

# Vliv fyzikálních parametrů na jakost pařených sýrů

Bc. Michaela Vostarková

---

Diplomová práce  
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav biochemie a analýzy potravin

akademický rok: 2009/2010

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Michaela VOSTARKOVÁ**  
Osobní číslo: **T080374**  
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Vliv fyzikálních parametrů na jakost pařených sýrů**

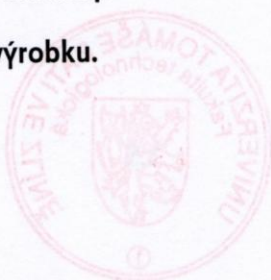
Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

1. pařené sýry.
2. výroba pařených sýrů.
3. popis technologického zařízení na paření sýrů a proces paření.
4. vliv paření na vlastnosti sýřeniny.

### II. Praktická část

1. analýza suroviny.
2. analýza napařené suroviny.
3. analýza finálního výrobku.



Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] OLŠANSKÝ, Č. KNĚZ, V. Výroba tvrdých sýrů eidamského a ementálského typu, Praha, 1971.
- [2] TEPLÝ, M. A KOL. Nové směry v technice a technologii mlékárenského průmyslu, Praha: SNTL, 1980.
- [3] KNĚZ, V. Výroba sýrů, Praha: SNTL, 1960.
- [4] PROKŠ, J. Mlékařství Díl II., Praha: SNTL, 1965.
- [5] DOLEŽÁLEK, J. Mikrobiologie mlékárenského a tukařského průmyslu, Praha: SNTL, 1962.
- [6] HRABĚ, J. BŘEZINA, P. VALÁŠEK, P. Technologie výroby potravin živočišného původu, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006.

Vedoucí diplomové práce:

**doc. Ing. Jan Hrabě, Ph.D.**

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání diplomové práce:

**4. ledna 2010**

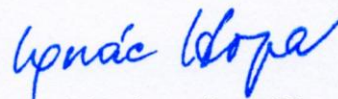
Termín odevzdání diplomové práce:

**19. května 2010**

Ve Zlíně dne 8. dubna 2010



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.  
*děkan*



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.  
*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

Cílem práce bylo sledovat vliv fyzikálních parametrů pařicího procesu na jakost pařených sýrů. Konkrétně byl sledován vliv prokysání sýřeniny (suroviny) a zvolené pařicí teploty. Byly provedeny i chemické analýzy jako je stanovení tuku, sušiny a chloridu sodného opět v určitém časovém období. Degradace kaseinového komplexu (kaseinu sýřeniny) byla sledována pomocí gelové permeační chromatografie.

Výsledky potvrdily vzájemnou závislost volby optimální pařicí teploty na kyselosti zpracovávané suroviny a dále skutečnost, že kaseinový komplex se vyznačuje poměrně značnou termostabilitou, takže k jeho degradaci dochází vlivem pařicího procesu jen v omezené míře a to zejména vlivem denaturace kaseinu (změny kvarterní a terciární struktury).

Klíčová slova: Pařený sýr, Jadel, aktivní kyselost, titrační kyselost

## **ABSTRACT**

The aim was to monitor physical effects of the steaming process on the quality of steamed cheeses. Specifically, the influence of sour of curd (raw materials) and the selected steaming temperature. Chemical analysis such as determination of fat, solid and sodium chloride in a specific time frame were conducted. Degradation of casein complex (casein curd) was monitored by gel permeation chromatography.

The results confirmed the interdependence of the optimal choice of steaming temperature on the acidity of processed material and the fact that the casein complex is characterized by relatively high heat stability. Therefore, its degradation occurs due to the mating process only in a limited measure, mainly due to denaturation of casein (quaternary changes and tertiary structure).

Keywords: steamed cheese, Jadel, active acidity, titratable acidity

Ráda bych poděkovala a vyslovila uznání všem, kteří mi pomáhali při vzniku této práce. Především svému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Janu Hraběti, Ph.D, za jeho odborné konzultace, připomínky k této práci, poskytnuté materiály, trpělivost a rady. Dále pak zaměstnancům firmy NET PLASY spol. s. r. o. Bystřice pod Hostýnem za možnost používat jejich laboratorní vybavení a možnost nahlédnout do provozu. V neposlední řadě bych ráda poděkovala MVDr. Antonínu Pavelkovi za ochotu při odborné konzultaci. Rovněž patří můj dík rodině za podporu při studiu a tvorbu potřebného zázemí.

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

Příjmení a jméno:

Obor:

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

---

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 PAŘENÉ SÝRY</b> .....	<b>12</b>
1.1 HISTORIE PAŘENÝCH SÝRŮ .....	12
1.1.1 Starověk.....	12
1.1.2 Římané .....	13
1.1.3 Středověk.....	13
1.2 PAŘENÉ SÝRY VYRÁBĚNÉ V CIZÍCH ZEMÍCH .....	13
1.2.1 Itálie.....	13
1.2.2 Řecko.....	16
1.2.3 Rumunsko .....	16
1.2.4 Bulharsko .....	17
1.2.5 Slovensko .....	18
1.3 ZRAJÍCÍ SÝRY OBECNĚ, VČETNĚ PAŘENÝCH.....	19
1.4 ČERSTVÉ PAŘENÉ SÝRY .....	20
<b>2 TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY PAŘENÝCH SÝRŮ</b> .....	<b>22</b>
2.1 JAKOST MLÉKA POUŽÍVANÉHO K VÝROBĚ PAŘENÝCH SÝRŮ .....	24
2.1.1 Požadavky na jakost mléka z hlediska výroby pařených sýrů .....	24
2.1.2 Požadavky na jakost mléka při výrobě sýra typu Jadel.....	25
2.2 ÚPRAVA MLÉKA PŘED SÝŘENÍM .....	26
2.2.1 Ošetření mléka .....	27
2.2.1.1 Pasterace .....	27
2.2.1.2 Standardizace .....	28
2.2.2 Úprava mléka před sýřením pro výrobu pařeného sýra typu Jadel .....	29
2.3 SÝŘENÍ MLÉKA .....	31
2.3.1 Syřidlo .....	32
2.3.2 Sýření mléka pro výrobu pařeného sýra typu Jadel .....	33
2.4 ZPRACOVÁNÍ SÝŘENINY .....	34
2.4.1 Obecné zásady.....	34
2.4.2 Základní operace při zpracování sýřeniny .....	36
2.5 FORMOVÁNÍ A TVAROVÁNÍ.....	36
2.6 SOLENÍ .....	40
2.6.1 Účinky soli .....	40
2.6.2 Fyzikálně chemické pochody při solení .....	40
2.6.3 Činitelé ovlivňující solení .....	42
2.7 UZENÍ.....	43
2.8 BALENÍ.....	44
2.9 SKLADOVÁNÍ A EXPEDICE .....	45
2.10 JAKOSTNÍ POŽADAVKY NA PAŘENÝ SÝR JADEL 37% T. V. S .....	45
2.11 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY NA JAKOST PAŘENÉHO SÝRA JADEL S OBSAHEM 37 % T.V. S. ....	46
<b>3 POPIS TECHNOLOGICKÉHO ZAŘÍZENÍ NA PAŘENÍ SÝRŮ A</b>	



	<b>PROCES PAŘENÍ .....</b>	<b>47</b>
3.1	TECHNOLOGICKÉ ZAŘÍZENÍ .....	47
3.1.1	Výrobník sýřeniny .....	47
3.1.2	Lisovací vana .....	47
3.1.3	Struhadlo na sýřeninu .....	47
3.1.4	Dopravní šnek do pařícího zařízení .....	47
3.1.5	Kotnínová pařící zařízení .....	47
3.1.6	Pracovní stůl .....	47
3.1.7	Solná lázeň .....	48
3.1.8	Balící poloautomat .....	48
<b>4</b>	<b>VLIV PAŘENÍ NA VLASTNOSTI SÝŘENINY .....</b>	<b>49</b>
4.1	VLIV PAŘENÍ NA ZMĚNY BÍLKOVINY .....	49
4.1.1	Bílkoviny (proteiny) .....	49
4.1.1.1	Struktura bílkoviny .....	49
4.1.2	Denaturace bílkovin .....	52
4.1.3	Reologické vlastnosti .....	52
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>53</b>
<b>5</b>	<b>EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....</b>	<b>54</b>
5.1	VZORKY POUŽITÉ K CHEMICKÝM ANALÝZÁM .....	54
5.2	POMŮCKY A CHEMIKÁLIE .....	55
5.2.1	Chemikálie použité k chemickým analýzám .....	55
5.2.1.1	Stanovení obsahu tuku .....	55
5.2.1.2	Stanovení obsahu sušiny .....	55
5.2.1.3	Stanovení titrační kyselosti .....	55
5.2.1.4	Stanovení chloridu sodného .....	55
5.2.2	Pomůcky použité k chemickým analýzám .....	55
5.2.2.1	Stanovení obsahu tuku .....	55
5.2.2.2	Stanovení obsahu sušiny .....	56
5.2.2.3	Stanovení aktivní kyselosti .....	56
5.2.2.4	Stanovení titrační kyselosti .....	56
5.2.2.5	Stanovení chloridu sodného .....	57
5.3	PRACOVNÍ POSTUPY A METODIKY POUŽITÉ PŘI CHEMICKÝCH ANALÝZÁCH .....	57
5.3.1	Stanovení obsahu tuku .....	57
5.3.2	Stanovení obsahu sušiny .....	58
5.3.3	Stanovení aktivní kyselosti (pH) .....	60
5.3.4	Stanovení titrační kyselosti podle Soxhleta – Henkela (SH) .....	61
5.3.5	Stanovení chloridu sodného ve finálním výrobku .....	62
5.3.6	Studium kaseinu pomocí gelové permeační chromatografie .....	63
5.3.6.1	Příprava vzorků .....	63
<b>6</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE .....</b>	<b>64</b>

6.1	STANOVENÍ OBSAHU TUKU .....	64
6.2	STANOVENÍ OBSAHU SUŠINY .....	65
6.3	STANOVENÍ TITRAČNÍ KYSELOSTI.....	68
6.4	STANOVENÍ AKTIVNÍ KYSELOSTI .....	72
6.5	STANOVENÍ CHLORIDU SODNÉHO .....	76
6.6	ZÁVISLOST PAŘÍCÍ TEPLoty NA TITRAČNÍ KYSELOSTI .....	76
6.7	VÝSLEDKY STUDIA ZMĚN KASEINOVÉHO KOMPLEXU PO PŘENÍ SUROVINY POMOCÍ GELOVÉ PERMEAČNÍ CHROMATOGRafIE.....	80
<b>ZÁVĚR .....</b>		<b>84</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>		<b>85</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>		<b>89</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>		<b>91</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>		<b>93</b>

## ÚVOD

Pařené sýry tvoří speciální skupinu sýrů, jejichž výroba byla v podmínkách České Republiky realizována až v sedmdesátých letech min. století. Jejich výroba a konzumace je spíše typická pro země Jižní Evropy v okolí Středozemního moře, především Balkánské státy, Řecko. Hlavně však k jejich rozšíření došlo v Itálii, kde se pařené sýry nazývají obecně Pasta filata. Tento název se natolik rozšířil, že se používá jako mezinárodní označení pro skupinu pařených sýrů.

Technologie výroby pařených sýrů je prakticky shodná s výrobou většiny přírodních sýrů až do technologického bodu získávání a lisování syrového zrna. U dalších druhů sýrů následuje většinou solení a následně zrání sýrů, u pařených sýrů je to naopak proces paření vylišané a prokysané sýřeniny. Proces paření je v podstatě proces tepelné plastifikace nakrájené a rozdrobené sýřeniny v teplé vodě (cca 85 °C), kdy vytužené zrno získává plastickou, slitou a tažnou konzistenci, která po následné extruzi (homogenizaci) ve šnekovém dopravníku umožňuje vytvarovat sýry různých tvarů, velikostí apod. (pletýnky, bochníčky, kulaté tvary aj.)

Hlavním cílem paření sýrů není však jen získání rozmanitých tvarů, ale především zlepšení senzorických vlastností sýrů a prakticky po další úpravě (vychlazení a nasolení) jejich okamžitou konzumací. Proces paření tedy zvyšuje stravitelnost a nutriční hodnotu v důsledku denaturace a částečného rozštěpení kaseinového komplexu a tím i rychlejšího následného enzymatického štěpení.

V práci jsem se zabývala sledováním vlivu rozhodujících fyzikálních faktorů na proces paření sýrů tj. kyselosti prokysané suroviny v kombinaci s pařicí teplotou. Modelově byly voleny takové parametry těchto faktorů, které byly značně odlišné od standardizovaného technologického postupu. Následně jsem sledovala vzájemné vztahy těchto faktorů a změny kaseinových frakcí, pomocí gelové permeační chromatografie.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 PAŘENÉ SÝRY

Pařené sýry se vyrábí z ovčího, kravského nebo z mléka jiných druhů zvířat. Jsou možné i různé kombinace těchto mlék. [1]

Mezi pařené sýry patří sýry, které jsou ve skupině měkkých nebo tvrdých sýrů. Jsou přechodem mezi měkkými a tvrdými sýry. Vzhledem ke speciálnímu zpracování sýřeniny se obvykle uvádějí samostatně. [2]

Obecná definice sýrů podle vyhlášky č. 77/2003 Sb. stanovena Ministerstvem Zemědělství podle zákona 146/2002 Sb. Pro účely této vyhlášky se rozumí, že sýr je mléčný výrobek vyrobený vysrážením mléčné bílkoviny z mléka působením syřidla nebo jiných vhodných koagulačních činidel, prokysáním a oddělením podílu syrovátky. Pařený sýr se vyrábí z přírodního sýra další tepelnou úpravou podle speciálních technologických postupů. [30]

Obsah sušiny pařených sýrů je 52 – 57% tuku v sušině, 45 – 50 % tuku v sušině a nejvíce 3,0 % soli. Existují však i výjimky, kdy obsah soli je vyšší.

Počáteční postup výroby je stejný jako u sýrů tvrdých s nízkodohřívanou sýřeninou až do vylisování a prokysání sýřeniny. [3]

### 1.1 Historie pařených sýrů

#### Historie sýrů obecně

V legendě se uvádí, že sýr byl objeven jedním kočovným Arabem. Tento muž se vydal na koni, na dalekou cestu pouští. V sedlovém vaku s sebou vezl mléko, aby mohl uhasit žízeň. Po několika hodinách jízdy horkou pouští muž zastavil, aby se napil. S podivem však zjistil, že místo mléka ve vaku našel bledou vodnatou tekutinu a pevné bílé chomáče. Protože byl sedlový vak vyroben z žaludku mladého zvířete, ještě obsahujícího srážecí enzym rennin, mléko bylo dokonale rozděleno na sýřeninu a syrovátku. Aniž by Arab tušil, co se stalo a co je příčinou, zjistil, že syrovátka je pitelnou sýřeninou k jídlu. [31]

#### 1.1.1 Starověk

S největší pravděpodobností objevily sýr kočovné kmeny Jižní Asie a středního východu. Nejstarší nálezy podle archeologů spadají do doby asi 6000 let před našim letopočtem, a nejstarší objevy byly učiněny ve staré Mezopotámii. Sumerové přibližně 4000 let před našim letopočtem uchovávali sýr v podlouhlých nádobách. Také v bibli je zmínka o Davidovi, který se živil sýrem z kravského mléka, při útěku přes řeku Jordán.

### 1.1.2 Římané

Římané výrobu sýrů zdokonalili. V jejich obydlích se nacházely místnosti na přípravu sýrů, sýrovatění a zrání. Významným faktorem byla vlhkost, průvan, teplo, kouř z kamen, přidávání bylin či omývání sýrů. Římané používali mléko kravské, ovčí, kozí, ale také mléko oslic. Již kolem roku 50 n. l. známý římský gastronom Columella vydal příručku pro výrobu sýra. Popisoval v ní využití syřidla ze čtvrtého žaludku kozy či jehněte. Po pádu římské Říše asi roku 410 n. l., se začala kultura výroby sýra pomalu rozšiřovat.

### 1.1.3 Středověk

V tomto období v Itálii vznikla gorgonzola asi v roce 879, v roce 1200 vznikl sýr grana a v roce 1579 parmigiano (parmazán). Ve Francii od roku 1070 znají sýr roquefort. Holandský sýr gouda vznikl v roce 1697. V době stěhování národů byla výroba sýrů narušována a pokračovat ve výrobě sýrů mohli pouze pastevci žijící vysoko v horách. [32]

## 1.2 Pařené sýry vyráběné v cizích zemích

### 1.2.1 Itálie

**Provolone** – jedná se o pařený sýr (pasta filata) jako sýr Mozzarella, ale místo toho aby se konzumoval mladý, nasoluje se a zraje zavěšený ve zracích komorách. Výsledný sýr je tedy úplně jiný, vzhledem k jeho prozrání. Může se různě tvarovat, takže má sýr různé tvary a velikosti. Počínaje selskými bochníky, konče protáhlými doutníkovými tvary. Některé mladé sýry se prodávají už po dvou měsících. Obvyklá doba zrání je však šest měsíců i déle.



Obr. 1: Sýr Provolone

Varianty:

- **Burrini, Butirro, Burri** – jsou to místní názvy pro malé oválné sýry Provolone, které mají nahoře uzlíček. Bývají uzené, nebo je uvnitř oválného sýra hrudka nesoleného másla. Konzumují se mladé i starší.
- **Burrata** – je větší než předchozí zmiňované varianty, vytváří váček, v němž je zabalený sýr Mozzarella s máslem. Sýry jsou převázané lýkem nebo pevně zakroucené. Konzumují se velmi mladé.
- **Caciocavella** – jedná se o krátký, hruškovitý sýr z Kampánie v jižní Itálii vyrobený podle podobného receptu jako Provolone.
- **Provolone Piccante** – sýr, který zrál minimálně rok. Má pepřovou pálivou příchuť.
- **Americký Provolone** – má béžovou barvu, je vláčný, jemný.
- **Pastorello** – australský hnětený sýr, tvrdý sýr s příjemnou ostrou chutí

**Mozzarella** – pravý sýr Mozzarella se vyrábí z buvolího mléka. Buvolí stáda se vyskytují v Kampánii, oblast na jih od Neapole. Mozzarella se vyrábí i z kravského mléka, ovšem nemá tak měkkou a elastickou konzistenci jako sýr z buvolího mléka. Vyrábí se v malých, téměř oválných bochnících a uchovává se v nádobách nebo v zatavených sáčcích se syro-

vátkou. Má čistě bílou barvu a tenkou kůru. Konzistence mladého sýra je velmi elastická a vláčná. Během zrání sýr měkne.



Obr. 2: Sýr Mozzarella

#### Varianty:

- **Bocconici** – malé sýry typu Mozzarella, většinou vyrobené z kravského mléka.
- **Bufala Provola** – žlutý uzený sýr z Kampánie vyráběný z Mozzarely, která byla uzena ve válcové nádobě nad doutnající slámou.
- **Mozzarella Affumicata** – uzená verze sýra, která se vyrábí v mnohem větších koulích, aby se při uzení nerozpadal. Sýry se zavěšují a pod nimi se pálí různé druhy dřevěných štěpin. Tento sýr má ožehnutý až černý vzhled.
- **Scamorza (uzená Mozzarella)** – hutnější druh sýra vyráběný v Piemontu a v jižní Itálii.

**Caciocavallo** – druh sýra vyrobený z ovčího nebo kravského mléka, původně vyrobený na Sicílii, ale postupně se jeho výroba rozšířila po celé Itálii a na Balkánském poloostrově. Sýr je ve tvaru slzy. Tento sýr se vyrábí pod jménem Caciocavallo Silano, Molisano, Pugliese a Corleonese. [43]



### 1.2.2 Řecko

*Kasseri* – tvrdý pařený sýr, který obsahuje 40 % tuku v sušině. Podobá se sýrům Provolone a Kaškaval. Vyrábí se ve tvaru bochníku nebo bloku, často se zhotovuje z čerstvého *Kefalotiri*, který má bílé těsto uzavřené krémové konzistence, poseté malinkými dírkami. Aroma je mléčně ořechové a chuť je slaná.



Obr. 3: Sýr Kasseri

### 1.2.3 Rumunsko

*Cascaval* – nasolené bochníky zrají několik měsíců. Z ovčího mléka vyráběný Cascaval se jmenuje *Cascaval Dobrogea*, z kravského mléka se jmenuje *Cascaval Dalia*. Pokud se použije směs kravského a ovčího mléka potom se sýr jmenuje *Cascaval Penteleu*.



Obr. 4: Sýr Cascaval

#### 1.2.4 Bulharsko

*Kaškaval* – je to pařený sýr vyrobený většinou z kravského nebo ovčího mléka popř. ze směsi těchto mlék. Obsahuje minimálně 50 % tuku v sušině. Má lehce pikantní chuť.



Obr. 5: Sýr Kaškaval

### 1.2.5 Slovensko

*Slovenská parenica* – jemně uzený sýr, svinutý do dvou propojených svitků. Charakteristická je pro sýr jemná chuť a vůně po ovčím mléku a uzení. Je pro něj charakteristická zejména vláknitá struktura sýřeniny. Minimální obsah tuku v sušině je 50 %.



Obr. 6: sýr Slovenská parenica

*Oštiepok* – jedná se o polotučný či tučný polotvrdý nebo tvrdý sýr. Surovinou pro výrobu tohoto sýra je kravské mléko, ovčí mléko, popřípadě směs těchto mlék. Zajímavostí je, že oštiepok se vyrábí klasickým, tedy salašnickým způsobem, přímo na salaši. Má tvar velkého vejce nebo šišky, na povrchu může být zdobený různými ornamenty. Chuť je jemně pikantní až kyselá, typická dýmová vůně získaná uzením. Naopak chuť a vůně nesmí být hnilobná, lojovitá, zatuchlá, mýdlovitá, štiplavá apod.



Obr. 7: sýr Oštiepok

*Uzený Jadel* – vyrábí se v jedné třídě jakosti a v jednom druhu. Jadel má tvar pletence o hmotnosti 400g. Po využení Jadelu se pletence púlí na 200g kousky a takto jsou uváděny do oběhu. Jedná se o tuhý sýr s vláknitou strukturou s čistě mléčně nakyslou chutí. Chuť je výrazná po uzení a slaná. [18]

*Polianka, Liptov, Koliba*, atd.

### 1.3 Zrající sýry obecně, včetně pařených

Podle způsobu výroby rozdělujeme sýry na čerstvé a zrající. U čerstvých sýrů je výrobní proces ukončen krátce po solení, u sýrů zrajících pokračuje proces zrání.

Sýry dozrávají ve zracích sklepech, kde se během tohoto zrání ošetřují. Ošetřováním se rozumí obracení, omývání, propichování apod. Doba zrání je specifická pro jednotlivé druhy sýrů. Především závisí na velikosti sýra, teplotě a na požadovaném stupni zralosti. Doba zrání se pohybuje od několika hodin, dnů až po měsíce. Např.: [2, 15]

- Mozzarella, romadúr, hermelín – několik dnů
- Niva, zlato – několik týdnů
- Čedar, kaškaval – několik měsíců

- Parmezán – rok i více

Tyto druhy sýrů jsou uvedeny pouze jako příklad. Členění na druhy, skupiny a podskupiny je upřesněno v příloze č. 1., podle vyhlášky 77/ 2003 Sb. Ministerstva zemědělství ze dne 6.3.2003, kterou se stanovují požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy , jedlé tuky a oleje, ve znění vyhlášky č. 124/2004, ze dne 9. 3. 2004.

#### 1.4 Čerstvé pařené sýry

Jde o sýry, které nepodléhají zracím procesům a konzumují se čerstvé, bezprostředně po výrobě.

Čerstvé sýry se solí v solné lázni, která má koncentraci 16 – 23 % NaCl a teplotu 10 - 15°C. Doba solení závisí na požadovaném stupni prosolení, trvá několik hodin až několik dnů. Princip solení spočívá v difúzi NaCl z roztoku do sýra a následně odchází ze sýra část syrovátky a některé rozpustné látky do roztoku. Po ukončení solení se sýry nechávají oschnout, a balí se do spotřebitelských obalů. [2]

Proces solení závisí na:

- Koncentraci NaCl v solné lázni
- Kyselosti solné lázně
- Teplotě solné lázně

**Koncentrace** solné lázně – čím je koncentrace solné lázně větší, tím solení probíhá rychleji. Při vyšších koncentracích může dojít k vytváření tvrdé krusty na povrchu sýra, a tím dojde ke zpomalení prosolování. K zabránění vytvoření této krusty se sýry první den solí v lázni, která má menší koncentraci NaCl a poté v lázni s vyšší koncentrací. Obecně platí, čím vyšší koncentrace solné lázně, tím vyšší jsou ztráty na váze a sušiny sýrů.

**Kyselost** solné lázně – s vyšší kyselostí solné lázně se zpomaluje rychlost solení sýrů. Díky výměně látek mezi sýrem a roztokem musí být při solení udržována rovnováha v difúzním spádu kyselin. Z tohoto důvodu vyjadřujeme kyselost solných lázní v pH. [16]

Čerstvé solné lázně mají vysokou bakteriocidnost, tzn. jsou prakticky sterilní a nevyskytují se zde MO. Při postupném solení se do lázně spolu se syrovátkou dostávají i různé mikroorganismy. Lze tedy říci, že čím straší solná lázeň a čím více úlomků sýra v lázni je, tím je

mikrobiálně více znečištěna. Z tohoto důvodu je nutné, aby se kromě teploty, koncentrace a kyselosti také sledovala mikrobiální čistota lázně. Solná lázeň se čistí úpravou kyselosti a filtrací. [17]

**Teplota** solné lázně – se zvyšující teplotou se zhoršuje proces solení díky narušení difúzního procesu. Sůl se nahromadí pod kůrou sýra, odebírá vodu ze středu sýra a tím omezí pronikání soli do sýra. Vznikne tak neprosolené jádro. V tomto jádře z důvodů nedostatku soli může dojít k nežádoucím mikrobiálním pochodům či nežádoucímu rozkladu bílkovin. To se projeví nahořklou či nasládlou chutí, houbovitou strukturou a tvrdou kůrou. Proto je důležité dodržovat optimální teplotní podmínky při solení. [16] Solná lázeň je ohřívána solenými sýry, proto se musí ve stanovených intervalech chladit.

## 2 TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY PAŘENÝCH SÝRŮ

Polotovar pro výrobu pařených sýrů se vyrábí stejně jako tvrdé, nízkodohříváné sýry. Tato výroba však končí vylisováním a prokysáním sýřeniny. Takto vyrobený polotovar se další den po výrobě krájí na hranoly, které se dále ve speciální řezačce krájí na kousky velké 2 – 3 cm. Dalším technologickým krokem je vlastní paření. Takto nakrájené kousky se poté dopravují do pařicího stroje. Tady pak padají do rotujícího perforovaného bubnu. Buben je ponořen do horké vody o teplotě 80 – 85 °C, sýr zvláční a změkne. Z pařicího bubnu sýr postupuje do hnětacího šneka, kde je mechanicky zpracováván do vláčné a plastické hmoty. Z pařicího stroje sýr odchází ke tvarování. Paření sýrů je možné provádět i ručně, ale vzhledem k vysokým teplotám, je to práce velmi obtížná.

Po napaření se sýr tvaruje buď ručně, nebo strojově a to podle požadovaného druhu sýra. Po vytvarování následuje solení. Lze ho provádět nasucho nebo ponořením sýra do solné lázně. Po solení následuje chlazení. Je možno tyto dvě operace spojit a to tím, že sýr se vkládá již do vychlazené solné lázně. Vytuhlé sýry se podle potřeby ukládají do solného nálevu nebo se po osušení balí k expedici, nebo je možno ještě dále udit. [42]

Tvarování Jadelu – napařená surovina se splétá do pletenců o hmotnosti 200 – 300 g. Po vychlazení, obvykle ale ne hned, se vkládají do plechovek, zalévají se solným roztokem a hermeticky se uzavírají. Pokud jsou uloženy takto zabalené sýry v chladu, mají trvanlivost 6 – 12 měsíců.

Podobným způsobem se vyrábí korbáčiky a parenica. Z předem napařené suroviny se vytahují pásy, nebo silné nitě, které se po vychlazení stáčejí či splétají do požadovaných tvarů a následně se solí. Tyto druhy se skladují při teplotách pod 10 °C, trvanlivost závisí podle toho, jak byly zabaleny. Uvádí se 5 – 10 dnů.

Stejným způsobem se vyrábí i pařené uzené sýry. Tyto sýry se po oschnutí udí ve studeném kouři a pak vakuově balí. Dříve se některé druhy sýrů udily proto, aby se prodloužila jejich trvanlivost. Dnes používané technologie na uzení sýrů prakticky jejich dobu trvanlivost neprodlužují. Důvod používání uzení je více méně ovlivnění jejich chuti a částečně i konzistence. Sýry se udí zásadně studeným kouřem v udících komorách, které jsou vybaveny samostatným vyvíječem kouře, umístěným mimo udící komoru. Teplota udícího kouře je maximálně 30 °C, aby nedošlo k roztékání sýra. Samotné uzení probíhá několik hodin a to podle velikosti kusu sýra. Při nízkých teplotách uzení se dehtové látky (fenolové látky) odlučují, již v přívodu kouře a na stěnách udící komory. Z toho plyne, že jejich skutečný

obsah v hotových sýrech je velmi malý. Pařené sýry např. Koliba, Liptov a další se udí po vysolení, oschnutí a několikadenní stabilizaci. Při stabilizaci dojde k rovnoměrnému rozložení soli do celé hmoty sýra. V některých případech se sýry místo uzení jen namáčejí do roztoku uzeného aromatu, tzv. tekutého kouře. [4, 5]



Obr. 8: Pařený sýr Jadel



Obr. 9: Pařený sýr Jadel



[11]

## 2.1 Jakost mléka používaného k výrobě pařených sýrů

Jakost mléka je určena především mikrobiálními, fyzikálními a hygienickými vlastnostmi.

Podle následného zpracování se na jakost mléka kladou různé požadavky. Tyto požadavky platí obecně pro mlékárenskou výrobu, ale na mléko pro výrobu sýrů jsou kladeny ještě požadavky další.

1. obsah jednotlivých součástí mléka (zejména kaseinu, tuk) musí být vysoký,
2. nesmí obsahovat látky, které nepříznivě ovlivňují vůni a chuť výrobků,
3. nesmí být mechanicky znečištěno (např. při a po nadojení),
4. musí být zdravotně nezávadné – musí pocházet ze zdravých dojnic. [6]

Podrobně jsou požadavky na jakost mléka definovány ČSN 57 0529 Syrové kravské mléko pro mlékárenské zpracování.

### 2.1.1 Požadavky na jakost mléka z hlediska výroby pařených sýrů

Tyto požadavky jsou totožné jako požadavky na jakost syrového kravského mléka pro mlékárenské zpracování, pouze jsou doplněné o tzv. syřitelnost, a dobrou prokysávací schopnost, tj. vlastnost mléka umožňující množení bakterií mléčného kysání a tím žádoucího zvyšování kyselosti. Tato vlastnost se určuje jogurtovým testem, kdy se u mléka na očkovaného jogurtovou kulturou a vytemperovaného na 37 °C zjišťuje růst kyselosti.

Syřitelnost je schopnost mléka srážet se syřidlem a tvořit sýřeninu požadovaných vlastností.

Při výrobě sýrů je nejdůležitější obsah bílkovin (kaseinu), protože na jeho obsahu a tučnosti mléka je závislá výtěžnost (je množství vyrobeného sýra ze 100 l mléka). Dále důležitou složkou mléka, která má vliv na výrobu sýrů, jsou rozpustné soli fosforečné a vápenaté. Tyto soli příznivě ovlivňují syřitelnost mléka a vlastnosti sýřeniny. Další aspekt je celkový

obsah vápníku. Ten má další význam pro vazbu kyseliny mléčné během technologického postupu.

Z hlediska bakteriální čistoty rozhoduje nejen počet mikroorganismů v mléce, ale především přítomnost určitých mikroorganismů. Čerstvě nadojené mléko nesmí obsahovat víc jak 50 000 mikroorganismů v 1 ml mléka. Nesmí obsahovat patogenní MO, hnilobné MO, bakterie máselného kvašení (sporotvorné) a plynotvorné ze skupiny *Coli-aerogenes*.

Požadavky na jakost mléka při výrobě sýrů nejsou však stejné pro všechny druhy sýrů. Nejvyšší požadavky na mikrobiální čistotu mléka mají sýry tvrdé, zvláště sýry ementálského typu, dále sýry plísňové, měkké a čerstvé. [6,7,8]

### **2.1.2 Požadavky na jakost mléka při výrobě sýra typu Jadel**

Mléko určené k výrobě sýra Jadel musí odpovídat I. jakostní třídě s dobrou a neporušenou kvasností a syřitelností o kyselosti max. 7,6 dle SH. Z hlediska mikrobiální jakosti musí odpovídat těmto parametrům:

Reduktázová zkouška – doba odbarvení musí být minimálně 120 minut

Kvasná zkouška – skup. Sr<sub>1</sub>, Sr<sub>2</sub>, Sr<sub>3</sub>, Pe<sub>1</sub>, Pe<sub>2</sub>, Kz<sub>1</sub>

Kvasnost je ovlivněna rozvojem technologicky žádoucích mikroorganismů, zejména bakterií mléčného kvašení.

V mléce se nesmí vyskytovat větší množství plynotvorných, peptonizačních a zejména sporotvorných mikroorganismů. Mléka na výrobu sýrů nesmí obsahovat žádné konzervační prostředky a inhibiční látky. [9,10]

Tab. 1: Stupnice jakosti mléka na základě kvasné zkoušky podle ČSN 57 0101 [16]

Označení	Jakost mléka	stupeň	Pravděpodobná charakteristika mikroflory
Sr 1	výborná	I.	Převážně bakterie mléčného kvašení
Sr 2	dobrá	II.	Velmi slabá infekce plynotvornými mikroorganismy
Sr 3	méně vhodná	III.	Větší kontaminace plynotvornými mikroby
Pe 1	dobrá	II.	Slabá kontaminace peptonizujícími mikroorganismy
Pe 2	méně vhodná	III.	Větší kontaminace peptonizujícími mikroorganismy
Pe 3	nevhodná	IV.	Silná kontaminace peptonizujícími mikroorganismy, hlavně proteolytickými
Kz 1	méně vhodná	III.	Slabá kontaminace peptonizujícími a plynotvornými mikroorganismy
Kz 2	nevhodná	IV.	Značná kontaminace peptonizujícími a plynotvornými mikroorganismy
Kz 3	závadná	V.	Velmi silná kontaminace peptonizujícími a plynotvornými mikroorganismy

## 2.2 Úprava mléka před sýřením

Úpravou mléka před sýřením se rozumí úprava složení mléka a úprava mikrobiálního života v mléce. Úprava složení se týká hlavně úpravy tučnosti mléka. [14]

Každý druh sýra má předepsaný obsah sušiny, tuku, resp. tuku v sušině. Z tohoto důvodu je nutné standardizovat obsah tuku v mléce v závislosti na obsahu kaseinu, aby bylo dosa-

ženo požadovaného tuku v sušině. Homogenizace mléka snižuje ztráty tuku do syrovátky a zvyšuje výtěžnost a také kvalitu sýrů. [8]

### 2.2.1 Ošetření mléka

Ošetření mléka před syřením zahrnuje:

#### 2.2.1.1 Pasterace

Jedná se o způsob tepelného ošetření mléka. Jde o tepelné ošetření mléka a mléčných výrobků zahřátím na teplotu nejméně 71,7°C po dobu nejméně 15 sekund nebo jinou kombinací času a teploty za účelem dosažení rovnocenného účinku. [33]

- *Dlouhodobá pasterace* – při této pasteraci se mléko zahřívá na teplotu 63 až 65°C po dobu 30 min. U tohoto typu záhřevu se mléko výrazně nemění. Kyselost mléka se nepatrně snižuje a ustávání smetany je mírně podpořeno. Při záhřevu dojde ke snížení počtu bakterií mléčného kvašení, a tím se prodlužuje jeho trvanlivost. Srážení mléka syřidlem je zpomaleno a sýřenina není tak pevná. Albumin a globulin se zčásti srážejí.
- *Krátkodobá šetrná pasterace* – při této pasteraci se mléko zahřívá na teplotu 71 až 74°C po dobu 20 až 30 sekund. Tyto teploty je nutné dodržet, aby došlo k usmrcení všech zdraví škodlivých mikroorganismů. Mléko je zahříváno v tenké vrstvě, v deskových pasterech, vybavených výdržníkem teploty. Jedná se o zařízení, ve kterém proudí mléko při pasterační teplotě stanovenou dobu.

U mléka šetrně pasterovaného nedochází k závadám chuti a vůně, k vyvstávání smetany téměř nedochází, mléčná bílkovina se sráží jen nepatrně.

*Vysoká pasterace mléka* – při vysoké pasteraci se mléko zahřívá na teplotu 85 až 95°C. Tato teplota je neúčinnější, protože ničí maximální podíl vegetativních forem mikroorganismů. Vlastnosti takto pasterovaného mléka jsou značně narušeny. Kyselost mléka se snižuje, albumin a globulin se jemně vysráží a sýřitelnost mléka je z části narušena. Vápenaté soli rozpustné přecházejí v nerozpustné. [5, 27]

V současné době se při průmyslové výrobě sýrů používá převážně šetrná pasterace.

### 2.2.1.2 Standardizace

- Úprava teploty před sýřením – vhodná sýřicí teplota směsi zajišťuje správný průběh syřidlového srážení, strukturu sýřeniny konzistenci i chuť a synerezi (tj. samovolné vylučování kapalně fáze z gelu ve formě kapek). Tato teplota se nejčastěji pohybuje okolo 31°C. Vysoká sýřicí teplota způsobí, že sýřenina je tuhá a na povrchu se rychle vytvoří pevná pokožka, která zabraňuje vylučování syrovátky. Zrno se obtížně slepuje a sýry se špatně formují. Naopak při nízké sýřicí teplotě je zrno měkké a musí se dlouho zpracovávat. Mléko je nutno upravit na standardní jakost i teplotu, aby bylo srážení, prokysání a zpracování sýřeniny ukončeno v každém výrobníku podle časového diagramu.

Do výrobníku sýrů přitéká mléko o požadované teplotě nebo s teplotou o něco nižší (asi o 1 až 2°C). Konečné teploty se dosáhne pomocí párou vyhřívaného mezipláště výrobníku. [22]

- Přídavek čistých mlékařských kultur (dále jen ČMK) – sýry jsou vyráběny z pasterovaného mléka, kde byly zničeny patogenní a technologicky škodlivé mikroorganismy, rovněž však většina technologicky užitečných mikroorganismů. Z toho důvodu se mléko musí naočkovat čistými sýrařskými kulturami. Mají nenahraditelnou funkci při výrobě sýrů, protože činností produkovaných enzymů mění složky mléka, usměrňují průběh zrání, a ovlivňují tak jejich organoleptické vlastnosti. Používané kultury musí být biologicky aktivní, nekontaminované jinými kulturami či mikroorganismy, musí být používány ve správném množství a v určité době, aby vyvolaly biochemické změny. [22]

Mezi hlavní sýrařské kultury patří bakterie rodů: *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*.

Mezi zástupce *Lactococcus* patří: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*

Mezi zástupce *Lactobacillus* patří: *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus fermenti*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*.

Mezi zástupce *Streptococcus* patří: *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*.

### 2.2.2 Úprava mléka před sýřením pro výrobu pařeného sýra typu Jadel

Mléko se pasteruje při teplotě 72 až 74°C po dobu 20 až 30 s. Po pasteraci se mléko buď přímo zchlazuje na teplotu sýřící a napouští se na výrobní zařízení k dalšímu zpracování nebo se vychlazuje na teplotu 8 až 10°C a napouští se do úchovných tanků, ve kterých se dále upravuje a probíhá přezrání mléka za přídavku smetanového zákvasu v dávce 0,05 až 0,1 % do druhého dne.

Tučnost mléka se upravuje na základě požadovaného obsahu tuku v sušině sýra a platné THN (dále jen techniko hospodářské normy) na 2,5 až 3 %.

Obsah tuku v mléce se upravuje přídavkem odtučněného mléka k mléku plnotučnému v takovém poměru, aby výsledná tučnost odpovídala normě jakosti sýra s ohledem na obsah bílkovin v mléce (spotřeba litrů mléka na 1 kg sýra) v průběhu roku a nemusela být přidávána smetana. Tučnost mléka se upravuje ve standardizačním tanku, výjimečně až ve výrobníku.

Syřitelnost pasterovaného mléka se upravuje přídavkem nasyceného roztoku  $\text{CaCl}_2$  v množství 20 až 30 ml na 100 l mléka nebo 10 až 15 g krystalického  $\text{CaCl}_2$  na 100 l mléka.

Kyselost mléka a průběh kysání zajišťuje přídavek ČMK do mléka při jeho napouštění na výrobní zařízení v množství 0,5 až 1 %, 15 až 20 min před sýřením. Těsně před sýřením se přidává kultura.

Předpokládaný průběh kysání se kontroluje reduktázovou zkouškou mléka před sýřením.

Smetanový zákvas musí být dokonale promíchán a přidává se do mléka za stálého míchání.

Ošetřené standardizované mléko se sýří při teplotě 30 až 33°C. [9]



Obr. 10: Výrobek sýřeniny



Obr. 11: Výrobek sýřeniny

## 2.3 Sýření mléka

Srážení mléčné bílkoviny v gelovou konzistenci může být vyvoláno těmito způsoby:

1. enzymy (sladké srážení)
2. solemi (tzv. vysolování)
3. kyselinami (kyselé srážení)
4. vysokou teplotou apod.

Při výrobě sýrů lze použít ke srážení mléčné bílkoviny – kaseinu – pouze kyselé a sladké srážení. Ostatní metody lze použít pouze v jiné výrobě nebo v laboratořích. [14]

Mléčná směs se zasýří dávkou syřidla, aby bylo dosaženo požadované tuhosti sýřeniny (gelu) za 30 – 45 minut.

Stanovená dávka syřidla se předem připraví rozmícháním v 5 – 10 l pitné vody. Tekuté syřidlo můžeme ředit těsně před sýřením, práškové pak 10 – 15 min předem. Sýření se provádí při míchacích otáčkách 8 – 10 za minutu. Míchání zasýřené směsi se provádí po dobu 4 minut, pak se otáčky sníží a provede se reverze na krájení a po půl minutě se chod harf zastaví. Uklidnění směsi takto nastane v nejkratší době. Rychlost srážení mléka sledujeme u každého výrobce, zejména však při použití nového syřidla, nebo barelu apod. abychom včas a operativně mohli upravit jeho dávkování při změně síly syřidla. Při změně síly syřidla věnujeme zvláštní pozornost označení syřidla a údaje o sýřící schopnosti. Dáváme pozor, aby nebylo zaměněno syřidlo a aby bylo uchováno v čistém a chladném prostředí mimo vlastní sýrárnu. Potřebnou denní dávku vždy připravíme před zahájením výroby. [13]

Po určité době se mléce začnou tvořit vločky. Začátek vločkování má být poločasem celkové doby srážení tzn. polovinu doby zbývající do vzniku optimálně tuhé sýřeniny. K zjištění optimální konzistence sýřeniny doposud neexistuje objektivní metoda. Z tohoto důvodu se počátek krájení určuje subjektivně a to rozlomením sýřeniny, která má mít na spodní části lasturovitou konzistenci, nemá se lepit na prsty a hrany lomu mají být ostré. Vznik lasturovitého lomu je znakem, že kohézní síly v sýřenině jsou dostatečné, že se sýřenina (gel) nebude při krájení rozbíjet a nebude vznikat sýrařský prach. [22]



### 2.3.1 Syřidlo

Původně se jako srážecí enzymy používala rostlinná syřidla ze šťáv některých rostlin. Jsou to například fíkovník, svízel moruše apod. V české republice se rostlinná syřidla pro výrobu sýrů nepoužívají, protože způsobují rychlou proteolýzu bílkovin, která je spojená s tvorbou netypických chutí. [22]

Klasická syřidla jsou enzymatické přípravky vyrobené ze žaludků sajících telat nebo jehňat, které dosud nepřijímají jinou potravu. Žaludek těchto mláďat, obsahuje ve slezi, enzymy chymosin a pepsin, které rozkládají v přijímaném mléce bílkoviny. Chymosin štěpí molekulu kaseinu na větší molekulu parakaseinu a na menší molekulu albumózy, která přechází do syrovátky. Současně se tvoří nové vazby aminových a karboxylových skupin. Tyto změny jsou složité a jejich výsledkem je změna elektrických nábojů. Molekuly parakaseinu se shlukují okolo kladně nabitých iontů vápníku a vytvářejí gel, čerstvou sýřeninu složenou z dispergované fáze, tj. sýřeniny a z dispergujícího prostředí, tj. syrovátky. Vliv syřidla na mléko závisí především na množství přidaného syřidla, na obsahu rozpustných solí v mléce a na teplotě a kyselosti mléka. [5]

Vyráběné syřidla:

Laktochym – je to syřidlo s převahou chymozinu, prodává se v tekutém stavu a má sýřící účinnost 1:5000 nebo 1:10000. Je to žluto - hnědá, čirá tekutina bez zákalu, kořeněné vůně s pH 4 až 6, s obsahem NaCl 18 až 22%, bez škodlivých mikroorganismů. Vyznačuje se malou proteolytickou aktivitou.

Syřidlo s převahou hovězího pepsinu (60 až 100%), se vyrábí z žaludků starších telat a z hovězích slezů. U nás se vyrábí převážně z vepřových žaludků pod obchodním názvem Laktosin – jedná se o syřidlo v prášku promísené s jedlou solí (účinnost je 1 : 100000) popřípadě se vyrábí v tekuté formě (účinnost je 1 : 10000 za přídavku kyseliny askorbové).

Pepsinová syřidla tvoří příliš tuhé těsto, ztráty tuku a bílkovin jsou větší než při použití chymosinového syřidla. Při zrání dochází k inaktivaci pepsinu a rozklad bílkovin se pak zpomaluje. Pepsin je citlivý na změnu pH (srážecí aktivita roste se snižujícím se pH) a koncentraci vápenatých iontů. Optimum srážení pepsinem je v kyslejších oblastech.

Mikrobiální syřidla se vyznačují rychlou proteolýzou sýřeniny. Tato syřidla se používají jako částečná náhrada za živočišná syřidla. K výrobě syřidla Mikrozym se používá *Bacil-*

*lus subtilis*. Vytváří měkčí sýřeninu a synereze probíhá zvolna, nedá se použít pro výrobu tvrdých sýrů. Při jeho použití se zvyšuje obsah tuku v syrovátce.

Síla syřidla – je vlastně jeho srážecí síla neboli srážecí mohutnost. Znamená to množství  $\text{cm}^3$  čerstvého mléka o kyselosti SH 7 a teplotě  $35^\circ\text{C}$ , které se srazí do pevného gelu za 40 minut pomocí  $1 \text{ cm}^3$  tekutého nebo 1 g práškového syřidla. [22]



Obr. 12: Vznikající sýřenina

### 2.3.2 Sýření mléka pro výrobu pařeného sýra typu Jadel

Při výrobě sladkých sýrů, jejichž sýřenina je určena k solení a tvarování, je přidáváno syřidlo. [23]

U každé výrobní šarže se před sýřením kontroluje mikrobiální čistota mléka. Standardizované a na určitou teplotu vytemperované mléko se sýří takovou dávkou syřidla, aby bylo dosaženo požadované tuhosti sýřeniny a čistým a ostrým lomem za 30 až 35 minut, přičemž poměr doby zasýření do počátku srážení a od počátku srážení do dosažení požadované tuhosti sýřeniny má být 1:1.

Syřidlo se přidává do mléka ve zředěné formě o síle cca 1:1 000. Odměrné množství tekutého syřidla o síle 1 : 5 000, 1: 10 000 nebo 1 : 46 000 až 50 000 nebo odvážené množství práškového syřidla o síle 1 : 50 000 nebo 1 : 100 000, nebo se zředí příslušnou dávkou

vlažné vody o teplotě 30 °C. Roztok práškového syřidla se musí připravovat nejméně 15 minut před použitím resp. syřením. Roztoky syřidel se připravují v nádobě jen tomu určené a dokonale sterilní. Zředěné syřidlo se přidává do mléka za stálého míchání a po dokonalém promíchání s mlékem po dobu cca 3 až 5 minut se pohyb mléka ve výrobniku zklidní zpětným pohybem míchacího zařízení. [9]

## 2.4 Zpracování sýřeniny

### 2.4.1 Obecné zásady

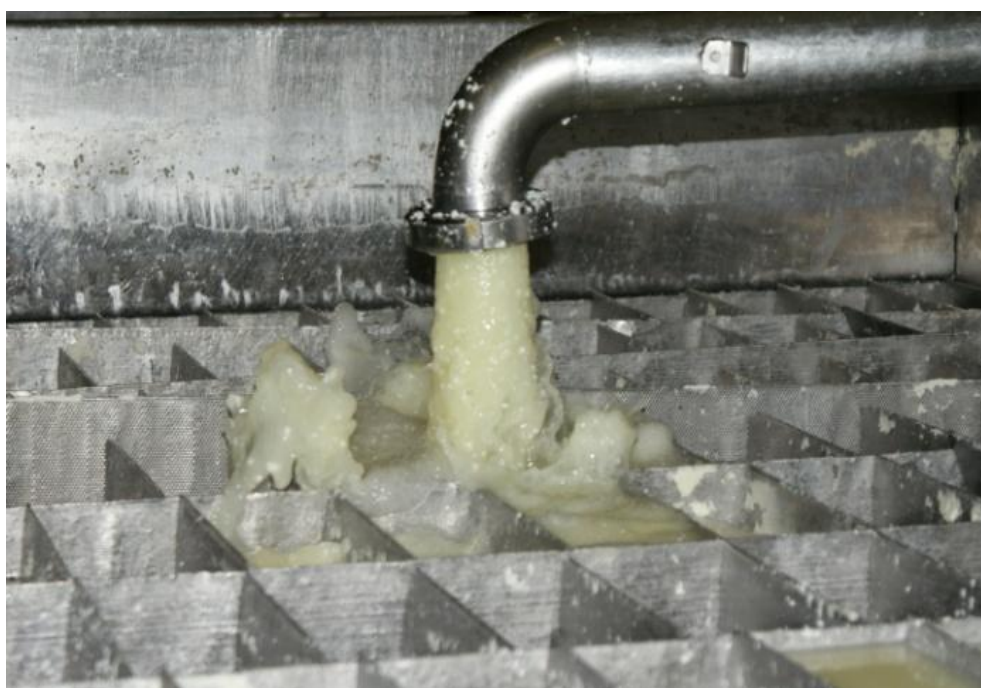
V sýřenině se vyskytuje voda a to ve třech formách.

- a) Volná voda (dutinová) – jedná se vlastně o syrovátku. Dutinová proto, že je uzavřená v dutinách zesíťovaného bílkovinného gelu. Odtud se snadno uvolňuje a to krájením sýřeniny. Pokud tato volná voda zůstane v sýrů, může způsobit vady sýra.
- b) Kapilární voda – opět ve formě syrovátky. Tato voda je uzavřena mezi částicemi kaseinu v jemných pórech. Kapilární vody je tím více, čím jemnější síťovina je vytvořena. Tato voda zůstává v zrně a ovlivňuje tak zrání sýrů i obsah vody v sýrech. Částečně lze odstranit synerezi při vytužování či vysoušení.
- c) Hydratační voda – zbytek vody. Je chemicky vázaná na parakasein. Množství je možno snížit záhřevem, kysáním a solením sýrů. [22]

Sýřenina se zpracovává krájením gelu a následným drobením až na zrno o velikosti cca 5 – 7 mm. Krájení probíhá ve výrobniku pomocí dvou velkých harf, které se otáčejí proti sobě planetovým pohybem tak, aby došlo k pokrájení celého obsahu. Krájení probíhá přibližně 10 až 15 minut. Po zastavení míchadel se odpustí asi 20 % syrovátky. Poté následuje drobení sýřeniny až po dosažení vhodné velikosti zrna. Dále se přidá prací voda (4 až 10 % z celkového množství mléka) o teplotě 15 - 35°C. Zrno se za stálého míchání dosouší v syrovátce s prací vodou při teplotě 15 až 35°C po dobu 20 až 45 minut. Zrno se vypouští se syrovátkou do lisovací vany, kde se lisuje, popřípadě nechá odkapat. Při výrobě pařeného sýra typu Jadel se sýřenina nechává odkapat a působením vlastní váhy je syrovátka vytlačována.



Obr. 13: Napouštění sýřeniny do lisovací vany



Obr. 14: Lisovací vana



Obr. 15: Odkapávání sýřeniny a vytváření jednotlivých bloků

#### 2.4.2 Základní operace při zpracování sýřeniny

Zpracování sýřeniny začíná **pokrájením** sýřeniny. Tato operace se provádí pomocí sýrařských harf. Ty jsou tvořeny pevným rámem, v němž jsou upevněny ocelové struny či tenké nože. Krájí se při pomalém pohybu harf, aby se neoddělovaly jemné částice tzv. sýrařský prach. Pokud je sýřenina příliš tuhá musí se krájet rychleji, ale vzniká při tom mnoho sýrařského prachu a tím se vlastně zvyšují ztráty. Pokud se vyrábí menší zrno, sýřenina je měkčí a krájí se pomaleji.

Další zmenšování rozkrájené sýřeniny je **drobení**. Provádí se opět pomocí harf při vyšší frekvenci otáčení. Opět je velmi důležité zvolit správnou frekvenci otáčení harf. Pokud se harfy otáčejí příliš rychle, zrno se tříští nebo třepí a vzniká tak již zmiňovaný sýrařský prach. Drobení musí být správně načasováno, protože pokud je opožděné, zrno má příliš tuhou pokožku. Stejná velikost neboli stejnosměrnost zrna je základní podmínkou pro konzistenci sýra. [22]

#### 2.5 Formování a tvarování

Prokysaná a odkapaná sýřenina se vyklepává z odkapávacích van, které jsou uzpůsobeny na to, aby se vyformoval blok o velikosti cca 60 x 30 cm (viz obr. 16). Tyto bloky jsou následně dopravovány k mlecímu zařízení (viz obr. 17). Zde jsou krájeny na menší pásy

tak, aby se vešly do otvoru mlecího (drtícího) zařízení. Mlecí zařízení dopravuje drť pomocí cca 3 metry dlouhého šneku (viz obr. 18) do pařícího zařízení (pařičky). V pařičce padá rozdrčené surovina do rotujícího perforovaného bubnu, který je z části ponořen do vody o teplotě 60 až 90°C. Teplota vody je udržována na stabilní hodnotě regulátorem teploty. Pro snížení ztrát produktu je možno přidat do vody asi 5 % NaCl, nebo místo vody použít syrovátku. Po průchodu pařícím bubnem přechází hmota do hnětacích šneků a je vytlačována ven na manipulační stůl, kde je ručně zpracovávána, splétána zaměstnanci na jednotlivé pletýnky. Tyto pletence se ihned vkládají do studené vody, kde tuhnou. Zde se nechávají cca 10 až 15 minut. Poté jsou odváženy zaměstnanci do solící místnosti.



Obr. 16: Jednotlivé bloky odkapané sýřeniny



Obr. 17: Mletí jednotlivých bloků



Obr. 18: Šnek dopravující rozdrcenou, odkapanou syrovátku do pařícího zařízení



Obr. 19 : Hmota vystupující z pařícího zařízení



Obr. 20: Ruční formování (splétání) Jadelu



## 2.6 Solení

### Solení sýrů typu Jadel:

Vyrobené sýry se vkládají do solné lázně o teplotě 15 – 21°C, koncentraci soli 16 – 21 °Bé (u sýrů na uzení 15 – 18°Bé), kde se nasolují do příštího dne. Odkapané sýry se vkládají do PE-sáčků a vakuují na balicím stroji. Uzené sýry se před vložením do PE-sáčků nejdříve udí, některé sýry se koření. Sýry v plechovkách se po vychlazení obalují nasucho v soli, poté se vkládají do chladírny. Uvolněná syrovátka se slije a obsah plechovek se upraví na hmotnost 9,2 kg a sýry se zalijí solným roztokem o koncentraci 16 – 21°Bé. Naplněné plechovky se uzavírají.

### 2.6.1 Účinky soli

- Dává sýru základní chuť, zlepšuje stravitelnost,
- zpevňuje povrch,
- reguluje odtok syrovátky osmózou či difúzí = ovlivňuje obsah kyselin a vody v sýru,
- umožňuje částečné rozpouštění kaseinu, čímž vytváří konzistenci a strukturu syrového těsta,
- ovlivňuje aktivitu mikroorganismů,
- brzdí rozvoj škodlivé mikroflóry. [22]

### 2.6.2 Fyzikálně chemické pochody při solení

Základním jevem je difúze, což je samovolné pronikání částic jedné látky mezi částice druhé látky téhož skupenství, pokud je uvedeme do vzájemného styku. Všechny látky mají tendenci přecházet z prostředí se svou vyšší koncentrací do prostředí s nižší koncentrací. [24, 34]

Při difúzi sůl a ostatní rozpuštěné látky pronikají do sýra pokožkou a uvnitř proudí kanálky mezi slepenými zrny.

Koncentrační spád (gradient) je rozdíl mezi koncentracemi obou složek. Tj. rozdíl mezi koncentrací soli v solné lázni a soli ve vodné fázi sýra. [25]

Koncentrační spád bývá největší na začátku solení. Dochází k difuzi soli do sýra a současné uvolňování syrovátky. Ze sýra syrovátka s sebou unáší zbytek laktosy, kyselinu mléč-

nou, kyselinu fosforečnou, rozpustné bílkoviny a jejich deriváty. Příliš velký úbytek těchto látek je však na škodu. Proto je nutné, aby difúzní spád byl v poměru 1:1, aby kyseliny difundovaly oběma směry. Při solení se nepatrně zvyšuje obsah sušiny v sýru a dochází k úbytku hmotnosti. V solné lázni přibývají organické látky a ubývá sůl.

Dalším fyzikálním jevem při solení je osmóza, což je charakterizováno tokem rozpouštědla ze zředěnějšího roztoku do koncentrovanějšího, k němuž dochází, jsou-li oba roztoky odděleny polopropustnou membránou, dovolující průchod pouze molekulám rozpouštědla, nikoliv však disperzním částicím. [26]

Na základě rozdílných osmotických tlaků uvnitř a vně zrna přechází část vody ze zrna do roztoku slané syrovátky a difúzí je pak odváděna.



Obr. 21: Solné lázně



Obr. 22: Jadel v solné lázni

Sůl prostupuje od povrchu těsta sýra dovnitř.

Díky solení se mění kalcium parakasein na natrium parakasein, který je schopný vázat na sebe vodu a bobtnat. Projeví se to rozrušením povrchové membrány na sýrových zrnech, takže zrnitá struktura se mění na pružnou a vláčnou, dobře stravitelnou hmotu. Později probíhají osmoticko – difúzní procesy, do zrn pronikají enzymy a NaCl, nastávají změny bílkovin. [22]

### 2.6.3 Činitelé ovlivňující solení

- Doba solení – prodlužuje se s růstem hmotnosti výrobku, obsahu sušiny a tuku v sýru,
- koncentrace solné lázně – obvykle se vyjadřuje pomocí hustoty udávané ve °Bé (Bomé), které se u čerstvě připravených solných lázní rovnají přibližně koncentraci soli v %,
- teplota solné lázně – ovlivňuje obsah soli a sušiny sýra, jeho fyzikálně chemické vlastnosti a biochemické pochody. Při vyšších teplotách se narušuje difúze, sůl se usazuje pod kůrou sýra a odebírá vodu ze středu sýra. Z toho lze usoudit, že vnitřek sýra zůstává neprosolen, tudíž může dojít k mikrobiální kontaminaci sýra,

- kyselost solné lázně – obecně platí, že pH solné lázně a sýrů má být stejné, povolená odchylka je pH 0,2. Kyselá reakce solné lázně brzdí rozvoj nežádoucích mikroorganismů. Pokud je solná lázeň málo kyselá, sýry se odkyselují (nejvíce na povrchu), tudíž dojde k zpomalení prostupu soli do sýra a výsledkem je nedosolený sýr. Na druhou stranu pokud je solná lázeň příliš kyselá, povrch sýra bobtná a měkne díky vzniku acidparakaseinu. Sůl rychle pronikne do těsta a vytěsni syrovátku. Dojde k přesolení sýrů. Kyselost se upravuje přidávkem kyseliny mléčné, kyseliny fosforečné, nebo prokysané syrovátky,
- cirkulace solné lázně – pokud je solná lázeň během solení v klidu, klesá její koncentrace v nejbližším okolí sýrů. Proto je vhodné, aby byl roztok v pohybu pomocí čerpadla nebo promíchávání stlačeným vzduchem. [22, 27,40]

## 2.7 Uzení

Díky uzení sýry získávají svou typickou chuť, barvu, vůni a částečně konzistenci.

Udící kouř je směs kapalných, pevných a plynných látek.

- kapalně látky,
- pevné látky – popel, pryskyřice, saze a dehet,
- plynné látky – dusík, kyslík, oxid uhelnatý, oxid uhličitý.

Podle použitého dřeva a použité teploty lze v kouři nalézt ještě tyto látky:

- alkoholy (metanol, propanol, etanol aj.)
- karbonylové sloučeniny (aldehydy – formaldehyd, propanal, furfural aj., ketony - aceton, biacetyl, butanon aj.)
- karboxylové kyseliny (octová, mravenčí, máselná aj.)
- fenoly (kresol, pyrokatechin, syringol, pyrogalol, tymol aj.)
- terpenické uhlovodíky (pineny, borneol, mentol, eukalyptol aj.)
- aromatické uhlovodíky (toluen, stilben, dimetylbifenyl, methyl – naftalen aj.)

- heterocyklické uhlovodíky
- estery
- ethery aj.

Fenoly jsou nevýznamnější, protože mají antimikrobní účinky a působí antioxidantně. Tvoří typické aroma výrobku, a proto podle nich posuzujeme stupeň vyuzení.

Tmavě hnědou barvu výrobku způsobuje reakce některých složek kouře, především karbo-nylů, s bílkovinami za vzniku tmavých pigmentů melanoidů.

Na uzení se používá především dřevo tvrdé a to zejména bukové, dubové, osikové apod., dále však dřevo aromatické švestkové či třešňové.

#### **Způsoby uzení:**

- **studený kouř** – dodává pouze chemické složky, teplota je 18 – 23°C
- **teplý kouř** – 60 °C
- **horký kouř** – 80 – 90 °C [8]

Sýry se udí pouze studeným kouřem. Teplota kouře by neměla přesáhnout 30 °C, jinak by došlo k roztékání sýra. Doba uzení je závislá na velikosti sýra a stupni prouzení.

## **2.8 Balení**

Výrobky se balí do zdravotně nezávadných obalů. Některé sýry jsou zalévány solným nálevem a následně uzavírány do plechovek (např. sýr Istanbul, Jadel), jiné jsou zase na balícím zařízení vakuově baleny a uváděny do oběhu (např. korbáčiky, Jadel, mozzarella aj).

#### Sýr se označí:

- názvem druhu
- názvem podskupiny
- obsahem tuku nebo tuku v sušině
- obsahem sušiny
- použitou ochucující složkou [33]

## 2.9 Skladování a expedice

Výrobky se skladují v čistých, dobře větratelných chladírnách při teplotě 1 – 6°C.

Doprava je zajišťována speciálními vozidly v uzavřeném chladícím prostoru tak, aby teplota výrobku během přepravy nepřesáhla stanovený teplotní limit (4 – 8°C) o více než 2°C.

## 2.10 Jakostní požadavky na pařený sýr Jadel 37% t. v. s

### A. Smyslové požadavky:

Obal: čistý, bez závad, správně označený, nepoškozený

Barva: krémově bílá, světle hnědá až oranžová, na řezu krémová

Konzistence: tuhá, hladká, s vláknitou strukturou, na řezu celistvá s ojedinělými trhlinkami

Chuť a vůně: mléčná, čistě nakyslá, u ochucených variant po použitých surovinách, slaná. U sýrů v nálevu bez patrné změny.

### B. Fyzikálně – chemické požadavky na sýr Jadel:

Obsah sušiny min: 54 % hm.

Obsah t. v. s. min: 37 % hm

Obsah NaCl min: vakuovaný sýr: 4 – 7 %

hmotnost sýra v nálevu 9 kg: ± 8 – 10 % hm.

hmotnost sýra v nálevu 0,75 kg: ± 5 – 7 % hm.

hmotnost uzeného sýra: ± 3 – 5 % hm.

### C. Mikrobiologické požadavky:

Výrobek nesmí obsahovat patogenní, podmíněně patogenní ani toxikogenní mikroorganismy. Zkouší se dle nařízení komise (ES) č. 2073/2005, příloha I. kapitola 1., bod 1.2

## **2.11 Legislativní požadavky na jakost pařeného sýra Jadel s obsahem 37 % t.v. s.**

Výrobky musí odpovídat požadavkům zákona č. 110/1997 Sb. O potravinách a tabákových výrobcích v platném znění pozdějších předpisů.

Vyhlášece Mze č. 113/2005 o způsobu označování potravin a tabákových výrobků, vyhlášece č. 77/2003 Sb. ve znění vyhlášky 124/2004 Sb. a vyhlášky č. 78/2005 Sb. pro mléko a mléčné výrobky v platném znění pozdějších předpisů.

### **3 POPIS TECHNOLOGICKÉHO ZAŘÍZENÍ NA PAŘENÍ SÝRŮ A PROCES PAŘENÍ**

#### **3.1 Technologické zařízení**

##### **3.1.1 Výrobník sýřeniny**

Jedná se o dvouplášťový výrobník s možností ohřevu v meziplášti, v němž je umístěno planetové míchadlo (harfy), které vykonává krouživý pohyb potřebný k pokrájení a míchání vznikající sýřeniny.

##### **3.1.2 Lisovací vana**

Je nerezová nádoba s armaturou na vypouštění syrovátky. Uvnitř je umístěna sada perforovaných tvořítek ve tvaru cihly nebo bloku (kvádrů), pro snadnější odtok syrovátky.

##### **3.1.3 Struhadlo na sýřeninu**

Horizontálně položený rotující kotouč se sadou prolisovaných otvorů s břitem, který umožní nastrouhání sýřeniny do technologicky vhodné velikosti.

##### **3.1.4 Dopravní šnek do pařícího zařízení**

Pomalu rotující hřídel ve tvaru spirály, která při svém rotačním pohybu posouvá dávkované médium axiálním směrem. Aby nedocházelo k rotaci média okolo šneku, je hřídel umístěna ve vhodně tvarovaném žlabu se sadou podélných vodících drážek.

##### **3.1.5 Kotnínová pařící zařízení**

Zde je směs pařena v perforovaném rotujícím válci z části ponořeném v horké vodě, dále je prohnětávána a protlačována vyhřívaným prostorem pomocí šneku. Surovina se paří v kontaktu s vyhřívaným pláštěm a na výstupu z tohoto mechanismu je již napařená sýřenina protlačována výstupní tryskou vhodného průměru.

##### **3.1.6 Pracovní stůl**

Je nerezová deska, na jejíž podélné straně je umístěna vana se studenou pitnou vodou pro rychlé ztužení sýřeniny po vytvarování finálního tvaru.



### **3.1.7 Solná lázeň**

Plastová nádrž naplněná roztokem NaCl s upravenou kyselostí, s možností cirkulace a úpravy teploty.

### **3.1.8 Balící poloautomat**

Nasolený produkt se balí do spotřebitelského balení.

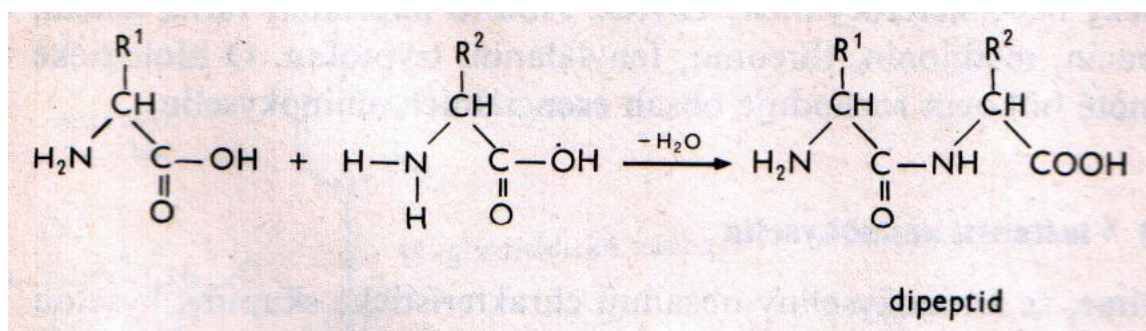
## 4 VLIV PAŘENÍ NA VLASTNOSTI SÝŘENINY

### 4.1 Vliv paření na změny bílkoviny

#### 4.1.1 Bílkoviny (proteiny)

Jedná se o polymery aminokyselin, které vznikly procesem proteosyntézy. Jejich molekula obsahuje více než 100 AMK (aminokyseliny) vzájemně spojených peptidovou vazbou. Mimo jiné struktura proteinů je tvořena disulfidovou vazbou (vazba mezi dvěma sírami), esterovými a amidovými vazbami (tyto vazby umožňují spojení serinu, treoninu, argininu nebo lysinu prostřednictvím kyseliny fosforečné). Proteiny v naší biosféře mají stejnou základní stavbu a liší se pouze pořadím převážně dvaceti kódovaných aminokyselin jako stavebních jednotek. [35]

Podle počtu vázaných aminokyselin postupně vzniká dipeptid, tripeptid až polypeptid. Reakce se nazývá kondenzace.



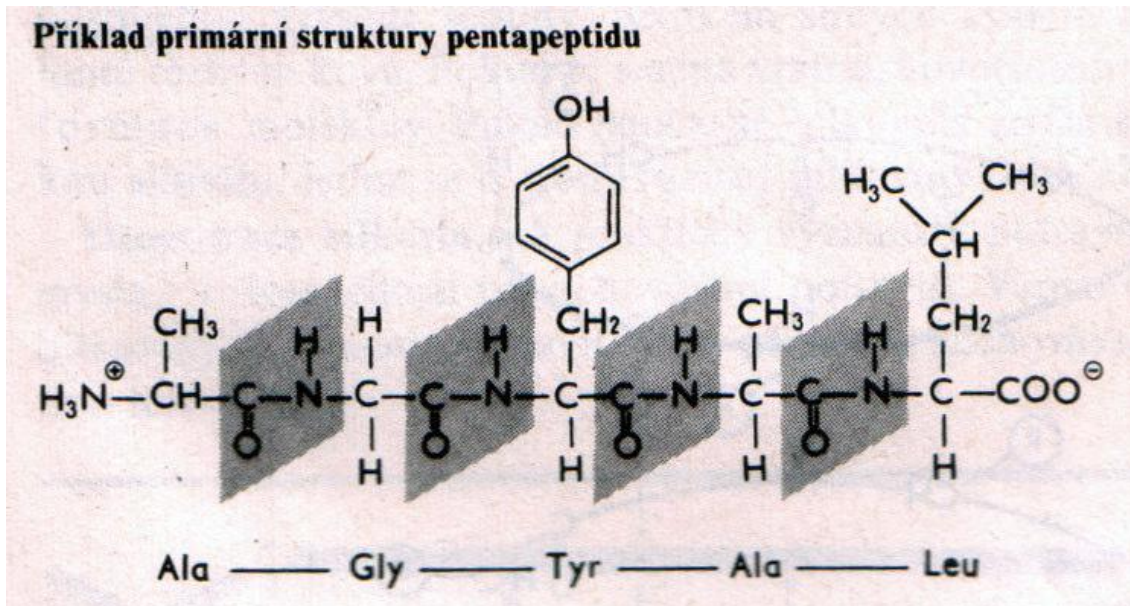
Obr. 23: Struktura peptidu

[36]

##### 4.1.1.1 Struktura bílkoviny

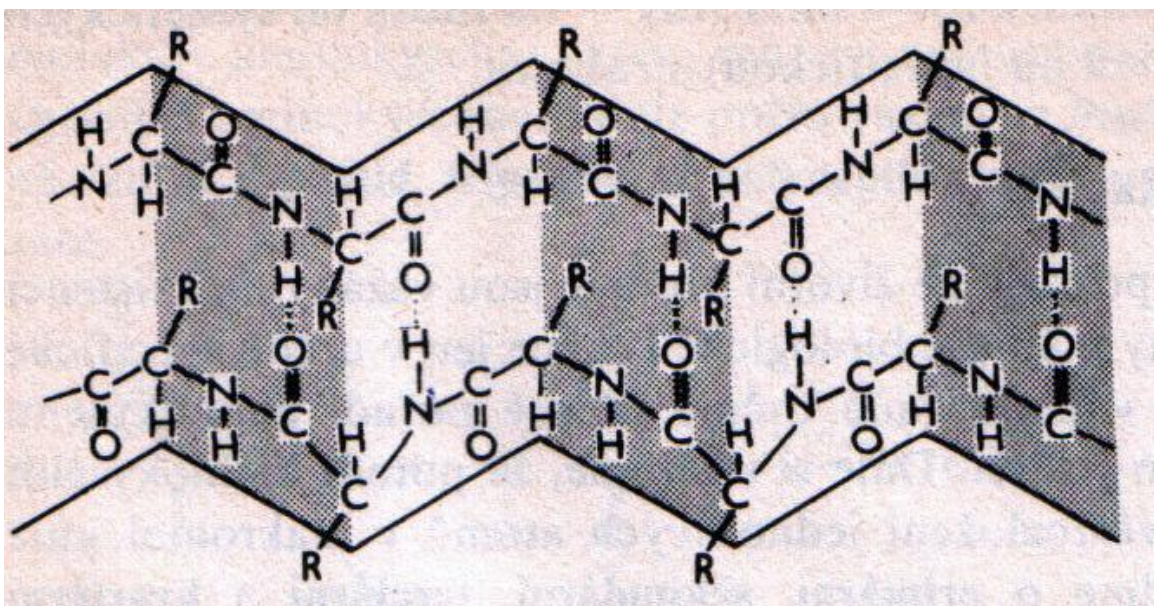
Struktura bílkovin je primární, sekundární, terciární a kvartérní.

- **Primární struktura** – popisuje počet a pořadí aminokyselinových zbytků v molekule proteinu, které jsou specificky kódovány pořadím nukleotidů v DNA a nemění se ani denaturací příslušného proteinu. Tato struktura podmiňuje vlastnosti bílkovin a jejich biologickou funkci.

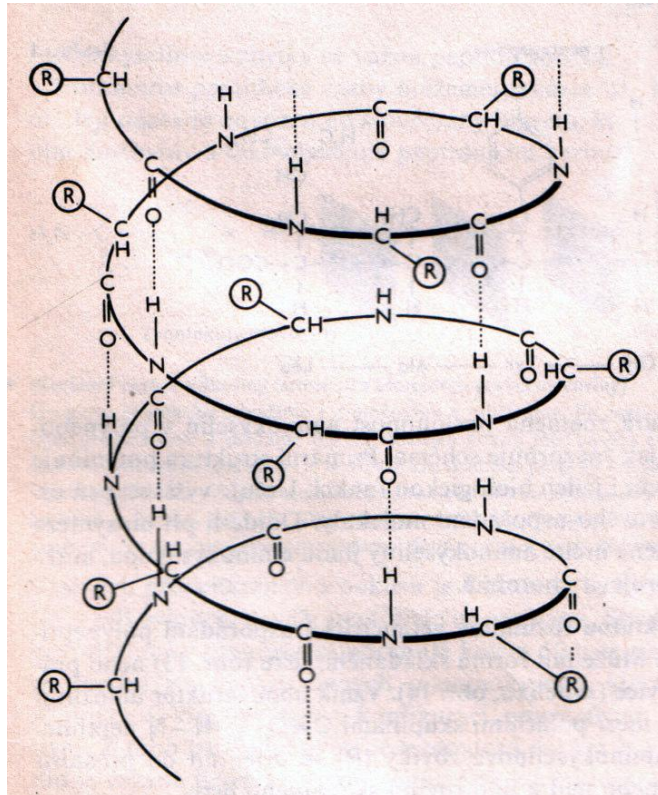


Obr.24: Primární struktura proteinu

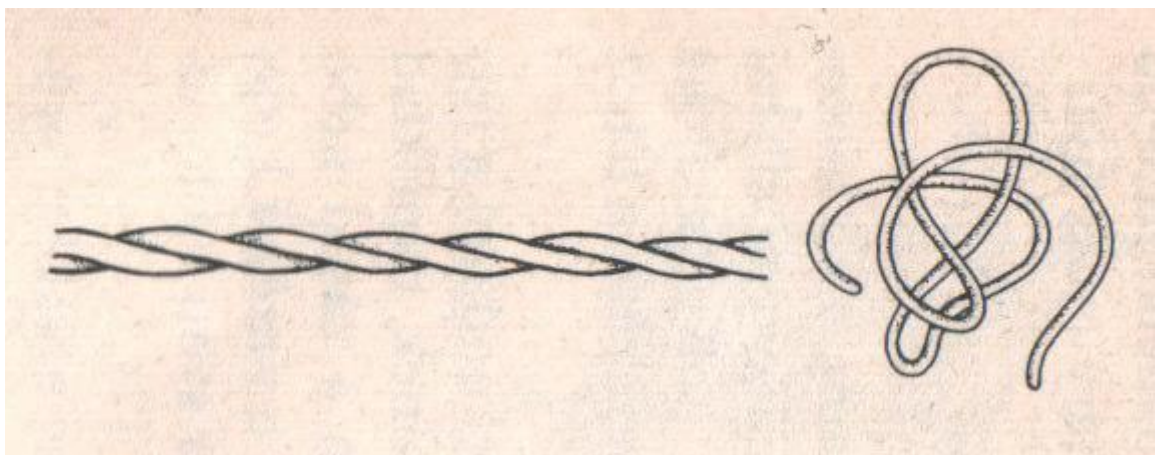
- **Sekundární struktura** – rozumíme prostorové uspořádání atomů v hlavním polypeptidovém řetězci. Sekundární strukturu lze rozdělit do dvou typů:
  - pravidelné** – helikální struktury,  $\beta$  – struktury (tzv. skládaný list nebo také  $\beta$  – hřeben)
  - nepravidelné** –  $\beta$  – ohyb (jedná se o strukturu, která mění směr hlavního řetězce o  $180^\circ$ )



Obr. 25: Sekundární struktura proteinu

Obr. 26: Sekundární struktura proteinu ( $\alpha$  – helix)

- **Terciární struktura** – je uspořádání  $\alpha$  – helixu nebo skládaného listu do konečného prostorového tvaru molekuly bílkoviny



Obr. 27: Terciární struktura

- **Kvarterní struktura** – tuto strukturu mohou tvořit jen některé molekuly proteinů. Jsou složené z několika globulárních podjednotek, tzv. protomerů. Kvarterní strukturou se tedy rozumí počet a prostorové uspořádání podjednotek v oligomerní molekule. [35, 36, 38]

#### 4.1.2 Denaturace bílkovin

Při procesu paření vlivem vysoké pařící teploty, která působí na sýr, dochází k denaturaci bílkovin.

Denaturace je podstatná změna prostorového uspořádání molekuly bílkoviny (vyjma primární struktury), při které dochází ke ztrátě biologických vlastností a funkcí. Denaturačně působí některá činidla (např. kyseliny, zásady, organická rozpouštědla aj.) ale i vyšší teplota (jedná se o tzv. tepelnou či teplotní denaturaci). Za určitých podmínek může být denaturace vratná a to po odstranění denaturačního vlivu. Biopolymer zpátky zaujme svou nativní konformaci. Většinou je však denaturace nevratná. [35, 37]

#### 4.1.3 Reologické vlastnosti

Při procesu paření dochází k určitým změnám struktury sýřeniny. Surovina se stává elastickou, pružnou a tažnou. Pokud je použita příliš vysoká pařící teplota, ze suroviny se stane blátivá hmota, kterou nelze tvarovat. Naopak pokud je použita příliš nízká pařící teplota, sýřenina není dostatečně propařena, tudíž nelze vytvarovat hotový výrobek. Málo propařená sýřenina je tuhá a při pokusu o vytvarování se trhá.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

### 5.1 Vzorky použité k chemickým analýzám

Vzorky, které byly použity k chemickým analýzám, byly odebrány ve firmě NET PLASY, spol. s.r.o. Bystřice pod Hostýnem. Chemické analýzy se uskutečnily přímo v mlékárně, v místní laboratoři. Následující den byly prováděny rozborů ve školní laboratoři. Byly použity vzorky ze šarže 9. 2. 2010, 24. 2. 2010, 3. 3. 2010, 10. 3. 2010.

Byly odebrány celkem čtyři vzorky z různých dnů výroby. Pokaždé byla odebrána odkaпанá sýřenina a napařená sýřenina. Pokud mlékárna vyráběla v tentýž den více šarží v různém časovém odstupu, byly odebrány vzorky z jednotlivých šarží. Například mlékárna zahájila výrobu v 6 hodin ráno a další v 10 hodin dopoledne, vzorky byly odebrány v tyto doby a chemické analýzy byly provedeny až po odebrání posledního vzorku. Chemické analýzy byly prováděny až po 10 hodině dopolední. Z toho lze usoudit, vzorky z ranních hodin měly odlišné vlastnosti než vzorky z dopoledních hodin (především kyselost). Po stanovení chemických analýz byly vzorky převezeny, v chladicím boxu, do školních laboratoří, kde byly uchovány v chladničce do druhého dne. Druhý den se opět prováděly chemické analýzy.

Paření suroviny je náročný technologický proces, který probíhá za určitých technologických podmínek. Volba technologie paření tj. teplota pařicí lázně, doba paření, je závislá na celé řadě faktorů, mezi nejdůležitější resp. rozhodující patří kyselost suroviny tj. hodnota pH, resp. kyselost udávaná v SH, dále obsah tuku v surovině, obsah bílkovin apod. Cílem práce bylo zjistit vztah mezi kyselostí suroviny a volbou vhodné pařicí teploty. Z těchto důvodů byly odebírány vzorky v průběhu technologického procesu tak, jak je uvedeno výše, resp. surovina byla záměrně prokysána na odlišné hodnoty kyselosti a následně testována technologicky vhodná (ještě použitelná) pařicí teplota. Mimo základních chemických hodnot byly sledovány změny (degradace, proteolýza) kaseinového komplexu pomocí gelové permeační chromatografie.

## 5.2 Pomůcky a chemikálie

### 5.2.1 Chemikálie použité k chemickým analýzám

#### 5.2.1.1 Stanovení obsahu tuku

- kyselina sírová (měrná hmotnost je  $1,500 \text{ g/cm}^3$ ),
- amylalkohol,

#### 5.2.1.2 Stanovení obsahu sušiny

- mořský písek

#### 5.2.1.3 Stanovení titrační kyselosti

- roztok hydroxidu sodného o koncentraci  $0,25 \text{ mol/l}$ ,
- 2% roztok fenolftaleinu,
- destilovaná voda.

#### 5.2.1.4 Stanovení chloridu sodného

- destilovaná voda
- roztok dusičnanu stříbrného
- roztok chromanu draselného  $0,1 \text{ mol/l}$

### 5.2.2 Pomůcky použité k chemickým analýzám

#### 5.2.2.1 Stanovení obsahu tuku

- butyrometr podle ČSN 704436 pro příslušný vzorek,
- vodní lázeň s horkou vodou,
- odstředivka  $110 \text{ ot./min}$ ,



- celofán.

#### **5.2.2.2 Stanovení obsahu sušiny**

- analyzátor vlhkosti,
- hliníkové tácky,
- hliníkové misky,
- tyčinky,
- písek,
- předvážky,
- analytické váhy Mettler,
- sušárna KC 65.

#### **5.2.2.3 Stanovení aktivní kyselosti**

- vpichový pH metr

#### **5.2.2.4 Stanovení titrační kyselosti**

- analytická váha,
- třecí miska,
- byreta,
- stojan,
- Erlenmyerova baňka – 250 ml,
- struhadlo,

- navažovací lodička.

#### 5.2.2.5 Stanovení chloridu sodného

- struhadlo
- navažovací kelímek
- třecí miska
- Erlenmayerova baňka – 250 ml
- odměrný válec – 100 ml
- stojan

### 5.3 Pracovní postupy a metodiky použité při chemických analýzách

#### 5.3.1 Stanovení obsahu tuku

Jedná se o acidobutyrometrickou metodu. Stanoveno podle normy ČSN EN ISO 1735 sýry a tavené sýrové výrobky. [29]

#### **Princip:**

Kyselinou sírovou, která za tepla rozpustí netukové látky sýra, se uvolní tuk, jehož množství se stanoví změřením jeho objemu v butyrometru (odečte se na stupnici butyrometru).

#### **Pracovní postup:**

Na čtvereček celofánu se naváží cca 3g vzorku s přesností 0,1g a vloží se do butyrometru. Do cca 2/3 tělíčka butyrometru se přidá kyselina sírová a vzorek se řádně protřepe. Následně se vzorek vloží do vodní lázně o teplotě 70 – 80°C. neustále je protřepáván, dokud se netukové složky nerozpustí. Po jejich rozpuštění se do butyrometru přidá 1 ml amylalkoholu a doplní se kyselinou sírovou po rysku. Opět se nechá ve vodní lázni a po pár minutách se vloží do odstředivky cca na 5 min.

Vyjádření výsledku:

Výsledek se po odstředování odečítá přímo ze stupnice na stonku butyrometru. Výsledek se udává v procentech. Odečítá se s přesností na 0,25 %.

**5.3.2 Stanovení obsahu sušiny**

Obsah sušiny nebo vody je základní charakteristickou hodnotou. Podle ČSN EN ISO 5534 sýry a tavené sýrové výrobky. [29]

pro výrobky určuje buď nejnižší hodnotu obsahu sušiny, nebo nejvyšší hodnotu obsahu vody. Mezi obsahem vody ( $p_v$ ) a sušiny ( $p_s$ ) platí vztah.

$$p_s = 100 - p_v$$

Obvykle se uvádí ta složka, která má nižší hodnotu. Výjimky tvoří sýry, u kterých se udává vždy sušina.

Podle zvoleného postupu a pracovního principu můžeme metody rozdělit do několika skupin:

1. Metody, kdy se navážka vzorku vysouší při konstantní teplotě v sušárně. Úbytek hmotnosti se zjišťuje vážením,
2. metody, kdy se vzorek vysouší vyšší teplotou (zdroje: kahan, vařič, lampy, apod.). Úbytek hmotnosti se zjišťuje vážením. Tato metoda je méně přesná než výše uvedená,
3. nepřímé metody, které určují obsah sušiny z jiných stanovených fyzikálně chemických hodnot, které korespondují s obsahem sušiny. Jsou to například výpočtové metody pro stanovení obsahu sušiny nebo tukuprosté sušiny v mléce, metody založené na měření refrakce, dielektrických vlastností apod.,
4. jiné metody např. titrační stanovení obsahu vody, destilační metody s xylenem apod.

**Princip:**

Sušina se stanoví vázkově po dokonalém odpaření vody (do konstantního úbytku hmotnosti) s pomocí nasávacího materiálu (mořský písek), nebo technickou metodou pomocí analyzátoru vlhkosti Mettler Toledo.

**Pracovní postup:***Vážková metoda*

Navází se cca 5 g vzorku s přesností na 0,0002 g do předem zvážené sterilní váženky se sterilním mořským pískem a míchací tyčinkou k usnadnění vysoušení. Vzorek ve váženke se vysouší v elektricky vytápěné sušárně při 130°C 60 min. Navážka se rozetře s pískem tak, aby vznikla plastická hmota. Po 60 min se váženka se vzorkem vyjme a vloží se do exikátoru a nechá se vychladnout. Poté se zváží a vyjádří se výsledek sušiny. Výsledek se vyjadřuje v procentech. Spolehlivost zkoušky je s přesností 0,2 %.

Vyjádření výsledku:

$$\% \text{ sušiny} = \frac{b \cdot 100}{a}$$

Kde  $a$  je navážka v gramech

$b$  je váha vzorku po vysušení v gramech

*Technická metoda*

Daný přístroj se nejprve kalibruje. Vzorek sýra se navází na hliníkovou misku, která je v přístroji. Navází se cca 1,100 g, poté se stiskne tlačítko START a nechá se v přístroji sušit při teplotě 130°C asi 5 minut. Na displeji se zobrazí sušina již v procentech.



Obr. 28: Analyzátor vlhkosti Mettler Toledo

### 5.3.3 Stanovení aktivní kyselosti (pH)

#### Princip:

Aktivní kyselost je dána skutečnou koncentrací vodíkových iontů  $H^+$  (oxoniových kationtů vzniklých vazbou  $H^+$  na vodu) a vyjadřuje se v hodnotách pH.

$$pH = - \log c_{H^+}$$

$$pH = - \log c_{H_3O^+}$$

Mléčné výrobky vykazují kyselou reakci, jejich pH  $\leq$  7.

Aktivní kyselost mléčných výrobků se zjišťuje buď přímo ve vzorku, nebo v jejich vodném výluhu, popřípadě plazmatu.

- a) Metodami kolorimetrickými
- b) Metodami potenciometrickými

#### Příprava vzorku pro měření pH:

1. Připraví se vodný výluh z navážky 10 g vzorku tak, že se roztírá v třecí misce s 30 ml vody. Vodu přidáváme postupně.
2. Dnes již lze měřit hodnotu pH přímo ve vzorku tzv. vpichovou elektrodou.

#### Pracovní postup:

pH analyzovaného vzorku se měří při teplotě 20°C kalibrovaným pH – metrem. [28]



Obr. 29: Vpichový pH - metr

#### 5.3.4 Stanovení titrační kyselosti podle Soxhleta – Henkela (SH)

##### **Princip:**

Kyselosti sýra se rozumí počet ml 0,25 N hydroxidu sodného, potřebného k neutralizaci 100 g sýra.

##### **Pracovní postup:**

Naváží se s přesností na 0,01 g asi 10 g upraveného vzorku do porcelánové třecí misky. Po přidavku 1 ml 2 % etanolového roztoku fenolftaleinu se po malých dávkách přidává odměrný roztok NaOH o koncentraci 0,25 mol/l a současně se obsah třecí misky roztírá tloučkem, až se dosáhne růžového zbarvení, které vydrží nejméně jednu minutu.

Při roztírání vzorku je nutno dbát, aby se nevytvořily vývalky na ohybu tloučku a aby se obsah třecí misky nedostal na její okraje, kde by se těžko neutralizoval.

##### Vyjádření výsledku a výpočet

Výsledek se vyjadřuje ve stupních Soxhelt – Henkelových (°SH).

$$SH = \frac{V_{NaOH} \cdot f_{NaOH} \cdot 100}{m_n}$$

kde  $m_n$  je hmotnostní navážka vzorku v gramech

$V_{NaOH}$  je spotřeba odměrného roztoku NaOH o koncentraci 0,25 mol/l

$f_{NaOH}$  je korekční součinitel odměrného roztoku NaOH

[19, 20]

### 5.3.5 Stanovení chloridu sodného ve finálním výrobku

#### **Princip:**

Jedná se o Mohrovu metodu.

Veškerý chlorid obsažený v sýru se převede do vodného výluhu a stanoví se v něm titrací 0,1 N roztokem dusičnanem stříbrným.

#### **Pracovní postup:**

Vzorek se získá jemným nastroháním a navážením 5 g do kelímku s přesností 0,05 g. Poté se přesype do třecí misky a promíchá se, se 100 ml destilované vody. Přelije se do Erlenmayerovy baňky a nechá se 3 hodiny macerovat.

Následuje titrace roztokem 0,1 mol/l dusičnanu stříbrného. Po přidání 2 ml roztoku chromanu draselného (5g/100ml) do oranžového zbarvení, které vydrží cca 30 vteřin.

#### Vyjádření výsledku a výpočet:

$$\% NaCl = \frac{5,84 \cdot b}{50}$$

Kde:

$b$  je spotřeba dusičnanu stříbrného

### 5.3.6 Studium kaseinu pomocí gelové permeační chromatografie

Molární hmotnost a distribuce molárních hmotností byly stanoveny metodou gelové permeační chromatografie (GPC) na přístroji PLGPC-50 (*Polymer Laboratories, Church Stretton, Velká Británie*) vybaveném refraktometrickým a viskozitním detektorem. Byly použity kolony TSK GMPWXL (*Tosoh Bioscience, Stuttgart, Německo*) a Ultrahydrogel 250 (*Waters, Milfort MA*) spojené do série a měření bylo provedeno za 30°C při průtokové rychlosti 0,8 ml/min. Jako mobilní fáze byl použit vodný roztok 0,1M-NaNO<sub>3</sub>, 0,2 % NaN<sub>3</sub> a 15% acetonitrilu. Kolona byla kalibrována pomocí polysacharidových pullulanových standardů (*Polymer Laboratories, Church Stretton, Velká Británie*) s molárními hmotnostmi v rozsahu 667 - 788 000 g/mol. Objem nástřikové smyčky byl vždy 100 µl a všechna měření byla provedena dvakrát z důvodu potvrzení reprodukovatelnosti.

#### 5.3.6.1 Příprava vzorků

Dokonale rozetřený vzorek kaseinu (cca 0,1g, roztírán po dobu 5 minut) byl rozpouštěn v 5 ml 1M octanu sodného za stálého míchání a zahřívání na vodní lázni. Po částečném rozpouštění kaseinu vznikl slabě opaleskující roztok, který byl po vychladnutí zfiltrován. Filtrát byl doplněn v 50 ml odměrné baňce destilovanou vodou. Před měřením byly vzorky zfiltrovány přes filtr chromafil (0,45 µm).

#### Vyhodnocení dat:

Ke zpracování naměřených dat byl použit Cirrus GPC, Multi Detector Software (*Polymer Laboratories*). Všechny středy molárních hmotností byly určeny pomocí univerzální kalibrace. [43]



## 6 VÝSLEDKY A DISKUZE

Byly odebrány jednotlivé vzorky (sýřenina, napařená surovina, hotový nasolený výrobek) v mlékárně v Bystřici pod Hostýnem a v tentýž den udělány chemické analýzy. Následující den byly jednotlivé vzorky převezeny do školních laboratoří a opět se provedly chemické analýzy a napařena sýřenina.

### 6.1 Stanovení obsahu tuku

*Identifikace vzorků:*

Vzorek		
1 - vyroben 9. 2. 2010	1A - sýřenina	1A/a - sýřenina vyrobená v době zahájení výroby v 6 <sup>00</sup> hod
		1A/b - sýřenina vyrobená v 10 <sup>00</sup> hod
	1B - napařená sýřenina	1B/a - napařená sýřenina vyrobená v 6 <sup>00</sup> hod
		1B/b - napařená sýřenina vyrobená v 10 <sup>00</sup> hod
2 - vyroben 24. 2. 2010	2A – sýřenina	
	2B – napařená sýřenina	
3 - vyroben 3. 3. 2010	3A – sýřenina	3A/a - sýřenina vyrobená v době zahájení výroby v 6 <sup>00</sup> hod
		3A/b - sýřenina vyrobená v 10 <sup>00</sup> hod
	3B – napařená sýřenina	3B/a - napařená sýřenina vyrobená v 6 <sup>00</sup> hod
		3B/b - napařená sýřenina vyrobená v 10 <sup>00</sup> hod
4 - vyroben 10. 3. 2010	4A - sýřenina	
	4B – napařená sýřenina	

Tab. 2: Obsah tuku v jednotlivých vzorcích

<b>Vzorek</b>			<b>Naměřené hodnoty v % hm.</b>	<b>Průměrná hodnota v % hm.</b>
<b>1</b>	1A	1A/a	21, 21,5, 21	<b>21,17</b>
		1B/b	22, 21,5, 21,5	<b>21,67</b>
	1B	1B/a	21, 21,5, 21	<b>21,17</b>
		1B/b	21,5, 21, 21	<b>21,17</b>
<b>2</b>	2A		22, 22, 21,5	<b>21,83</b>
	2B		21,5, 21,5, 21	<b>21,33</b>
<b>3</b>	3A	3A/a	22, 22, 22,5	<b>22,17</b>
		3A/b	22,5, 22,5, 22	<b>22,33</b>
	3B	3B/a	21,5, 22, 21,5	<b>21,67</b>
		3B/b	21,5, 22, 22	<b>21,83</b>
<b>4</b>	4A		21, 21, 21,5	<b>21,17</b>
	4B		20, 20, 20,5	<b>20,17</b>

Výsledky byly odečteny přímo ze stupnice butyrometru. Sýřenina měla vždy vyšší obsah tuku než napařená sýřenina. K poklesu tuku došlo při procesu paření z důvodů odloučení (vytavení) tuku ze suroviny.

## 6.2 Stanovení obsahu sušiny

Sušina byla stanovena vázkovou metodou. Jednotlivé hodnoty byly zaznamenány v tabulce.

Pozn:

Výsledná hodnota sušiny sýřeniny je velmi závislá na stupni odkapání (času odkapání) sýřeniny.

Příklad výpočtu sušiny ve vzorku:

$$\% \text{ sušiny} = \frac{b \cdot 100}{a}$$

a = hmotnost váženky se vzorkem – hmotnost váženky

$$a = 47,1998 - 41,4631 = 5,7367$$

b = hmotnost váženky s vysušeným vzorkem – hmotnost váženky

$$b = 44,2065 - 41,4631 = 2,7434$$

$$\% \text{ sušiny} = \frac{2,7434 \cdot 100}{5,7367} = 47,82 \%$$

Tab. 3: Obsah sušiny v jednotlivých vzorcích

Vzorek			Naměřené hodnoty v %	Průměr v %	
<b>1</b>	1A	1A/a	47, 82	<b>48, 39</b>	
			49, 04		
			48, 33		
		1B/b	41, 19		<b>43, 53</b>
			44, 33		
			45, 07		
	1B	1B/a	48, 62	<b>48, 62</b>	
			48, 36		
			48, 89		
		1B/b	44, 63		<b>44,9</b>
			45, 29		
			44, 78		
<b>2</b>	2A		42, 23	<b>42, 71</b>	
			43, 19		
	2B		43, 67		<b>43, 05</b>
			42,42		
<b>3</b>	3A	3A/a	41, 08	<b>41, 49</b>	
			41, 30		
			42, 09		
		3A/b	48, 86		<b>48, 39</b>
			48, 37		
			47, 93		
	3B	3B/a	42, 22	<b>42, 82</b>	
			43, 67		
			42, 56		
		3B/b	49, 35		<b>48, 88</b>
			48, 76		
			48, 53		
<b>4</b>	4A		38, 92	<b>40, 14</b>	
			40, 52		
			40, 98		
	4B	43, 31	<b>43, 58</b>		
		44, 15			
		43, 28			

Z naměřených hodnot vyplývá, že napařená sýřenina (hotový spletený Jadel ještě před nasolením) má vyšší obsah sušiny než odkapaná sýřenina.

Pařením sýřeniny (suroviny) dochází k denaturaci bílkoviny, která ztrácí koloidně vázanou vodu, čímž dochází ke zvýšení sušiny (snížení vlhkosti) napařeného sýra.

### 6.3 Stanovení titrační kyselosti

V den odebrání vzorků byla stanovena titrační kyselost v laboratoři závodu Net Plasy. Následující den byly vzorky převezeny do školních laboratoří a opět změřena titrační kyselost. Byly pozorovány změny.

#### Identifikace vzorků:

Vzorek		
1 - vyroben 9. 2. 2010	1A - sýřenina	1A/a - sýřenina vyrobená v době zahájení výroby v 6 <sup>00</sup> hod
1' - měřen 11. 2. 2010		1A/b - sýřenina vyrobená v 10 <sup>00</sup> hod
	1B - napařená sýřenina	1B/a - napařená sýřenina vyrobená v 6 <sup>00</sup> hod
		1B/b - napařená sýřenina vyrobená v 10 <sup>00</sup> hod
2 - vyroben 24. 2. 2010	2A – sýřenina	
2' - měřen 25. 2. 2010	2B – napařená sýřenina	
3 - vyroben 3. 3. 2010	3A – sýřenina	3A/a - sýřenina vyrobená v době zahájení výroby v 6 <sup>00</sup> hod
3' - měřen 4. 3. 2010		3A/b - sýřenina vyrobená v 10 <sup>00</sup> hod
	3B – napařená sýřenina	3B/a - napařená sýřenina vyrobená v 6 <sup>00</sup> hod
		3B/b - napařená sýřenina vyrobená v 10 <sup>00</sup> hod
4 - vyroben 10. 3. 2010	4A - sýřenina	

4' - měřen 4B – napařená sýřenina

10. 3. 2010

Tab. 4: Změna titrační kyselosti vzorku č. 1

Vzorek			Naměřené hodnoty [ °SH ]	Průměr [ °SH ]	
1	1A	1A/a	98	<b>98, 3</b>	
			98		
			99		
		1B/b	100		<b>100, 03</b>
			100,1		
			100		
	1B	1B/a	81	<b>81, 33</b>	
			82		
			81		
			81		
		1B/b	83	<b>82, 67</b>	
			82		
			83		
			83		
1'	1'A	1'A/a	140	<b>140, 37</b>	
			141		
			140,1		
		1'B/b	139		<b>138, 83</b>
			139		
			138,5		
	1'B	1'B/a	142	<b>141, 83</b>	
			142		
			141,5		
			141,5		
		1'B/b	139	<b>139</b>	
			139		
			139		
			139		

Tab. 5: Změna titrační kyselosti vzorku č. 2

<b>Vzorek</b>			<b>Naměřené hodnoty</b> <b>[ °SH ]</b>	<b>Průměr</b> <b>[ °SH ]</b>
<b>2</b>	2A		98	<b>98, 33</b>
			99	
			98	
	2B		84	<b>84, 33</b>
			85	
			84	
<b>2'</b>	2'A		103	<b>102, 67</b>
			103	
			102	
	2'B		87	<b>87, 33</b>
			88	
			87	

Tab. 6: Změna titrační kyselosti vzorku č. 3

Vzorek			Naměřené hodnoty [ °SH ]	Průměr [ °SH ]	
<b>3</b>	3A	3A/a	95	<b>95, 67</b>	
			95		
			97		
		3B/b	98		<b>97, 67</b>
			98		
			97		
	3B	3B/a	84	<b>83, 67</b>	
			83		
			84		
		3B/b	86		<b>85, 33</b>
			85		
			85		
<b>3'</b>	3'A	3'A/a	98	<b>98, 33</b>	
			98		
			99		
		3'B/b	99		<b>99, 33</b>
			99		
			100		
	3'B	3'B/a	86	<b>85, 67</b>	
			86		
			85		
		3'B/b	85		<b>85, 33</b>
			85		
			86		



Tab. 7: Změna titrační kyselosti vzorku č. 4

<b>Vzorek</b>			<b>Naměřené hodnoty</b> <b>[ °SH ]</b>	<b>Průměr</b> <b>[ °SH ]</b>
<b>4</b>	4A		96	<b>96, 67</b>
			97	
			97	
	4B		83	<b>82, 33</b>
			82	
			82	
<b>4'</b>	4'A		105	<b>104, 67</b>
			105	
			104	
	4'B		82	<b>82, 33</b>
			82	
			83	

Změna titrační kyselosti závisí především na teplotě a době, při níž jsou vzorky uchovávány.

#### 6.4 Stanovení aktivní kyselosti

V mlékárně v Bystřici pod Hostýnem byly odebrány vzorky a následně změřeno jejich pH. Druhý den byly převezeny do školních laboratoří a opět změřeno pH. Byly pozorovány změny a zaznamenány údaje.

Tab. 8: Změna aktivní kyselosti vzorku č. 1

Vzorek			Naměřené hodnoty [ pH ]	Průměr [ pH ]	
<b>1</b>	1A	1A/a	5,05	<b>5,05</b>	
			5,05		
			5,04		
		1B/b	4,95		<b>5,03</b>
			5,06		
			5,09		
	1B	1B/a	5,25	<b>5,22</b>	
			5,20		
			5,20		
			5,20		
		1B/b	5,16	<b>5,17</b>	
			5,19		
			5,15		
<b>1'</b>	1'A	1'A/a	4,95	<b>4,97</b>	
			4,98		
			4,98		
		1'B/b	4,94		<b>4,98</b>
			5,00		
			5,00		
	1'B	1'B/a	5,16	<b>5,16</b>	
			5,17		
			5,15		
			5,15		
		1'B/b	5,10	<b>5,09</b>	
			5,10		
			5,09		

Tab. 9: Změna aktivní kyselosti vzorku č. 2

<b>Vzorek</b>			<b>Naměřené hodnoty</b> <b>[ pH ]</b>	<b>Průměr</b> <b>[ pH ]</b>
<b>2</b>	2A		5,05	<b>5,06</b>
			5,06	
			5,06	
	2B		5,23	<b>5,23</b>
			5,22	
			5,23	
<b>2'</b>	2'A		5,01	<b>5,02</b>
			5,01	
			5,03	
	2'B		4,99	<b>4,99</b>
			5,00	
			4,98	

Tab. 10: Změna aktivní kyselosti vzorku č. 3

Vzorek			Naměřené hodnoty [ pH ]	Průměr [ pH ]	
<b>3</b>	3A	3A/a	5,05	<b>5,06</b>	
			5,06		
			5,07		
		3B/b	5,06		
			5,06		
			5,07		
	3B	3B/a	5,15	<b>5,15</b>	
			5,16		
			5,15		
		3B/b	5,23		<b>5,23</b>
			5,22		
			5,23		
<b>3'</b>	3'A	3'A/a	4,90	<b>4,89</b>	
			4,88		
			4,90		
		3'B/b	4,90		<b>4,91</b>
			4,92		
			4,91		
	3'B	3'B/a	4,98	<b>4,99</b>	
			4,99		
			4,99		
		3'B/b	5,03		<b>5,03</b>
			5,03		
			5,04		

Tab. 11: Změna aktivní kyselosti vzorku č. 4

Vzorek			Naměřené hodnoty	Průměr	
			[ pH ]	[ pH ]	
4	4A		5,06	<b>5,04</b>	
			5,02		
			5,05		
	4B		5,17		<b>5,17</b>
			5,18		
			5,17		
4'	4'A		4,90	<b>4,92</b>	
			4,93		
			4,93		
	4'B		5,08		<b>5,06</b>
			5,06		
			5,05		

pH vzorků se mění z důvodů štěpení kyseliny mléčné ve vzorku a tím dochází zvyšování koncentrace vodíkových iontů.

### 6.5 Stanovení chloridu sodného

$$\% NaCl = \frac{5,84 \cdot b}{50} = \frac{5,84 \cdot 38}{50} = 4,44 \%$$

Kde:  $b$  je spotřeba dusičnanu stříbrného

Vzorek hotového výrobku obsahuje 4,44 % chloridu sodného.

### 6.6 Závislost pařící teploty na titrační kyselosti

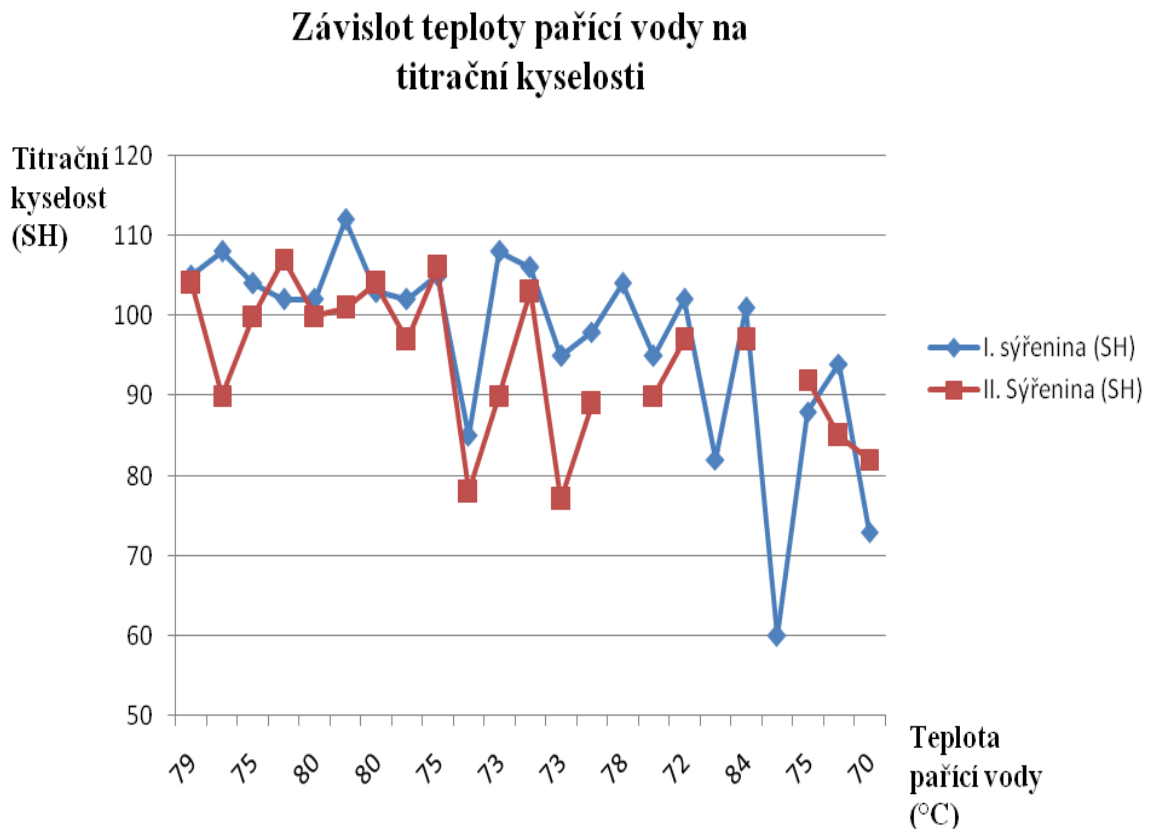
Každý den byla sledována změna pařící teploty v závislosti na aktivní kyselosti sýřeniny. Obecně platí, že čím vyšší aktivní kyselost (tedy čím nižší pH), tím nižší je pařící teplota vody. Správná teplota vody lze pouze jen odhadnout a to podle konzistence napařeného těsta. Není přímo stanovena pařící křivka.

V dále uvedené tabulce jsou uvedeny hodnoty závislosti teploty pářící vody na kyselosti zpracovávané suroviny dle záznamů výrobce (uvedeno v laboratorním deníku od 3. 2. 2010 do 3. 3.2010). Nevyplněné údaje byly zapříčiněny poruchou pH metru.

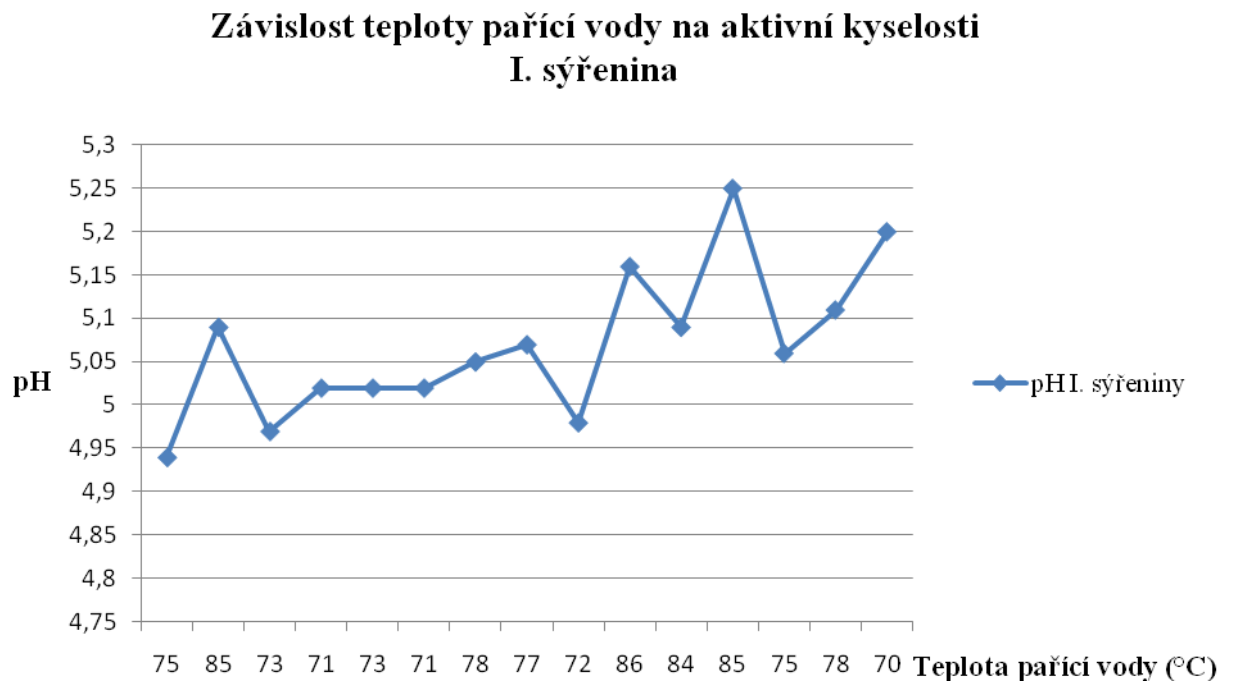
Tab. 12: Závislost pářící teploty na titrační a aktivní kyselosti

Den (únor, březen)	I. Sýřenina [°SH ]	II. Sýřenina [°SH ]	I. Sýřenina [ pH ]	II. Sýřenina [ pH ]	Teplota vody [ °C ]
3	105	104			79
4	108	90			80
5	104	100			75
8	102	107			79
9	102	100			80
10	112	101			82
12	103	104			80
13	102	97			80
14	105	106	4, 94	4, 98	75
15	85	78	5, 09	5, 15	85
16	108	90	4, 97	5, 03	73
17	106	103	5, 02	5, 06	71
18	95	77	5, 02	5, 15	73
19	98	89	5, 02	5, 08	71
22	104		5, 05		78
23	95	90	5, 07	5, 10	77
24	102	97	4, 98	5, 19	72
25	82		5, 16		86
26	101	97	5, 09	5, 15	84
27	60		5, 25		85
1	88	92	5, 06	5, 25	75
2	94	85	5, 11	5, 18	78
3	73	82	5, 20	5, 10	70

Graf 1: Závislost teploty pařící vody na titrační kyselosti sýřeniny I. a II.

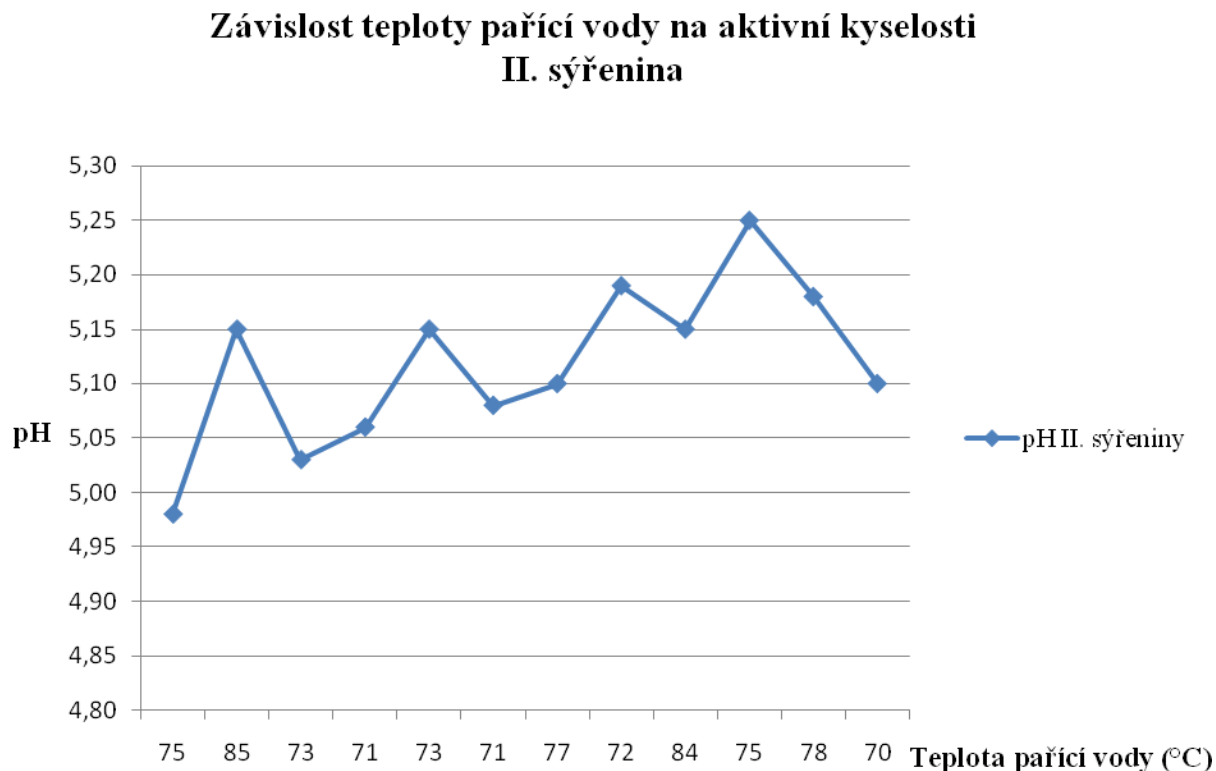


Graf 2: Závislost pařící vody na aktivní kyselosti sýřeniny I.





Graf 3: Závislost pařící vody na aktivní kyselosti sýřeniny II.



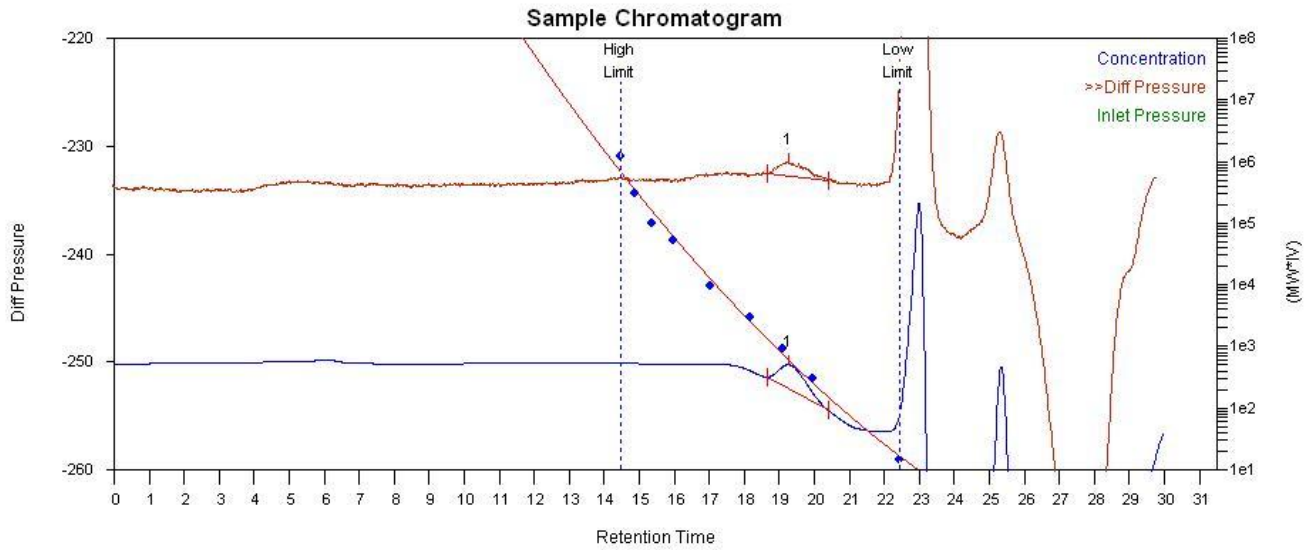
### 6.7 Výsledky studia změn kaseinového komplexu po pření suroviny pomocí gelové permeační chromatografie

Vzorky kaseinů:

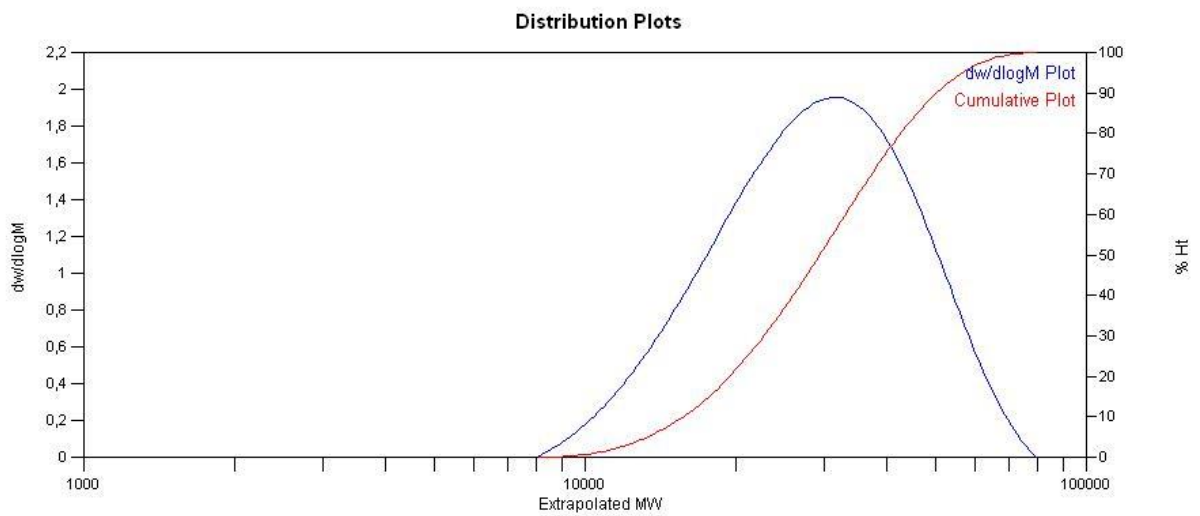
Vzorek	$M_n$ [kg/mol]	$M_w$ [kg/mol]	PD
vzorek labor. standardu kyselého kaseinu	25,7	31,1	1,2
vzorek labor. standardu sladkého kaseinu	103	152	1,5
sýr z firmy NET PLASY s.r.o.	48,9	55,6	1,1

$M_n$  – číselný střed molárních hmotností,  $M_w$  – hmotnostní střed molárních hmotností,  $PD$  - polydisperzita  $M_w/M_n$

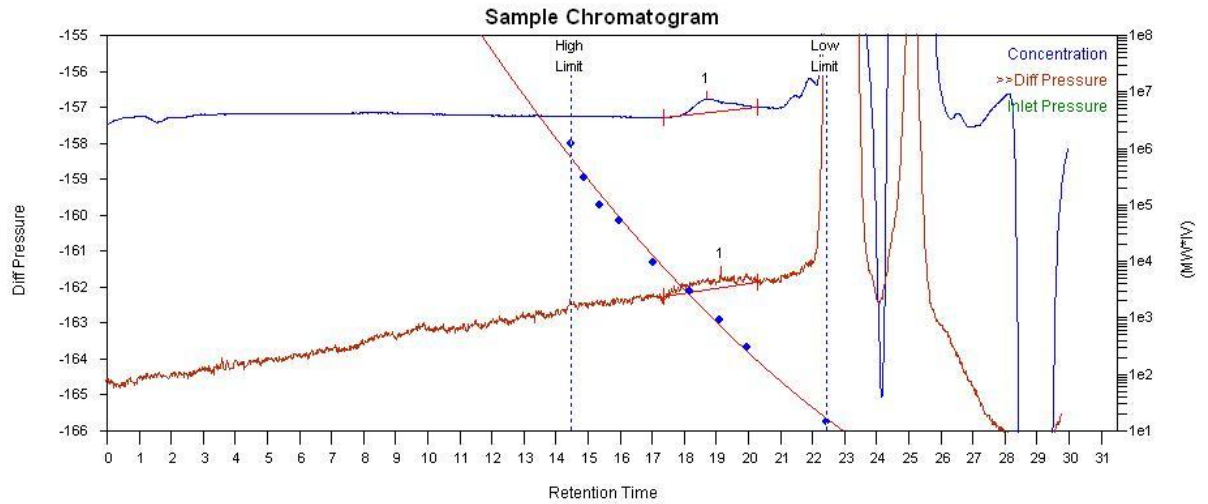
Graf 4: Záznam viskozitního a koncentračního detektoru s označenými píky odpovídající kaseinu pro vzorek kyselého kaseinu



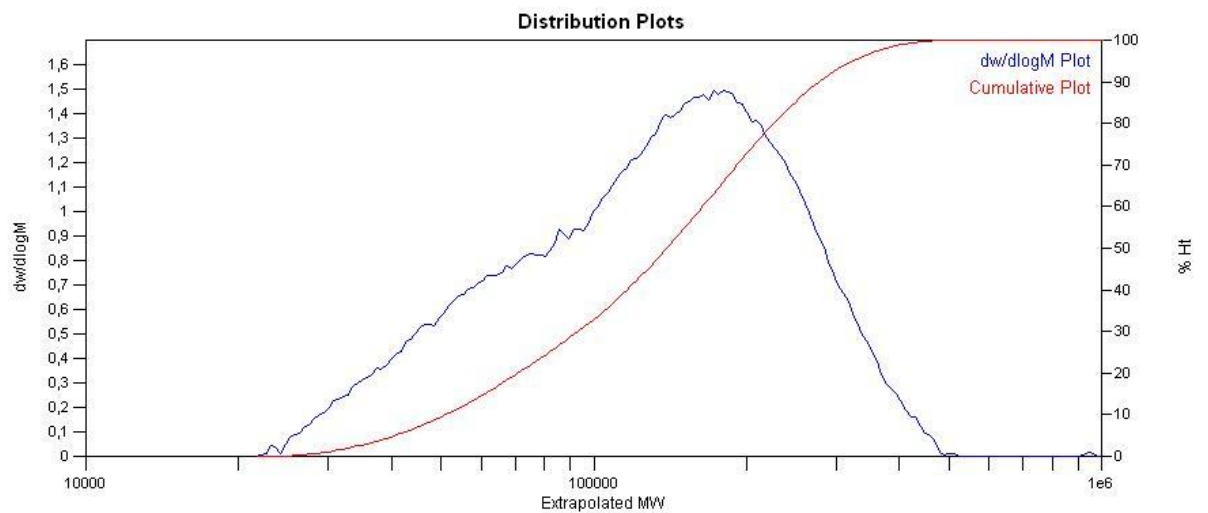
Graf 5: Diferenciální a integrální distribuční křivka pro vzorek kasein kyselý srážení



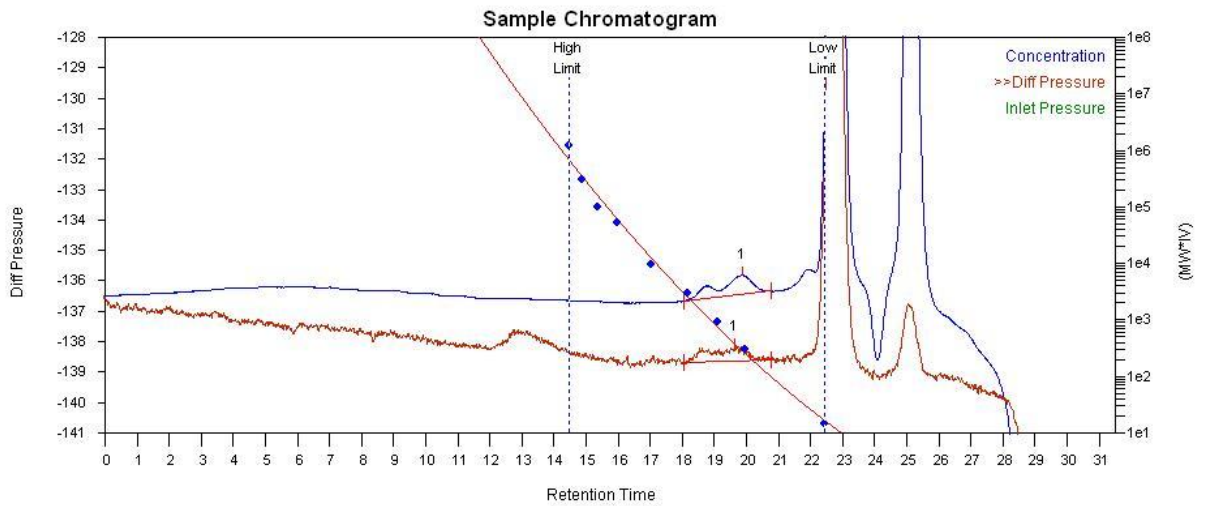
Graf 6: Záznam viskozitního a koncentračního detektoru s označenými píky odpovídající kaseinu pro vzorek sladkého kaseinu



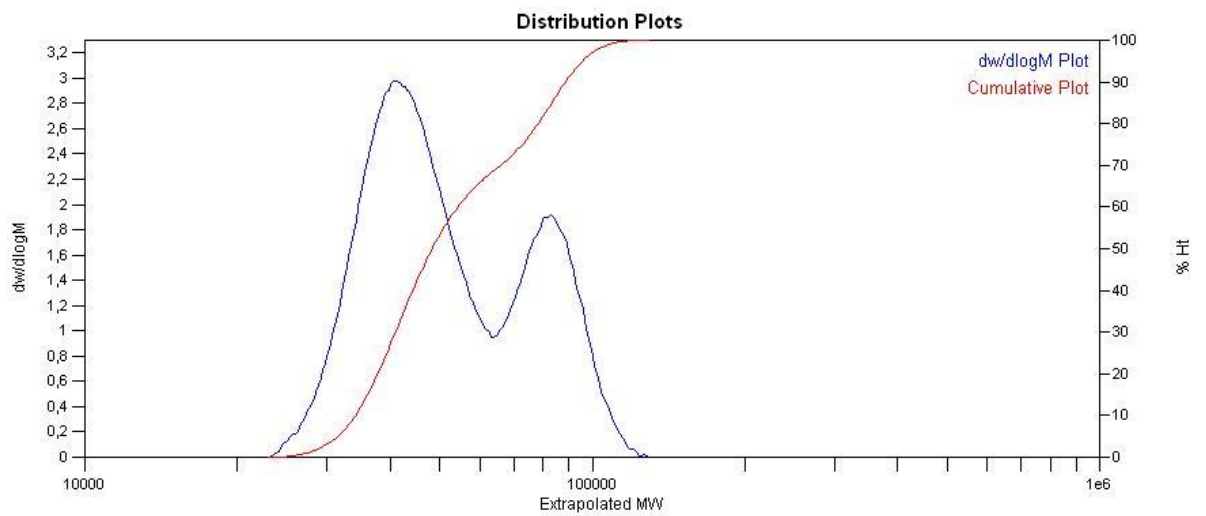
Graf 7: Diferenciální a integrální distribuční křivka pro vzorek kasein sladce srážený



Graf 8: Signál viskozitního a koncentračního detektoru s označenými píky odpovídající změnám kaseinového komplexu u pařeného sýru Jadel



Graf 9: Diferenciální a integrální distribuční křivka pro vzorek kaseinu ze sýru Jadel od výrobce NET PLASY s.r.o.



## ZÁVĚR

Jak je uvedeno již v úvodu této práce, technologie výroby pařených sýrů se od klasicky vyráběných tvrdých sýrů výrazně neliší. Rozlišení nastává ve fázi zpracování suroviny (vylisované sýřeniny). Klasické zrající sýry jsou vysoleny a následně zrají ve stanovených podmínkách ve zracích sklepech. Tímto zracím procesem dochází k hluboké proteolýze, změnám texturních, sensorických vlastností a zvýšení stravitelnosti. U pařených sýrů se dosahuje lepší stravitelnosti procesem paření, při němž dochází především ke změnám bílkovinného komplexu. V důsledku pařících teplot dochází k denaturaci kaseinového komplexu, zejména terciární a kvartérní struktury. Jako další významný faktor je změna texturních vlastností (pružnost, tažnost), který umožňuje formování pařených sýrů do nejrůznějších tvarů. Během paření je možno přidávat do směsi ochucující přísady. Naformované pařené sýry se solí, což rovněž zvyšuje jejich nutriční hodnotu a stravitelnost.

Ve vlastní práci jsem testovala vliv vzájemné korelace mezi kyselostí suroviny a použitými pařícími teplotami. Bylo prokázáno, že čím vyšší kyselost, tím vyšší teplota pařící vody. Z výsledků práce je možno zjistit optimální parametry pro teploty pařící vody. V případě abnormálních odchylek od požadovaných kyselostí dochází k zásadním vadám při formování sýrů (tj. roztékání suroviny, uvolňování tuku, nemožnost tvarování do finálního výrobku). Dále bylo potvrzeno, že kaseinový komplex je poměrně termostabilní i při vysokých teplotách. K hluboké degradaci tohoto komplexu dochází až během zrání sýrů v důsledku proteolýzy enzymy, které jsou produkovány mikroorganismy.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] GRIGER, C., VAŘEJKA, F. *Mikrobiologia poživatin živočišného povodu*, Vysoká škola veterinarská v Košiciach 1990.
- [2] HRABĚ, J., BŘEZINA, P., KOMÁR, A. *Technologie, zbožiznalství a hygiena potravin živočišného původu*, Vyškov 2001, 177 s. ISBN 80-7231-079-8.
- [3] BULKOVÁ, V. *Nauka o poživatinách*, institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, Brno 1999, 204 s.
- [4] PAVELKA, A. *Mléčné výrobky pro vaše zdraví*, littera Brno 1996, 105 s.  
ISBN 80-85763-09-5
- [5] SVOBODA, M., ŠIMAN, J., ŠULC, M., TRENDÁ, O. *Abeceda mlékárenství*, Praha 1966, 315 s. ISBN 04 – 815 - 66
- [6] ANONONYM: dostupné z [www:  
http://home.zf.jcu.cz/public/departments/ksz/studium/technologie/vlastnosti.doc](http://home.zf.jcu.cz/public/departments/ksz/studium/technologie/vlastnosti.doc)
- [7] BUŇKA, F. Odborný výklad 2008
- [8] HRABĚ, J., BŘEZINA, P., VALÁŠEK, A. *Technologie výroby potravin živočišného původu*, Zlín 2006, 180 s., ISBN – 80-7318-405-2
- [9] ANONYM: *Směrný technologický postup výroby, Pařené sýry – Jadel, pařené uzené sýry*, Mlékárenský průmysl, koncern Praha 1987
- [10] ANONYM: ČSN 56 0101 stanovení kysací schopnosti
- [11] ANONYM: dostupné z [www.google.cz](http://www.google.cz)
- [12] ŠERÁ, M. *Biotechnologické procesy při výrobě tvrdých sýrů s vysokodohřívanou sýřeninou*, Bakalářská práce, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně 2008, 53 s.
- [13] TIŠLOVÁ, A. *Technologie a výroba pařených sýrů*, Bakalářská práce, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně 2009, 51 s.
- [14] KNĚZ, V. *Výroba sýrů*, Praha: SNTL, 1960
- [15] MARKOVÁ, M., VACHULOVÁ, K. *Velká kniha o sýru*, tisk Graspo, a.s.,  
Zlín 1998, 255 s. ISBN 80-8046-101-5.
- [16] OLŠANSKÝ, Č., KNĚZ, V. *Výroba tvrdých sýrů eidamského a ementálského typu*,

- Praha 1971, in ORSÁGOVÁ, R. *Technologie výroby čedaru a biochemické procesy jeho výroby*, Bakalářská práce, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně 2007. 65 s.
- [17] KNĚZ, V. *Výroba sýrů*, Praha – 1960 in ORSÁGOVÁ, R. *Technologie výroby čedaru a biochemické procesy jeho výroby*, Bakalářská práce, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně 2007. 65 s.
- [18] ORSÁGOVÁ, R. *Technologie výroby čedaru a biochemické procesy jeho výroby*, Bakalářská práce, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně 2007. 65 s.
- [19] RYDGWAYOVÁ, J., *Sýry*, Fortuna print, Praha 2001, 224s. ISBN – 80-86144-65-8
- [20] INDRA, Z., MIZERA, J. *Chemické kontrolní metody pro obor zpracování mléka*, první vydání v roce 1992
- [21] ANONYM: *Laboratorní postupy*, mlékárna Bystřice pod Hostýnem, účinnost od 1.7. 2006
- [22] ZIMÁK, E. *Technologie pro 4. ročník SPŠ studijního oboru zpracování mléka*, Praha 1988, ISBN – 04-804-88
- [23] CALLEC, CH. *Encyklopedie sýrů*, 2002
- [24] ANONYM: *Difúze* dostupné z www:  
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Difuze>
- [25] ANONYM: *Cytoplazmatická membrána: transport* dostupné z www:  
<http://www.zoologie.upol.cz/osoby/fellnerova/memtrans.pdf>
- [26] ANONYM: *Osmóza* dostupné z www:  
[http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid\\_es-001/hesla/osmoza.html](http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-001/hesla/osmoza.html)
- [27] BYLUND, G. *Dairy Processing Handbook*. Tetra Pak Processing Systems AB, 2003. ISBN 9163134276
- [28] ANONYM: *Návody pro laboratorní cvičení z analýzy chemie pro studenty UTB ve Zlíně*.
- [29] ANONYM: dostupné z www:  
[www.cni.normy.cz](http://www.cni.normy.cz) staženo 16. 4. 2010
- [30] ANONYM: dostupné z www:

www.sagit.cz staženo 16. 4. 2010

- [31] KANDINSKY, W. History of Cheese, Staženo: 18. 4. 2010, Dostupná z WWW: <<http://www.geocities.com/lgol27/HistoryCheese.htm>>.
- [32] LINHARTOVÁ, L. *Zdraví, sílu najdeš v sýru*, Bakalářská práce, Masarykova univerzita Brno, Lékařská fakulta – květen 2007, 59 s.
- [33] ANONYM: vyhláška č. 77/ 2003 Sb. Ministerstva zemědělství ze dne 6. 3. 2003, kterou stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje ve znění s vyhlášky č. 124/2004 ze dne 9. 3. 2004
- [34] ANONYM: *Název článku* dostupné z:  
www.fyzmatik.pise.cz staženo 10. 4. 2010
- [35] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D.: *Potravinářská biochemie I.*, Zlín 2005, 168 s. ISBN – 80 – 7318 – 295 – 5.
- [36] ANONYM: *Bílkoviny* dostupné z www: <<http://www.gvi.cz/files/chemie/bilkoviny.pdf>> staženo 19. 4. 2010
- [37] KODÍČEK, M. *denaturace*. From *Biochemické pojmy : výkladový slovník* [online]. Praha: VŠCHT Praha, 2007 [cit. 2010-04-19]. Staženo z www: <[http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid\\_es-002/ebook.html?p=denaturace](http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-002/ebook.html?p=denaturace)>
- [38] Davídek, J., Velíšek, J., Pokorný, J.: *Chemical Changes during Food Processing*, Avicenum, Czechoslovak, Medical Press, New York, 1990. ISBN 0-444-98845-9.
- [39] PATRIC, F. FOX [et al.] *Fundamentals of Cheese Science*, University College Cork Ireland ISBN 0 – 8342 – 1260 - 9
- [40] MELILLI, C., BARBANO, D. M., CACCAMO, M., CALVO, M. A., SCHEMBARI, G. *Influence of Brine Concentration, Brine Temperature, and Presalting on Early Gas Defects in Raw Milk Pasta Filata Cheese*, Journal of Dairy Science, Volume 87, Issue 11, November 2004 Pages 3648 - 3657
- [41] PIRAINO, P., ZOTTA, T., RICCIARDI, A., McSWEENEY, P. L. H., PARENTE, E. *Acid production, proteolysis, autolytic and inhibitory properties of lactic acid bacteria isolated from pasta filata cheese* International Dairy Journal 18 (2008) dostupné z www.sciencedirect.com



- [42] KINDSTEDT, P. S. *Pasta – Filata Chesses* University of Vermont, Burlington VT, USA dostupné z [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- [43] MOREA, M., MATARANTE, A., DI CAGNO, R., BARUZZI, F., MINERVINI, F. *Contribution of autochthonous non – starter lactobacilli to proteolysis in Caciocavallo Pugliese cheese*, *International Dairy Journal* 17 (2007) 525 – 534 dostupné z [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- [43] SMÉKAL, Z. Odborný výklad 25. 4. 2010

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

NaCl	Chlorid sodný
% hm.	Procenta hmotnostní
° B <sub>e</sub>	Stupně Bomé
AMK	Aminokyselina
ČMK	Čisté mlékárenské kultury
ČSN	Československá norma
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
EN	Evropská nařízení
ES	Evropské společenství
ISO	Evropské normy
Kz1	Vzhled sraženiny při kvasné zkoušce
Kz2	Vzhled sraženiny při kvasné zkoušce
Kz3	Vzhled sraženiny při kvasné zkoušce
MO	Mikroorganismy
$M_n$	Číselný střed molárních hmotností
$M_w$	Hmotnostní střed molárních hmotností
Mze ČR	Ministerstvo zemědělství české republiky
N	Normalita
NaOH	Hydroxid sodný
PD	Polydisperzita $M_w/ M_n$
PE	Polyetylen
Pe1	Vzhled sraženiny při kvasné zkoušce
Pe2	Vzhled sraženiny při kvasné zkoušce
Pe3	Vzhled sraženiny při kvasné zkoušce

---

Sb.	Sbírka
SH	Soxhelt – Henkel
Sr1	Vzhled sraženiny při kvasné zkoušce
Sr2	Vzhled sraženiny při kvasné zkoušce
Sr3	Vzhled sraženiny při kvasné zkoušce
t. v. s.	Tuk v sušině
THN	Technickohospodářské normy

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

- Obr. 1 Sýr Provolone
- Obr. 2 Sýr Mozzarella
- Obr. 3 Sýr Kasserli
- Obr. 4 Sýr Cascaval
- Obr. 5 Sýr Kaškaval
- Obr. 6 Sýr Slovenská parenica
- Obr. 7 Sýr Oštiepok
- Obr. 8 Pařený sýr Jadel
- Obr. 9 Pařený sýr Jadel
- Obr. 10 Výrobník sýřeniny
- Obr. 11 Výrobník sýřeniny
- Obr. 12 Vznikající sýřenina
- Obr. 13 Napouštění sýřeniny do lisovací vany
- Obr. 14 Lisovací vana
- Obr. 15 Odkapávání sýřeniny a vytváření jednotlivých bloků
- Obr. 16 Jednotlivé bloky odkapané sýřeniny
- Obr. 17 Mletí jednotlivých bloků
- Obr. 18 Šnek dopravující rozdrčenou, odkapanou syrovátku do pařícího zařízení
- Obr. 19 Hmota vystupující z pařícího zařízení
- Obr. 20 Ruční formování (splétání) Jadelu
- Obr. 21 Solné lázně
- Obr. 22 Jadel v solné lázni
- Obr. 23 Struktura peptidu
- Obr. 24 Primární struktura proteinu

- Obr. 25            Sekundární struktura proteinu
- Obr. 26            Sekundární struktura proteinu ( $\alpha$  – helix)
- Obr. 27            Terciární struktura
- Obr. 28            Analyzátor vlhkosti Mettler Toledo
- Obr. 29            Vpichový pH metr

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1	Stupnice jakosti mléka na základě kvasné zkoušky podle ČSN 57 0101 [16]
Tab. 2	Obsah tuku v jednotlivých vzorcích
Tab. 3	Obsah sušiny v jednotlivých vzorcích
Tab. 4	Změna titrační kyselosti vzorku č. 1
Tab. 5	Změna titrační kyselosti vzorku č. 2
Tab. 6	Změna titrační kyselosti vzorku č. 3
Tab. 7	Změna titrační kyselosti vzorku č. 4
Tab. 8	Změna aktivní kyselosti vzorku č. 1
Tab. 9	Změna aktivní kyselosti vzorku č. 2
Tab. 10	Změna aktivní kyselosti vzorku č. 3
Tab. 11	Změna aktivní kyselosti vzorku č. 4
Tab. 12	Závislost pařící teploty na titrační a aktivní kyselosti

**PŘÍLOHA P I: ČLENĚNÍ NA DRUHY, SKUPINY A PODSKUPINY  
PODLE VYHLÁŠKY Č. 77 / 2003 SB.**

druh	skupina	Podskupina
sýr	přírodní	Nezrající Terminovaný Zrající Zrající pod mazem Zrající v celé hmotě S plísní na povrchu S plísní uvnitř hmoty Dvouplísňový V solném nálevu, bílý Extra tvrdý ( ke strouhání) Tvrdý Polotvrdý Poloměkký Měkký
	tavený	Nízkotučný (roztíratelný) Vysokotučný (roztíratelný)
	Syrovátkový	