práce

FCH-DIP0174/2007

Akademický rok: **2007/2008**

Ústav

Ústav chemie potravin a biotechnologií

Student(ka)

Pavličková Žaneta

Studijní program

Chemie a technologie potravin (M2901)

Studijní obor

Potravinářská chemie a biotechnologie (2901T010)

Vedoucí diplomové práce

Ing. Libor Babák, Ph.D.

Konzultanti diplomové práce

Název diplomové práce:

Vliv parametrů sýřeniny na vybrané ekonomické ukazatele výroby
sýrů s bílou plísní

Zadání diplomové práce:

- 1) stanovit rozptyl sýřících vlastností mléka vstupujícího do výroby
- 2) ověřit možnost optimalizace sýřících vlastností výrobního mléka
- 3) navrhnout metodu pro orientační stanovení stupně využití sýrařského zrna
- 4) popsat vliv stupně využití sýrařského zrna na váhovou odchylku sýrů

Termín odevzdání diplomové práce: 16.5.2008

Diplomová práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu diplomové práce. Toto zadání je přílohou diplomové práce.

Žaneta Pavličková
student(ka)

Ing. Libor Babák, Ph.D.
Vedoucí práce

Ředitel ústavu

V Brně, dne 1.9.2007

doc. Ing. Jaromír Havlica, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Tématem této diplomové práce bylo sledování vlivů na ekonomickou stránku výroby plísňových sýrů Hermelín v Pribině, spol. s r.o. Cílem bylo určit závislosti odchylek ve vlastnostech výrobního kravského mléka a z něj vzniklé syřeniny a jejich ekonomické dopady. Za tímto účelem se prováděly rozborů syrářského zrna, syrovátky a čerstvě naformovaných sýrů. Tyto vzorky byly odebírány i analyzovány přímo při výrobě sýru v sýrárně. Dalším úkolem bylo pokusit se navrhnout rychlou provozní metodu pro stanovení míry vytužení syrářského zrna. To je faktor teoreticky závislý na sýřících vlastnostech mléka a indikující ztráty cenných komponent ze syřeniny do syrovátky. Vytužení zrna společně s těmito ztrátami potom mohou zapříčinit negativní odchylky finálních produktů od požadovaného standardu, zejména v parametrech potřebných pro vstup sýrů na trh, jako je sušina, váha nebo obsah tuku.

U výrobního pasterovaného mléka se nejvíce pozornosti věnovalo syřitelnosti a jejímu vlivu na následné fáze výroby i na finální produkt. Syřitelnost je základní technologická vlastnost mléka podílející se na kvantitativní i kvalitativní produkci sýrárny. Bylo dokázáno že syřitelnost mléka je významně ovlivněna jeho titrační kyselostí, při podrobení výsledků statistické analýze se tento vliv ukázal jako vysoce průkazný ($P < 0,001$). Výsledky měření dále potvrdily, že syřitelnost mléka ovlivňuje vlastnosti z něj vzniklé syřeniny, syrářského zrna, sýru i ztráty syrářsky důležitých látek ze syřeniny do syrovátky. Dále se dokázal i vliv na ekonomické parametry – váhovou odchylku mezi sýry vyrobenými z jedné šarže a ukazatel výtěžnosti MSU. Stručně řečeno, u mléka s lepší syřitelností, poskytujícího při konstantním času srážení pevnější syřeninu a vytuženější syrářské zrno, dochází k menším ztrátám komponent do syrovátky a proto vzniká sýr s vyšším podílem sušiny a obsahem tuku. Mléko s horší syřitelností poskytuje méně vytužené syrářské zrno, dochází potom k větším ztrátám do syrovátky a vzniklý sýr má menší obsah sušiny a tuku. V prvním případě je dopad na ekonomiku výroby takový, že při extrémně nízkých hodnotách syřitelnosti se dosahuje větších váhových odchylek i MSU, a v druhém případě, při extrémně vysokých hodnotách syřitelnosti, dochází sice k menším váhovým odchylkám a hodnot MSU, ale k větším ztrátám do syrovátky a sýr má nižší sušinu a obsah tuku a nemusel by splňovat požadované parametry.

Jako důležité se ukázalo sledování nejen syřitelnosti mléka, ale i stupně vytužení syrářského zrna. Podle vlastností syrářského zrna se totiž regulují následné fáze výroby k dosažení optimálního produktu. Pro orientační stanovení stupně vytužení syrářského zrna byly navrženy dvě metody. První spočívá ve vážení konstantního objemu syrářského zrna a druhá v sušení konstantní hmotnosti syrářského zrna při konstantní teplotě. Jako přesnější, i když časově náročnější, se ukázala být metoda sušení zrna a potvrdila se i souvislost mezi sušinou zrna a syřitelností mléka.

Touto prací bylo dokázáno, že předem určit sýřící vlastnosti suroviny, popřípadě alespoň sledovat vytužení syřeniny, by umožnilo upravovat výrobní proces k dosažení optimálního a standardního sýru a tím zamezit ekonomickým ztrátám při výrobě.

KLÍČOVÁ SLOVA

mléko, kasein, syřitelnost, nefelo-turbidimetrický snímač koagulace mléka, plísňový sýr

ABSTRACT

The theme of this diploma thesis is the monitoring of influences on economic aspect of the production of the blue cheese "Hermelín" in the company Pribina. The objective was to specify the dependencies of the deviations of the features of productive cow's milk and of cheese curd made from it and their economics impacts. For this purpose, the analyses of curd grain, whey and cheeses just formed were executed. The samples were taken and analyzed during the manufacturing of cheeses in the factory. Another goal was to try to design a quick operational method for measuring the firmness of curd grain, which is a factor theoretically dependent on renneting qualities of milk and indicating losses of valuable components from cheese curd to whey. The firmness of grain along with these losses may cause negative deviations from required standard of final products, especially at parametres needed for entry of cheeses on sale, such as total solids, weight or content of fat.

Concerning productive pasteurize milk, the most attention was focused on the milk coagulation time and its influence on successive phases of manufacturing and on final product. Milk coagulation time is an essential technological quality of milk and it is participant on quantitative and qualitative production of cheese factory. It has been proved that milk coagulation time is notably affected by its titrating acidity, statistic analyse found this influence as very statistically significant ($P < 0,001$). The results of measurement also confirmed that milk coagulation time affects qualities of cheese curd made from it; of curd grain; cheese and the losses of important substances from cheese to whey. The influence on economic parameters - weight deviation among cheeses made from one batch and indicator of yield MSU - was also proved. In short, there are bigger losses of components to whey if the milk has better rennet coagulation time, providing at constant time of precipitation firmer cheese curd and firmer cheese with more total solid and content of fat. Milk with worse rennet coagulation time provides less firm cheese grain, so then there are higher losses to whey and final cheese has less total solid and fat. In the first case, extreme low values of rennet coagulation time cause greater weight deviations and higher MSU values. In the second case, extremely high values of rennet coagulation time cause less weight deviations and lower MSU values, but the losses to whey are greater and final cheese may not fulfil the desired parameters.

It has been proved that it is important not only to monitor the milk coagulation time, but also the degree of firmness of cheese grain. Due to gain an optimal product are the following phases of manufacturing regulated according to qualities of the cheese grain. Two methods were designed for an orienting definition of degree of firmness of the cheese grain. The first is to weight constant bulk of cheese grain and the second is to dry a constant weight of cheese grain at a constant temperature. The second method has been found to be more accurate, though more time-consuming.

This thesis managed to prove that by defining of renneting qualities of raw material before the manufacturing, or at least by monitoring of firmness of cheese curd, the manufacturing process could be modulated to gain an standard cheese and thus to prevent the economic wastes during the manufacturing.

KEY WORDS

milk, casein, milk coagulation time, nephelo-turbidimeter of milk coagulation, blue cheese

PAVLÍČKOVÁ, Ž. *Vliv parametrů syřeniny na vybrané ekonomické ukazatele výroby sýrů s bílou plísní*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2008. 69 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Libor Babák, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Diplomová práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího diplomové práce a děkana FCH VUT.

.....
podpis studenta

Poděkování:

Na tomto místě bych ráda poděkovala všem, kteří přispěli ke vzniku této práce, především konzultantce Ing. Šárce Bezděkové a vedoucímu Ing. Liboru Babákovi, Ph.D. Poděkování patří také zaměstnancům Pribiny s.r.o., kteří mi ochotně při realizaci práce vyšli vstříc, zejména pak Ing. Vladimíru Čejnovi, Ph.D. a laborantkám.

OBSAH

1	ÚVOD.....	9
2	TEORETICKÁ ČÁST.....	10
2.1	Charakteristika sýrů	10
2.2	Složení mléka jako suroviny pro výrobu sýrů	11
2.2.1	Voda	11
2.2.2	Sušina	12
2.2.2.1	Dusíkaté látky.....	12
2.2.2.2	Nebílkovinné dusíkaté látky (zbytkový dusík).....	13
2.2.2.3	Mléčné lipidy.....	14
2.2.2.4	Mléčný cukr.....	14
2.2.2.5	Doplňující a náhodné složky mléka.....	15
2.2.3	Plyny.....	17
2.2.4	Mikrobiologické složení mléka.....	17
2.2.4.1	Bakterie	17
2.2.4.2	Kvasinky	19
2.2.4.3	Plísně.....	20
2.2.4.4	Bakteriofágy a viry	20
2.2.4.5	Čisté mlékařské kultury	20
2.3	Požadavky na kvalitu mléka pro výrobu sýrů	22
2.4	Podstata srážení mléka	22
2.4.1	Kyselé srážení mléka.....	22
2.4.2	Enzymatické srážení mléka.....	23
2.4.3	Syřidlo a syřidlové preparáty	24
2.4.4	Vlivy působící na složení mléka, průběh syření a jakost syřeniny	25
2.5	Výroba plísňových sýrů	28
2.5.1	Příjem mléka	28
2.5.2	Úprava mléka před syřením	28
2.5.3	Sýření mléka.....	31
2.5.4	Zpracování syřeniny	31
2.5.5	Formování	31
2.5.6	Solení.....	32
2.5.7	Zrání	32
2.5.8	Balení sýrů.....	34
2.6	O podniku Pribina a sýru Hermelín	34
3	CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE	35
4	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	36
4.1	Vzorky a jejich úprava	36
4.2	Používané metody	36
4.2.1	Stanovení titrační kyselosti mléka a mléčných výrobků.....	36
4.2.2	Stanovení syřitelnosti mléka	37
4.2.3	Stanovení složení mléka.....	37

4.2.4	Stanovení sušiny.....	38
4.2.5	Stanovení obsahu tuku	38
4.3	Analýza vzorků mléka	39
4.3.1	Stanovení titrační kyselosti	39
4.3.1.1	<i>Použité laboratorní vybavení</i>	39
4.3.1.2	<i>Postup stanovení</i>	39
4.3.2	Stanovení syřitelnosti	39
4.3.2.1	<i>Použité laboratorní vybavení</i>	39
4.3.2.2	<i>Postup stanovení</i>	39
4.3.3	Stanovení složení mléka.....	40
4.3.3.1	<i>Použité laboratorní vybavení</i>	40
4.3.3.2	<i>Postup stanovení</i>	40
4.4	Analýza vzorků sýrařského zrna	40
4.4.1	Stanovení sušiny.....	40
4.4.1.1	<i>Použité laboratorní vybavení</i>	40
4.4.1.2	<i>Postup stanovení</i>	40
4.4.2	Stanovení hmotnosti.....	41
4.4.2.1	<i>Použité laboratorní vybavení</i>	41
4.4.2.2	<i>Postup stanovení</i>	41
4.4.3	Stanovení obsahu tuku	41
4.4.3.1	<i>Použité laboratorní vybavení</i>	41
4.4.3.2	<i>Postup stanovení</i>	41
4.5	Analýza vzorků syrovátky	42
4.5.1	Stanovení titrační kyselosti	42
4.5.1.1	<i>Použité laboratorní vybavení</i>	42
4.5.1.2	<i>Postup stanovení</i>	42
4.5.2	Stanovení sušiny.....	42
4.5.2.1	<i>Použité laboratorní vybavení</i>	42
4.5.2.2	<i>Postup stanovení</i>	42
4.5.3	Stanovení obsahu tuku	43
4.5.3.1	<i>Použité laboratorní vybavení</i>	43
4.5.3.2	<i>Postup stanovení</i>	43
4.6	Analýzy vzorků sýru	43
4.6.1	Stanovení titrační kyselosti	43
4.6.1.1	<i>Použité laboratorní vybavení</i>	43
4.6.1.2	<i>Postup stanovení</i>	44
4.6.2	Stanovení sušiny.....	44
4.6.2.1	<i>Použité laboratorní vybavení</i>	44
4.6.2.2	<i>Postup stanovení</i>	44
4.6.3	Stanovení obsahu tuku	44
4.6.3.1	<i>Použité laboratorní vybavení</i>	44
4.6.3.2	<i>Postup stanovení</i>	45
5	VÝSLEDKY A DISKUSE.....	46
5.1	Výsledky rozborů mléka	46
5.2	Výsledky rozborů sýrařského zrna.....	49

5.3	Výsledky rozborů syrovátky	51
5.4	Výsledky rozborů čerstvě naformovaného sýru.....	53
5.5	Závislosti stupně vytužení.....	55
5.6	Ekonomické závislosti	58
6	ZÁVĚR.....	61
7	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	63
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	66
9	SEZNAM PŘÍLOH	67
10	PŘÍLOHY	68

1 ÚVOD

Výroba sýrů patří mezi nejstarší a také technologicky nejnáročnější odvětví mlékařství, které vyžaduje hluboké znalosti jak teoretické, tak praktické. Studium sýrů, jako i mléka a ostatních mléčných výrobků, se zabývá vědní obor nazývaný laktologie. [15, 28]

Sýr jako potrava obsahuje všechny látky, které organismus potřebuje k získávání energie i k stavbě vlastní hmoty, a to v dobře stravitelném stavu. Je to plnohodnotný výrobek obsahující esenciální aminokyseliny a další nepostradatelné látky pro lidský organismus, především minerální látky a vitamíny. [14, 41]

Plísňové sýry patří mezi nejpikantnější a proto i nejoblíbenější sýry. Hermelín, český sýr s bílou plísní na povrchu camembertskeho typu, se u nás těší velké oblibě. Původ sýrů s plísní na povrchu je samozřejmě ve Francii, kdy jej v roce 1791 v obci Camembert poprvé vyrobila paní Marie la Fontaine. Výroba tohoto sýru se potom rychle rozšířila do celého světa, i když Francie stále zůstává sýrařskou jedničkou. Mezi technologií výroby našeho sýru Hermelín a sýru Camembert nejsou v podstatě velké rozdíly – náš sýr zraje kratší dobu, takže stupeň zralosti je nižší než ve Francii, a požaduje se hlavně, aby porost plísně byl rovnoměrný, nízký a celistvě bílý. [20]

Vzhledem ke všem kladům sýrů, nejen výše uvedeným, jejich spotřeba stále roste. Zvyšují se ale také nároky na jejich kvalitu a jakost, zdravotní nezávadnost a výrobní hygienu. Proto se technologie sýrařství stále zdokonaluje. I zde platí, že dobrý výrobek není možno vyrobit ze špatné suroviny. Jakost sýrů je tedy do značné míry ovlivněna jakostí mléka. Proto se od vynálezu pasteurace pokračuje ve snaze o vždy standardní suroviny i výrobky, čemuž napomáhá používání čistých mlékařských kultur, standardizace složení mléka aj.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Charakteristika sýrů

Podle standardu FAO/WHO z roku 1963 se jako sýr uvádí čerstvý nebo prozrálý výrobek vyrobený odpovídajícím odvodněním sraženiny mléka, smetany, odtučněného, částečně odtučněného mléka, nebo směsi některých, příp. všech těchto surovin.

Princip výroby sýrů tedy spočívá v oddělení syrovátky ze sraženiny mléka o stanovené tučnosti. [14]

Na světě již existuje velké množství typů sýrů, které se rozdělují podle nejrůznějších kritérií. Nejčastější dělení jsou následující [14]:

Dělení sýrů podle způsobu srážení mléka

- 1) sladké sýry – sýry, při jejichž výrobě se uplatňuje především syřidlové srážení
– všechny typy tvrdých a polotvrdých sýrů
- 2) kyselé sýry – sýry, při jejichž výrobě se uplatňuje jen kyselé srážení
– průmyslový tvaroh, olomoucké tvarůžky
- 3) sýry se smíšeným srážením mléka vlivem kyseliny mléčné a syřidla
– měkké sýry a tvarohy

Dělení sýrů podle sortimentu

- 1) přírodní
- 2) tavené
- 3) imitace sýrů připravené rekonstrukcí složek mléka a mléčných surovin
- 4) sýry s náhradou mléčného tuku rostlinnými tuky (tzv. filled cheese)

Dělení sýrů podle způsobu zrání mléka

- 1) čerstvé sýry včetně tvarohů
- 2) sýry zrající v celé hmotě
- 3) sýry zrající od povrchu do vnitřní hmoty sýry – sýry s mazem a plísní na povrchu
- 4) sýry s plísní uvnitř těsta a speciality s plísní na povrchu i uvnitř těsta

Dělení sýrů podle obsahu vody v sušině

- 1) velmi tvrdé – obsah vody v sušině pod 50 %
- 2) tvrdé – obsah vody v sušině 50 – 62 %
- 3) polotvrdé – obsah vody v sušině 62 – 67 %
- 4) měkké – obsah vody v sušině nad 67 %

Dělení sýrů podle tučnosti

- 1) smetanové – obsah tuku v sušině nad 60 %
- 2) plnotučné – obsah tuku v sušině 45 – 60 %
- 3) polotučné – obsah tuku v sušině 25 – 45 %
- 4) nízkotučné – obsah tuku v sušině 10 – 25 %
- 5) odtučněné – obsah tuku v sušině pod 10 %

Dělení sýrů podle proteolytického rozkladu bílkovin

- 1) sýry s velkým rozsahem a malou hloubkou zrání – polotvrdé a tvrdé sýry
- 2) sýry s velkou hloubkou zrání – sýry zrající pod mazem a plísňové sýry

2.2 Složení mléka jako suroviny pro výrobu sýrů

Mléko je biologická tekutina velmi složitého charakteru, sekretovaná mléčnou žlázou a určená pro výživu novorozenců. Všeobecně se mléko skládá z vody, sušiny a plynů.[16]

Složky mléka vytvářejí složitý koloidní systém. Jedná se o polydisperzní systém tvořený disperzním prostředím a disperzní fází. Disperzním prostředím mléka je tekutina neboli plazma a disperzní fází, rozptýlenou v tomto prostředí, jsou malé částice. Mléčný cukr a minerální soli jsou plně rozptýleny v disperzním prostředí a tvoří pravé roztoky. Tyto částice nelze oddělit ani filtrací nebo odstředováním. Bílkoviny jsou v mléce v koloidní formě, v podobě malých částic, které jsou rovnoměrně rozděleny v plazmě, nevystávají a nemohou být odděleny jednoduchou filtrací a odstředováním. Je možné je oddělit jen ultracentrifugací. Značně větší velikost disperzních částic má v mléce mléčný tuk, který se vyskytuje ve formě emulze mléčných kuliček. Kromě emulze se mléčný tuk může vyskytovat ve formě suspenze, a to v případě, jestliže při nízké teplotě vykristalizuje a není již tekutý. [16, 28]

Na chemické složení mléka, fyzikální vlastnosti a tím i na kvalitu mléka, má vliv celá řada činitelů, přesto existuje určité zákonité zastoupení jednotlivých složek. Na základě dlouhodobých sledování byly určeny u základních složek průměrné a minimální hodnoty, z těchto hodnot pak byly stanoveny požadavky na mléko v podobě ČSN. [16, 17]

Tab. 2.1 Přibližné chemické složení různých druhů mlék [11]

Mléko	Složky mléka v %						
	sušina	tuk	bílkoviny	kasein	albuminy a globuliny	laktóza	popeloviny
<i>Kaseinové:</i>							
kravské	12,0	3,2	3,3	2,5	0,6	4,6	0,8
kozí	11,8	4,0	3,8	2,6	1,2	4,4	0,9
ovčí	19,2	7,5	5,5	4,2	1,0	4,5	0,9
<i>Albuminové:</i>							
ženské	12,4	3,7	1,2	0,1	1,1	6,4	0,3

2.2.1 Voda

Voda je hlavní složkou mléka, do kterého se dostává z krve dojnice. [11]

Přítomnost vody v mléce je podmínkou rozvoje kulturních mikroorganismů, zprostředkuje jejich metabolismus. Jedině vodní prostředí umožňuje katalytickou činnost enzymů a tím zrání sýrů. Při výrobě sýrů se snižuje množství vody z asi 85 % na 40 – 60 %, a tím udává jejich charakter. [41]

Voda se v mléce vyskytuje v několika formách [42]:

S volnou vodou tvoří některé složky mléka (minerální látky a mléčný cukr) pravý roztok, protože částice těchto látek jsou dispergovány až na molekuly nebo ionty. Volnou vodu je možno lehce oddělit, například při sušení nebo vymrazování mléka.

Hygroskopická voda je vázána buď na povrch látek nebo v kapilárách. Může být odstraněna sušením. Voda vázaná na koloidy v mléku hydratuje částice bílkovin a ostatních koloidů.

Krystalická a konstituční voda je obsažena například v krystalech mléčného cukru a v molekulách některých složek. V tomto případě jde o velmi pevně vázanou vodu, kterou lze vytěsnit až vysokými teplotami.

2.2.2 Sušina

Sušinu tvoří váhový souhrn všech složek mléka nebo sýru, kromě vody a plynů. Jedná se tedy o mléčný cukr, tuk, bílkoviny, dusíkaté látky nebílkovinné, enzymy, vitamíny, ochranné látky a popeloviny. Složení sušiny se v průběhu roku mění v souvislosti s kolísáním množství bílkovin a tuku v mléce vlivem krmení.

Množství sušiny v mléce má vliv na jeho výživovou hodnotu i na spotřebu mléka na 1 kg hotového sýru (výtěžnost sýrů). Vyšší obsah sušiny v sýru potom souvisí s jeho delší trvanlivostí. [28, 41]

2.2.2.1 Dusíkaté látky

Ze všech dusíkatých látek je přibližně 95 % bílkovin a 5 % dusíkatých látek nebílkovinné povahy.

Základní formy dusíkatých sloučenin, vyskytujících se v mléku, jsou kasein, albuminy, imunoglobuliny, proteosy a peptony (látky s molekulární vahou mezi proteiny a peptidy) a močovina. [35]

Bílkoviny

Bílkoviny obsažené v mléce udělují základní fyzikální a chemické vlastnosti mléka i sýrů. Kromě významné nutriční hodnoty mají významnou i biologickou hodnotu, zejména ve funkci imunoglobulinů, enzymů aj. Jsou předmětem hlavních změn při výrobě i zrání všech druhů sýrů. [16, 41]

Bílkoviny (polymery aminokyselin) mléka patří jednak k jednoduchým bílkovinám – albuminy a globuliny, jednak ke složitým bílkovinám – fosfoproteiny (kasein), obsahující navíc nebílkovinnou, tzv. prostetickou skupinu. Lehko denaturují, a to vysokým zahříváním, vymrazováním a někdy i neopatrným vysoušením, přičemž ztrácejí svoji schopnost srážet a rozpouštět se. [11]

Z celkového obsahu bílkovin v kravském mléce 3,3 %, připadá na kasein 2,5 % a zbytek jsou bílkoviny syrovátky. [14]

Kasein

Kasein je charakteristickou a nejdůležitější bílkovinou mléka vhodného k výrobě sýrů, představuje 77 % celkového dusíku v mléku. Jeho význam spočívá ve schopnosti izoelektricky se srážet z mléka při pH 4,6 a teplotě 20 – 40 °C nebo působením specifického enzymu – syřidla. [14, 35]

V mléce je kasein přítomen ve formě lyofobního koloidu. Je to heterogenní komplex asi 30 různých frakcí fosfoproteinů, jednotlivé frakce spolu tvoří komplexy, které se sdružují do větších částic – micel. Průměrně se v mléce od zdravých dojnic nachází 95 % kaseinu v micelární formě, u mastitidního mléka je to výrazně méně. Sušina kaseinových micel obsahuje 94 % proteinu a 6% iontů, zejména vápník, hořčík, fosfáty a citráty, souhrnně

označované jako koloidní kalcium fosfát (CCP). Subjednotky micel jsou udržovány v struktuře hydrofobními interakcemi bílkovin, koloidním kalcium fosfátem, disulfidickými vazbami a vodíkovými můstky. [14, 15, 16, 41]

Kaseinový komplex se podle současného názvosloví dělí na základní kaseiny α_{S1} , α_{S2} , β a κ , které se dále vyskytují v několika genetických variantách. Jednotlivé frakce se navzájem liší v poměrné molekulové hmotnosti, elementárním složení, obsahu aminokyselin a hodnotě izoelektrického bodu. α_{S2} -kasein není na přítomnost Ca^{2+} příliš citlivý, ale α_{S1} -kasein vytváří s vápenatými ionty nerozpustnou vápenatou sůl. β -kasein je necitlivý vůči Ca^{2+} . κ -kasein se působením Ca^{2+} nesráží, připisuje se mu charakter ochranného koloidu ostatních frakcí kaseinu před srážením vápenatými ionty. Další λ -, γ -kaseiny a proteosoptyony vznikají jako produkt proteolytického rozkladu nativním plasminem, λ - z α_{S1} a γ - a proteosoptyony z β -kaseinu. [14, 15]

Kaseinové micely si můžeme představit jako jádro s obalem. Pozitivní jádro je tvořeno převážně hydrofobními frakcemi α - a β -kaseinu a vápenatými a fosforečnými ionty. Povrchová vrstva je bohatá na κ -kasein, který svojí hydrofilní povahou a záporným nábojem stabilizuje ostatní hydrofobní frakce kaseinu proti vysrážení Ca^{2+} ionty a při nativní rovnováze brání spojení micel. Na povrchu kaseinových micel je hydratační a solvatační obal. Kanálky a dutiny uvnitř micel jsou vyplněny vodnou fází. Izoelektrické srážení kaseinu nastává až po ztrátě vnějšího náboje a solvatačního vodního obalu.[15]

Syrovátkové bílkoviny

Tyto bílkoviny jsou rozpustné a po vysrážení kaseinu zůstávají v mléčném séru. Představují asi 17 % z bílkovin mléka, u mastitidního mléka je obsah těchto bílkovin výrazně vyšší.

Nejvíce jsou v bílkovinách syrovátky zastoupeny globuliny a albuminy. 10 % bílkovin syrovátky tvoří laktoglobulinová frakce – imunoglobuliny (IgB, IgG, IgA, IgM a IgE) a 90 % laktoalbuminová frakce – β -laktoglobulin, α -laktalbumin, krevní sérum albumin a další minoritní frakce.

Syrovátkové bílkoviny mají vyšší nutriční hodnotu než frakce kaseinu pro svůj vysoký obsah aminokyseliny cystinu. Dále se od kaseinu liší tím, že denaturují kolem 66 °C. V izoelektrickém bodě, pH 4,6, se z mléka vysráží až zvýšením teploty asi na 95 °C, kdy hydrofilní bílkoviny syrovátky ztrácejí vodní obal, a vysráží se ze syrovátky společně s frakcemi kaseinu. [14,16]

2.2.2.2 Nebílkovinné dusíkaté látky (zbytkový dusík)

Jde o dusíkaté látky složené z malých molekul. Z celkového množství dusíkatých látek kravského mléka tvoří jen malý podíl (asi 5 %) a po vysrážení bílkovin zůstávají v roztocích. Zvýšení obsahu těchto látek vyvolává zahřívání mléka při sterilizačních teplotách v důsledku narušení bílkovin, dále také špatný zdravotní stav dojníc s výskytem bakterií.

V mléce se vyskytují ve stopovém množství například peptidy a volné aminokyseliny, nukleotidy, kreatin, kreatinin, močovina, amoniak apod. [16, 28]

2.2.2.3 *Mléčné lipidy*

Struktura a složení mléčných lipidů jsou složité, z 98 % jsou tvořeny triacylglyceroly. Dále obsahují di- a monoacylglyceroly, volné mastné kyseliny, fosfolipidy, steroly, estery sterolů, uhlovodíky a v tučích rozpustné vitamíny. [16]

V mléce se nacházejí jak lipidy jednoduché, což jsou chemicky estery mastných kyselin s různými alkoholy, obsahující ve své elementární skladbě jen uhlík, vodík a kyslík (mléčný tuk, steroly). Tak i složené lipidy, obsahující navíc ještě jiné prvky jako dusík, fosfor nebo síru (fosfatidy = fosfolipidy, obsahují navíc kyselinu fosforečnou a dusíkaté látky). [11]

Nejčastěji jsou v mléčném tuku zastoupené dvě mastné kyseliny: palmitová a olejová. V mléčném tuku jsou tedy obsaženy jak nasycené mastné kyseliny, velmi stálé vůči oxidaci, tak nenasycené mastné kyseliny, náchylné k oxidaci a tvořící peroxidy (příznak kažení tuků). V čerstvém mléčném tuku je i malé množství volných mastných kyselin, po čase mléčný tuk vykazuje více volných mastných kyselin a jeho kyselost tak stoupá. [11, 28]

Převážná část mléčných lipidů se v mléce nachází ve formě tukových kuliček obalených bílkovino-fosfolipoidní membránou, která jednak umožňuje spojování tukových kuliček ve shluky, ale také zabraňuje před jejich úplným splynutím ve velké útvary svým elektrickým nábojem. Všechny fosfolipidy jsou vysoce polární a povrchově aktivní a přispívají ke stabilizaci tukové emulze v polydisperzním systému mléka. [16]

Malý podíl tuku je přítomný i v koloidní disperzi v mléčném séru. V této formě je při odstředování prakticky neoddělitelný a tím je vysvětlována přítomnost malého zbytkového množství tuku v odstředěném mléce. [42]

Z doprovodných látek mléčného tuku jsou nejvýznamnější terpeny karotenoidy, barviva rozpustná v tučích, která způsobují typické zbarvení tuku, především β -karoten (prekurzor vitamínu A). Další přítomné karotenoidy jsou xantofyl, skvalen a lykopen. Ze sterolů je v mléce nejrozšířenější cholesterol, v menší míře i ergosterol (prekurzor vitamínu D₂). O mléčných vitamínech rozpustných v tučích bude pojednáno později. [16]

Z fosfatidů se v mléce nachází například lecitin, kefalin a sfingomyelin. Nacházejí se na povrchu tukových kuliček a při odstředování přecházejí do smetany. [11]

U většiny sýrů je rozklad tuku nepatrný, jen u sýrů plísňových má stěžejní význam. [35]

2.2.2.4 *Mléčný cukr*

Typický sacharid vyskytující se v mléce je disacharid laktóza, C₁₂H₂₂O₁₁, složená z hexóz D-galaktózy a D-glukózy. Jedná se o redukující cukr narozdíl od sacharózy. Laktóza se vyskytuje specificky jen v mléce a nebyla nalezena v žádných dalších tělních tekutinách a orgánech živočišného organismu. Její obsah v čerstvém kravském mléce dosahuje přibližně 5 %.

Kromě laktózy byla v mléce zjištěna i malá koncentrace ostatních cukrů – glukóza, galaktóza, aminocukry (glukosamin, galaktosamin a jejich N-acetylované formy) aj. Výskyt těchto cukrů je nejvýraznější na začátku laktace a hraje úlohu v dietetických a imunologických vlastnostech mléka.

Laktóza, sloužící jako zdroj energie i pro mikroorganismy, je v průběhu mikrobiologických procesů v mléce rozkládána na řadu produktů, z nichž některé jsou významné (především kyselina mléčná, propionová, octová a diacetyl) a některé negativní (kyselina máselná). [16, 35]

2.2.2.5 Doplnující a náhodné složky mléka

Minerální látky

Minerální látky jsou do mléka přenášeny z krve. Obsah minerálních látek je významný nejen z nutričního hlediska, ale hraje také významnou roli při regulaci acidobazických rovnováh (udržení pH), osmotického tlaku apod.

Obsah popelovin v kravském mléce kolísá okolo průměrné hodnoty 0,7 %. Kravské mléko je především bohaté na obsah vápníku, draslíku, fosfátů a citrátů, jak ukazuje tabulka 2.2.

Vápník a fosfor jsou v mléce přítomny v roztoku (asi 33 %), dále ve formě koloidních kalcium fosfátů (asi 47 %) a vázány na kaseinový komplex (asi 20 %). Zastoupení jednotlivých forem je silně závislé na obsahu bílkovin, tudíž na činitelích, které obsah bílkovin ovlivňují (viz níže). Kyselina citronová je v mléce také ve formě rozpustných solí i v koloidní formě. [16]

V syrařství se klade velký důraz na obsah vápníku v mléku, dostatečné množství vápenatých solí totiž podmiňuje jeho vhodné syřicí vlastnosti a pevnost syřeniny. [35].

Příjem vápníku a tedy i konzumace mléčných výrobků je pro lidský organismus důležitá proto, že podporuje stavbu a udržování dobrého stavu kostí a zubů, navíc se podílí na celé řadě procesů látkové výměny. Mléčné výrobky jsou vhodnou prevencí proti osteoporóze. Přítomný hořčík se rovněž podílí na mnoha procesech látkové výměny, aktivuje řadu enzymatických reakcí. Je potřebný pro energetické reakce, například svalové kontrakce. Reguluje funkci buněčných membrán a je protějškem vápníku. [25]

Tab. 2.2 Průměrný obsah minerálních látek v kravském mléce

	obsah v 1 l mléka		obsah v 1 l mléka
Fosfáty (jako PO_4^{3-})	2,10 g	Zinek	1,0 – 6,0 mg
Citráty (jako kys. citronová)	2,0 g	Křemík	0,87 – 2,27 mg
Draslík	1,45 – 1,50 g	Hliník	50 – 1000 μg
Vápník	1,2 – 1,4 g	Bor	100 – 400 μg
Chloridy	1,0 g	Železo	300 μg
Sodík	0,5 g	Brom	180 – 250 μg
Bikarbonáty	0,2 g	Měď	15 – 170 μg
Hořčík	0,10 – 0,13 g	Molybden	20 – 150 μg
Sírany	0,1 g	Jód	10 – 80 μg
Laktáty	0,02 g	Mangan	12 – 25 μg
		Kobalt	0,2 – 1,4 μg
minerální látky celkem	6,0 – 8,0 g		

Vitamíny

Vitamíny jsou exogenní esenciální biokatalyzátory, tj. látky v malých koncentracích nezbytné pro život a vývin organismu, které však organismus není schopen sám syntetizovat (pouze z provitaminů) a musí být dodány zvenčí při příjmu potravy. Mléko obsahuje jak vitamíny rozpustné v tucích – A, D, E, F, K, tak vitamíny rozpustné ve vodě – B (B_1 , B_2 , B_6 , PP, B_{12} , kyselina pantotenová), C a H. [16]

Některé vitamíny jsou inaktivovány teplem, oxidací nebo fotolýzou. Vitamínová aktivita proto může být snížena v průběhu průmyslového zpracování mléka. [28]

Enzymy

Enzymy jsou bílkovinné makromolekuly specializované pro katalýzu určitého typu reakcí. Mléko obsahuje nativní enzymy z leukocytů a buněk mléčné žlázy i mikrobiální enzymy z přítomných mikroorganismů.

Při záhřevu mléka dochází k denaturaci a inaktivaci enzymů a proto se zjišťování přítomnosti enzymů využívá ke kontrole správnosti prováděné pasterace mléka. [47]

Laktoperoxidáza, první enzym objevený v mléce, vyvolává nepřímou oxidaci. Uvolňuje atomární kyslík z peroxidů, který působí baktericidně. Enzym je zničen, je-li pasterace správně provedena.

Xanthinoxidáza katalyzuje oxidaci různých sloučenin, např. xanthinu na hypoxanthin a dále na kyselinu močovou. Je totožná s enzymem aldehydoreduktázou. Stanovení aktivity tohoto enzymu se používá k odlišení mastitidního mléka, jelikož se zde aktivita enzymu výrazně zvyšuje.

Kataláza rozkládá peroxid vodíku na molekulární kyslík, který se uvolňuje. Zvýšením obsahu leukocytů nebo bakterií v mléce se zvyšuje také obsah katalázy, což se využívá jako nepřímá metoda hygienického hodnocení jakosti mléka.

Lipázy hydrolyzují triacylglyceroly na glycerol a mastné kyseliny. Je to tedy faktor žluknutí tuků.

Fosfatázy hydrolyzují vazbu estericky vázané kyseliny fosforečné z různých substrátů. V mléce jsou alkalické nebo kyselé. Alkalická fosfatáza je citlivá vůči teplu, což umožňuje kontrolu pasterační teploty. Je-li zničena fosfatáza, jsou zničeny i nebezpečné bakterie.

Proteázy způsobují rozklad proteinů mléka. Na celkové proteolytické aktivitě mléka mají větší podíl mikrobiální proteázy než nativní proteázy mléka.

Amyláza hydrolyzuje škroby až na maltózu. V patologickém mléce je podíl amylázy vyšší, ve starém mléce nižší. Používá se k průkazu mleziva nebo mléka od nemocných krav.

Lysozymy jsou glukosaminidázy vyvolávající hydrolýzu polysacharidů tvořících obal některých bakterií, působí tedy baktericidně. Pochází pravděpodobně z leukocytů. Normální kravské mléko je chudé na leukocyty a neobsahuje lysozym ve stanovitelném množství. Lysozym je důležitý z nutričního hlediska (zlepšuje stravitelnost kaseinu a ve střevě uvolňuje aminocukry, růstový faktor pro *Lactobacillus bifidus*) i baktericidního působení. [28, 47]

Protilátky a antigeny

Tyto látky bílkovinného charakteru mají význam z hlediska imunity. Při proniknutí cizích látek (všeobecně nazývaných antigeny) do krve, si organismus vytváří protilátky (imunoglobuliny), pomocí nichž může zneškodňovat negativní účinek antigenu. Pro člověka ale obsah těchto látek v mléce nemá velký význam hlavně proto, že při pasteraci dochází k jejich denaturaci.

V případě alergie na mléko, tedy na některou z mnohých bílkovin, je antigenem sama bílkovina a lidský organismus si vytváří proti ní specifické protilátky. [35]

Buněčné elementy

V mléce se také vyskytují buňky sekrečního epitelu a buňky přecházející z krve a lymfy – bílé krvinky (leukocyty), lymfocyty, červené krvinky (erytrocyty) aj. Sledováním počtu buněk v mléce se diagnostikuje především zápal vemene, neboli mastitida. [35]

Náhodná kontaminace

Znečištění mléka může být způsobené přechodem cizích látek z krve do mléčné žlázy, náhodným znečištěním vydojeného mléka, následkem kontaminace a pomnožení patogenních mikroorganismů nebo chemickými prostředky při léčení dobytka. Tyto látky jsou ve většině případů nebezpečné pro zdraví člověka. Může se jednat například o jedovaté a karcinogenní bakteriální toxiny, antibiotika vyvolávající alergii, toxické pesticidy, těžké kovy negativně ovlivňující senzorické vlastnosti mléčných výrobků nebo i radioaktivní látky. [35]

2.2.3 Plyn

Z plynů je v mléce obsažen kyslík, dusík a oxid uhličitý. Do mléka se dostávají pravděpodobně z krve dojnic a určitá část dusíku a kyslíku také ze vzduchu po nadojení mléka. [28]

Čerstvě nadojené mléko obsahuje až 9 % plynů, nejvíce CO₂ (až 7 %). Po několika hodinách stání však ztrácí téměř polovinu původního množství plynu v důsledku ustanovení rovnováhy mezi mlékem a ovzduším. Další úbytek plynů se děje při pasteraci.

Přítomnost kyslíku působí pozitivně na aeroby a fakultativní anaeroby, bakterie mléčného kvašení, ale také působí oxidačně na složky mléka, čímž způsobuje nežádoucí rozklad významných látek. [35]

2.2.4 Mikrobiologické složení mléka

Mléko vzhledem ke svému chemickému složení odpovídá životním potřebám mnohým mikroorganismům z řady bakterií, kvasinek i plísní. Může také obsahovat bakteriofágy parazitující na bakteriích mléčného kvašení. [35]

Některé druhy mikroorganismů se můžou do mléka dostat již z vemene (primární kontaminace), jiné při nedodržování hygieny při dojení, ošetřování a zpracování mléka (sekundární kontaminace). Obsažené mikroorganismy mohou být vnímány pozitivně i negativně, mohou být využity pro další zpracování mléka, ale některé mohou mít velmi negativní vliv nejen na správný průběh výroby mléčných produktů, ale i na lidské zdraví. [35, 44]

2.2.4.1 Bakterie

Přirozenou mikroflóru mléka tvoří téměř výlučně jen bakterie. [27] Podle jejich biochemické činnosti je můžeme rozdělit na [16, 43]:

Bakterie mléčného kvašení

Podle vytvářených metabolitů tyto bakterie rozlišujeme na homofermentativní, které přeměňují laktózu na kyselinu mléčnou, a heterofermentativní, které produkují směs organických kyselin (mléčná, octová, jantarová), alkohol, oxid uhličitý, acetoin, diacetyl aj.

Homofermentativní bakterie mléčného kvašení:

Z homofermentativních bakterií je nejvýznamnější rod *Lactococcus*, jehož zástupci byly dříve řazeny do rodu *Streptococcus*:

Lactococcus lactis – způsobuje samovolného kvašení mléka, teplotní optimum 30 – 37 °C,

Lactococcus cremoris – některé kmeny mohou vytvářet za určitých podmínek i aromatickou látku diacetyl, teplotní optimum 25 – 30 °C,

Streptococcus thermophilus – odolný vůči vyšším teplotám, teplotní optimum 45 °C.

Rod *Lactobacillus* má zástupce jak homofermentativní, tak heterofermentativní. Homofermentativní jsou:

Lactobacillus bulgaricus – součást mikroflóry jogurtu, teplotní optimum 40 °C,

Lactobacillus acidophilus – důležitý při výrobě acidofilního mléka, teplotní optimum 37 °C,

Lactobacillus bifidus – součást zažívacího traktu kojenců,

Lactobacillus thermophilus – odolný vůči vyšším teplotám, teplotní optimum 50 – 62 °C,

Lactobacillus casei – schopnost rozkládat bílkoviny při výrobě sýrů,

Lactobacillus helveticus – důležitý při výrobě sýrů, teplotní optimum 37 – 42 °C.

Heterofermentativní bakterie mléčného kvašení:

K heterofermentativním mléčným bakteriím patří rod *Leuconostoc*. Produkují aromatické látky, diacetyly, zkvašováním kyseliny citronové:

Leuconostoc mesenteroides subs. *cremoris* (dříve *L. citrovorum*) a subs. *dextranicum* (dříve *L. dextranicum*) jsou součástí máslařské kultury.

Heterofermentativní zástupci rodu *Lactobacillus*, *Lactobacillus fermenti* a *brevis*, způsobují četné vady sýrů.

Bakterie skupiny coli a aerogenes se nachází téměř v každém mléku a podle jejich množství se může posoudit čistota při dojení. Tyto druhy bakterií vytvářejí z cukru kyselinu mléčnou, octovou, jantarovou, propionovou, mravenčí, vodík, CO₂, methan a dusík. Při nedostatku cukru rozkládají bílkoviny až na rozkladné produkty aminokyselin, které mají nepříjemný fekální zápach. Způsobují vady sýrů. Teplotní optimum mají při 38 °C. Mezi tyto bakterie patří *Escherichia coli* a *Aerobacter aerogenes*. [11]

Bakterie propionového kvašení

Tyto bakterie vytvářejí z laktózy kyselinu mléčnou, mléčnany, kyselinu propionovou, octovou, oxid uhličitý a vodu. Při zrání sýrů začínají tyto bakterie působit až poté, co bakterie mléčného kvašení převedou laktózu na kyselinu mléčnou. Optimální teplota růstu pro propionové bakterie je 30 °C. V sýrech vytváří typická oka a aroma. Patří sem například:

Propionibacterium freudenreichii – důležitý v tvrdém sýrařství,

Propionibacterium shermanii – může zkvašovat přímo laktózu.

Bakterie octového kvašení

Octové bakterie jsou škodlivé především v kyselém sýrařství, kde vytvářená kyselina octová brání zrání sýrů. Škodí také ve smetanovém zákysu. Nežádoucí octové kvašení vyvolává rod *Acetobacter*. [11]

Bakterie máselného kvašení

V sýrařství je máselné kvašení nežádoucí, způsobuje nepříjemnou chuť a pach a je příčinou duření sýrů. Laktóza se při něm rozkládá na kyselinu máselnou, oxid uhličitý, vodu a jiné produkty. Tyto mikroorganismy vytváří za nepříznivých podmínek spory odolné vůči vysokým teplotám.

Rod *Clostridium* zastupují:

Clostridium butyricum a *tyrobutyricum* – znehodnocují mléčné výrobky, teplotní optimum 30 – 37 °C.

Proteolytické bakterie

Tyto bakterie mají schopnost rozkládat mléčné bílkoviny. Mléčnou bílkovinu kasein mění na parakasein, který štěpí na rozpustné bílkoviny, albumosy a peptony, a ty pak dále na aminokyseliny. Aminokyseliny ještě štěpí na amoniak a zbývající těkavé mastné kyseliny. Jsou původci rozkladu mléka, ale bakterie mléčného kvašení mají vůči nim antagonistický vliv, jelikož jsou proteolytické bakterie citlivé na kyseliny. [27]

Mezi proteolytické bakterie patří někteří zástupci rodu *Bacterium*, *Tetracoccus*, *Bacillus*, *Clostridium*. [11]

Bakterie rozkládající bílkoviny a tuk

Vyvolávají hnilobné procesy u bílkovin a žluknutí mléčného tuku. Při hnilobném rozkladu bílkovin vzniká sirovodík, amoniak a jiné plyny nepříjemného zápachu. Mléčný tuk je hydrolyzován, glycerol se dále rozkládá a uvolňují se mastné kyseliny. Patří sem někteří zástupci rodu *Bacillus*, *Clostridium*, *Pseudomonas* a *Micrococcus*. [28]

2.2.4.2 Kvasinky

V mlékařství nejsou kvasinky tak významné jako bakterie, ale uplatňují se při některých speciálních fermentacích nebo jako ochranné či antibioticky účinné látky. Zkvašovat laktózu dokáží jen některé kvasinky.

Mezi sporogenní rod *Saccharomyces* patří například kvasinky *Saccharomyces fragilis*, které jsou součástí kefírové kultury, *Saccharomyces lactis* a *Saccharomyces kumys*. Z rodu *Kluyveromyces* se v mlékařství využívá *Kluyveromyces marxianus* var. *marxianus* (dříve *K. fragilis*) a var. *lactis* (dříve *K. lactis*). Tyto kvasinky zkvašují laktózu na alkohol a oxid uhličitý.

K asporogenním rodům, tzv. nepravým kvasinkám, patří rod *Torulopsis*, *Candida* a *Geotrichum*. *Torulopsis candida* je důležitý při zrání sýrů, zejména olomouckých tvarůžků. Oxiduje kyselinu mléčnou na oxid uhličitý a vodu. *Torulopsis kefir* a *Candida moravica* jsou

důležitou složkou kultury kefiru. Některé druhy jsou škodlivé a vyvolávají vady mléka a mléčných výrobků. Při výrobě měkkých sýrů se používá také druh *Geotrichum candidum* (dříve *Oospora lactis*), který nemá kvasné schopnosti a rozkládá tuk a bílkoviny, vytváří proto přechod mezi kvasinkami a plísněmi.

2.2.4.3 Plísně

Plísně jsou v mlékařství významné, ať už jako čistá kultura v sýrařství nebo jako původce vad mlékárenských výrobků. Negativní vliv na mléčné výrobky mají například rody *Mucor*, *Rhizopus* a *Aspergillus*. Z rodu *Penicillium* způsobuje vady *Penicillium glaucum*, ale *Penicillium roqueforti* a *camemberti* jsou ušlechtilými plísněmi potřebnými při výrobě plísňových sýrů díky své proteolytické a lipolytické aktivitě.

2.2.4.4 Bakteriofágy a viry

Bakteriofágy jsou ultramikroorganismy se schopností napadat bakterie a rozpouštět jejich buňky. Napadené bakterie se pak mění v zrnitou hmotu. Do výrobního mléka mohou proniknout ze vzduchu, vody i půdy, z mlékárenského zařízení a odpadu. Při výrobě sýrů působí vážné výrobní poruchy a proto se v posledních letech provádí tzv. rotace kultur v zákysech, kdy se po určité době obmění kultura za jiný kmen stejných vlastností. Prevencí je také důkladná hygiena.

Viry obsažené v mléce, rovněž se rozmnožující na úkor živočišné a rostlinné buňky, mohou být příčinou nemocí přenosných mlékem (např. slintavka a kulhavka). [16]

2.2.4.5 Čisté mlékařské kultury

Pro výrobu sýrů je důležitá biochemická aktivita některých mikroorganismů. Tyto vybrané ušlechtilé druhy se do mléka, zbaveného pokud možno všech nežádoucích mikroorganismů, zavádějí formou čistých mlékařských kultur (ČMK) neboli zákysů, aby se zajistil žádaný průběh výrobního procesu a dosáhlo se žádané jakosti hotového výrobku. [27, 44]

ČMK svými metabolickými produkty rozhodují o vytvoření dobré nebo špatné chuti, vůně a konzistence. Důležitým kritériem při výběru kultur, hlavně druhů bakterií mléčného kvašení, pro konkrétní technologie a sýry jsou optimální, resp. mezní teploty růstu. [44]

V dnešní době se používají vysoce zmrazené (-40 °C až -196 °C) nebo lyofilizované koncentrované kultury. Existují kultury buď pro přípravu matečných zákysů (označované DRI VAC), pro přípravu provozních zákysů (označované REDI SET) nebo pro přímé zaočkování (označované DVS). [47] Nejčastějším médiem pro pěstování většiny kysacích kultur je sušené odstředěné mléko, které zaručuje po delší dobu stále stejně hodnotné živné prostředí. [44]

Druhy čistých mlékařských kultur

Čisté mlékařské kultury pro sýrařství se dělí na kultury kysací a zrací [44]:

- **Kysací kultury**

Kysací kultury vytvářejí z laktózy obsažené v mléku kyselinu mléčnou. Kysací kultury mohou být jednodruhové nebo směsné, složené z více druhů a kmenů. U jednodruhových je nevýhoda jejich citlivost na napadení bakteriofágem, ale výhodou je to, že si dlouhodobě

zachovávají stejnou jakost a biochemickou aktivitu. Výhodou používání směsných kultur je kromě větší odolnosti před napadením bakteriofágy i širší tepelné růstové rozmezí a často i plnější chuť a vůně výrobků. Nevýhodou je skutečnost, že jejich původní složení a tím i vlastnosti se po určité době přeočkování mění, protože v kultuře bude dominovat nejaktivnější druh či kmen.

Podle druhu sýru se pro výrobu používá zákys jednak mezofilní, jednak termofilní. Z mezofilních kultur jsou to především streptokokové kultury, které se, buď samostatně nebo ve směsi, používají jako základní (smetanové) sýrařské kultury, *Streptococcus lactis*, *cremoris*, *diacetylactis* a leukonostoky *Leuconostoc citrovorum* a *dextranicum*. V technologiích vyžadující termofilní kultury se ze streptokoků používají zejména *Streptococcus thermophilus*, z laktobacilů *Lactobacillus helveticus*, *casei*, *bifidus* a *acidophilus* a z laktokoků *Lactococcus lactis*.

- **Zrací kultury**

Ke kysacím i zracím kulturám se řadí kultury propionového kvašení, ale hlavní druhy zracích kultur jsou kultury plísňové. Mezi nejpoužívanější camembertske kultury patří *Penicillium camemberti* a *candidum* (*caseicolum*), což jsou povrchové bílé plísně, které sýru dodávají lehce žampionové aroma. K roquefortské kultuře patří *Penicillium roqueforti*, která roste uvnitř sýru a proto, aby plíseň měla přísun vzduchu, se sýr musí propíchnávat. Další ušlechtilý mikroorganismus používaný ve zracích kulturách je *Geotrichum candidum*.

Působení čistých mlékařských kultur

Působení ČMK lze shrnout do několika bodů [27]:

1. Fyzikálně-chemické změny

Jde především o funkci koagulační, vyvolanou kyselinou mléčnou vznikající činností bakterií mléčného kvašení, která se uplatňuje při výrobě kyselých i sladkých sýrů. Mléčná kyselina se však uplatňuje i dále v procesu výroby sýrů – ovlivňuje odkapávání syrovátky, strukturu a konzistenci výrobku.

2. Ochranná funkce

ČMK produkují ochranné látky, kterými zasahují do vzájemného poměru v mikroflóře a zabráňují rozvoji některým škůdcům mléčných výrobků. Do značné míry je to dáno produkcí kyseliny mléčné bakteriemi, kdy kyselé prostředí zabráňuje rozvoji četných škodlivých bakterií. Kromě toho bakterie mléčného kvašení vytvářejí také látky redukující a tím zabráňují autooxidaci tuku. A nakonec svou činností vytvářejí i látky antibiotické povahy, potlačující vývin nežádoucí mikroflóry. Ochranná funkce kvasinek spočívá v tvorbě redukujících látek zamezujících autooxidaci tuku, ale i v potlačování vývinu některých plísní, které by byly příčinou enzymatických vad výrobku. Dále kvasinky spotřebovávají při své životní činnosti organické kyseliny a tím zvyšují pH výrobku a chrání jej tak proti chemickým vadám. Ochranný účinek mají i některé plísňové kultury, rozvojem vhodné povrchové plísně jsou sýry chráněny před infekcí nežádoucími a škodlivými divokými plísněmi.

3. Zrání mléčných výrobků

Pro zrání jsou rozhodující mikroorganismy čistých kultur, jejichž enzymy se uplatňují v jednotlivých fázích zrání při změnách základních složek, jak bude popsáno dále.

4. Tvorba výživných a léčivých faktorů pro člověka

Z tohoto hlediska je významná přeměna bílkovin mléka ve stravitelnější formu a tvorba vitamínů činností mikroorganismů kultur. Dále jde o tvorbu kyseliny mléčné, tlumící vývin škodlivé hnilobné střevní mikroflóry, tvorbu antibiotik a zvyšování krevního barviva hemoglobinu.

2.3 Požadavky na kvalitu mléka pro výrobu sýrů

V syrařství se vyžaduje vysoká kvalita mléka, jelikož zásadně ovlivňuje jakost sýrů. Výrobní mléko musí splňovat nejen požadavky pro kvalitní mléko (senzorická jakost, mikrobiologická čistota, absence inhibičních látek atd.), ale další speciální požadavky, jako je vhodná syřitelnost mléka a prokysávací schopnost. Pro syrařství důležité složky mléka, kasein a rozpustné soli, musí být zastoupeny ve správném poměru. [15]

Syřitelnost mléka

Syřitelnost mléka je schopnost srážet se syřidlem a tvořit syřeninu požadovaných vlastností. Je ovlivněna chemickým složením mléka, zejména obsahem vápníku v ionizované formě, množstvím kaseinu a zastoupením jeho jednotlivých frakcí, hodnotou pH, teplotou skladování aj. O těchto vlivech bude podrobněji psáno dále.

Při zhoršené syřitelnosti se tvoří málo kompaktní křehká sraženina, takže značné množství syřeniny i tuku odchází do syrovátky a vytvořené sýry mají nízkou sušinu. To potom vede k ekonomickým ztrátám při výrobním procesu. [15]

Kvasnost mléka

Prokysávací schopnost mléka je schopnost vytvářet vhodné podmínky pro dobrý růst přidaných čistých mlékařských kultur, potřebných pro zdárný průběh všech mikrobiologických procesů. Mléko tedy musí obsahovat všechny potřebné složky pro rozvoj těchto kultur a nesmí obsahovat žádné látky tento rozvoj potlačující. [15]

Mikrobiologická čistota

Mikrobiologicky nejvhodnější by bylo takové mléko, které by obsahovalo jen pro daný druh sýru potřebné nebo alespoň neškodné druhy mikroorganismů. [15] Normální mikroflóra mléka ještě ve vemeni bývá z hlediska syrařství neškodná jak po stránce kvalitativní tak kvantitativní, rizikovější je kontaminace sekundární, získaná až po nadojení mléka. Pro kvalitu sýrů není důležitý jen celkový nízký počet mikroorganismů, ale neměly by být přítomné zejména bakterie máselného kvašení, hnilobné, plynotvorné a sporulující bakterie.

Kontaminující mikroorganismy lze odstranit použitím některých fyzikálních opatření (pasterace, mikrofiltrace, baktofugace aj.). [14]

2.4 Podstata srážení mléka

2.4.1 Kyselé srážení mléka

Kasein má jako ostatní bílkoviny amfoterní charakter, jehož elektrický náboj závisí na pH roztoku, v izoelektrickém bodě je pak molekula neutrální. V mléce se kasein nachází jako koloidní kalciumkaseinát-kalciumfosfát, kaseinové micely nesou negativní náboj a vzájemně

na sebe působí odpuzivými silami, čímž je zabráněno jejich přiblížení a agregaci. Vlivem kyseliny mléčné, vzniklé bakteriálním rozkladem mléčného cukru, a tedy snížením pH, klesá velikost záporného náboje micel, koloidní kalcium fosfát se z komplexu uvolňuje a kasein je destabilizován. Když se okyselením dosáhne izoelektrického bodu kaseinu (pH kolem 4,6 při 20 °C), destabilizovaný kasein ztrácí svoji rozpustnost a dojde k jeho vysrážení z mléka. Po destabilizaci kaseinu ztrátou CCP se totiž z kaseinové micely uvolňuje frakce β - a κ -kaseinu, které při pH kolem 4,6 získávají kladný náboj a vážou se na povrch negativně nabitého α -kaseinu, čímž se vytváří částice s charakterem odlišným než původní micely. Dalším zmenšováním velikosti náboje kaseinu se snižuje elektrický potenciál částic a nově vytvořené částice se začínají agregovat ve formě řetězců s vytvořením gelu. [15, 28]

Zvyšování teploty srážení do 40 °C vede k rychlejší tvorbě sraženiny s hrubším charakterem, při vyšších teplotách je gumovitá, a při teplotě nižší než 6 °C se sraženina vůbec netvoří. [15]

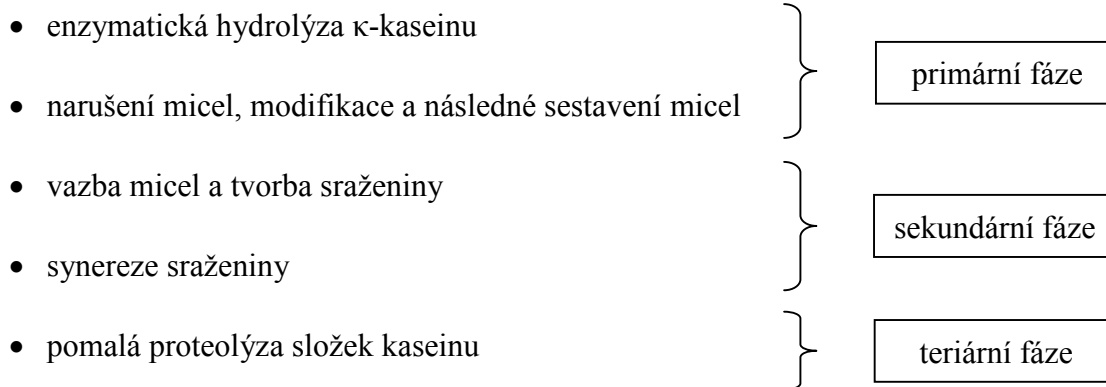
2.4.2 Enzymatické srážení mléka

Nejdůležitější složkou pro syřidlové srážení je v kaseinátovém komplexu κ -kasein. Působením proteolytických enzymů syřidla nejdříve začíná štěpení κ -kaseinu, stabilizujícího kaseinové micely, a následně dochází ke srážení enzymatickým působením destabilizovaných micel. Tyto dvě fáze se označují jako primární (enzymatická) a sekundární (koagulační) fáze působení syřidla.

V primární fázi působení syřidla dochází k rozštěpení peptidické vazby mezi 105. a 106. aminokyselinou (Phe-Met) aminokyselinového řetězce κ -kaseinu. Tím se z κ -kaseinu odštěpí hydrofilní glykomakropeptid (GMP), bez afinity k ostatním kaseinovým frakcím, a hydrofobní para- κ -kasein, s vysokou afinitou k ostatním frakcím kaseinu. Para- κ -kasein tak ztratil stabilizační účinek proti vysrážení kaseinu Ca^{2+} ionty a společně s ostatními kaseinovými frakcemi se vysráží. Po disagraci micel dochází ke spojování do nových micelárních útvarů a k polymeraci za současné stabilizace hydrofobními vazbami.

Sekundární fáze je možná pouze za přítomnosti vápenatých iontů a teploty nad 20 °C. Při koagulaci jsou kaseinové micely extramicelárně spojeny vápníkem. V průběhu tvorby gelu se kaseinové micely nejprve řadí do řetězců, které pak přechází v trojrozměrnou mřížku. Vytvořením vápenatých můstků dochází k synerezi, smršťování gelu, a vytužování syřeniny vyvolané přitažlivými silami mezi kaseinovými částicemi.

Při delším působení syřidla dochází kromě štěpení para- κ -kaseinu i ke štěpení α_{S1} - a β -kaseinu. Tato pokračující proteolýza kaseinu se označuje jako terciární fáze působení syřidla. Jedná se ale o štěpení pomalé a v sýrech je také zpomalováno přidávkem NaCl. Terciární fáze však může být vysoká při použití jiných proteáz – při proteolýze syřidlovými náhražkami může docházet ke snižování výtěžnosti odtokem rozpustných peptidů do syrovátky a k tvorbě hořkých peptidů podílejících se na chuťových a konzistenčních vadách sýrů. [6]



Obr. 2.1 Schéma enzymatického srážení kaseinu[28]

2.4.3 Syřidlo a syřidlové preparáty

Syřidlo je při výrobě sladkých sýrů nezbytný výrobní prostředek, který má rozhodující vliv na jakost sýrů i ekonomiku výrobního procesu. Umožňuje koagulaci hlavní bílkoviny mléka kaseinu a takto získaná syřenina je základem pro výrobu sýrů. [14]

Tzv. klasické syřidlo je extrakt ze žaludků telat sajících mléko obsahující rozhodující množství hydrolytického enzymu chymosinu (renninu) a dále také enzym pepsin, jehož množství stoupá se stářím telat. [45]

Světový nedostatek tohoto nejkvalitnějšího klasického syřidla podmínil hledání nových možností [44]:

1. nové živočišné suroviny k získání účinných enzymů a nové technologie vedoucí ke zvýšené výtěžnosti výroby zejména klasických syřidel,
2. možnosti výroby syřidlových náhražek z jiných zdrojů, zejména sýřících enzymů mikrobiálního původu,
3. získání klasického syřidlového enzymu chymosinu metodou „in vivo“, tj. ze žaludečních šťáv získaných od živých telat.

Živočišné náhražky proteáz se získávají z vepřových nebo hovězích žaludků dospělých zvířat, jedná se však o syřidla pepsinová. Náhražky klasického syřidla mikrobiologického původu, které v sedmdesátých letech FDA povolila používat, se velice rozšířily. Získávají se fermentací plísní *Cryphonectria parasitica* (dříve název *Endothia parasitica*), *Mucor pusillus* a *Mucor miehei*. [33]

Od roku 1998 je povoleno používání syřidla získaného fermentací geneticky modifikovaných organismů, např. *Aspergillus niger* var. *awamoris*, *Kluyveromyces lactis* a *Escherichia coli*. [18]

Syřidla se vyrábějí v podobě tekuté, práškové nebo v tabletách. Mohou se lišit svojí silou. Síla syřidla podle Soxhleta je dána počtem ml mléka teplého 35 °C, které se srazí určitým objemem tekutého syřidla za 40 minut. Např. síla syřidla 1:10 000 znamená, že 1 litr syřidla srazí 10000 litrů mléka za 40 min při 35 °C. [44] Novější značení síly syřidla je v jednotkách UP a IMCU. UP označuje množství enzymu obsažené v 1 ml roztoku, který může srazit 10 ml substrátu za 100 s při 30 °C. Dnes používaná síla syřidla v jednotkách IMCU se podle IDF stanovuje vůči standardu známé síly z pozorování srážení rekonstituovaného mléka při pH 6,50 a 32 °C, s přídavkem 0,05% CaCl₂. [18]

2.4.4 Vlivy působící na složení mléka, průběh syření a jakost syřeniny

Většina faktorů mající vliv na průběh srážení jsou totožná s faktory ovlivňující složení mléka. Mezi nejdůležitější faktory ovlivňující složení a vlastnosti mléka patří: výživa dojníc, laktační doba, plemeno, klimatické podmínky, zdravotní stav a ostatní faktory. Další činitelé, které mají na syření a jakost syřeniny konkrétní vliv jsou: obsah vápenatých iontů, obsah kaseinu, kyselost a teplota mléka, pasterace a dávka syřidla.

Výživa dojníc

Vliv krmení ovlivňuje množství a složení mléčného tuku, obsah a jakost bílkovin, obsah mléčného cukru, minerálních látek a vitamínů v mléce i chuť, vůni a sýrařské vlastnosti mléka. Důležitý je nejen dostatečný přísun energie, ale i dostatek stavebních látek, krmná dávka musí obsahovat všechny živiny ve vyváženém poměru. [28]

Například studie [13] dokázala, že krmivo o vyšší energetické hodnotě, s větším obsahem proteinů nebo menším obsahem vlákniny způsobuje zvýšené množství mléčných bílkovin, přičemž se nemění nebo snižuje obsah mléčného tuku. Nejedná se sice o tak výrazný vliv jako v případě vlivu podnebí nebo genetických faktorů, ale o vliv nejsnáze měnitelný chovatelem.

Laktační doba

Během laktační doby krávy se podstatně mění složení a vlastnosti mléka, a to zejména v prvních a posledních dnech laktace. Mléko z prvních dnů po otelení krávy se nazývá mlezivo (kolostrum), z posledních dnů před zaprahnutím starodojné mléko. U starodojného mléka je vyšší obsah tuku, bílkovin a kaseinu a nižší obsah mléčného cukru a kyselost. Toto mléko má nepříjemnou slanou chuť a zhoršené technologické vlastnosti (špatná syřitelnost, malé tukové kuličky a zvýšená viskozita). Mlezivo má hustou, vazkou konzistenci, specifickou vůni, slanou příchut' a žluté zbarvení. Obsahuje téměř dvakrát více sušiny, má vysoký obsah albuminu, globulinu a minerálních solí, nízký obsah mléčného cukru, vyšší kyselost. V mlezivu je vysoký obsah imunních látek, antitoxinů, enzymů a hormonů. Z těchto důvodů ČSN zakazuje dodávat do mlékárny mléko od krav 14 dní před otelením a 8 dní po otelení. [28]

Stádium laktace a individualita dojnice byli v mnohých studiích prokázány jako významný činitel ovlivňující syřitelnost mléka. [2, 30] Například rozbor [4] ukázaly prokazatelný vzrůstající vliv obsahu bílkovin i kaseinu a titrační kyselosti v laktačním období, ale zhoršující se syřitelnost mléka.

Plemenná příslušnost

Druh plemene podstatně ovlivňuje množství, složení a vlastnosti mléka. Všeobecně je možné říci, že plemena s vyšší produkcí mléka (horská plemena) mají mléko chudší na tuk a bílkoviny a naopak (nížinná plemena). [28]

Zdravotní stav

Na množství a jakost mléka může mít vliv již lehké onemocnění dojnice. Roli hraje i její nervový stav. Zásadní vliv na mléko má však onemocnění mléčné žlázy. Mastitida, zánět mléčné žlázy, je vždy provázena zvýšeným vylučováním leukocytů a složek krevní plazmy do mléka. To vede ke zvyšování počtu somatických buněk v mléce a dochází také ke změnám chemického složení mléka, jejichž stupeň závisí na rozsahu zánětu. Snižuje se obsah sušiny,

tuku i cukru a zvyšuje se obsah bílkovin a solí. Mléko od krav nemocných mastitidou má dobu syřitelnosti delší a sýřenina nemá potřebné vlastnosti [17, 42]

Vliv ročního období

Vliv sezónnosti se projevuje na množství produkovaného mléka i na jeho složení a tím na syřitelnost. Nepříznivě působí střídání teplot a náhlé povětrnostní změny. Změny mléka vyvolané ročním obdobím souvisejí také se změnami krmení.

Obsah tuku a sušiny bývá nejvyšší obvykle v říjnu, bílkovin a kaseinu v měsících květen, červen a září a maximum obsahu laktózy v období od ledna do června. [42] U popelovin také dochází s ročním období ke kolísání, poměr Ca/P je nejnižší v létě a nejvyšší v zimě a na jaře. [11]

Podle některých provedených studií [7, 39 a 40] je obsah bílkovin nejvyšší v letním období (červen, červenec a srpen) a nejnižší v zimním období (listopad, prosinec a leden). Kdežto podle jiného zjišťování vlivu ročního období [24] je nižší obsah bílkovin v letním období (duben-září).

Další faktory ovlivňující složení mléka

Složení a produkci mléka ovlivňuje také stáří dojnic, možnost pohybu, technika dojení, péče a čistota a individualita dojnic. To se pak promítne i na vlastnostech mléka potřebných v syrařství. [42]

Obsah vápníku

Pro srážení mléka má podstatný vliv obsah vápníku v mléce, zejména jeho ionizované formy. Doba srážení je nepřímě úměrná poměru Ca/N v mléce. Všechny příčiny vedoucí ke snížení ionizovaného vápníku působí na zpoždění nebo dokonce znemožňují srážení mléka. [28] Vápenaté ionty se na koagulaci podílejí dvojím způsobem – především snižují celkový negativní náboj kaseinových micel a snižují pH. [45]

Vlivem obsahu vápníku se vysvětluje, že i když mají různá mléka stejnou kyselost, srážejí se tímž syřidlem za různou dobu. [45]

Přídavek chloridu vápenatého obnovuje ztracenou schopnost mléka ke srážení, doba srážení se snižuje a zvyšuje se tuhost sýřeniny. Doba srážení se však snižuje jen k určité hranici, nad níž se další přídavek chloridu vápenatého projevuje nepatrným prodloužením doby srážení. [28]

Předchozí teplené ošetření mléka

Záhřev mléka je nejdůležitější faktor s nejkomplicovanějšími účinky. Pasterované mléko se sráží pomaleji než syrové a snižuje se také tuhost sýřeniny. Příčinou je především snížení obsahu ionizovaného vápníku a nerozpustných fosfátů a citrátů, protože záhřev způsobí vyloučení solí hydrogenfosforečnanu vápenatého a citrátu vápenatého a také dočasný přechod části rozpustného vápníku a fosfátu do koloidního kalcium-fosfátového komplexu s kaseinem. Zahříváním mléka se též denaturují syrovátkové bílkoviny a inaktivují enzymy [28, 45]

Doba koagulace syřidlem se prodlužuje také působením nízkých teplot. Jestliže je mléko dlouhodobě skladováno při teplotě do 4 °C, nebo dojde dokonce k jeho zmrznutí, změní se zastoupení jednotlivých forem vápníku a fosforu v mléce, dojde ke zvýšení pH mléka,

změnám ve struktuře kaseinových micel a tedy ke značnému prodloužení doby srážení mléka syřidlem a tvorbě velmi křehké sýřeniny špatně oddělující syrovátku. [15]

Koncentrace kaseinu

Koncentrace kaseinu v mléce ovlivňuje dobu srážení a tuhost a pevnost gelu. Vyšší koncentrace kaseinu vede k rychlejšímu srážení a k vytvoření pevnější struktury sraženiny. Důležitá ale není jenom celková koncentrace kaseinu, ale také poměry jednotlivých frakcí kaseinu. [45]

Teplota mléka

Obecně platí, že se zvyšující se teplotou se doba srážení snižuje. Roli zde hraje teplotní optimum syřidlového enzymu. Pod 20 °C probíhá koagulace zvláště pomalu. Nejkratší srážení je při 40-42 °C, poté se doba srážení opět zvyšuje, neboť dochází k inaktivaci syřidlového enzymu. [28]

Kyselost mléka

Nad pH 7,5 srážení neprobíhá vzhledem k inaktivaci enzymů. Kyselost ovlivňuje jak aktivitu enzymu, tak stabilitu kaseinových částic v roztoku. Snižováním pH se zkracuje doba srážení, zvyšuje se tuhost a sušina sýřeniny a snižuje se obsah sušiny, bílkovin a tuku v syrovátce. pH optimum pro působení syřidlových enzymů je při hodnotách 5,4. [28, 44, 45]

Koncentrace syřidlového enzymu

Pro teploty kolem 35 °C a průměrnou koncentraci enzymu byla zjištěna nepřímá úměra mezi dobou koagulace a množstvím enzymu. [28] Naplatí to však u všech syřidel. Dávka syřidla se upravuje podle požadavků na hotový sýr, protože s ní souvisí konzistence sýřeniny, oddělování syrovátky a tím i výtěžnost sýrů a ztráty tuku v syrovátce. Příliš velká dávka syřidla vede k silnému oddělování syrovátky a snížení výtěžnosti sýru, sraženina je tužší a v syrovátce je vyšší procento tuku. Malá dávka syřidla má za následek tvorbu měkké sraženiny a horší oddělování syrovátky. [45]

Ostatní faktory

Také zvodněním mléka před sýřením se prodlužuje doba srážení, získaná sýřenina je měkčí a hůře uvolňuje syrovátku. [44]

Vliv má i dávka zákysu, zvyšováním dávky se doba srážení vlivem na pH mírně zkracuje, zvyšuje se tuhost sýřeniny, sušina a synereze sýřeniny. Sušina a obsah bílkovin v syrovátce se přitom mírně snižují, obsah tuku a vápníku v syrovátce mírně zvyšuje. [44]

Koncentrace iontů se také podílí na koagulaci mléka. Chlorid sodný brání koagulaci mléka syřidlem a snižuje pevnost sýřeniny, dvojmocné a trojmocné ionty zase obvykle koagulaci urychlují. [45]

Tučnost mléka ovlivňuje koagulaci tak, že tučnější mléko vytváří měkčí sraženinu. Snižují pevnost gelu tím, že tukové kuličky pronikají nově vytvořenou sítí sraženiny a zvětšují vzdálenosti mezi kaseinovými částicemi. [45]

Je prokázána i rozdílná doba srážení u mléka z různých čtvrtí mléčné žlázy. [28]

Mnohé studie [46] také dokázaly významný vliv genetického polymorfismu mléčných bílkovin na srážení mléka a výtěžnost sýrů. Zjistilo se, že dojnice produkující mléko s vyšším

obsahem kaseinu a tedy lepšími vlastnostmi pro syrařství, mají genotyp AB pro κ -kasein. Zpracováním mléka těchto dojníc se dá výrazně zvýšit výtěžnost sýrů.

Výsledky analýz, zaměřujících se na vliv obsahu močoviny v mléce, nejsou jednotné. Velmi malý vliv na množství bílkovin a syřitelnost prokázala studie [19], avšak průkazný vliv je například dokázán v analýzách Čejny et al. [3, 4, 23].

Podle některých měření [30] má velmi pozitivní vliv na vylepšení syřitelnosti mléka ošetření vysokým tlakem. Při tlakové pasteraci mléka by se podle výsledků mohlo dávkovat menší množství syřidla, což by vedlo k jeho úspoře.

2.5 Výroba plísňových sýrů

2.5.1 Příjem mléka

Rychlost a kvalita provedení svozu a příjmu mléka má zásadní vliv na kvalitu mléka a tím i kvalitu z něj vyrobených mléčných výrobků. Mléko musí být zchlazeno a uchováváno při teplotě 4 – 8 °C.

Výhodou dnešního cisternového svozu mléka oproti dřívějšímu svozu mléka v konvích je vysoká efektivnost, odstranění manuálních prací a také lepší mikrobiologická jakost mléka. Pokud se ale podcení základní hygiena, může během přepravy dojít ke značnému zhoršení jakosti mléka.

Při přejímce mléka se kontroluje jeho množství a odebírají se vzorky pro laboratorní kontroly kvality mléka. Pro odběry vzorků jsou vypracovány jednotné metodické postupy vycházející z příslušných norem a ze zaměření daného podniku.

Po případném přečištění například filtrací se mléko přečerpává do skladovacích tanků, odkud se pak odebírá k dalšímu ošetření a zpracování. [15]

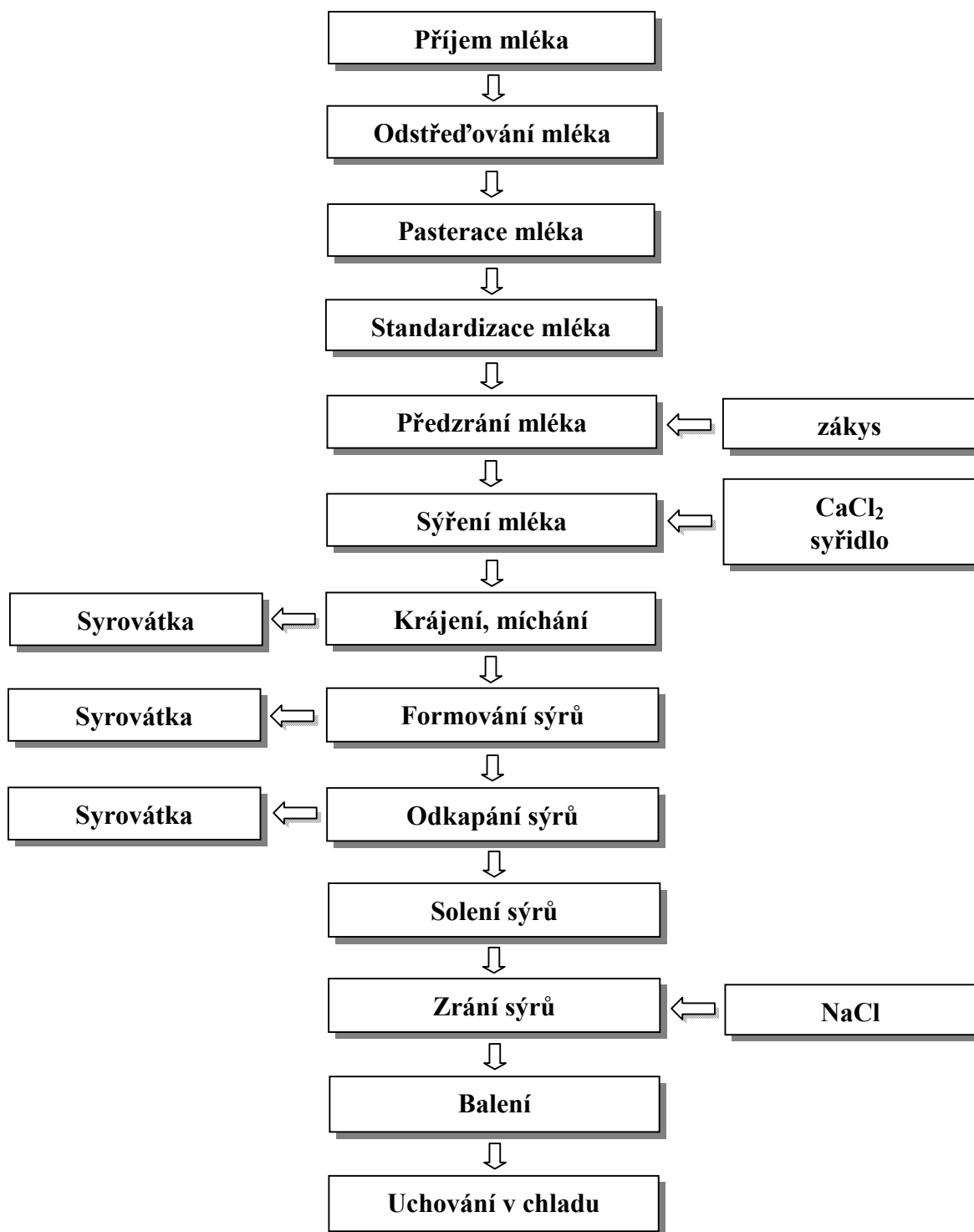
2.5.2 Úprava mléka před syřením

Aby mléčné výrobky mohly být vůbec uvedeny na trh, musí se mléko ještě před zpracováním mlékárensky ošetřit (mechanicky a tepelně). Většinou se jedná o úpravu složení mléka, obsahu a složení mikroflóry mléka, úpravu kyselosti, homogenizaci a úpravu teploty mléka. [15]

Odstředování mléka

Odstředování mléka se provádí za účelem oddělení mléčného tuku, přičemž dochází současně i k jeho čištění. Tučnost mléka se upravuje tak, aby procentuální obsah tuku v sušině u hotového sýru odpovídal předpisům ČSN. Snížení obsahu tuku se provádí smísením odstředěného a plnotučného mléka podle vypočítaného poměru. [44]

Fyzikálním principem odstředování je působení odstředivé síly na částice s rozdílnou hustotou. Při odstředění plnotučného mléka se získá mléko odstředěné a smetana. Odstředováním se těžší složka mléka – mléčná plazma – soustřeďuje blízko stěny bubnu a lehčí složka – smetana – je vytlačována směrem do středu k ose otáčení. Těžké částice jako jsou mikroorganismy nebo buněčné částice jsou vyneseny odstředivou silou až na stěnu bubnu, kde se soustřeďují jako odstředivkový kal. V odstředěném mléce však vždy zůstává určitý tzv. zbytkový obsah tuku. [32]



Obr. 2.2 Technologické schéma výroby měkkých zrajících sýrů [47]

Homogenizace mléka

Homogenizací mléka se zabráňuje nežádoucí vyvstávání a oddělování tuku od mléčného plazmatu, čímž se zajistí dokonalé rozptýlení tuku v mléčném výrobku, zároveň se snižují ztráty tuku během výrobního procesu do syrovátky, urychluje se biochemický rozklad tuku při zrání sýrů, zabezpečuje se rovnoměrný obsah tuku v sýrech a zkracuje se doba srážení

mléka. Zpravidla se provádí jen částečná homogenizace, při které se homogenizuje jen smetana, která se potom přidává do horkého odstředěného mléka. [15]

Při tomto mechanickém procesu je mléko poháněné za horka pod tlakem velice těsným prostorem, změna proudění a náhlý pokles tlaku způsobí roztržení tukových kuliček na menší disperzní částice, které už nepřekonají odpor mléčného plasma a nemohou tak vystupovat k povrchu. [21]

Pasterace

Pasterace se provádí z důvodu zničení vegetativní formy patogenních mikroorganismů, podmíněně patogenní a toxinogenní mikroflóry, při tom se také devitalizuje většina ostatní mikroflóry a deaktivuje se část enzymů. Rozsah tohoto účinku je dán pasterační teplotou a dobou působení této teploty, které se volí tak, aby došlo k co nejmenším změnám ve fyzikálních, chemických a biologických vlastnostech mléka, ale aby se usmrtily všechny choroboplodné zárodky. [15]

Pasterace však nenapravuje špatnou jakost mléka, protože se neničí termorezistentní bakterie a spory ani zplodiny mikrobiálního metabolismu, které mohou značně zhoršit jakost sýrů a mohou být i toxické. Pasterace je tím účinnější, čím je syrové mléko chudší na mikroorganismy. Důležité také je, aby pasterované mléko nebylo následně rekontaminováno. Aby se zamezilo pomnožování mikroorganismů v pasterovaném mléce a tím jeho zkáze, musí se ihned po pasteraci zchladit na teplotu kolem 5 °C. [21, 44]

Pro mléko na výrobu sýrů se považuje za nejvhodnější krátkodobá šetrná pasterace při 72 – 75 °C po dobu 15 – 20 vteřin, při které se dosáhne požadovaný účinek při současném zachování původních vlastností mléka. [44]

Z hlediska syrařství má pasterace negativní dopad na anorganické soli, bílkoviny mléka, technologicky žádoucí mikroorganismy mléka a obsah vitamínů. [15, 44]

Přídavek Ca^{2+} iontů

Rozpustné vápenaté soli, nejčastěji chlorid vápenatý, se přidávají do pasterovaného mléka za účelem zlepšení pasterací porušené syřitelnosti mléka. Zlepšení syřitelnosti zvýší i výtěžnost sýrů a odstraňují se některé vady sýrů. Tento pozitivní vliv je podpořen i snížením pH po přídavku chloridu vápenatého do mléka. [11]

Přídavek ČMK

Činnost mikroflóry má v syrařství zásadní vliv. Tím že přeměňují základní složky mléka, udělují konečné vlastnosti sýrů. Při výrobě plísňových sýrů se uplatňují jak bakterie mléčného kvašení, ušlechtilé druhy plísní a v nepatrné míře i kvasinky. Použité ČMK by měli mít kromě schopnosti mléčného kvašení i vhodnou proteolytickou a lipolytickou aktivitu, odolnost vůči inhibičním látkám a bakteriofágům a schopnost inhibovat škodlivou mikroflóru.

Jakost mléka jak po stránce chemické, tak mikrobiologické je důležitá i vzhledem k ČMK. I po pasteraci a použití ČMK může nevhodná mikroflóra výchozího mléka způsobit výskyt řady vzhledových, konzistentních a chuťových vad. [11, 44]

Úprava kyselosti

Kyselost mléka významně ovlivňuje pevnost, pružnost a soudržnost sýrů a spolu se složením mikroflóry rozhoduje o kvašení mléka a zrání sýrů. Nejvhodnější kyselost mléka před syřením je mezi 8 až 8,6 °SH. [11]

Úprava teploty

Požadovaná teplota mléka před syřením se liší podle druhu sýru, pro měkké sýry se volí teplota mléka před syřením mezi 30 – 42 °C. [11]

2.5.3 Syření mléka

U sladkých sýrů se k získání pevné sraženiny, důležité při zpracování mléka na sýry, používá syřidlo. Jeho enzym chymozin (rennin), rozkládá kasein na parakasein, a enzym pepsin v kyselém prostředí štěpí bílkoviny.

Syřidlo se přidává zředěné nezávadnou vodou, aby se lépe promísilo s celým obsahem mléka. Jak již bylo zmíněno, množství syřidla potřebné pro syření mléka závisí na síle syřidla, času syření (určený druhem vyráběného sýru), teplotě a celkové jakosti mléka (kyselost, syřitelnost, atd.) Přitom se stoupající teplotou mléka klesá čas srážení a kratší čas syření dává pevnější syřeninu s vyšším obsahem sušiny. [11]

Pojem čas prvního srážení označuje dobu od přidání syřidla do mléka po vytvoření prvních viditelných vloček syřeniny. Během celkové doby srážení dochází ještě k tzv. vytužování syřeniny, aby syřenina měla potřebné vlastnosti. [44]

2.5.4 Zpracování syřeniny

Zpracováním syřeniny se má vytvořit tzv. sýrařské zrno o požadované velikosti, vlastnostech a obsahu vody. [15]

Syřenina, která z mléka vznikla, má vláknitou strukturu. Vlákná částic kaseinu vytváří trojrozměrnou síť a uvnitř této sítě je mezi vlákny tekutá fáze, syrovátka. [44]

Voda obsažená v syřenině je jednak volná, která odtéká při krájení syřeniny, kapilární, která se z kanálků odstraňuje při synerezi podporované mícháním, a hydratační, která je chemicky vázaná na kasein a lze ji odstranit kysáním a solení sýrů. [15]

Nejprve se syřenina krájí, čímž se započne tzv. synereze (smršťování sraženiny), která trvá po celou dobu zpracování a formování a končí začátkem vlastního zrání. [41] Vlákná kaseinu se začínají vzájemnou přitažlivostí a vlivem iontů Ca^{2+} zkracovat a proplétat, čímž se vytlačuje syrovátka ven a nastává odvodňování. Syřenina se krájí podélně i příčně nerezovou sýrařskou harfou na zrno požadované velikosti. Ta je dána typem sýru, pro měkké sýry se volí velikost zrna 1-3 cm, aby zrno bylo vodnaté a kysání rychlé. Syřenina by se neměla krájet ani příliš měkká ani příliš tuhá. Když se krájí příliš brzy, jsou vyšší ztráty tuku a bílkovin do syrovátky a když se krájí příliš pozdě, sýrařské zrno se špatně vytužuje a hůře použije další syrovátku [44]

Po krájení syřeniny následuje promíchávání zrna, aby nesedimentovalo a neslepovalo se a aby se podpořilo uvolňování jak vody volné tak kapilární. Zrno se stává pevnějším. [44]

2.5.5 Formování

Syřenina se formuje v perforovaných formách z umělé hmoty na svůj standardní tvar a velikost, přičemž zároveň dochází i k odtoku syrovátky. U měkkých sýrů jde o samovolné odtékání syrovátky bez použití tlaku, pouze tlakem vlastní hmotnosti.

Po vyformování se sýry nechávají v odkapních sálech odkapat, aby vznikl pevný sýr. Přitom se sýry musejí obracet, aby docházelo k rovnoměrnému odtoku syrovátky z celé

hmoty sýru. Odkapávání může trvat až 24 hodin podle typu sýru. Protože současně probíhá mléčné kvašení, je nejvhodnější teplota odkapu 18 až 20 °C. [44]

2.5.6 Solení

Kromě získání slané chuti se solením zpevňuje povrch sýru, zlepšuje konzistence, umožňuje další odtékání syrovátky a ovlivňuje činnost mikroorganismů. U sýrů jsou možnosti solení v těstě, na sucho nebo v solné lázni. Plísňové sýry s plísní na povrchu se solí nasucho nebo v solné lázni.[11]

Po nasolení do sýru přestupuje chlorid sodný a ze sýru uniká syrovátka. V sýru se během solení vytvoří vrstvy s různým obsahem soli, nejvíce soli se soustřeďuje v povrchové části. Odtud proniká hlouběji a při tom přitahuje ze střední části vodu, čímž se sníží koncentrace soli a nastává i určitá výměna látek uvnitř sýru. Obsah soli v celém sýru se vyrovnává až v průběhu zrání. [44]

2.5.7 Zrání

Zrání sýrů je biochemický fermentační proces, při kterém dochází k rozkladu třech základních složek mléka – mléčného cukru, bílkovin a tuku. Přitom sýr získává typickou chuť, vůni, konzistenci a vzhled. Tyto změny jsou způsobeny činností enzymů mléka a jeho mikroflóry, přidaných čistých kultur a syřidlových enzymů.

Již při dříve započatém bakteriálním mléčném kvašení dochází k rozkladu laktózy na kyselinu mléčnou a k současnému enzymatickému rozkladu bílkovin, jedná se o tzv. předběžné zrání, nejintenzivnější během odkapu.

Při vlastním zrání vyrobených sýrů, umístěných do zracích sálů, nastává rozklad bílkovin a u plísňových sýrů i větší změny mléčného tuku. Přechodné i konečné produkty těchto rozkladů mezi sebou reagují a tím vznikají nové látky podporující specifickou chuť a vůni sýru.

Základní typy zrání sýrů jsou dva – primární a sekundární zrání sýrů:

Primární zrání, anaerobní, je vyvolané nejvíce působením enzymů vylučovaných bakteriemi mléčného kvašení na kasein. Konečnými produkty rozpadu kaseinu jsou aminokyseliny. Toto zrání probíhá pomalu a rovnoměrně v celé sýrové hmotě za nepřístupu vzduchu.

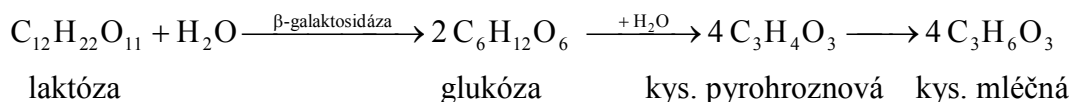
Sekundární, aerobní, zrání způsobují různé aerobní mikroorganismy, které rozkládají bílkoviny až na amoniak, oxid uhličitý a vodu. Probíhá tedy za přístupu vzduchu od povrchu sýru dovnitř, přičemž na povrchu vzniká maz.

Ve většině případů se oba druhy zrání vzájemně doplňují.

Hlavní zrání probíhá ve zracích sálech, kde by měla být přes celý rok konstantní teplota a relativní vlhkost vzduchu a vzduch musí být vyměňován. Optimální teplota pro většinu sýrů je 12 – 16 °C a relativní vlhkost vzduchu 75 – 95 %. Požadovaných podmínek se dnes dosahuje klimatizací. Sýry jsou umístěny na železné rohože a během zrání se musí v daných časových intervalech obracet, aby se udržel pravidelný tvar a vytvořila se rovnoměrná kůrka. [44]

Změny mléčného cukru

Mléčný cukr podléhá mléčnému kvašení, které zajišťují hlavně enzymy bakterií mléčného kvašení použitých čistých kultur již při zpracování sýřeniny. Hlavní rozklad cukru však nastává při formování a odkapávání sýrů. Laktózu mohou zkvašovat pouze mikroorganismy tvořící enzym β -galaktosidázu, který štěpí laktózu na glukózu a galaktózu. Galaktóza se přeměňuje na glukózu, vznikají tedy celkem dvě molekuly glukózy, které vstupují do glykolýzy a vzniklý pyruvát je fermentován na laktát. Zjednodušeně to popisuje rovnice:



Při heterofermentativním kvašení se produkuje vedle mléčné kyseliny oxid uhličitý, octová kyselina, acetaldehyd, diacetyl aj. [44]

Vytvořená kyselina mléčná se z části váže s vápníkem za vzniku mléčnanu vápenatého, přitom se současně uvolňuje odpovídající množství parakaseinu z jeho spojení s vápníkem.

Kyselina mléčná a mléčnany jsou také částečně rozkládány bakteriemi propionového kvašení za tvorby kyseliny propionové, octové, CO_2 a H_2O .

Plísně metabolizují kyselinu mléčnou na CO_2 a H_2O .

Pokud se nepodařilo ubránit bakteriím máselného kvašení, vytvářejí z mléčnanů kyselinu máselnou, H_2 a CO_2 , vyvolávající duření sýrů za současného významného zhoršování chuti a vůně. [4]

Změny mléčných bílkovin

Změny bílkovin jsou významné pro konečné charakteristické vlastnosti sýru. Začínají již přidavkem syřidla, ale hlavní úlohu hrají enzymy bakteriální přidaných ČMK. Činností syřidla dochází k proteolytickému rozkladu parakaseinu na vysokomolekulární polypeptidy albumosy a peptony. Ty jsou ještě proteázami štěpeny přes nízkomolekulární polypeptidy na aminokyseliny, které mohou být dále rozloženy především dekarboxylací a deaminací na jednodušší složky, jako amoniak, oxid uhličitý a vodu, přičemž vznikají i další rozkladné produkty (aminy, karboxylové kyseliny, aj.). Produkty vzniklé rozkladem bílkovin se více či méně podílí na vzniku chuťových složek sýru.

Na proteolytické činnosti při zrání sýrů se podílejí jak mléčné bakterie, tak kvasinky i plísně. [36, 44]

Změny mléčného tuku

Výraznější změny tuku nastávají především v plísňových sýrech uplatněním lipolytické aktivity plísní. Jsou jednak hydrolytického, jednak oxidačního druhu. Vlivem plísňových lipáz se uvolňuje glycerol a mastné kyseliny, které jsou postupně degradovány na látky ketonické povahy (methylketony a aldehydy), udělující plísňovým sýrům typické aroma. [44]

Ketosloučeniny vznikají β -oxidací mastných kyselin spojenou s dekarboxylací β -ketokyselin, zjednodušeně lze děj popsat rovnicí:



Změny popelovin

Ke změně v obsahu solí dochází hlavně působením vzniklé kyseliny mléčné. Popeloviny se mění již při zpracování sýřeniny. Při formování se vlivem vzniklé kyseliny mléčné rozpouští fosforečnan vápenatý a odchází se syrovátkou, čímž se zmenšuje obsah popelovin v mladém sýru. Při zrání se v důsledku proteolýzy parakaseinu z vazby uvolňuje zbylý fosforečnan vápenatý. Vlivem odpařování vody se kyselý fosforečnan vápenatý a mléčnan vápenatý přemísťují k povrchu sýru. [8]

Změny vody

Voda se během výroby sýrů a zrání nemění, mění se však její množství a rozmístění v hmotě sýru. Odpařováním se její množství v sýru zmenšuje. To má přímý vliv i na mikrobiální pochody v sýru. [28]

2.5.8 Balení sýrů

Před expedicí se sýry balí, aby byly chráněny před znečištěním, vysycháním, napadením hmyzem nebo mikroorganismy a měly lákavý vzhled. Všechny druhy sýrů musí být označeny dle předpisů. [21]

Plísňové sýry se balí do hliníkových fólií podlepených hlazeným pergamenem a ukládají do expedičních obalů. [20]

2.6 O podniku Pribina a sýru Hermelín

Pribina byla založena v roce 1923 jako Mlékařské a pastevní družstvo. Hned v roce 1924, kdy započala výroba, se v Pribině začal vyrábět sýr s ušlechtilou bílou plísní na povrchu. Nejdříve nesl název Příbyslavský camembert, později byl přejmenován na Hermelín s typickým obrázkem krále sýrů na obalu. Další sýrové speciality, které tehdy Pribina vyráběla, byly Bel Paese (Zlato), De Brie, Niva, Čedar, romadúry a také eidamy. V roce 1933 zde byla zřízena tavnice sýrů. Součástí Pribiny byl i drůbežářský provoz (1937 – 1957) a konzervárna ovoce (1948 – 1976). V tomto období Pribina vyráběla tehdy unikátní nekonzervovanou ovocnou šťávu Pribinka známou jako "tekuté ovoce". Od roku 1976 se již výrobní program Pribiny soustředil pouze na tvarohové a sýrové speciality. V roce 1953 došlo ke znárodnění Pribiny a samostatným závodem se opět stává 1. 1. 1990, byť ještě v rámci PMV Hradec Králové. V roce 1993 došlo k privatizaci Pribiny a závod koupila francouzská firma Bongrain, vyrábějící mléčné výrobky po celém světě. Tím začala postupná modernizace celého závodu s důrazem na inovace a péče o kvalitu. Dnes je Pribina moderní mlékárnou s velkým významem na českém trhu. Asi 80 % výrobků je distribuováno v České republice, ostatní se vyváží na Slovensko, do Polska a ostatních zemí EU i do zemí bývalého Sovětského svazu. Pribina má kromě výroby plísňových sýrů i výrobu tvarohových specialit a předsmažených výrobků a zaměstnává okolo 400 lidí. V České republice vlastní firma Bongrain další závody v Hodoníně (výroba tavených sýrů) a v Sedlčanech (výroba plísňových sýrů).

Sýr Hermelín patří mezi měkké zrající plnotučné sýry s bílou plísní na povrchu, s min. sušinou 46 % a min. obsahem tuku 23 %. [31, 48]

3 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Hlavním cílem této práce je v průběhu daného období sledovat vývoj sýřících vlastností mléka vstupujícího do výroby sýrů s bílou plísní na povrchu. Dále stanovit vlivy sýřících vlastností mléka na další fáze výrobního procesu sýrů Hermelín. Důvodem této analýzy je určení míry dopadu odchylek ve vlastnostech výrobního mléka a vzniklé sýřeniny na ekonomické faktory výroby. Za tímto účelem se prováděly rozbory sýrařského zrna, syrovátky a čerstvě naformovaných sýrů. Na základě těchto měření je dalším cílem pokusit se navrhnout rychlou provozní metodu pro stanovení míry vytužení sýrařského zrna. To je faktor teoreticky závislý na sýřících vlastnostech mléka a nepřímo indikující ztráty cenných komponent ze sýřeniny do syrovátky. Vytužení zrna společně s těmito ztrátami potom mohou zapříčinit negativní odchylky finálních produktů od požadovaného standardu, zejména v parametrech potřebných pro vstup sýrů na trh, jako je sušina, váha nebo obsah tuku.

Některé původně zadané cíle byly v průběhu práce vzhledem k provozním možnostem, vybavení podniku a časové náročnosti pozměněny.

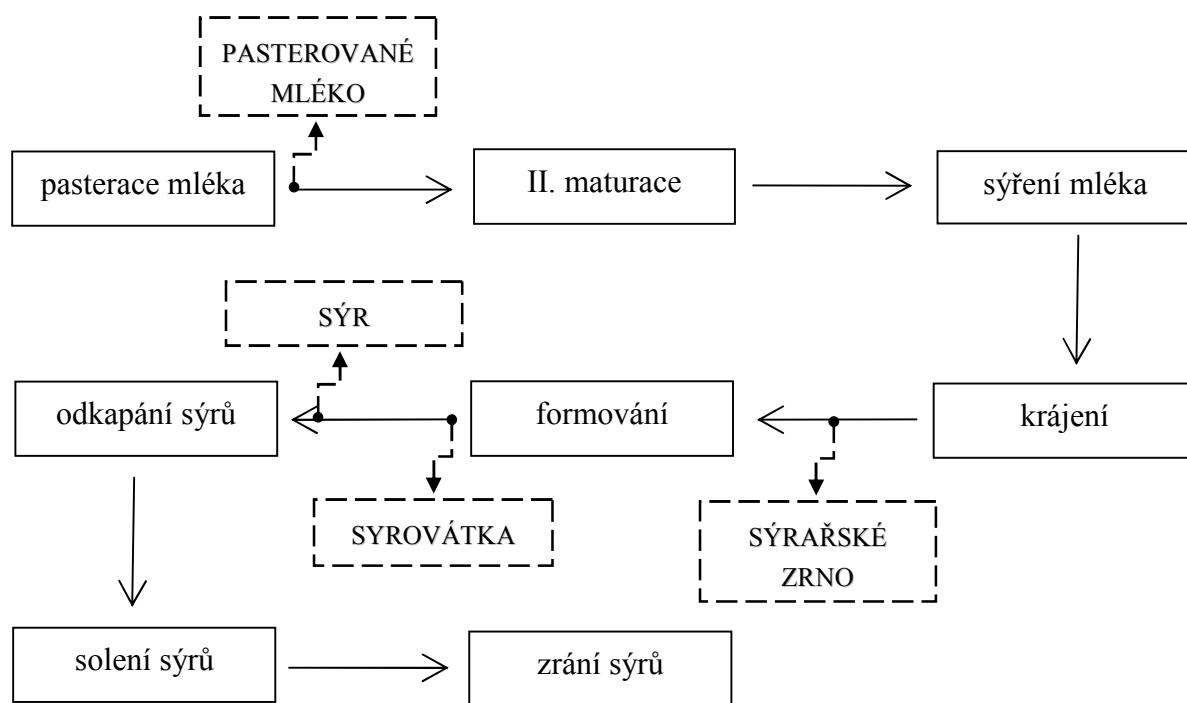
4 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

4.1 Vzorky a jejich úprava

Vzorky použité k analýzám při této práci se odebíraly přímo na výrobní lince v mlékárně Pribina Hesov, spol. s r.o. Měření se provádělo v podnikové laboratoři tamtéž.

Pro účely měření se odebíraly vzorky pasterovaného výrobního mléka, sýrařského zrna, syrovátky a sýru. Pro znázornění jsou místa odběrů zakreslena na obrázku 4.3.

V průběhu každé výrobní šarže se vzorky odebíraly a proměřovaly vícekrát, aby se z naměřených dat mohla stanovit průměrná hodnota pro danou šarži. Tato naměřená data z jedné šarže se vždy otestovala na odlehlost pomocí Grubbsova testu. [12] Pro každou analýzu se opakovaným paralelním proměřením jednoho vzorku stanovila chyba metody (směrodatná odchylka) a interval spolehlivosti měřených dat. Výsledky ze všech šarží pak byly podrobeny statistickému zpracování v programu Statistica 6.0.



Obr. 4.3 Schéma odběru vzorků na výrobní lince.

4.2 Používané metody

4.2.1 Stanovení titrační kyselosti mléka a mléčných výrobků

Kyselost mléka patří mezi základní ukazatele mléčných výrobků uváděné jakostními normami. Může se vyjadřovat jako celková (titrační) kyselost, stanovovaná titrací standardním roztokem alkálií, nebo jako aktivní kyselost, měřená pH metry a vyjádřená v hodnotách pH. Mezi titrační a aktivní kyselostí není absolutní závislost, neboť hodnoty závisejí na pufrací (tlumivé) schopnosti přítomných solí a bílkovin. Díky jejich tlumivým

vlastnostem se přidavek kyseliny nebo zásady projeví až poté, co se jimi zneutralizují. Teprve pak se přidavek kyseliny nebo zásady projeví změnou koncentrace vodíkových iontů a začíná se měnit aktivní kyselost. [5, 42]

Kyselou reakci mléka a mléčných výrobků způsobují [26]:

1. mléčné bílkoviny, konkrétně jejich volné karboxylové skupiny, které nejsou zapojeny do peptidických vazeb
2. některé kyseliny reagující soli, například fosfáty a citráty
3. rozpuštěný oxid uhličitý
4. organické kyseliny, především kyselina mléčná.

Stanovení titrační kyselosti je možné několika metodami. Dnes se u nás nejčastěji používá metoda dle Soxhlet-Henkela. Podle Soxhlet-Henkela je titrační kyselost dána počtem mililitrů $0,25 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ hydroxidu sodného potřebných k neutralizaci všech kyselých složek ve 100 ml mléka nebo mléčného výrobku za použití fenolftaleinu jako indikátoru. Takto zjištěná titrační kyselost se vyjadřuje ve stupních SH ($^{\circ}\text{SH}$) a je tedy dána spotřebou standardního roztoku. [9, 29]

4.2.2 Stanovení syřitelnosti mléka

Syřitelnost mléka, schopnost srážet se syřidlem, se vyjadřuje jako časový interval od přidání syřidla do mléka do objevení prvních vloček srážejícího se kaseinu. Běžně se syřitelnost mléka stanovuje tzv. vizuální metodou, u které jsou potřeba jisté zkušenosti syřaře a není proto příliš objektivní. Z tohoto důvodu byl ve spolupráci pracovníků Akademie věd ČR a Výzkumného ústavu mlékárenského v roce 2003 sestaven pro hodnocení syřitelnosti „nefelo-turbidimetrický snímač koagulace mléka“. Snímač pracuje na principu nefelometrie a turbidimetrie. Optický detektor tohoto přístroje převádí intenzitu dopadajícího světla na elektrický signál. Velikost napětí je funkcí intenzity světla. Během tvorby sraženiny dochází k úbytku optického signálu a tedy i k úbytku měřeného napětí. Na záznamu má tento úbytek sigmoidní tvar. Inflexní bod záznamové křivky vyjadřuje čas, ve kterém je od počátku měření největší rychlost změny optického signálu. Průběh je pomocí softwaru derivován a minimum na derivační křivce odpovídá výslednému vysrážení parakaseinu. I když používání přístroje není zatím příliš rozšířeno, mnohé testy ukázaly, že splňuje požadavky na přesnost a opakovatelnost, eliminuje subjektivní faktory vizuální metody a může tak být používán při výrobě sýrů k monitorování srážení mléka. [6, 37]

4.2.3 Stanovení složení mléka

Pro stanovení obsahu jednotlivých komponent mléka se v Pribině používá automatického analyzátoru Milko-Scan, založeného na principu infračervené spektrometrie (IR). Tento přístroj umožňuje zjištění obsahu tuku, bílkoviny, laktózy a tukuprosté sušiny přímo bez úprav vzorku a současně. Podstatou metody je absorpce IR energie při specifické vlnové délce jednotlivými komponentami. Absorpční pásma jsou charakteristická pro jednotlivé funkční skupiny přítomné v molekule a z úbytku intenzity IR záření lze stanovit jejich koncentraci a tím i koncentraci měřené komponenty. U tuku dochází k absorpci na karbonylových skupinách mezi atomy uhlíku a kyslíku při $5,723 \text{ } \mu\text{m}$. Bílkoviny jsou měřeny na základě vztahu k IR absorpci peptidovými vazbami mezi dusíkem a vodíkem aminokyselin bílkovin při $6,456 \text{ } \mu\text{m}$ a v případě laktózy je IR záření absorbováno mezi atomy uhlíku a kyslíku

hydroxylových skupin při 9,610 μm . Celkovou sušinu stanoví počítač na základě součtu výše stanovených komponent, k němuž přičítá průměrný obsah minerálií v mléce nebo na základě absorpce IR záření hydroxylových skupin molekul vody při 4,3 μm . Sušinu tuku prostou pak vypočítá odečtem obsahu tuku. Některé typy přístroje měří místo obsahu bílkovin obsah celkových dusíkatých látek.

Měření je prováděno referenčně k množství absorbovaného IR záření buď vodou při stejné vlnové délce (při použití přístrojů se dvěma kyvetami a jednou vlnovou délkou), nebo mlékem při různé vlnové délce (při použití přístrojů s jednou kyvetou a dvěma vlnovými délkami – v případě Milko-Scanu). IR paprsky jsou usměrněny tak, aby procházely vzorkem a dopadaly na detektor, kde se energie detekuje a převede na odečet – množství sledované složky v hmotnostních % nebo g/l mléka. K dosažení přesných a správných výsledků je nezbytná pravidelná kalibrace přístroje a její kontrola. [5, 34]

4.2.4 Stanovení sušiny

Sušina představuje bezvodý podíl hmoty výrobku zbývající po jeho vysušení.

Přesné stanovení sušiny v mléčných výrobcích není snadné, jelikož se v nich voda vyskytuje jako volná, vázaná a krystalická. Dále voda může vznikat chemickým rozkladem a interakcemi přítomných komponent při stanovování sušiny.

Poměrně jednoduché a automatizované je stanovení sušiny pomocí analytických vah s infračervenou sušičkou, kde lze konec sušícího cyklu zvolit buď do konstantní hmotnosti nebo předem určit čas sušení. Za konstantní hmotnost se považuje úbytek hmotnosti 0,5 mg nebo nárůst oproti předchozímu vážení. Podmínky sušení (teplota, navážka vzorku aj.) je potřeba předem experimentálně stanovit podle typu analyzovaného výrobku. [1, 5, 10]

4.2.5 Stanovení obsahu tuku

Obsah tuku patří mezi základní sledované ukazatele mléčných výrobků. V Evropě je nejčastější tzv. acidobutyrická metoda podle Gerbera pro analýzu mléka a tekutých mléčných výrobků a podle van Gulika pro sýry. [26]

Acidobutyrická metoda je založena na rozrušení bílkovin mléka i bílkovinného obalu tukových kuliček kyselinou sírovou, čímž se uvolní mléčný tuk, který se odstředěním při 65 °C v butyrometru dostane v podobě tukového sloupce do kalibrované stupnice, kde se odečítá. K úplnému a rychlejšímu oddělení tukového sloupce v tukoměru se používá amylalkohol. Na butyrometru odečtený objem vyjadřuje g tuku ve 100 ml mléčného výrobku. [5, 29]

K této analýze se používá Gerberova kyselina sírová (90-91 %, hustota okolo 1817 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$). Dále Gerberova vyhřívaná odstředivka a Gerberovy butyrometry. Van Gulikova kyselina sírová má hustotu okolo 1520 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Vzorek se do butyrometrů pipetuje pomocí speciálních pipet na mléko. [1]

4.3 Analýza vzorků mléka

4.3.1 Stanovení titrační kyselosti

4.3.1.1 Použité laboratorní vybavení

Chemikálie:

hydroxid sodný NaOH o koncentraci $0,25 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$

fenolftalein, 2% ethanolový roztok

síran kobaltnatý $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 5% vodný roztok

Pomůcky a zařízení:

byreta na NaOH

titrační baňka

odměrný válec

4.3.1.2 Postup stanovení

K 50 ml zkoušeného mléka v titrační baňce se přidá roztok fenolftaleinu a titruje se za stálého míchání standardním roztokem hydroxidu sodného o koncentraci $0,25 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ do slabě růžového zbarvení, které má srovnávací roztok (50 ml mléka + 1 ml roztoku 5% $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Zbarvení má vydržet nejméně 30 sekund.

Kyselost mléka v °SH se vypočítá přepočítáním spotřeby $0,25 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ NaOH na 100 ml vzorku. [10]

4.3.2 Stanovení syřitelnosti

4.3.2.1 Použité laboratorní vybavení

Chemikálie:

tekuté mikrobiální syřidlo Fromase, 220 IMCU

destilovaná voda

Pomůcky a zařízení:

Nefelo-turbidimetrický snímač koagulace mléka

vodní lázeň 35 °C

injekční stříkačka 2 ml

pipata 1 ml, 5 ml, 25 ml

mikropipeta

stopky

4.3.2.2 Postup stanovení

25 ml vzorku mléka se vytemperuje na 35 °C. Syřidlo se zředí v poměru 1:9 (0,5 ml syřidla + 4,5 ml destilované vody) a 100 µl takto zředěného syřidla se přidá k vytemperovanému mléku a důkladně se promíchá. Do injekční stříkačky se odeberou 2 ml zasyřeného mléka a

stříkačka se vloží do měřicí cely snímače. Po 30 s od přidavku syřidla do mléka se v počítači spustí analýza vzorku. K výsledku času srážení se pak těchto 30 s musí přičíst. [38]

Pokud se budou naměřené výsledky mezi sebou porovnávat, je potřeba dodržovat konstantní interval mezi odběrem vzorků a vlastním měřením (např. 30 min), protože u pasterovaného mléka, které prošlo tepelným šokem, hrozí větší odchylky mezi výsledky.

4.3.3 Stanovení složení mléka

4.3.3.1 Použité laboratorní vybavení

Chemikálie:

promývací roztok s povrchově aktivními látkami

Pomůcky a zařízení:

přístroj Milko-Scan

4.3.3.2 Postup stanovení

Vzorek mléka se vytemperuje asi na 35 °C, promíchá se tak, aby nedošlo k napěnění a tuk byl homogenně rozptýlen v celém objemu. Na přístroji se stanoví obecně skupina, do níž výrobek dle charakteru patří (Pasterované mléko). Spustí se analyzování vzorku. Po ukončení rozboru se zapne oplach cest přístroje promývacím roztokem.

Složení vzorku v % se vytiskne na tiskárně přístroje. [1]

4.4 Analýza vzorků sýrařského zrna

4.4.1 Stanovení sušiny

4.4.1.1 Použité laboratorní vybavení

Pomůcky a zařízení:

elektrická sušárna Mettler

hliníková vysoušecí miska

mixér

4.4.1.2 Postup stanovení

Nejdříve je potřeba vzorek homogenizovat pomocí mixéru. Do vysoušecí misky vložené do sušárny se naváží 3,000 g rozmixovaného vzorku s přesností na 0,001 g, rozetře se v tenké vrstvě a suší při teplotě 140 °C do konstantní hmotnosti.

Po ukončení sušícího cyklu se na displeji přímo odečte % sušiny. [9]

4.4.2 Stanovení hmotnosti

4.4.2.1 Použité laboratorní vybavení

Pomůcky a zařízení:

digitální elektronické váhy
odměrný válec 50 ml
mixér

4.4.2.2 Postup stanovení

Po zhomogenizování vzorku sýrařského zrna v mixéru se v odměrném válci zváží 50 ml vzorku.

4.4.3 Stanovení obsahu tuku

4.4.3.1 Použité laboratorní vybavení

Chemikálie

Gerberova kyselina sírová H_2SO_4 , $\rho_{20} = 1817 \pm 3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
Amylalkohol, bezvodý, $\rho_{20} = 808 - 818 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

Přístroje a pomůcky

butyrometr na mléko
pipeta na mléko 11 ml
automatická pipeta na 10 ml H_2SO_4
automatický dávkovač na 1 ml amylalkoholu
Gerberova odstředivka
vyhřívací vodní lázeň na $65 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$
stojan na butyrometry
gumové zátky na butyrometry
mixér

4.4.3.2 Postup stanovení

Vzorek se nejprve rozmixuje pomocí mixéru a naředí vodou v poměru 1:1. Do butyrometru se odměří 10 ml Gerberovy kyseliny sírové, napipetuje se 11 ml naředěného vzorku mléčnou pipetou nakloněnou tak, aby zvolna stékal po stěnách a tekutiny se nemísily. Při pipetování vzorku se odečítá horní meniskus. Pipeta se přidrží 3 s po výtoku u stěny. Pak se nadávkuje 1 ml amylalkoholu, butyrometr se uzavře pryžovou zátkou na butyrometry a silně protřepe. Ještě horké butyrometry se odstředí po dobu 6 minut tak, aby stupnice směřovala do středu a poté se nechají 3 – 5 min temperovat ve vodní lázni při $65 \text{ }^\circ\text{C}$ ve svislé poloze. Tukový sloupec se odečte na stupnici butyrometru v místě spodního menisku. Spodní konec tukového sloupce se při tom posune mírnými pohyby zátky k nejbližší rysce označující celé procento.

Hodnota odečtená na stupnici butyrometru vyjadřuje přímo % tuku (g tuku na 100 ml vzorku). [5]

4.5 Analýza vzorků syrovátky

4.5.1 Stanovení titrační kyselosti

4.5.1.1 Použité laboratorní vybavení

Chemikálie:

hydroxid sodný NaOH o koncentraci $0,25 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$
fenolftalein, 2% ethanolový roztok

Pomůcky a zařízení:

byreta na NaOH
titrační baňka
odměrný válec

4.5.1.2 Postup stanovení

K 50 ml zkoušeného vzorku v titrační baňce se přidá roztok fenolftaleinu a titruje se za stálého míchání standardním roztokem hydroxidu sodného o koncentraci $0,25 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$ do slabě růžového zbarvení, které má vydržet nejméně 30 sekund.

Kyselost mléka v °SH se vypočítá přepočítáním spotřeby $0,25 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$ NaOH na 100 ml vzorku. [10]

4.5.2 Stanovení sušiny

4.5.2.1 Použité laboratorní vybavení

Pomůcky a zařízení:

elektrická sušárna Mettler
exsikátor s náplní silikagelu
hliníková vysoušecí miska
mixér

4.5.2.2 Postup stanovení

Nejdříve je potřeba vzorek homogenizovat pomocí mixéru. Do zvážené vysoušecí misky se napipetují 3,000 g syrovátky a suší se při teplotě $102 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 3 hodiny. Vysušená miska se nechá v exsikátoru asi 30 vychladnout a poté se zváží.

Od výsledné váhy se odečítá původní váha vysoušecí misky a z navážky se vypočítá obsah sušiny v %. [9]

4.5.3 Stanovení obsahu tuku

4.5.3.1 Použité laboratorní vybavení

Chemikálie

Gerberova kyselina sírová H_2SO_4 , $\rho_{20} = 1817 \pm 3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
amylalkohol, bezvodý, $\rho_{20} = 808 - 818 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

Přístroje a pomůcky

butyrometr na mléko
pipeta na mléko 11 ml
automatická pipeta na 10 ml H_2SO_4
automatický dávkovač na 1 ml amylalkoholu
Gerberova odstředivka
vyhřívací vodní lázeň na $65 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$
stojan na butyrometry
gumové zátky na butyrometry
mixér

4.5.3.2 Postup stanovení

Vzorek se nejprve rozmixuje. Do butyrometru se odměří 10 ml Gerberovy kyseliny sírové, napipetuje se 11 ml vzorku mléčnou pipetou nakloněnou tak, aby zvolna stékal po stěnách a tekutiny se nemísily. Při pipetování vzorku se odečítá horní meniskus. Pipeta se přidrží 3 s po výtoku u stěny. Pak se nadávkuje 1 ml amylalkoholu, butyrometr se uzavře pryžovou zátkou na butyrometry a silně protřepe. Ještě horké butyrometry se odstředí po dobu 6 minut tak, aby stupnice směřovala do středu a poté se nechají 3 – 5 min temperovat ve vodní lázni při $65 \text{ }^\circ\text{C}$ ve svislé poloze. Tukový sloupec se odečte na stupnici butyrometru v místě spodního menisku. Spodní konec tukového sloupce se při tom posune mírnými pohyby zátky k nejbližší rysce označující celé procento.

Hodnota odečtená na stupnici butyrometru vyjadřuje přímo % tuku (g tuku na 100 ml vzorku). [5]

4.6 Analýzy vzorků syru

4.6.1 Stanovení titrační kyselosti

4.6.1.1 Použité laboratorní vybavení

Chemikálie:

hydroxid sodný NaOH o koncentraci $0,25 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$
fenolftalein, 2% ethanolový roztok

Pomůcky a zařízení:

byreta na NaOH

třecí miska s tloučkem
mixér

4.6.1.2 Postup stanovení

Do třecí misky se naváží 25,00 g rozmixovaného vzorku s přesností na 0,01 g, přidá se 2% roztok fenolftaleinu a za stálého roztírání se titruje v třecí misce standardním roztokem NaOH o koncentraci $0,25 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ do růžového zbarvení, které vydrží 30 s.

Kyselost sýru v °SH se vypočítá přepočítáním spotřeby $0,25 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ NaOH na 100 g vzorku. [10]

4.6.2 Stanovení sušiny

4.6.2.1 Použité laboratorní vybavení

Pomůcky a zařízení:

elektrická sušárna Mettler
hliníková vysoušecí miska
mixér

4.6.2.2 Postup stanovení

Nejdříve je potřeba vzorek homogenizovat pomocí mixéru. Do vysoušecí misky vložené do sušárny se naváží 3,000 g rozmixovaného vzorku s přesností na 0,001 g, rozetře se v tenké vrstvě a suší při teplotě $140 \text{ }^{\circ}\text{C}$ do konstantní hmotnosti.

Po ukončení sušícího cyklu se na displeji přímo odečte % sušiny. [9]

4.6.3 Stanovení obsahu tuku

4.6.3.1 Použité laboratorní vybavení

Chemikálie

Van Gulikova kyselina sírová H_2SO_4 , $\rho_{20} = 1550 \pm 5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
amylalkohol, bezvodý, $\rho_{20} = 808 - 818 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Přístroje a pomůcky

butyrometr Van Gulikův na sýr
pipeta na mléko 11 ml
automatická pipeta na 10 ml H_2SO_4
automatický dávkovač na 1 ml amylalkoholu
Gerberova odstředivka
vyhřívací vodní lázeň na $65 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$
stojan na butyrometry
gumové zátky na butyrometry
celofán rozpustný v kyselině sírové
mixér

4.6.3.2 Postup stanovení

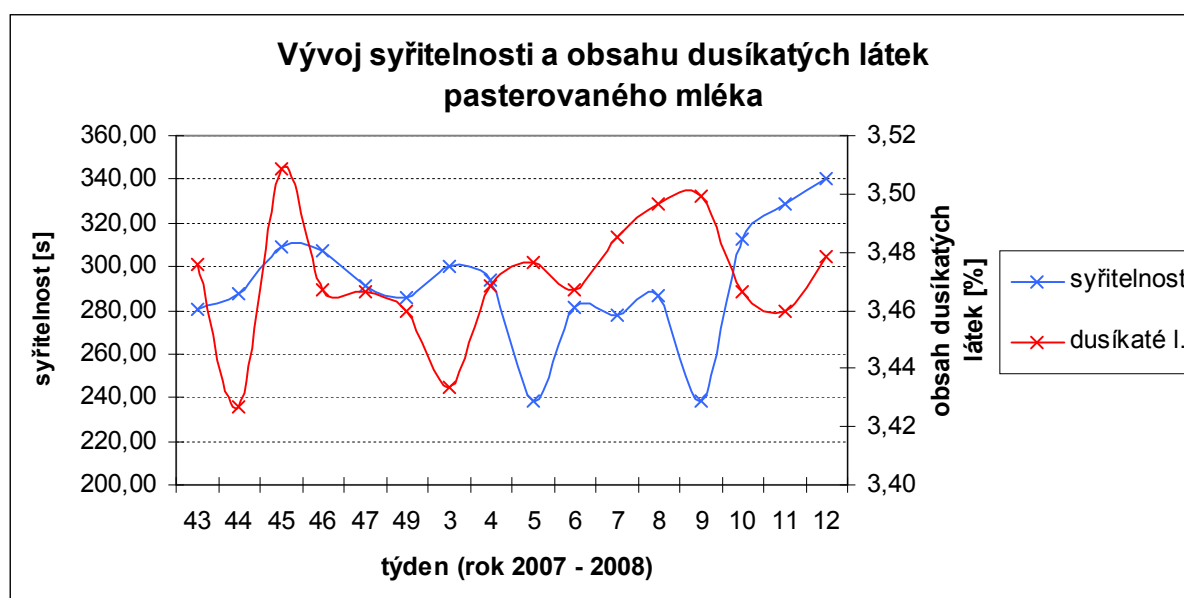
Naváží se $3,00 \text{ g} \pm 0,01 \text{ g}$ vzorku na celofánový proužek, který se spodním širším otvorem vloží do butyrometru a otvor se zazátkuje. Horním otvorem se opatrně po stěně přidá asi do 2/3 baňky butyrometru kyselina sírová. Butyrometr se protřepe a vyhřívá v lázni při $65 \text{ }^{\circ}\text{C}$ za občasného protřepání, až se bílkoviny rozpustí. Pak se přidá se 1 ml amylalkoholu a kyselinou se doplní ke značce, zazátkuje, protřepe, odstředí, vytemperuje při $65 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a odečte množství tuku.

Hodnota odečtená na stupnici butyrometru vyjadřuje přímo hmotnostní procenta tuku (g tuku na 100 g vzorku sýru). [5]

5 VÝSLEDKY A DISKUSE

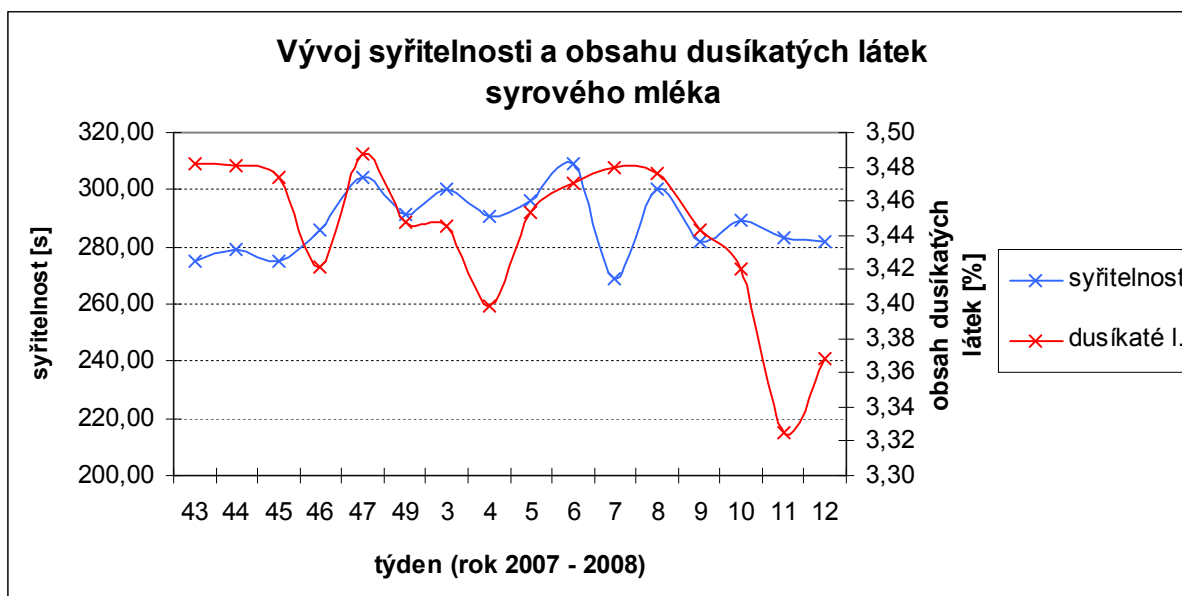
5.1 Výsledky rozborů mléka

Popis všech měření, kterým bylo pasterované mléko podrobeno, je uveden v kapitole 4.3. Z vlastností mléka bylo nejvíce pozornosti věnováno jeho syřitelnosti. Vývoj syřitelnosti výrobního pasterovaného mléka v období říjen až březen je zobrazen v grafu 5.1, společně s obsahem dusíkatých látek v tomto mléce. Nejhorší syřitelnost mělo mléko v měsíci březnu. Zhoršující se sýřící vlastnosti mléka v jarním období mohou souviset s horší kvalitou již starého krmiva pro dojnice. Z výsledků měření syřitelnosti a množství dusíkatých látek obsažených v mléce nevyplyvá závislost mezi těmito dvěma faktory, zásadní vliv na syřitelnost má totiž z dusíkatých látek množství přítomného kaseinu v mléce, které ale z hodnoty obsahu celkových dusíkatých sloučenin nelze zjistit.

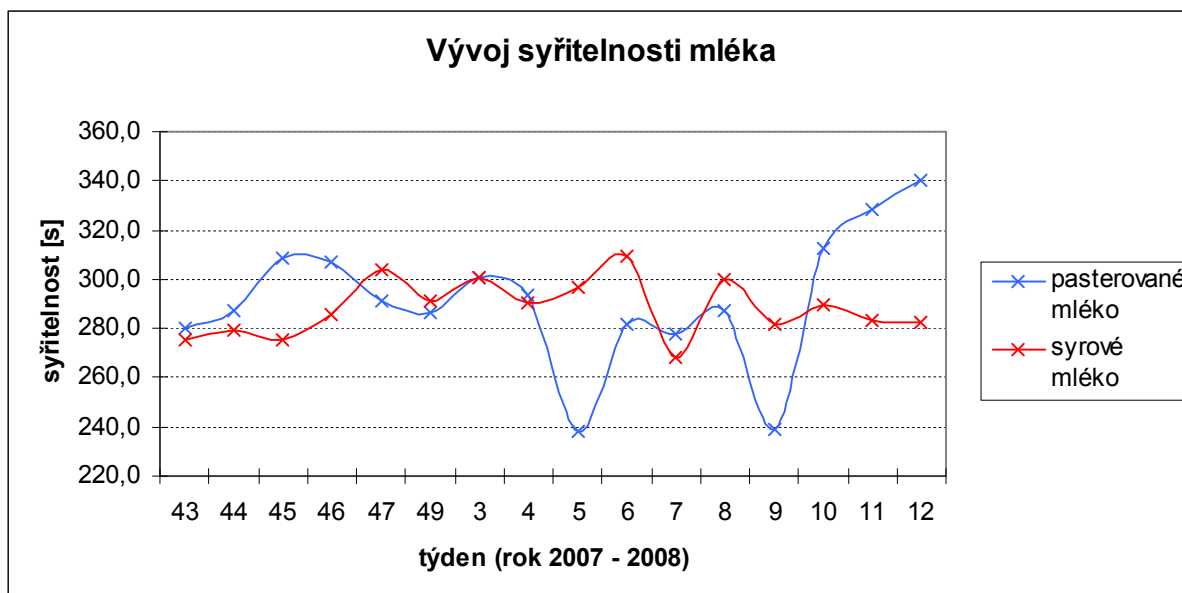


Graf 5.1 Vývoj syřitelnosti a obsahu dusíkatých látek pasterovaného mléka

Ve stejném období se v mlékárně Pribina prováděl výzkum syřitelnosti u bazénových vzorků syrového mléka. Pro porovnání jsou naměřená data z tohoto výzkumu uvedena v grafu 5.2. Je ale nutné podotknout, že při měření bylo použito jiné dávky syřidla než v této studii, lze tedy porovnávat pouze trend ve vývoji vlastností syrového a pasterovaného mléka (graf 5.3). Zajímavý je velký pokles množství bílkovin syrového mléka v jedenáctém týdnu roku 2008, který by mohl souviset se zhoršenou syřitelností i pasterovaného mléka ve stejném období, přestože dochází u výrobního mléka ke standardizaci bílkovin.

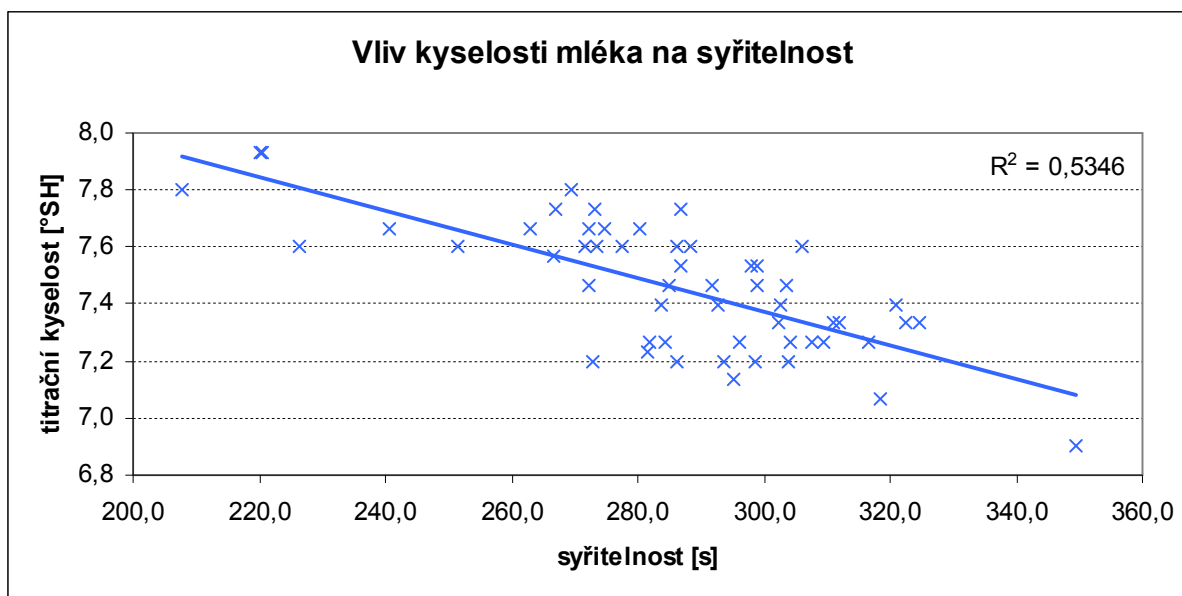


Graf 5.2 Vývoj syřitelnosti a obsahu dusíkatých látek syrového mléka



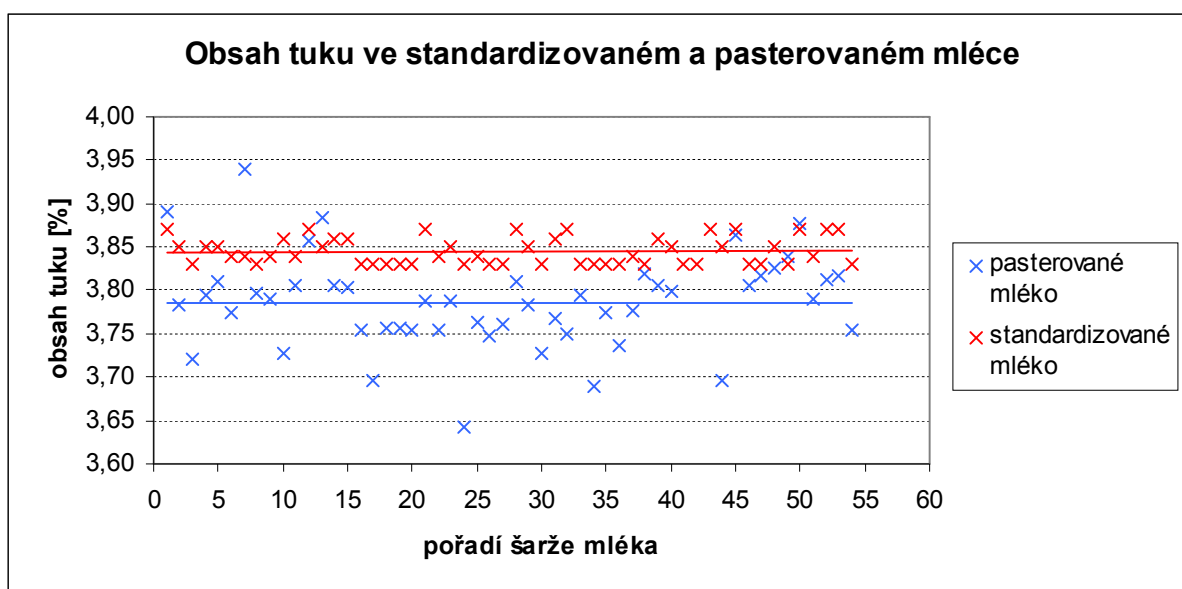
Graf 5.3 Porovnání syřitelností pasterovaného a syrového mléka.

U výrazně nižší syřitelnosti pasterovaného mléka v 5. a 9. týdnu byla zjištěna vyšší titrační kyselost oproti průměrným hodnotám. Vliv titrační kyselosti na čas srážení mléka dokazuje také závislost znázorněná v grafu 5.4. Tato závislost byla podrobena statistické analýze a ukázala se jako vysoce průkazná ($P < 0,001$), s negativní korelací ($r = -0,7201$). Lepší sýřicí vlastnosti má tedy mléko s vyšší titrační kyselostí (kyselejší mléko).



Graf 5.4 Vliv kyselosti mléka na jeho syřitelnost

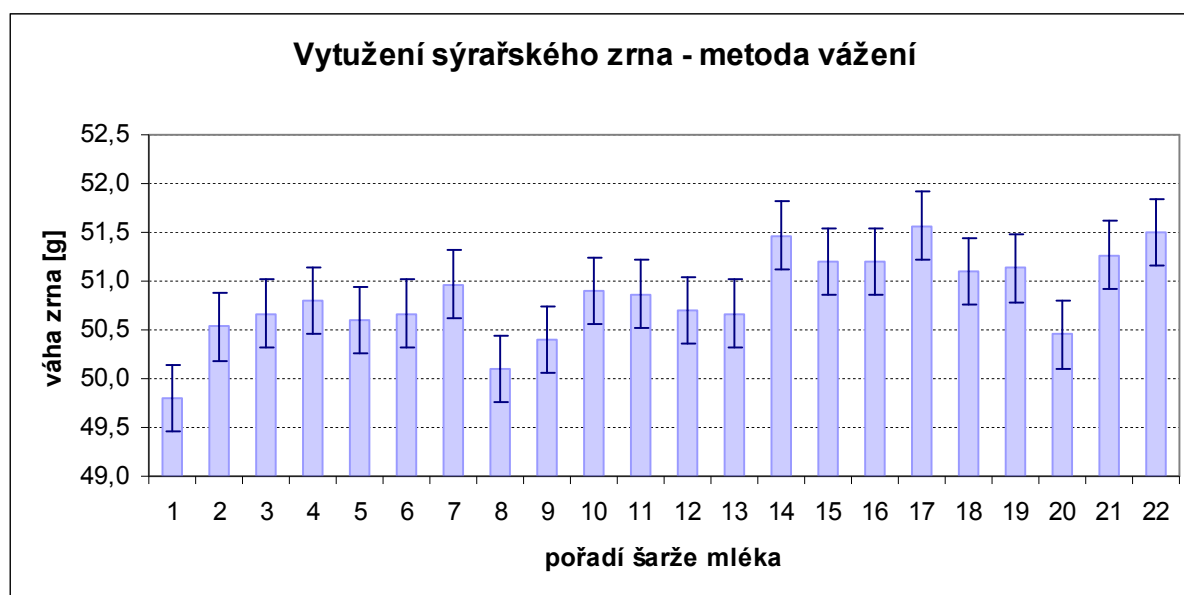
Graf 5.5 ukazuje obsah tuku mléka v daném období, a to u mléka standardizovaného na obsah bílkovin a tuku a u pasterovaného mléka. Naměřené množství tuku se drželo přibližně na konstantní hodnotě (u standardizovaného mléka na průměrné hodnotě 3,85 %), v pasterovaném mléce však byl obsah tuku nižší než v mléce standardizované (průměrně 3,79 %). To dokazuje, že během skladování a zpracování mléka dochází k jeho zvodnění, zředění vodou, protože se používá vody k vytlačení mléka z potrubí a k vymývání zařízení. Proto šarže s vysokým stupněm zvodnění nebyly při dalším vyhodnocování kvůli možnosti zkreslení výsledků používány.



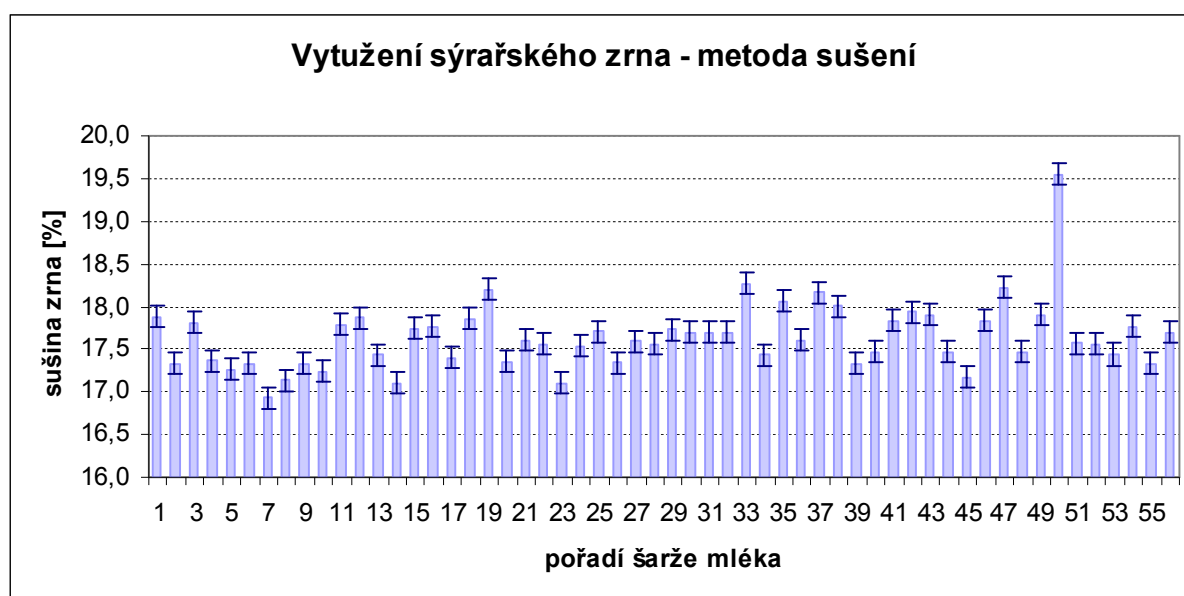
Graf 5.5 Porovnání obsahu tuku ve standardizovaném a pasterovaném mléce

5.2 Výsledky rozborů sýrařského zrna

Pro orientační provozní zjišťování vytužení sýřeniny a sýrařského zrna byly navrženy dvě metody: „metoda vážení“ a „metoda sušení“. Metoda vážení spočívá ve vážení konstantního objemu sýrařského zrna a metoda sušení v sušení konstantní hmotnosti zrna při konstantní teplotě. Popis postupu měření oběma metodami je uveden v kapitole 4.4. Výsledky jsou graficky znázorněny v grafech 5.6 a 5.7. V grafech jsou zobrazeny výsledky metod pro každou šarži mléka i s intervalem spolehlivosti měření, zjištěné z prováděné opakovatelnosti. Takto stanovená směrodatná odchylka paralelních měření je nižší u metody sušení (0,112) než u metody vážení (0,305). Proto je metoda sušení, i přes větší časovou náročnost, vhodnější ke sledování vytužení sýrařského zrna.

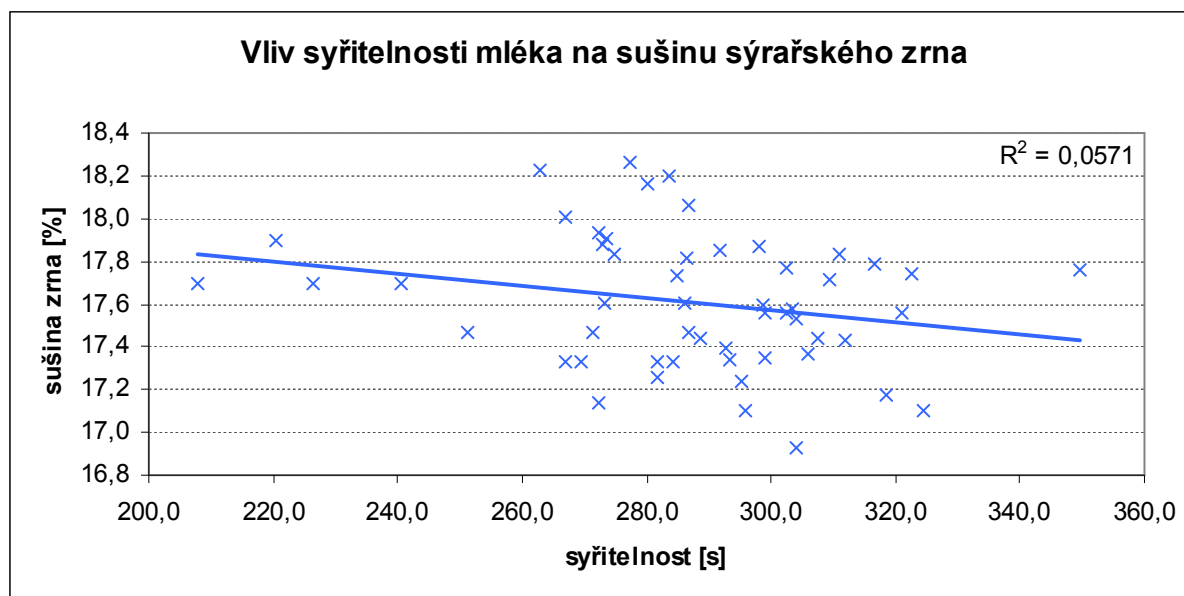


Graf 5.6 Vývoj vytužení sýrařského zrna v daném období zjišťované metodou vážení



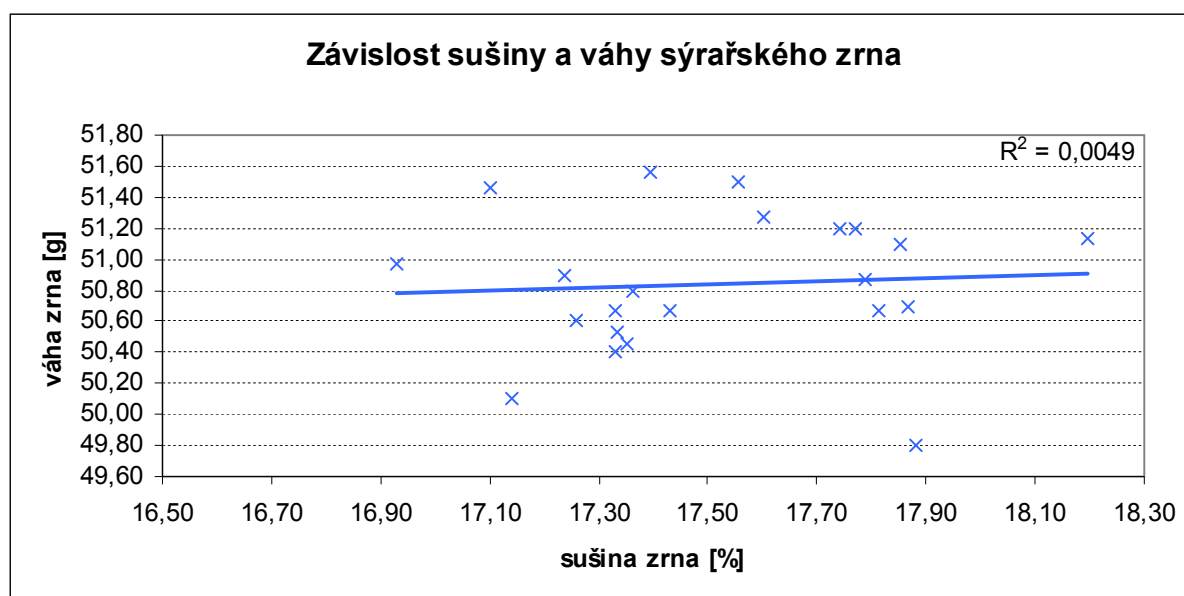
Graf 5.7 Vývoj vytužení sýrařského zrna v daném období zjišťované metodou sušení

Graf 5.8 ukazuje závislost syřitelnosti mléka na vytužení sýrařského zrna, zjišťované pomocí metody sušení. Při konstantním čase vytužování sýřeniny, který je při výrobě sýrů v Pribině dodržován, musí teoreticky mléko s kratším časem srážení dávat vytuženější sýřeninu a sýrařské zrno. Naměřená data teorii potvrzují – vytuženější zrno obsahuje méně vody (syrovátky) a tedy vyšší podíl sušiny, přestože statisticky korelace nebyla prokázána ($P > 0,05$, $r = 10,2891$).



Graf 5.8 Vliv syřitelnosti mléka na sušinu sýrařského zrna

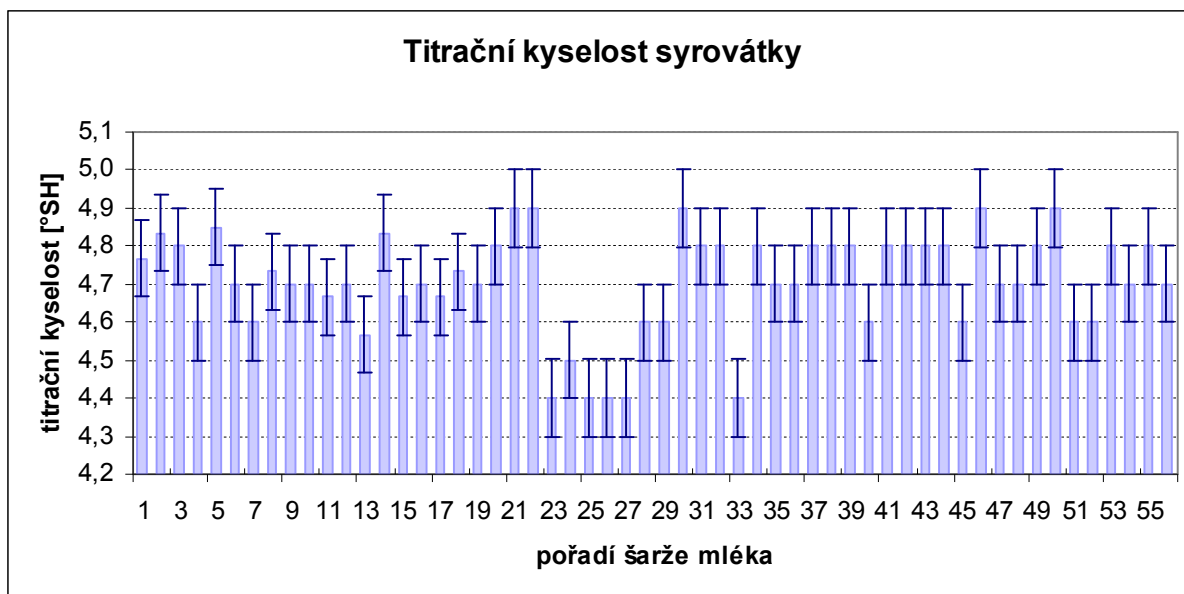
Souvislost mezi sušinou a váhou sýrařského zrna, graficky znázorněná v grafu 5.9, nebyla statisticky prokázána ($P > 0,05$, $r = 0,070$).



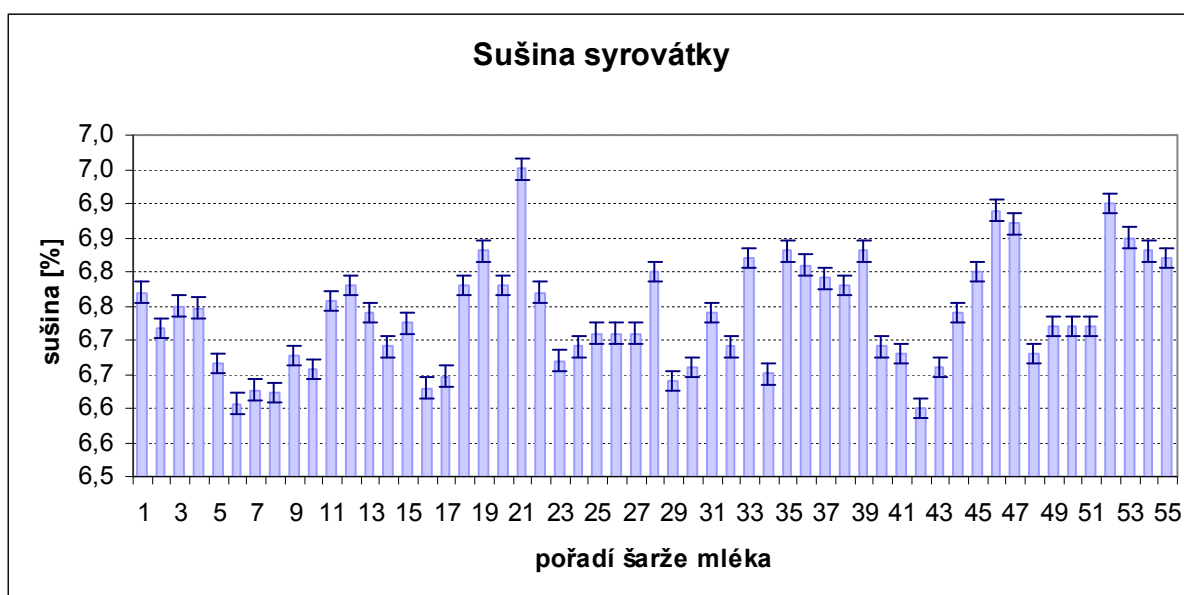
Graf 5.9 Závislost mezi sušinou a váhou sýrařského zrna

5.3 Výsledky rozborů syrovátky

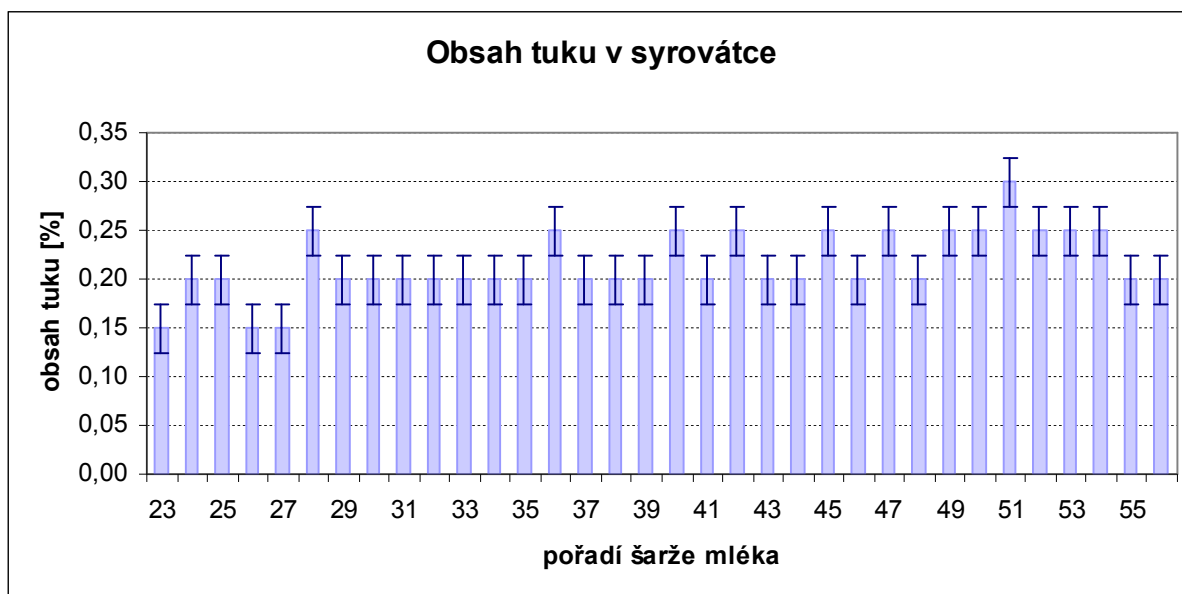
Pro učení míry ztrát komponent syřeniny do syrovátky byla měřena titrační kyselost, sušina syrovátky a obsah tuku v syrovátce, jak je popsáno v kapitole 4.5. Výsledky jsou zpracovány do grafů 5.10, 5.11 a 5.12 i s intervaly spolehlivosti měření. Pokud se intervaly spolehlivosti navzájem překrývají, rozdíly mezi hodnotami nejsou statisticky významné a jejich rozdíly tedy lze považovat za zanedbatelné. Z grafu je ale zřejmé, že tomu tak není vždy – výrobní proces ovlivňuje celá řada faktorů, z nichž některé patrně zapříčiňují kolísání míry ztrát do syrovátky.



Graf 5.10 Vývoj titrační kyselosti syrovátky

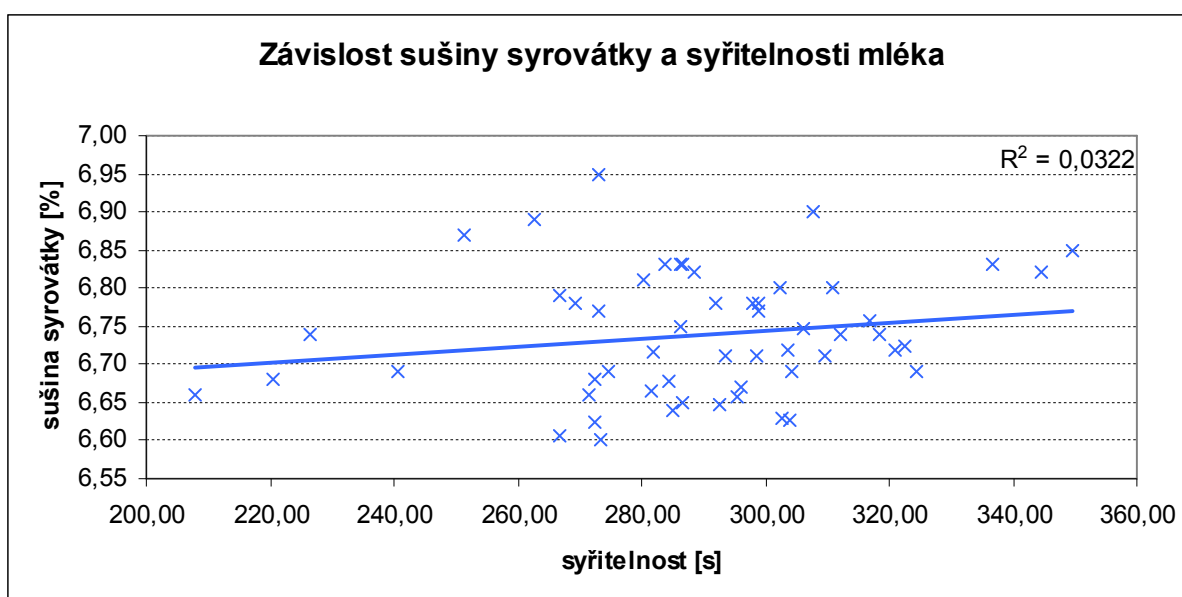


Graf 5.11 Vývoj sušiny syrovátky

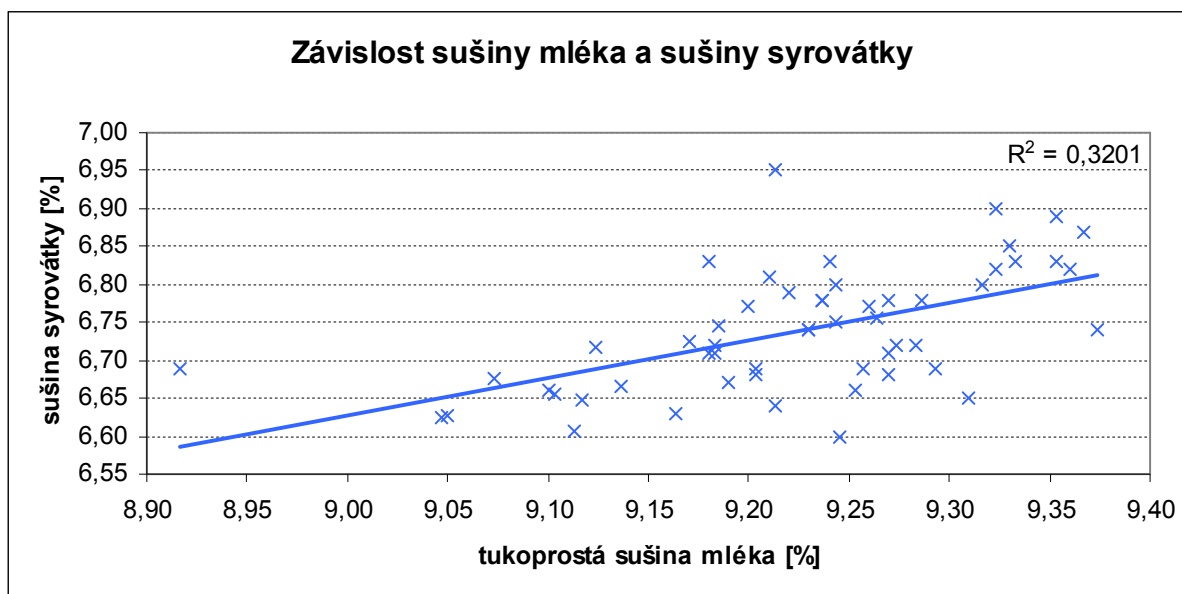


Graf 5.12 Vývoj obsahu tuku v syrovátce

Stanovování sušiny syrovátky vykazuje největší rozptyl, přičemž chyba metody zjištěná z paralelních měření jednoho vzorku je nejmenší. Proto se pro určení míry ztrát do syrovátky a jiných závislostí vycházelo právě z hodnot sušiny syrovátky. Graf 5.13 vyjadřuje, že při lepší syřitelnosti mléka je sušina syrovátky nižší a při vytuženější syřenině tedy dochází k menším ztrátám do syrovátky. Tato závislost ale nebyla vyhodnocena jako statisticky prokazatelná ($P > 0,05$, $r = 0,180$). Zato statisticky vysoce průkazný ($P < 0,001$, $r = 0,566$) vliv má na sušinu syrovátky sušina mléka, což ukazuje graf 5.14. Čím větší množství komponent mléko obsahuje, tím vyšší je i sušina syrovátky a vyšší ztráty komponent do syrovátky.



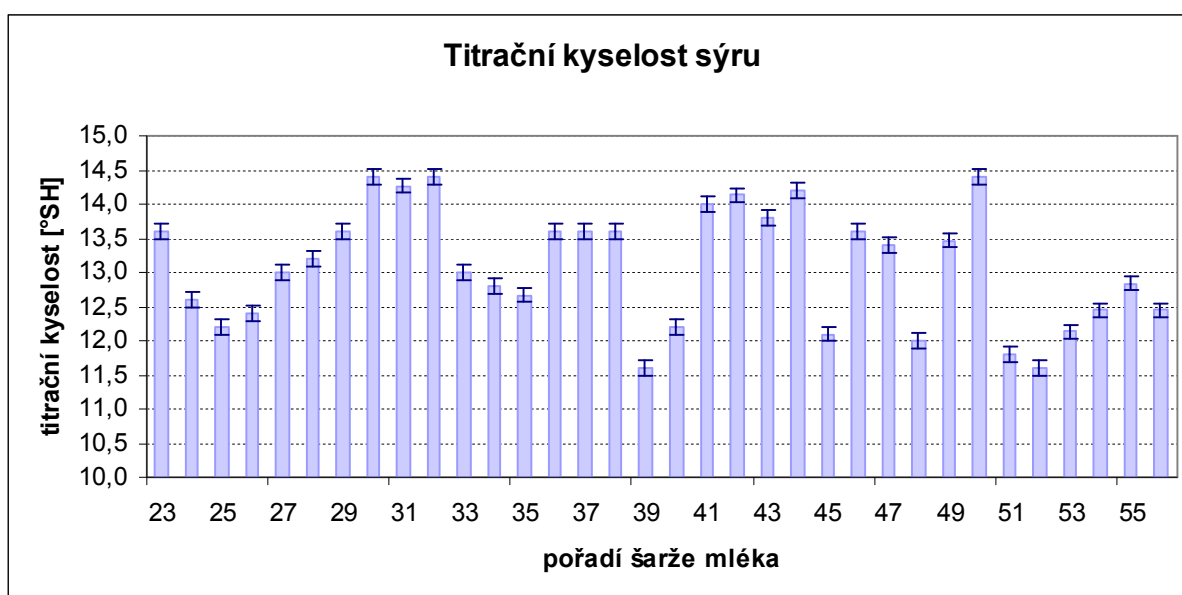
Graf 5.13 Závislost mezi sušinou syrovátky a syřitelností mléka



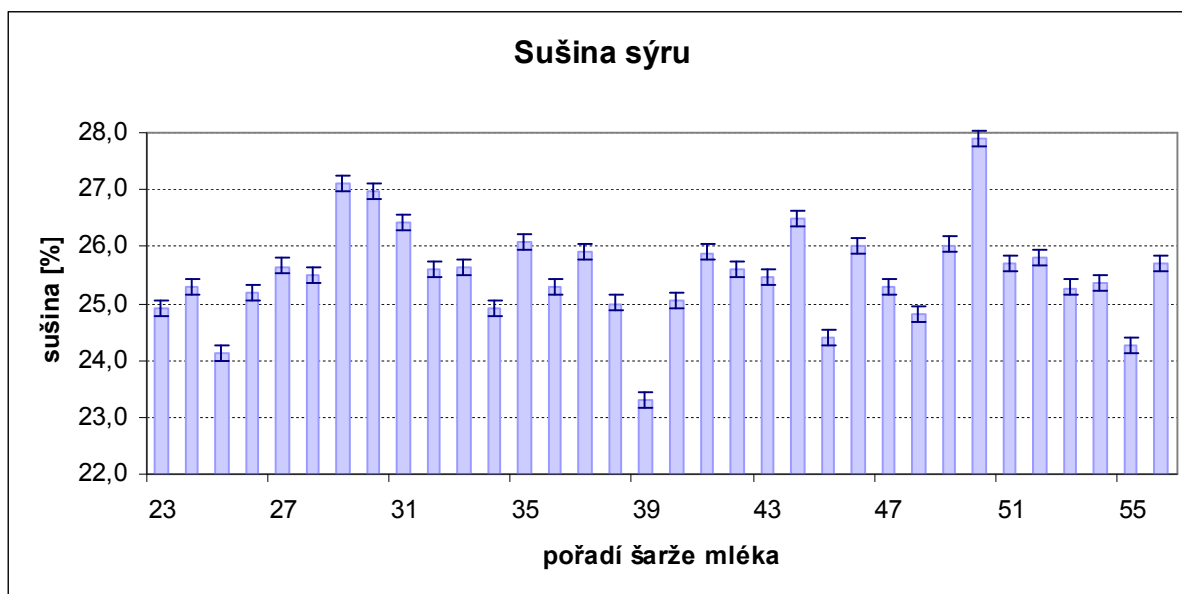
Graf 5.14 Závislost mezi sušinou syrovátky a sušinou mléka.

5.4 Výsledky rozborů čerstvě naformovaného sýru

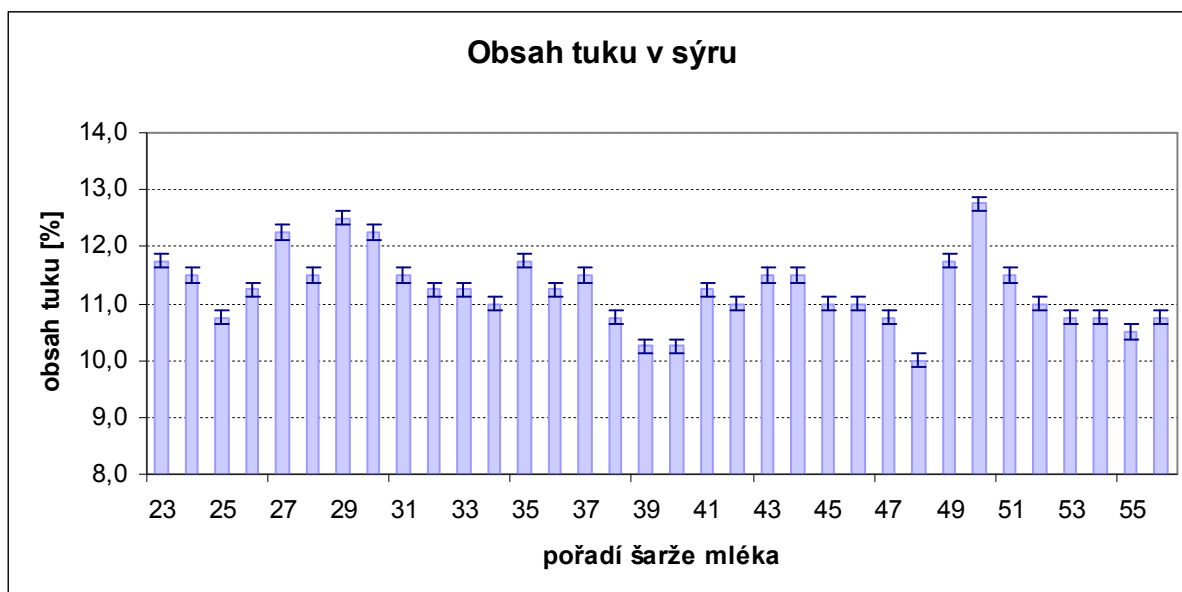
U naformovaného sýru byla stanovována titrační kyselost, sušina sýru a obsah tuku v sýru. Postupy stanovení jsou popsány v kapitole 4.5. Grafy 5.15, 5.16 a 5.17 ukazují výsledky těchto měření, zobrazeny jsou také intervaly spolehlivosti měření. Stejně jako na sýrařské zrno má i na sušinu sýru vliv syřitelnost, jak dokazuje graf 5.18, i když se nejedná o závislost statisticky prokázanou ($P > 0,05$, $r = 10,3221$). Mléko s lepší syřitelností tedy dává nejen více vytuženou sýřeninu a sýrařské zrno (viz graf 5.8), ale také finální sýr.



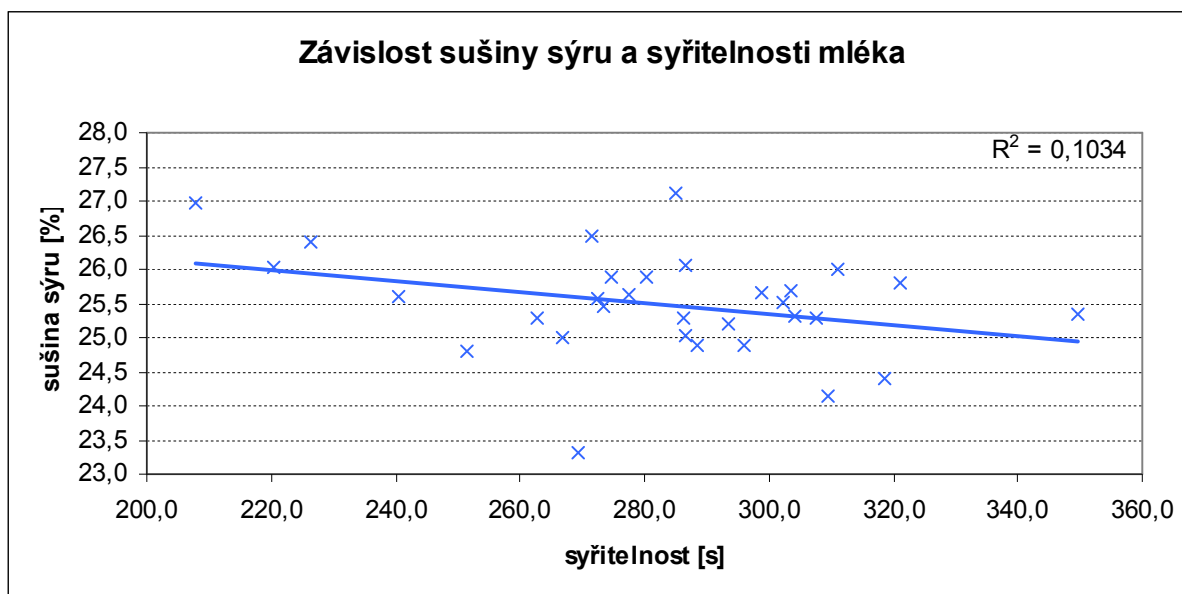
Graf 5.15 Vývoj titrační kyselosti čerstvě naformovaného sýru



Graf 5.16 Vývoj sušiny čerstvě naformovaného sýru



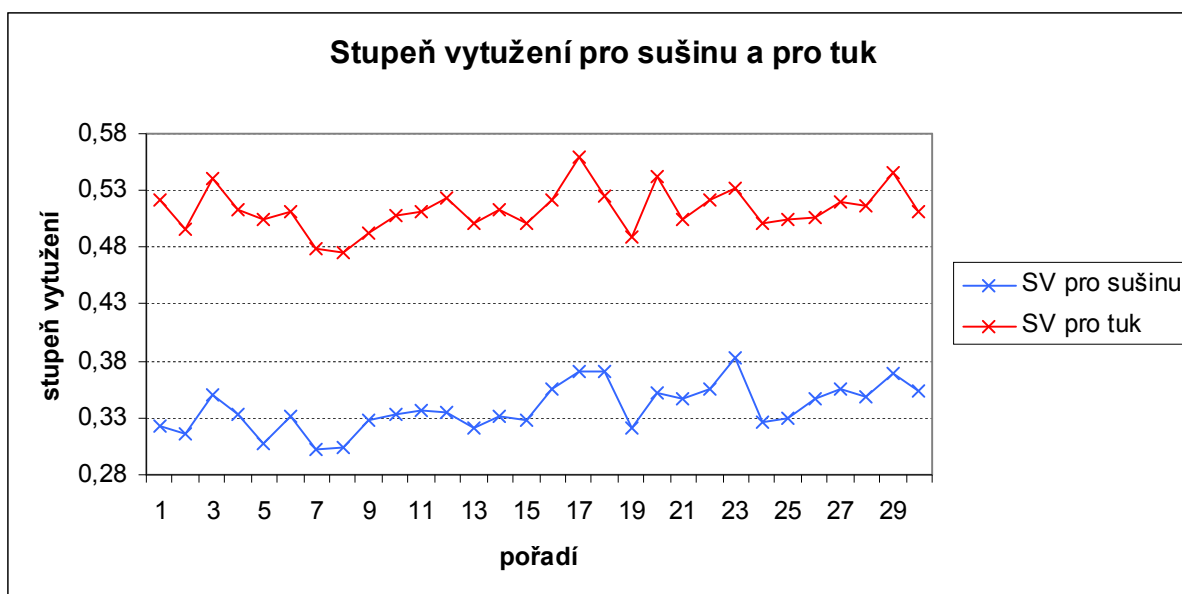
Graf 5.17 Vývoj obsahu tuku čerstvě naformovaného sýru



Graf 5.18 Závislost mezi sušinou čerstvě naformovaného sýru a syřitelností mléka

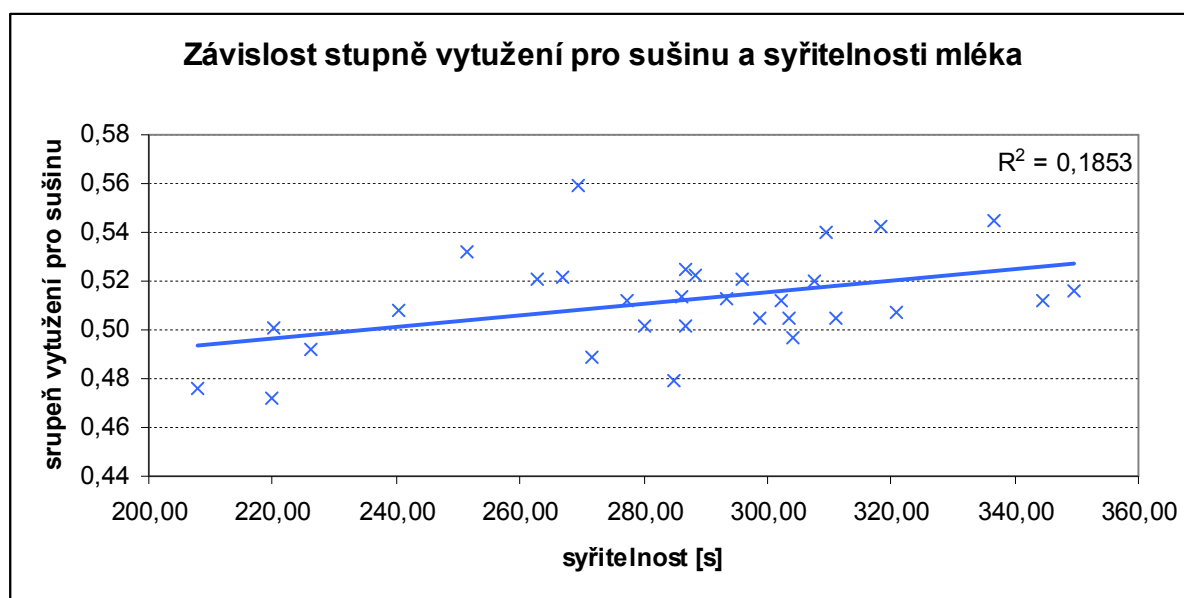
5.5 Závislosti stupně vytužení

Pro průkaznější vyjadřování závislosti vytužení syřeniny, sýrařského zna i sýru byl vypočítán tzv. stupeň vytužení. Stupeň vytužení pro sušinu byl určen jako podíl sušiny výrobního mléka a sušiny naformovaného sýru. Stupeň vytužení pro tuk je analogicky poměr tuku výrobního mléka a tuku naformovaného sýru. S těmito hodnotami se potom dále pracovalo, aby byly zjištěny závislosti napříč celým výrobním procesem. Graf 5.19 znázorňuje oba stupně vytužení, pro sušinu i pro tuk. Je patrné, že mají přibližně shodný trend – zvyšuje-li se poměr sušin, zvyšuje se také poměr tuků a naopak.

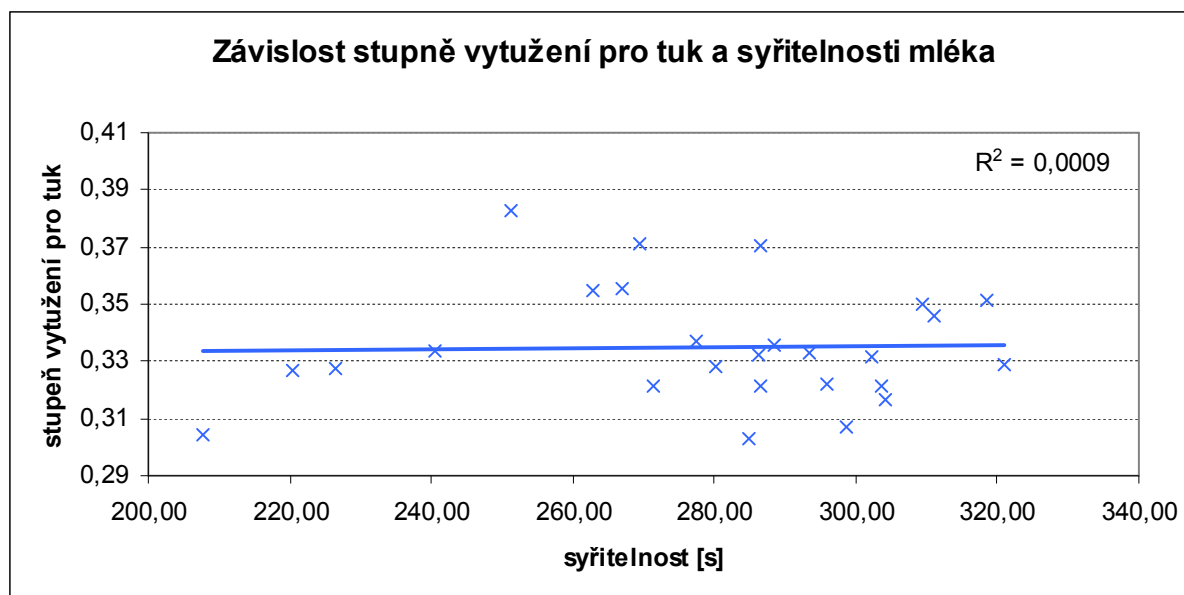


Graf 5.19 Vývoj stupně vytužení pro sušinu a stupně vytužení pro tuk

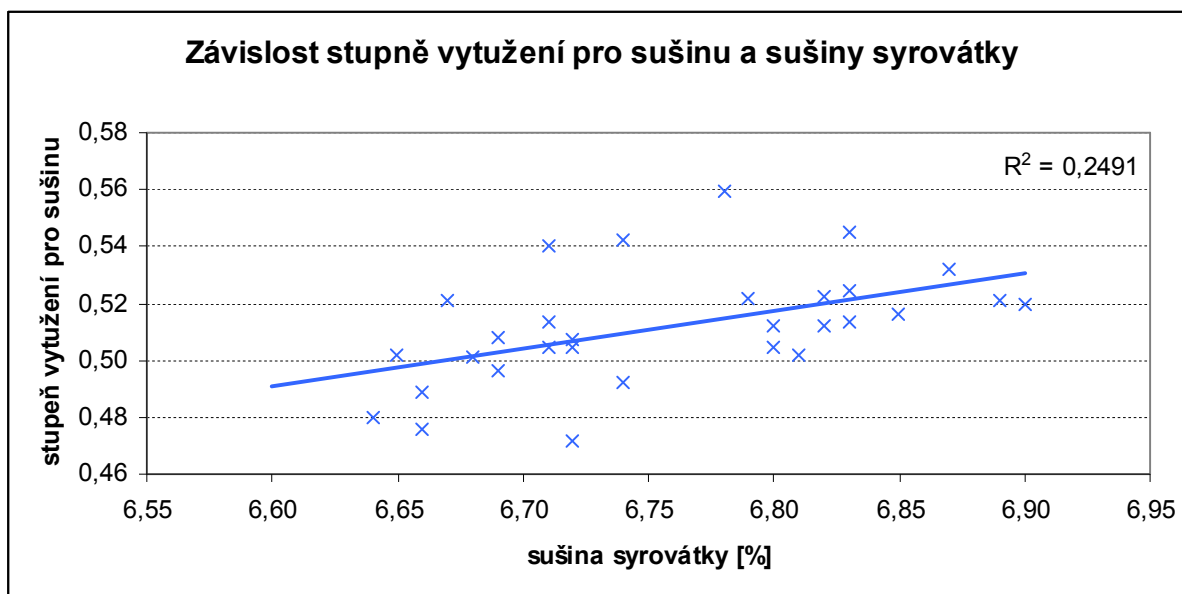
Ze závislostí stupně vytužení pro sušinu je statisticky prokazatelná ($P < 0,05$, $r = 0,430$) závislost na syřitelnosti (graf 5.20). Kdežto u stupně vytužení pro tuk závislost na syřitelnosti (graf 5.21) prokázána nebyla ($P > 0,05$, $r = 0,029$). Dále je statisticky významná ($P < 0,01$, $r = 0,538$) souvislost mezi stupněm vytužení pro sušinu a sušinou syrovátky, mezi stupněm vytužení pro tuk a sušinou syrovátky je dokonce vysoce významná ($P < 0,001$, $r = 0,717$). Tyto závislosti jsou vyjádřeny v grafech 5.22 a 5.23. Z určení stupně vytužení jako podílu sušiny nebo tuku mléka a sýru vyplývá, že při nižší sušině nebo obsahu tuku je stupeň vytužení vyšší. První graf pak dokazuje, že horší syřitelnost mléka způsobuje nižší sušinu sýru (vyšší stupeň vytužení pro sušinu), a druhý, že čím vyšší je sušina syrovátky a ztráty látek do syrovátky, tím nižší je sušina sýru (vyšší stupeň vytužení pro sušinu). Stejně tak čím vyšší je sušina syrovátky a ztráty látek do syrovátky, tím nižší je obsah tuku v sýru (vyšší poměr tuků).



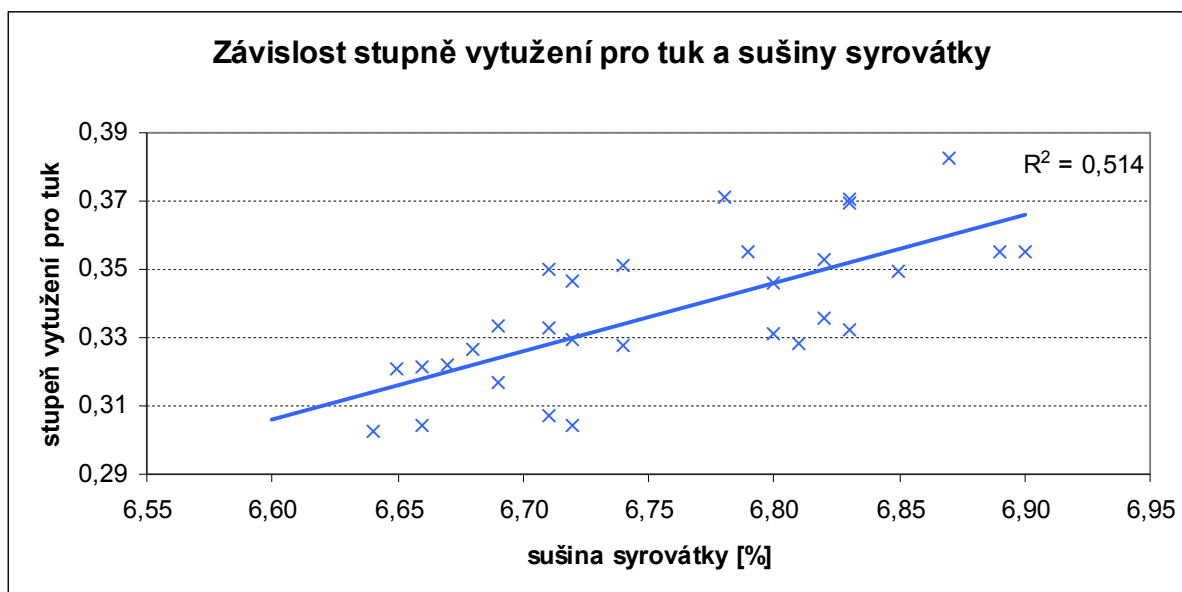
Graf 5.20 Závislost mezi stupněm vytužení pro sušinu a syřitelností mléka



Graf 5.21 Závislost mezi stupněm vytužení pro tuk a syřitelností mléka

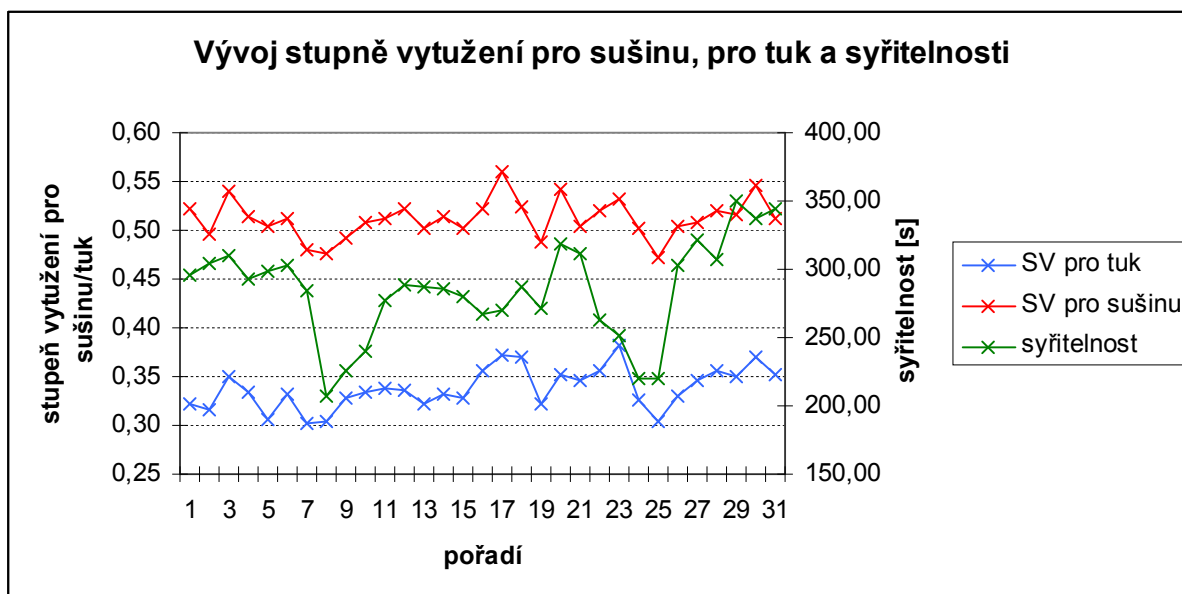


Graf 5.22 Závislost mezi stupněm vytužení pro sušinu a sušinou syrovátky



5.23 Závislost mezi stupněm vytužení pro tuk a sušinou syrovátky

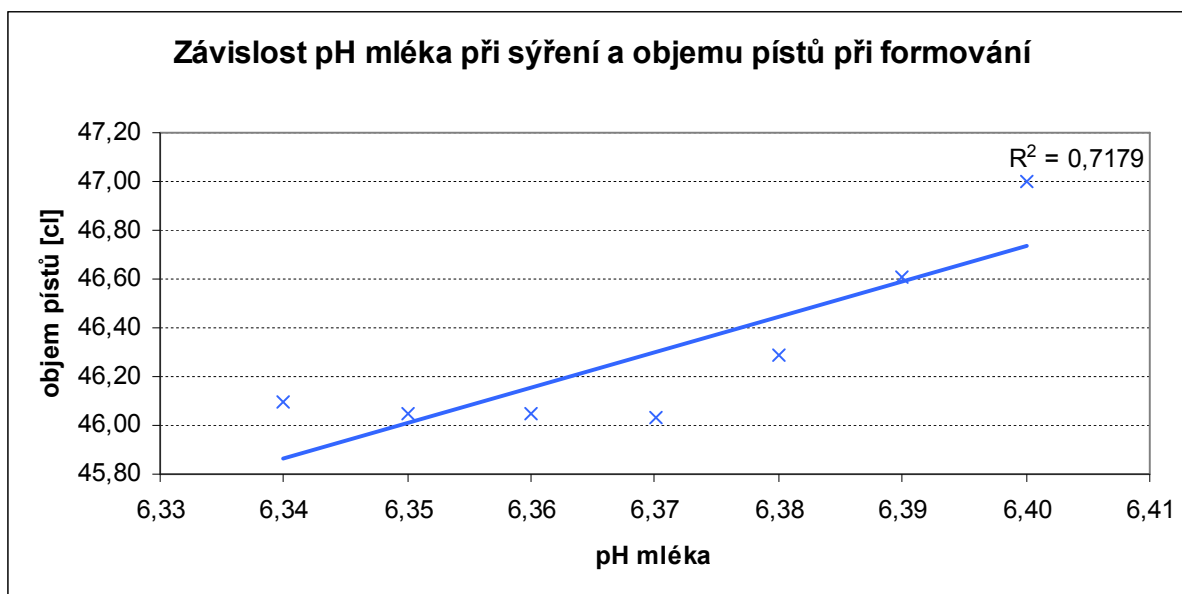
Na grafu 5.24 je znázorněno porovnání stupně vytužení pro sušinu a stupně vytužení pro tuk se syřitelností mléka v daném období. Sezónní trend syřitelnosti mléka částečně kopírují trendy stupně vytužení, jak je patrné zvláště v časově si odpovídajících minimech hodnot sledovaných veličin. Zhoršené syřitelnosti mléka v jarním období (způsobené např. starým krmivem) odpovídá zvýšený stupeň vytužení pro sušinu i pro tuk, je tedy snížen obsah sušiny a tuku ve finálních produktech. To dokazuje vliv ročního období na syřitelnost a následný vliv syřitelnosti na sušinu i tučnost sýrů.



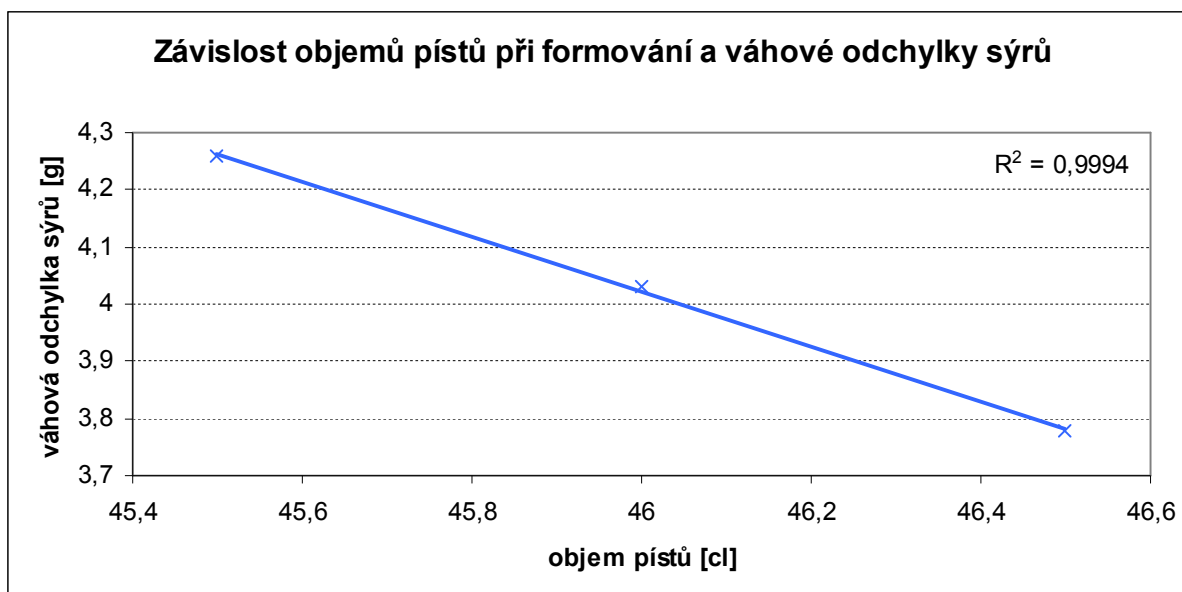
Graf 5.24 Porovnání stupně vytužení pro sušinu a stupně vytužení pro tuk se syřitelností mléka v daném období

5.6 Ekonomické závislosti

Na celkovou ekonomiku výrobního procesu má vliv více faktorů. Zásadním způsobem se na ni projeví kvalita suroviny a dále kvalifikované zásahy zaměstnanců, operativně prováděné dle aktuálního stavu výrobního procesu. Většinu aspektů ovšem nelze při samé výrobě upravovat, konstrukce výrobní linky však na jistých místech drobné zásahy umožňuje. Jedním z parametrů, který se nastavuje podle aktuálního stavu, je objem pístů stroje pro formování sýrařského zrna, založeného na principu dávkování volitelného objemu zrn do sýrařských forem (dále jen formovačky). Konkrétní objem je zvolen podle vlastností syřeniny a sýrařského zrna, je tedy do značné míry dán zkušenostmi zaměstnance. Jak bylo výše dokázáno, vlastnosti sýrařského zrna jsou přímo ovlivněny dobrou nebo naopak špatnou syřitelností mléka, a také, že na syřitelnost mléka má prokazatelný vliv jeho kyselost. Proto byly dány do závislosti dvě veličiny z interních provozních záznamů mlékárny za období říjen až březen ze všech výrobních šarží, a to pH mléka při syření a objem pístů formovačky. Závislost zobrazuje graf 5.25 a statistickou analýzou byla určena za statisticky prokazatelnou ($P < 0,05$, $r = 0,847$). Vyplývá tedy, že čím je mléko kyselejší (nižší pH), tím nižší objemy pístů jsou při formování sýrů nastavovány. Z podrobného výzkumu, který byl v Příbině již dříve proveden, vyplývá, že při nastavení nižšího objemu pístů při formování pak vznikají sýry s vyšší váhovou odchylkou, jak ukazuje graf 5.26. Váhová odchylka sýrů je významným ukazatelem ekonomiky výroby, protože ať už je váha sýru oproti danému standardu výrazněji vyšší nebo nižší, vždy to ekonomiku ovlivní negativně.

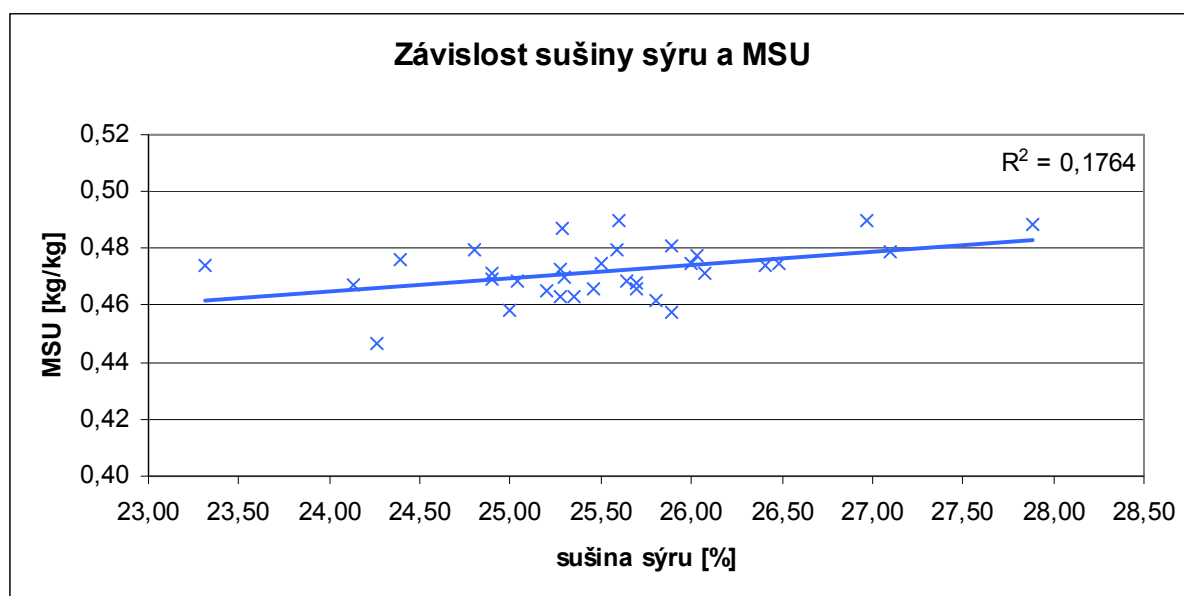


Graf 5.25 Závislost mezi pH mléka při syření a objemy pístů při formování



Graf 5.26 Závislost mezi objemy pístů při formování a váhovými odchylkami sýrů

Dalším důležitým ekonomickým ukazatelem výroby sýrů je výtěžnost. K bilancování výtěžnosti sýrů se v Pribině používá mj. parametr MSU, který vyjadřuje kolik kg tuku a bílkovin obsažených v mléce je zapotřebí k vyrobení 1 kg sýru. Z porovnání vlivu sušiny čerstvě naformovaného sýru na MSU vyplývá, že s rostoucí sušinou sýru nad minimální garantovanou hodnotu roste též MSU. Tato „sušina navíc“ se negativně projevuje na ekonomice podniku, neboť není promítnuta do prodejní ceny výrobku. Tento vliv je statisticky významný ($P < 0,05$, $r = 0,420$).



Graf 5.27 Závislost mezi sušinou čerstvě naformovaného sýru a MSU

6 ZÁVĚR

Tato práce se zabývala výrobou sýru s bílou plísní na povrchu, konkrétně sýru Hermelín v závodě Pribina, spol. s r.o. Všechna měření, která byla v rámci této práce prováděna, jsou popsána v experimentální části. Pozornost byla věnována především těm aspektům výroby, které mají nezanedbatelný vliv na ekonomiku celého výrobního procesu. A to nejen u syřeniny, jak bylo původně zadáno, ale napříč všemi fázemi výroby – počínaje mlékem a konče finálním sýrem. Z tohoto důvodu si práce vyžádala důkladné teoretické studium poměrně obsáhlé problematiky související se zadaným tématem, jeho výsledky obsahuje teoretická část předkládané práce. Byly zjištěny četné faktory, jež výrobu sýrů i hotový sýr ovlivňují, jsou však dány prvovýrobou a v sýrárně je již není možno korigovat (např. zdravotní stav dojců, druh plemene, kvalita výživy aj.). Řada faktorů je však v podmínkách závodu Pribina ovlivnitelná, mj. obsah bílkovin a tuku (standardizací), obsah vápenatých iontů v mléce (přídavek chloridu vápenatého), optimální vytužení syřeniny aj. A především těm se věnovala tato práce. Jedním z úkolů bylo také navržení metody pro zjišťování stupně vytužení sýrařského zrna, která by umožnila zaměstnancům lépe regulovat určité výrobní fáze a ve výsledku by vedla k optimalizaci ekonomické stránky výroby.

Vzhledem k časové náročnosti a daným možnostem výzkumů prováděných za plného provozu, došlo v průběhu měření ze strany konzultanta k dílčím úpravám stanovených cílů diplomové práce.

Pro sýrařství je syřitelnost základní technologickou vlastností mléka, podílí se na kvantitativní i kvalitativní produkci sýrárny. Přímou ovlivňuje kvalitu syřeniny a z ní zpracovaného sýru. Syřitelnost u výrobního mléka byla měřena pomocí nefeloturbidimetrického snímače koagulace mléka za použití mikrobiálního syřidla. Výsledky měření ukázaly, že na syřitelnost mléka má jednoznačný vliv jeho titrační kyselost – mléko s vyšší titrační kyselostí má lepší koagulační vlastnosti. Vzhledem k tomu, že konstrukce výrobní linky neumožňuje průběžnou změnu celkové doby koagulace a též z důvodu kolísající syřitelnosti mléka, dochází ke vzniku různě vytužené syřeniny, která se poté zpracovává na sýr. Bylo dokázáno, že z mléka s lepší syřitelností vzniká sýrařské zrno s menším obsahem syrovátky a je tedy vytuženější. Měření také ukázala, že rozdílná syřitelnost a míra vytužení sýrařského zrna mají vliv i na ztráty cenných komponent ze syřeniny do syrovátky. U mléka s kratším časem srážení, poskytujícího vytuženější syřeninu, dochází k menším ztrátám komponent do syrovátky (její podíl sušiny je nižší), tyto komponenty se potom podílejí na vyšší sušině sýru a obsahu tuku. Z toho tedy vyplývá, že je důležité dodržovat konstantní titrační kyselost mléka při srážení, dále ideálně zjišťovat syřitelnost výrobního mléka ještě před přidavkem syřidla a podle výsledku pak nastavit celkovou dobu koagulace, tak, aby byla ve fázi krájení zpracovávána pokaždé syřenina o velmi blízkých vlastnostech.

Z popsaných závislostí je zřejmá důležitost provozního sledování nejen syřitelnosti mléka, ale i stupně vytužení sýrařského zrna. Podle vlastností sýrařského zrna se pak u formovacího zařízení reguluje objem pístů, ty pak tento objem sýrařského zrna dávkuje do bloků tvarujících sýr. Podle výsledků by potom bylo možné pružněji reagovat na odchylky ve vlastnostech sýrařského zrna a regulovat je např. frekvencí míchání nebo pozicí samotných míchadel, aby vytužení zrna bylo pro další zpracování co nejoptimálnější. Pro orientační stanovení stupně vytužení sýrařského zrna byly navrženy dvě metody. První spočívá ve vážení konstantního objemu sýrařského zrna a druhá v sušení konstantní hmotnosti

sýrařského zrna při konstantní teplotě. Jako přesnější se ukázala být metoda sušení zrna a potvrdila se i souvislost mezi sušinou zrna a syřitelností mléka. Pokud by metoda měla být zavedena do provozních testů, bylo by však ještě vhodné provést podrobnější analýzu a pokusit se metodu zpřesnit např. zjištěním nejvhodnějších podmínek měření (teplota sušení, hmotnost vzorku při sušení atd.)

Mezi významné ekonomické ukazatele výroby sýrů v Pribině patří váhová odchylka mezi sýry téže výrobní šarže a výtěžnost sýrů vyjádřená v podobě MSU. Vysoká váhová odchylka sýrů i MSU způsobují neekonomičnost výroby.

Bylo vysledováno, že na váhovou odchylku sýrů má vliv objem pístů při formování, který nastavuje zaměstnanec sýrárny, a že objem pístů má souvislost s kyselostí mléka při syření. Vyjdeme-li z již zmíněné souvislosti mezi kyselostí mléka, syřitelností mléka a vytužením syřeniny, můžeme konstatovat, že existuje také vliv těchto veličin na váhovou odchylku sýrů a tedy na ekonomickou stránku výroby. U parametru MSU bylo pak dokázáno jeho prokazatelné ovlivnění sušinou sýru. A z výše uvedených závislostí majících vliv na sušinu sýru můžeme tedy říct, že i výtěžnost sýrů v podobě MSU je ovlivňována už titrační kyselostí mléka, syřitelností mléka, mírou vytužení syřeniny a sýrařského zrna a mírou ztrát komponent sýru do syrovátky. Z výsledků vyplývá, že z kyslejšího mléka, způsobujícího nižší čas srážení se syřidlem a poskytujícího vytuženější sýrařské zrno, vznikají sýry s vyšší váhovou odchylkou i vyšší hodnoty MSU. U sladkého mléka jsou zase vyšší ztráty do syrovátky, vzniká sýr s nízkou sušinou a nízkým obsahem tuku, který by nemusel splňovat podmínky pro uvedení na trh. Vhodným opatřením z hlediska minimalizace finančních ztrát se tak ukazuje zamezení extrémním výkyvům na výrobní lince, neboť provedený výzkum dokazuje, že negativní vliv na ekonomickou stránku výroby mají výraznější výkyvy sledovaných veličin v obou směrech.

Z dokázaných vlivů syřitelnosti na navazující kroky ve výrobě a na kvalitu finálního produktu vyplývá, že pro výrobu sýrů by bylo vhodné předem určit syřící vlastnosti suroviny, popřípadě alespoň sledovat vytužení syřeniny, která je syřitelností přímo ovlivněna. To by umožnilo upravovat výrobní proces k dosažení optimálního a standardního sýru. Výkyvy v syřitelnosti, ať už způsobené faktory z prvovýroby nebo při zpracování mléka, mohou mít totiž negativní dopad na produkci a ekonomiku sýrárny.

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Cvak, Z., Peterková, L., Černá, E.: *Chemické a fyzikálně–chemické metody v kontrole jakosti mléka a mlékárenských výrobků*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, 1992. 221 s. ISBN 80-85120-36-4.
- [2] Čejna, V., Chládek, G.: Individuální syřitelnost mléka holštýnských dojnic a její vztah k pořadí a stadiu laktace. In *Mléko a sýry 2005*. Eds. Štětina J., Čurda L. Praha: Česká společnost chemická, 2005, s 33 – 37. ISBN 80-86238-42-5.
- [3] Čejna, V., Chládek, G.: Změny technologických vlastností kravského mléka vlivem různých úrovní koncentrace močoviny v mléce. In *Drůbež a mléko ve výživě člověka*. Praha: ČZU, 2006, s. 51 – 53. ISBN 80-213-1548-2.
- [4] Čejna, V., Růžičková, J., Chládek, G.: Změny obsahu kaseinu vlivem stadia laktace a jeho vztah k vybraným ukazatelům mléka u dojnic holštýnského plemene skotu. In *Den mléka 2005*. Praha: ČZU, 2005, s. 71 – 72. ISBN: 80-213-1327-7.
- [5] Černá, E., Cvak, Z.: *Analytické metody pro mléko a mlékárenské výrobky. Díl 1., Chemie*. 1.vyd. Praha: Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, 1987. 439 s.
- [6] Černý, V., Klepetář, J., Příbyla, L.: Měření koagulace mléka působením syřidla. In *Mléko a sýry 2003*. Eds. Štětina J., Čurda L. Praha: Česká společnost chemická, 2003, s. 42 – 48. ISBN 80-86238-31-8.
- [7] Dellamonica, E. S., Holden, T. F., Calhoun, M. J., Aceto, N. C.: Effect of season on the whey protein nitrogen distribution of pooled milk. In *Journal of Dairy Science* [online], 1965. Vol. 48, No. 12, p. 1585 – 1590 [cit. 19. 2. 2008]. Dostupné z: <<http://jds.fass.org/>>.
- [8] Doležálek, J.: *Biochemie a technologie plísňových sýrů*. 1. vyd. Praha: Ústřední výzkumný ústav potravinářského průmyslu, 1967. 287 s.
- [9] Dragounová, H.: *Hodnocení jakosti mléka a mlékárenských výrobků – Návod pro praktické cvičení*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita a ISV, 2003. 57 s. ISBN 80-86642-24-0.
- [10] Dragounová, H., Kouřimská, L., Babička, L.: *Praktikum pro faremní zpracovatele*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2005. 47 s. ISBN 80-213-1299-8.
- [11] Dušek, B., Seman, Št., Kažimír, L.: *Mlieko a mliečne výrobky*. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry, 1962. 368 s.
- [12] Eckschlager, K., Horsák, I., Kodejš, Z.: *Výhodnocování analytických výsledků a metod*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1980. 223 s.
- [13] Emery, R. S.: Feeding for increased milk protein. In *Journal of Dairy Science* [online], 1978. Vol. 61, No. 6, p. 825 – 828 [cit. 19. 2. 2008]. Dostupné z: <<http://jds.fass.org/>>.
- [14] Forman, L. a kol.: *Mlékárenská technologie II*. 2. vyd. Praha: VŠCHT, 1996. 228 s. ISBN 80-7080-250-2.
- [15] Gajdůšek, S.: *Mlékařství II*. 1. vyd. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, 1998. 197 s. ISBN 80-7157-342-6.
- [16] Gajdůšek, S., Klíčnick, V.: *Mlékařství*. 2. vyd. Brno: VŠZ, 1993. 129 s. ISBN 80-7157-073-7.
- [17] Gančurová, V., Hanuš, O.: *Úprava prvovýrobních postupů vedoucí ke zlepšení kvality mléka*. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997. 31 s. ISBN 80-86153-10-X.

- [18] Gauzere, Y.: Technologie fromagère-La coagulation seminar. Firemní odborný seminář, 2008.
- [19] Godden, S. M., Lissemore, K.D., Kwlton, D. F., Leslie, K. E., Walton, J. S., Lumsden, J. H.: Factors associated with milk urea concentrations in Ontario dairy cows. In *Journal of Dairy Science* [online], 2001. Vol. 84, No. 1, p. 107 – 114 [cit. 19. 2. 2008]. Dostupné z: <<http://jds.fass.org/>>.
- [20] Havlíček, Z.: *Praktikum sýrařské výroby*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1975. 272 s.
- [21] Hojdar, J., Kněz, V., Fiala: *Mlékaření. Máslařství. Sýrařství*. 1.vyd. Praha: Nakladatelství Brázda, 1948. 290 s.
- [22] Chládek, G., Čejna, V.: Vliv časně a pozdní laktace na technologické vlastnosti mléka. In *Mléko a sýry 2006*. Eds. Štětina J., Čurda L. Praha: Česká společnost chemická, 2006, s 144 – 148. ISBN 80-7080-620-6.
- [23] Chládek, G., Čejna, V.: Vliv obsahu močoviny na chemicko-technologické ukazatele mléka holštýnských dojnic. In *Den mléka 2005*. Praha: ČZU, 2005, s 69 – 70. ISBN 80-213-1327-7.
- [24] Chládek, G., Čejna, V., Skýpala M.: Vliv ročního období na obsah bílkovin v kravském mléce a výtěžnost sýrů. In *Proteiny 2006*. Brno: MZLU, 2006, s. 162 – 165. ISBN: 80-7157-954-8.
- [25] Iburg, A.: *Lexikon sýrů*. 1. vyd. Dobřejovice: Rebo Productions CZ, spol. s r.o., 2004. 301 s., ISBN 80-7234-379-3.
- [26] Indra, Z., Mizera, J.: *Chemické kontrolní metody pro obor zpracování mléka*. Více neuvedeno.
- [27] Kněz, V., Mašek, J., Maxa, V., Teplý, M., Vedlich, M.: *Čisté mlékařské kultury a jejich použití v mlékárenském průmyslu*. 2. vyd Praha: SNTL, 1960. 300 s.
- [28] Kratochvíl, L.: *Mlékařství*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1972. 320 s.
- [29] Kratochvíl, L., Zadražil, K.: *Mlékařství (cvičení)*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1971. 92 s.
- [30] Landfeld, A., Novotná, P., Houška, M.: Vliv množství syřidla, chloridu vápenatého, teploty a ošetření mléka vysokým tlakem naprůběh koagulace mléka. In *Mléko a sýry 2002*. Eds. Štětina J., Čurda L. Praha: Česká společnost chemická, 2002, s 163 – 168. ISBN 80-86238-21-0.
- [31] Ledvinka, L.: Rozhovor s MVDr. Václavem Žatečkou, jednatelem Pribina, spol. s r.o. *Přibyslavský občasník*. 2005, roč. 16, č. 178, s. 12 – 13.
- [32] Lukášová, J.: *Hygienu a technologie mléčných výrobků*. 1. vyd. Praha: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2001. 180 s., ISBN 80-7305-415-9.
- [33] Nelson, J. H.: Impact of new milk clotting enzymes on cheese technology. In *Journal of Dairy Science* [online], 1975. Vol. 58, No. 11, p. 1739 – 1750 [cit. 19. 2. 2008]. Dostupné z: <<http://jds.fass.org/>>.
- [34] Peterková, L., Cvak, Z., Bazala, L.: *Moderní přístrojová technika pro stanovení základních složek mléka*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, 1989. 128 s.
- [35] Pijanowski, E.: *Základy chémie a technológie mliekárstva I*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, vydavateľstvo kníh a časopisov, 1977. 506 s.

- [36] Pijanowski, E.: *Základy chémie a technológie mliekárstva II*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, vydavateľstvo kníh a časopisov, 1978. 632 s.
- [37] Příbyla, L., Čejna, V.: Porovnání vizuální a nefelo-turbidimetrické metody pro měření syřitelnosti mléka. In *Den mléka 2006*, Praha: ČZU, 2006, s 110 – 111. ISBN 80-213-1498-2.
- [38] Příbyla, L., Čejna, V., Chládek, G.: Variabilita syřitelnosti v bazénových vzorcích kravského mléka. In *Mléko a sýry 2008*, v tisku.
- [39] Roussel, J. D., Koonce, K. L., Pinero, M. A.: Relationship of blood serum protein and protein fractions to milk constituents and temperature-season. In *Journal of Dairy Science* [online], 1972. Vol. 55, No. 8, p. 1093 – 1096 [cit. 19. 2. 2008]. Dostupné z: <<http://jds.fass.org/>>.
- [40] Sargent, F. D., Butcher, K. R., Legates, J. E.: Environmental influences on milk constituents. In *Journal of Dairy Science* [online], 1967. Vol. 50, No. 2, p. 177 – 184 [cit. 19. 2. 2008]. Dostupné z: <<http://jds.fass.org/>>.
- [41] Sovík, F.: *Technologie sýrařství*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1960. 245 s.
- [42] Šebela, F., Dušek, B., Pavel, J.: *Mlékařství*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1964. 328 s.
- [43] Šilhánková, L.: *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. 3. vyd. Praha: Academia, 2002. 363 s. ISBN 80-200-1024-6.
- [44] Teplý, M.: *Výroba sýrů, kaseinů a kaseinátů*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1985. 192 s. ISBN 04-843-85
- [45] Teplý, M., Mašek, J., Havlová, J.: *Syřidla živočišná a mikrobiální*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1976. 288 s.
- [46] Wedholm, A., Larsen, L. B., Lindmark-Mansson, H., Karlsson, A. H., Andrén, A.: Effect of protein composition on the cheese-making properties of milk from individual dairy cows. In *Journal of Dairy Science* [online], 2006. Vol. 89, No. 9, p. 3296 – 3305 [cit. 19. 2. 2008]. Dostupné z: <<http://jds.fass.org/>>.
- [47] Zadražil, K.: *Mlékařství (přednášky)*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita a ISV, 2002. 127 s. ISBN 80-86642-15-1.
- [48] <http://www.pribina.cz/old/ofirme/> [cit. 8. 4. 2008].

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

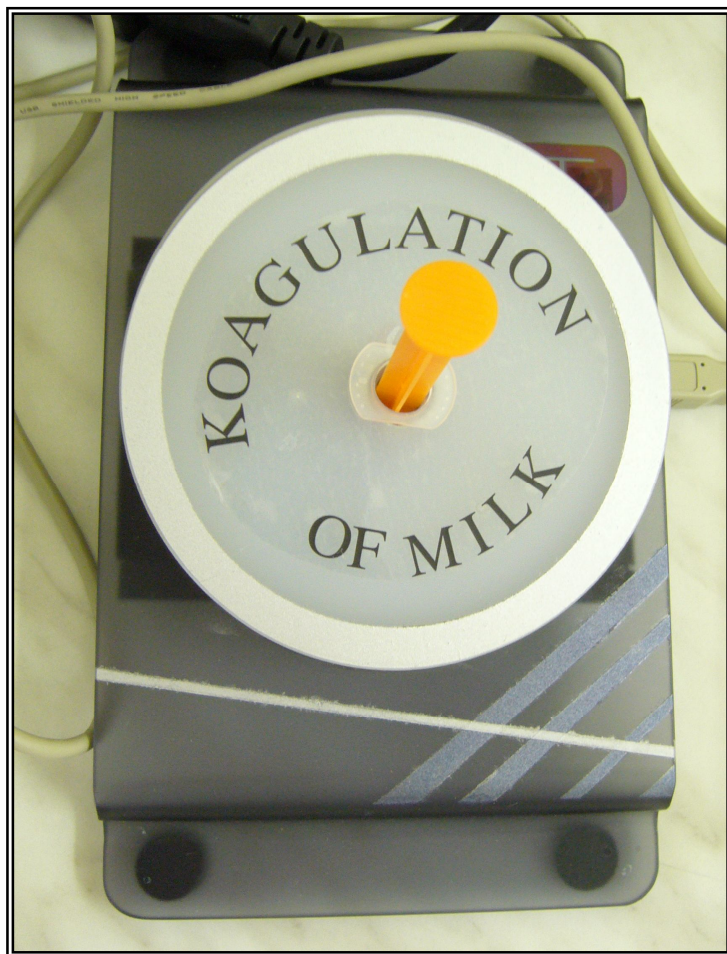
CCP.....	koloidní kalcium fosfát
ČMK.....	čisté mlékařské kultury
ČR.....	Česká republika
ČSN.....	Česká státní norma (Česká technická norma)
DVS.....	“Direct Vat Set“, druh mléčných kultur
EU.....	Evropská unie
FAO.....	“Food and Agriculture Organization of the United Nations“, Organizace OSN pro výživu a zemědělství
FDA.....	“Food and Drug Administration“, Americký úřad pro regulaci potravin a léků
GMP.....	glykomakropeptid
IDF.....	“International Dairy Federation“, Mezinárodní mlékařská federace
IR.....	“infrared“, infračervené záření
Met.....	methionin, aminokyselina
MSU.....	„matiere seche utilisable“, ukazatel výtěžnosti sýrů
P.....	„P-hodnota“, statistický ukazatel hladiny významnosti testované hypotézy
Phe.....	fenylalanin, aminokyselina
PMV.....	Průmysl mléčné výživy
r.....	„Pearsonův korelační koeficient“, míra pravděpodobnosti lineární závislosti testovaných veličin
WHO.....	„World Health Organization“, Světová zdravotnická organizace

9 SEZNAM PŘÍLOH

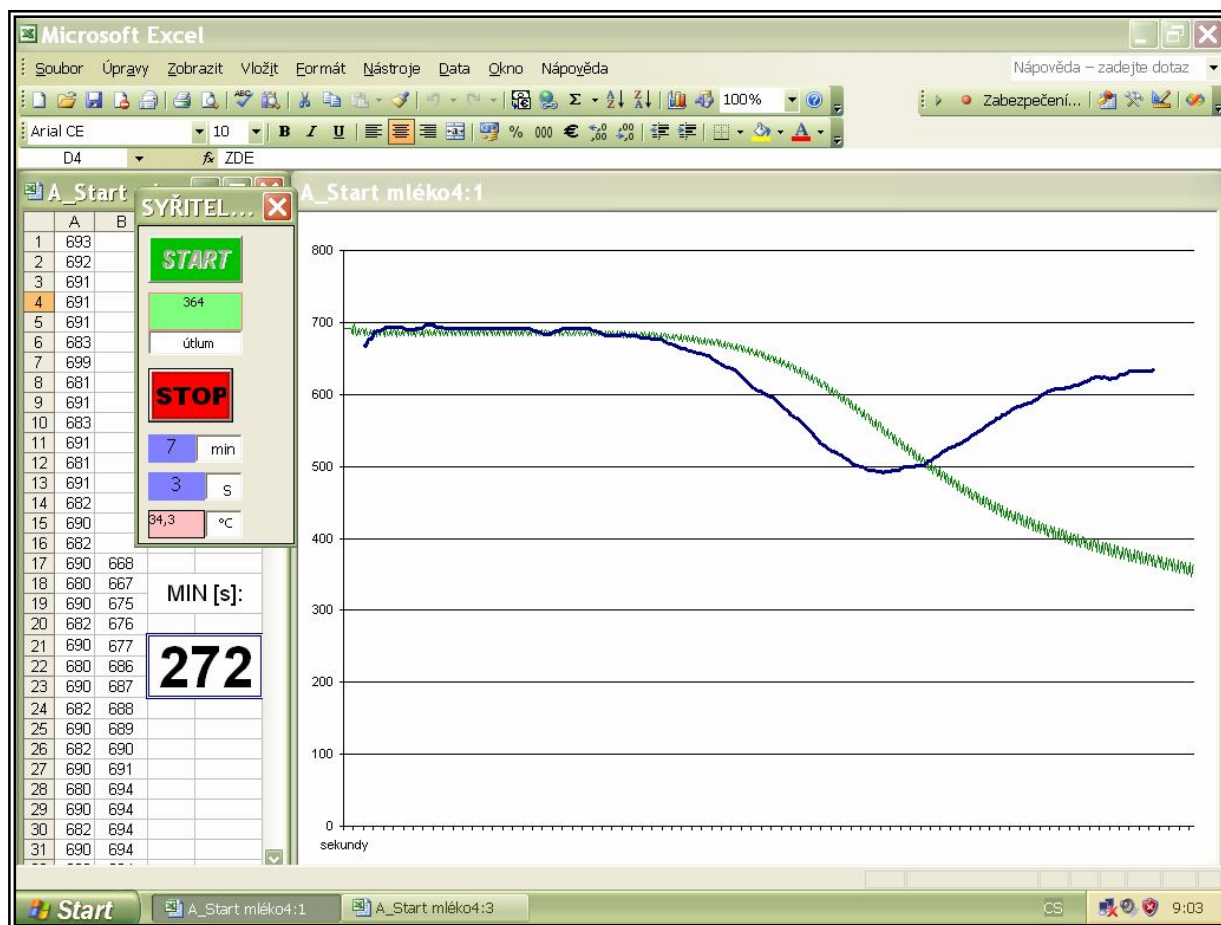
Obr. 1: Nefelo-turbidimerický snímač koagulace mléka

Obr. 2: Výstup softwaru nefelo-turbidimetrického snímače koagulace mléka

10 PŘÍLOHY



Obr. 1: Nefelo-turbidimerický snímač koagulace mléka



Obr. 2: Výstup softwaru nefelo-turbidimetrického snímače koagulace mléka