

# **Biologické změny při zrání plísňových sýrů**

Martin Chocholáč, DiS.

---

Bakalářská 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 BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin CHOCHOLÁČ**  
Osobní číslo: **T07016**  
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Biologické změny při zrání plísňových sýrů**

Zásady pro vypracování:

- Historie plísňových sýrů.
- Výroba plísňových sýrů.
- Přehled ušlechtilých plísní.
- Biologické změny při zrání – rozklad bíkovin, rozklad mléčného tuku.
- Vady plísňových sýrů.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] Doležal, J. Mikrobiologie mlékárenského a tukařského průmyslu, SNTL, Praha 1962.

[2] Doležálek, J. Biochemie a technologie plísňových sýrů, ÚVÚPP, Praha 1967.

[3] Kněz, V. Výroba sýrů, SNTL, Praha 1956.

[4] Teplý, M. Výroba sýrů, kaseinů a kaseinátů, SNTL, Praha 1985.

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Josef Mrázek**

Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání bakalářské práce:

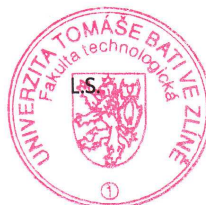
**4. ledna 2010**


Termín odevzdání bakalářské práce:

**30. května 2010**

dne - 8. 04. 2010

  
doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.  
děkan



  
prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.  
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: CHOCHOLÁČ MARTIN

Obor: CHTP-KM-ML

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <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.

Ve Zlíně 28.5.2010

Chochole Martin

<sup>11</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 nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

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

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

<sup>21</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 vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>31</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). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

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

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

## ABSTRAKT

Má bakalářská práce se věnuje změnám složek mléka při zrání plísňových sýrů. Je v ní uvedena historie plísňových sýrů, rozdělení plísňových sýrů a jejich výrobní postup, charakteristika ušlechtilých plísní uplatňující se při výrově a zrání. V práci jsou uvedeny také různé vady plísňových sýrů. Ušlechtilé plísně pomocí svých enzymů rozkládají složky mléka na mnoho produktů, které pak určují konzistenci, chuť a vůni plísňového sýra.

V druhé části bakalářské práce je uveden sortiment plísňových sýrů na našem trhu. Z hlediska výzkumu vyplývá, že je dostatečná nabídka těchto sýrů. Převládají sýry s bílou plísní na povrchu. Je větší nabídka plísňových sýrů vyrobených v zahraničí, než v České republice.

Klíčová slova: sýr, sýr s plísní na povrchu, sýr s plísní uvnitř, *Penicillium camemberti*, *Penicillium roqueforti*, *Penicillium nalgiovensis*, *Penicillium caseicolum*, Camembert, Hermelín, Roquefort, Niva, Gorgonzola, mléčný tuk, lipolýza, proteolýza, methylketony.

## ABSTRACT

My thesis deals with the changes in milk constituents during cheese ripening mold. It is indicated in the history of cheese mold, fungal distribution of cheeses and their manufacturing process, characteristics of noble mold when applying offsetting and maturation. The paper also identifies various faults mold cheeses. Noble mold with its enzymes break down components of milk in many products, which determine texture, taste and smell of blue cheese.

In the second part of this work is presented assortment of cheese mold in our market. In terms of research shows that a sufficient supply of cheese. Dominate cheeses with white mold on the surface. It offers more mold cheeses produced abroad than in the Czech Republic.

Keywords: cheese, cheese with mold on the surface, with the cheese inside the mold, *Penicillium camemberti*, *Penicillium roqueforti*, *Penicillium nalgiovensis*, *Penicillium caseicolum*, Camembert, Roquefort, Roquefort, Gorgonzola, milk fat, lipolysis, proteolysis, methylketony.

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Josefu Mrázkovi za odborné vedení, věcné rady a připomínky při řešení této práce. Také děkuji Ing. Vladimíře Zemanové za poskytnutí odborné literatury.

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

Ve Zlíně

.....

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>1 HISTORIE PLÍŠŇOVÝCH SÝRŮ</b> .....	<b>12</b>
1.1 CAMEMBERT Z NORMANDIE A SEDLČANSKÝ HERMELÍN .....	12
1.2 SÝRY ROQUEFORT A NIVA .....	13
<b>2 ROZDĚLENÍ PLÍŠŇOVÝCH SÝRŮ</b> .....	<b>15</b>
2.1 MĚKKÉ SÝRY S PLÍŠNÍ NA POVRCHU .....	15
2.2 SÝRY S PLÍŠNÍ V TĚSTĚ .....	15
2.3 DVOUPLÍŠŇOVÉ SÝRY .....	16
<b>3 VÝROBA PLÍŠŇOVÝCH SÝRŮ</b> .....	<b>17</b>
3.1 S PLÍŠNÍ NA POVRCHU .....	17
3.2 S PLÍŠNÍ V TĚSTĚ .....	20
<b>4 ČISTÉ KULTURY PLÍŠŇOVÉ</b> .....	<b>23</b>
4.1 POPIS HLAVNÍCH DRUHŮ PLÍŠNÍ TVOŘÍCÍ PODSTATU PLÍŠŇOVÝCH SÝRAŘSKÝCH KULTUR .....	23
4.1.1 <i>Penicillium roqueforti</i> .....	23
4.1.2 <i>Penicillium caseicolum</i> .....	25
4.1.3 <i>Penicillium camemberti</i> .....	26
4.1.4 <i>Penicillium nalgiovensis</i> .....	27
4.2 BIOCHEMIE PLÍŠŇOVÝCH KULTUR.....	27
4.2.1 Proteolytické enzymy .....	27
4.2.2 Lipolytické enzymy .....	29
<b>5 ZRÁNÍ PLÍŠŇOVÝCH SÝRŮ</b> .....	<b>32</b>
5.1 ZMĚNY HLAVNÍCH SLOŽEK MLÉKA BĚHEM ZRÁNÍ PLÍŠŇOVÝCH SÝRŮ .....	33
5.1.1 Změny mléčného cukru .....	33
5.1.2 Změny kyseliny citrónové .....	33
5.1.3 Změny bílkovin .....	34
5.1.4 Změny mléčného tuku .....	36
5.1.5 Změny popelovin.....	37
<b>6 VADY PLÍŠŇOVÝCH SÝRŮ</b> .....	<b>39</b>
6.1 MIKROBIÁLNÍ VADY SÝRŮ S PLÍŠNÍ NA POVRCHU .....	39
6.2 MIKROBIÁLNÍ VADY SÝRŮ S PLÍŠNÍ V TĚSTĚ .....	39
6.3 NEMIKROBIÁLNÍ VADY SÝRŮ S PLÍŠNÍ NA POVRCHU .....	40
6.4 NEMIKROBIÁLNÍ VADY SÝRŮ S PLÍŠNÍ V TĚSTĚ.....	41
<b>7 SORTIMENT PLÍŠŇOVÝCH SÝRŮ V NAŠICH OBCHODNÍCH     ŘETĚZCÍCH</b> .....	<b>43</b>
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>50</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>52</b>



<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>54</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>55</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>56</b>

## ÚVOD

Moje bakalářská práce řeší téma biologických změn při zrání plísňových sýrů. Cílem je popsat historii plísňových sýrů, výrobu plísňových sýrů a to s plísní na povrchu a s plísní uvnitř. Poté mám charakterizovat jednotlivé ušlechtilé plísně, uplatňující se u plísňových sýrů. Pak se už mám zaměřit na změny složek mléka během zrání plísňových sýrů a v neposlední řadě také charakterizovat různé vady plísňových sýrů.

Celou práci jsem rozdělil do sedmi kapitol. V první z nich se zaměřuji na historii nejznámějších plísňových sýrů. Popisuji historii sýra s bílou plísní na povrchu nazývaném Camembert, který pochází ze země sýrům zaslíbené a to z Francie. Původ má v oblasti zvané Normandie. U nás v České republice je tento sýr známý pod jiným termínem a to Hermelín. Historie těchto sýrů je zajímavá a velmi bohatá. Kromě sýrů s bílou plísní, se v historii zaměřuji i na sýry s plísní uvnitř těsta. Nejznámějším sýrem tohoto typu je Roquefort, který může zrát pouze v jeskyních, v místě, po kterém byl tento sýr pojmenován. U nás je tento sýr známý pod názvem Niva.

V druhé kapitole se věnuji rozdělení plísňových sýrů. Děním je podle charakteristické plísně na plísňové sýry s plísní na povrchu, s plísní uvnitř těsta a na dvouplísňové sýry.

V pořadí už třetí kapitole popisují výrobu plísňových sýrů s plísní na povrchu a s plísní uvnitř těsta. U obou druhů těchto sýrů uvádím jejich výrobní schéma.

V další kapitole charakterizují ušlechtilé plísně uplatňující se při výrobě a zrání plísňových sýrů. Hlavní jsou čtyři plísně: *Penicillium camemberti*, *Penicillium roqueforti*, *Penicillium caseicolum* a *Penicillium nalgiovensis*.

V následující kapitole se zabývám hlavní fází mé bakalářské práce, a to změnami složek mléka při zrání plísňových sýrů. Dochází ke změnám mléčného cukru, změnám bílkovin, mléčného tuku, kyseliny citrónové a popelovin. Hlavně změna mléčného tuku neboli lipolýza je u plísňových sýrů typická.

Už v šesté kapitole popisují vady plísňových sýrů. Jde o vady, jejich příčinou je nedodržení postupu při jejich výrobě. Tyto vady se nazývají technologické neboli nemikrobiální. Druhou skupinou vad jsou naopak vady mikrobiální, způsobené kontaminací plísňových sýrů nežádoucí mikroflórou.

Do poslední sedmé kapitoly ještě zařazuji sortiment plísňových sýrů na našem trhu. Zaměřuji se na několik hledisek nabídky v různých obchodních řetězcích ve dvou městech.

## 1 HISTORIE PLÍSŇOVÝCH SÝRŮ

### 1.1 Camembert z Normandie a Sedlčanský Hermelín

Pro většinu lidí je jméno Camembert nerozlučně spjato se slavným a skvělým francouzským sýrem nazvaným po stejnojmenné vesnici v Normandii, poblíž které se podle skutečných historických pramenů tato gurmánská delikatesa vyráběla již v 18. století. Ale ještě dříve, než tento sýr získal v roce 1983 ochrannou známku svého chráněného původu A. O. C. (= Appellation d' Origine Controlée), stal se doslova „nejkopírovanějším“ a nejvíce napodobovaným sýrem světa. [11]

Také termín hermelín je spíše než jako bílý kožesinový plášť ze zimních kožek hrastajů, kterým se v dané minulosti pyšnili vladaři, dnes známý především jako název českého plísňového sýra, tedy právě jednoho z potomků svého francouzského vzoru.

Traduje se, že v jedné normandské vesnici zapomněla jistá selka ve sklepě vyrobený syreček a když ho tam po čase našla, byl na povrchu obrostlý plísní. Nejprve sýr chtěla vyhodit, ale přesto ochutnala a zjistila, že se nechá nejenom jíst, ale má přitom báječnou chuť. Proto „výrobu“ syrečků opakovala a tak se „narodil“ nový sýr. Tato i podobné historiky se tradují v okolí Camembertu již z období 16. století, nejstarší písemné zmínky pocházejí dokonce z roku 1554. Selkou, která sýr však skutečně proslavila, byla paní Marie la Fontaine Harellová z vesničky Roiville, jejíž předci měli dokonce kořeny v Čechách. Své plísňové sýry začala prodávat na trzích poblíž Camembertu od roku 1791. A i když patrně nebyla paní Harellová jediná, kdo podobné sýry doma vyráběl, byla to právě ona, jež tolik přispěla k rozšíření sýra. V krocích matky pokračovala později také dcera stejného jména a ta poprvé pojmenovala sýr podle nedaleké obce Camembert. [11]

O oblibě sýrů Camembert věděla v poválečných letech také tehdejší generace českých sýrařů. Jedním z prvních výrobců sýra Camembert byl u nás E. Rauppach v Suchdole u Fulneku. Dalších výrobců byla celá řada: V Praze to byla Vysočanská mlékárna Frey, která sýr označovala „á la Camembert“, v Příbyslavi se vyráběl „Příbyslavský camembert“, „Sýr Camembertský se vyráběl v Děčíně, v Zarazících, ve Velkých Opatovicích, Telčích, Zemčácích, Nedakonicích, Klatovech a dalších mlékárnách. Mezi výrobci nemohla chybět Mlékařská a sýrařská škola v Kroměříži, kde se v její prodejně prodával Camembert

v roce 1923 za 2,80 Kč. V „Mlékařském družstvu Táborském“ (MDT; později Madeta) se začal sýr s bílou plísní vyrábět počátkem 40. let a pod vedením inženýrů Hojdara, Kněže a Fialy se i zde uskutečnily první pokusné výroby tohoto výrobku. Zpočátku nesly první výrobky ještě označení Camembert. Vědělo se však, že značka Camembert je patentově chráněná, proto se hledal obchodní název použitelný u nás. A byl to právě P. Hojdar, pozdější ředitel Madety, který navrhl název HERMELÍN, a to s ohledem na podobnost bílého plísňového porostu sýra s královským hermelínovým pláštěm z bílých hranostajů. K tomuto pojmenování došlo někdy v letech 1944 – 1945 a nový název byl patentově přihlášen 9.2. 1946 pod číslem 3261 a po roce 1946 se užíval pro všechny sýry camembertského typu vyráběného v Československu. Obsah tuku byl v této době stanoven na 40 % t.v.s.

Camembert a Hermelín – dva příbuzné sýry s bohatou historií, dva sýry, které si oblíbili lidé na celém světě. Ten první je dnes rozšířen po celém světě, tomu druhému je domovinou zatím jen střední Evropa. Kvalitou si ale jistě konkurují již dnes. A tak je vlastně docela jedno, zda si spotřebitel pochutnává na sýrech z Normandie, Německa či třeba z Austrálie, nebo se naopak s chutí pustí do Sedlčanského Hermelínu či Krále sýrů z Pribiny. Vždy půjde o tradiční chuť umocněnou mnohaletou historií, které jsou nejenom trvalou součástí našich každodenních jídelníčků, ale bývají i skvělou ozdobou gurmánských party. [11]

## 1.2 Sýry Roquefort a Niva

Ve vesnici Roquefort-sur-Soulzon, která má dnes 800 obyvatel a nachází se v oblasti Aveyron na jihovýchodě Francie, se dodnes traduje pověst o vzniku jednoho z nejoblíbenějších sýrů. Před více než dvěma tisíci lety zapomněl mladý pastýř v jeskyni, jež mu sloužila za přístřeší, sýr a kousek žitného chleba, když náhle zahořel touhou po dívce, která šla kolem. Vyběhl za ní, a když se po skončení milostné mezihry vrátil do svého obydlí, zjistil, že ovčí sýr se pokryl nazelenalou barvou a na chlebě je jemná vrstva plísně. Hladový chlapec všechno snědl.

A tak se zrodil gastronomický zázrak: byl objeven sýr rokfór. Výrobek jehož prvním známým konzumentem byl císař Karel Veliký a později Ludvík XII., Ludvík XIV. i Ludvík XV, kteří se výrazně zasloužili o jeho rozšíření. Snad právě proto se o rokfóru říká, že je králem mezi sýry a sýrem králů. [12]

Dne 31. srpna 1666 parlament v Toulouse rozhodl, že jedině obyvatelé Roquefortu mají právo sýr rokfór vyrábět. „Existuje jenom jeden rokfór, a to je ten, který dozrává v jeskyních u vsi Roquefort již od dávných časů“. Byl to první krůček k vydání zákona o známce původu, který platí od 26. června 1925. [12]

Ve čtyřicátých letech 20. století se název *Roquefort* stal chráněným názvem, a proto tento podobný sýr musel dostat jiné jméno. Technologa, ruského kozáka, Charitonova z mlékárny v Českém Krumlově (později Jihočeské mlékárny, dnes Madeta) napadla Niva, protože modrozelená barva sýru mu připomínala úrodnou louku. Tehdy zkoušel, který sýr by byl vůbec nejvhodnější pro výrobu v českokrumlovské pobočce. Zjistil, že nejvhodnější bude vyrábět sýr s modrozelenou plísní uvnitř obecně známý pod názvem rokfór, *Roquefort*. [13]

Nivu jako zavedený název používají všichni stávající výrobci v Česku. Toto pojmenování je však v EU již chráněno (Jihočeská Niva). Byl veden spor o užívání tohoto názvu se Slovenskem, které spor prohrálo. Tento spor a jeho výhra vlastně dokazují, že pojmenování sýru Niva je znám pouze na Slovensku, díky předchozí historii ve společném státě a trhu. U většiny členů EU není vůbec tento název znám. [13]

## 2 ROZDĚLENÍ PLÍSŇOVÝCH SÝRŮ

V dnešní době je na světových trzích mnoho druhů plísňových sýrů. Nejčastěji jsou plísňové sýry děleny podle typu a růstu plísně. [7]

### 2.1 Měkké sýry s plísní na povrchu

Tyto sýry se vyznačují měkčí, krémovitou konzistencí. Na povrchu je typická bílá kůrka. Jsou vyráběny především z kravského mléka a zrají okolo dvou až šesti týdnů. Mezi nejznámější zástupce můžeme zařadit: [7]

- *Camembert de Normandie* – tento sýr s ochrannou známkou původu je vyráběn z nepasterovaného kravského mléka s obsahem tuku v sušině 45 %, doba zrání je alespoň 3 týdny za přítomnosti plísně *Penicillium camemberti*. Bochník o průměru 10,5 – 11,0 cm o tloušťce 3 cm, má mírně slanou
- *Brie* – oficiální druhy jsou Brie de Melun a Brie de Meaux, které jsou tvarovány do plochých bochníků o průměru 27 – 37 cm o tloušťce 2,5 – 3,0 cm.

*Brie de Melun* – jde o plísňový sýr mající měkké roztékající jádro a jeho povrch je porostlý nahnědlou mikroflórou. Zraje alespoň 4 týdny při teplotě 10 °C. Tento typ sýra má výrazné aroma.

*Brie de Meaux* – vyznačuje se slámovou barvou, pikantní nasládlou chutí s nádechem lískových oříšků. Doba zrání se pochybuje mezi 4 – 10 týdny.

- *Coulommiers* – dříve se řadil mezi sýry typu Brie. Je vyráběn z kravského mléka. Z počátku je porostlý bílou plísní, ale po 5 týdnech zrání se mikroflóra mění na načervenalou hnědou. [7]
- *Hermelín* – je česká varianta francouzského sýru Camembert. [7]

### 2.2 Sýry s plísní v těstě

Jedná se o sýry, které mají plíseň prorostlou až ke středu výrobku. Mají krémovou konzistenci. Při zrání se musí tyto typy sýrů alespoň dvakrát propíchnout jehlami, aby se dovnitř dostal vzdušný kyslík pro růst a rozvoj plísní. [7]

Do této skupiny plísňových sýrů řadíme např.:

- *Roquefort* – jde o sýr s ochrannou známkou původu. Je vyráběn ze syrového ovčího mléka. Tento sýr obsahuje nejméně 52 % tuku v sušině. Po 3 až 6 měsících zrání má výraznou ostrou vůni. Sýry zrají pomocí dané plísně výhradně daných jeskyních, které jsou charakteristické vysokou vlhkostí vzduchu (až 90 %). [7]
- *Niva* – nazývána také sýr s modrou plísní, jedná se o českou obdobu francouzského sýru Roquefort. Je vyráběn z kravského mléka. Má smetanovou až sýrově žlutou barvu, na řezu lze pozorovat mramorovou strukturu světlé až zelené ušlechtilé plísně. Obsahuje 52 % sušiny, 50% tuku v sušině a 5 % NaCl. [7], [13]
- *Gorgonzola* – jeden z neznámějších italských sýrů. Vyrábí se z kravského mléka. Obsahuje minimálně 48 % tuku v sušině. Vyznačuje se výraznou vůní a chutí; bochník mající průměr 25 – 30 cm a tloušťce 16 – 20 cm. Doba zrání je až 2 až 3 měsíce.
- *Fourme d' Ambert* – francouzský sýr s ochrannou známkou původu mající velmi výraznou chuť s ořechovou až houbovou vůní. Vyrábí se z kravského mléka o minimálním obsahu tuku v sušině 50 %.
- Dalšími typy jsou *Saint-Agur*, *Danablu*, *Stilton*, aj. [7]

### 2.3 Dvouplísňové sýry

Jde o zvláštní typy sýrů jak s plísní na povrchu, tak s plísní v těstě. Obsah tuku v sušině je výrazně vyšší než u ostatních plísňových sýrů. Mezi zástupce dvouplísňových sýrů patří např.:

- *Cambozola* – je vyráběn v Německu. Jedná se o dvouplísňový sýr se smetanovou chutí. Nemá tak výraznou vůni jako ostatní dvouplísňové sýry. Má mírně nažloutlou barvu. Obsah tuku v sušině je 70 %.
- *Vltavín* – jedná se o dvouplísňový sýr české výroby na povrchu s bílou plísní a se zelenou plísní v těstě. Má jemnou konzistenci. S délkou zrání se zvyšuje jeho výrazná chuť, jemnost a lahodnost. [7]



### 3 VÝROBA PLÍSŇOVÝCH SÝRŮ

#### 3.1 S plísní na povrchu

##### *Camembert*

Vybrané pasterované mléko kyselosti do 7,8 SH a tučnosti 2,5 % se zahřeje na teplotu 31 - 33 °C, přidá se 1,5 - 2,0 % smetanového zákysu, 30 ml nasyceného roztoku chloridu vápenatého a 1 - 2 ml sýrařské barvy a nechá se 1 hodinu překysat. Po ukončení kysacího procesu se zasýří tak, aby se při teplotě 31 °C mléko srazilo do dvou hodin. Po zasýření se mléko promíchá, aby se zabránilo vystupování smetany a aby se rozmíchalo syřidlo. Srážení je ukončeno jakmile se sýřenina snadno odděluje od stěny vany a má ostrý lom. Část sýřeniny na povrchu se přeloží a do tvořítek se nejprve nalévá sýřenina méně tučná - ze spodních vrstev; do středu forem se pak nalévá horní vrstva - tučnější - a na povrch ostatní. Nalévat se musí rychle, aby sýřenina příliš neztuhla. Bylo-li použito homogenizované smetany s odstředěným mlékem, lze sýřeninu pokrátet a plnit plnicími mísami do forem; tím se práce velmi urychlí.

Po naplnění se sýry obracejí (ihned po naplnění, pak za ½, 1, 2 a 5 hodin). Sýry odkapávají do příštího rána při teplotě 20 - 25 °C. Druhý den jsou sýry odkapané a dosahují kyselosti pH 4,6 - 4,8 a 80 - 90 SH. Po vyndání z forem musí udržovat tvar a nesmějí se roztékat.

Sýry se solí na sucho - ručně - nebo v solné lázni. Při ruční práci se nasolí nejdříve jedna strana a boky a za 1 hodinu druhá strana a boky. Solí se 4 hodiny. Pak se sýry opláchnou v čisté vodě, aby se odstranila přebytečná sůl. V solné lázni se solí sýry tak, že se narovnají na lísky v několika vrstvách nad sebou, složených do dřevěných klecí a ponoří se do solné lázně. Solí se ½ - 1 hodinu. Koncentrace solné lázně je 20 %, kyselost 20 - 25 SH a teplota 16 - 20 °C. Po solení se sýry očkují výtrusy plísní *P. camemberti* nebo *P. candidum*. Plíseň camembertu se rozmnožuje buď na housce, nebo na tuhé živé půdě. Dobře vyrostlá plíseň, bez infekce, se máčí v převařené a vychlazené vodě, aby se rozptýlily výtrusy plísně. V této vodě se pak sýry máčejí nebo voda rozstříkuje na povrch sýrů.

Při ručním solení lze spojit odsolování s očkováním. Plíseň lze očkovat též tak, že se výtrusy rozptýlí do mléka před sýřením. Naočkované sýry se kladou na rohožky a odvázejí do zracích sklepů, kde osychají při teplotě 12 - 15 °C a relativní vlhkosti 80 - 85 %. Po 5

dnech se začne objevovat na sýrech bílá plíseň. Sýry se denně obracejí tak, že se přiloží náhradní rohožka na rohožku a se sýry a obrátí se. Sýr zraje při uvedené teplotě a relativní vlhkosti 12 - 14 dní. Zralé sýry se musí ihned zabalit a po celou dobu distribuce skladovat při nízkých teplotách (5 °C). [2]

### *Sýr de Brie*

Vyrábí se podobně jako sýr camembert, jen sýřenina při vybírání je tužší a formuje se do forem průměru 25 cm. Váha jednoho koláče je 1,20 - 1,50 kg. Poněvadž sýr má poměrně malý povrch vzhledem k váze, musí se ve sklepech dodržovat nižší vlhkost. Po uzrání se balí buď v celku, nebo jednotlivé dílky. [2]

sýrařský pracovní sešit  
výhradně pro potřeby SPŠM Kroměříž

Schéma STP výroby měkkých sýrů zrajících s plísní na povrchu

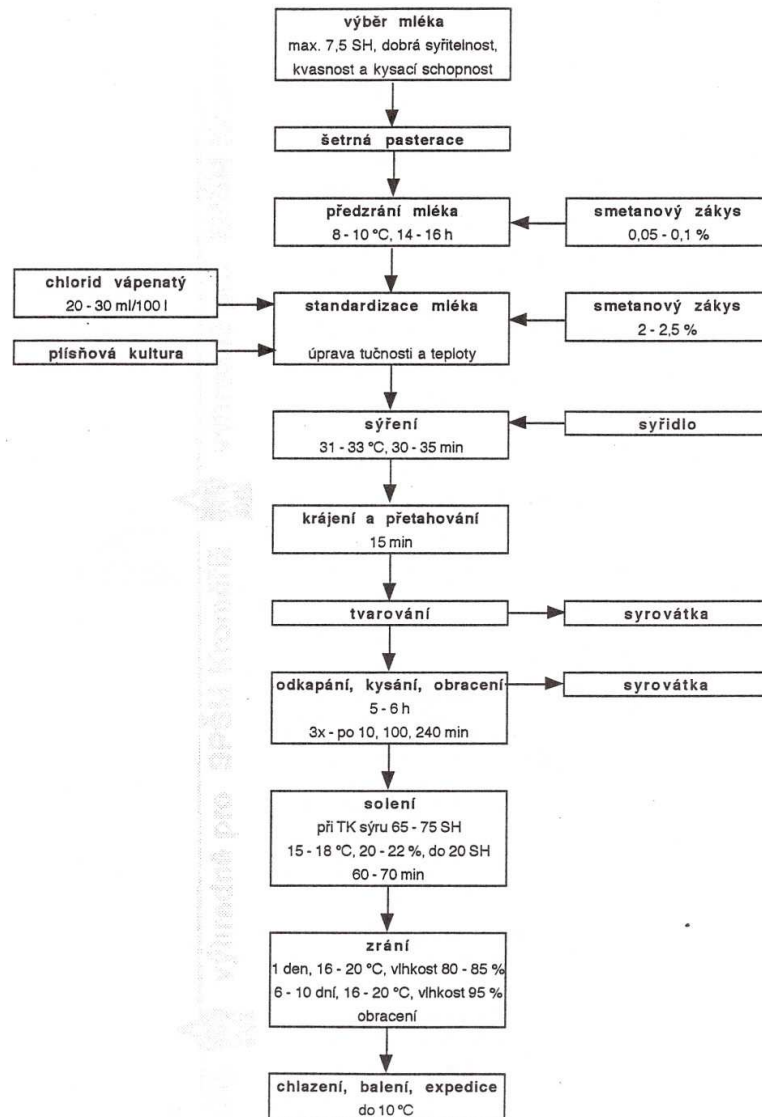


schéma č. 9

Obr. 1. Schéma výroby měkkých sýrů zrajících s plísní na povrchu [9]

## 3.2 S plísní v těstě

*Niva*

Výrobní proces:

1. Odstředění syrového plnotučného kravského mléka.
2. Homogenizace.
3. Pasterace (šetná při 72 - 75 °C po dobu 15 - 30 s.) [2]
4. Sýření probíhá ve výrobníku. Sýřenina se zpracovává na zrno – základní surovinu pro výrobu sýra. Vzniklá směs syrovátky a zrna se pouští na pás, kde syrovátka odtéká.
5. Solení zrna koncentrovaným solným roztokem a plnění do forem, které se v pravidelných intervalech obracejí. Hmota je poté vyklápěna na nerezové palety a putuje do solných lázní. Obrovské kádě jsou napouštěny solným roztokem s danou koncentrací, kyselostí a teplotou. Po vyjmutí se bochníky nechají den okapat a ručně se solí.
6. Propichování, aby se vytvořily průduchy nezbytné pro růst plísně. Je třeba udělat asi 35 vpichů z každé strany bochníku, aby se vytvořilo dostatek vzduchových bublin s dvojnásobným významem – umožnit přístup vzduchu, který plíseň potřebuje, a nechat zplodiny vznikající štěpením bílkovin a tuků ze sýra uniknout. Plísňové kultury se dnes pěstují na povrchu vysterilizovaných krup a do sýrové hmoty se splachují vodou.
7. Zrání ve sklepích při stálé teplotě (8–10 °C) a vlhkosti (95 %) probíhá 5 týdnů.
8. Ošetření, kdy se z bochníků ručně seškrabují nežádoucí plísně.
9. Balení: – válec váží průměrně 2 kg. Bývá zabalen do aluminiové folie.
  - porce (trojúhelníková výseč) váží kolem 100 g (kalibrovaná váha).
  - zlomky pouze pro požadavky dalšího zpracování je sýr balen do zdravotně nezávadných pytlů z polyethylenu.
10. Skladování. [13]

### *Gorgonzola*

Výrobou se poněkud liší od sýru Niva, a to kratším zpracováním sýřeniny a formováním sýra ze dvojí sýřeniny. Sýřenina, která byla vyrobena jeden den, se vybere na syrníky a nechá se odkapat. Kyselost sýřeniny má být 45 - 50 SH. V teplém období dosáhne této kyselosti do 3 hodin. Pak je nutno sýřeninu převést do chladné místnosti, lépe však je zavést ji do studené vody. Druhý den se připraví čerstvá sýřenina stejně jako první den a po dostatečném odkapání se plní do tvořítek vyložených po dnu a obvodu plachetkami. Sýřenina vyrobená první den se krájí na hranoly a vrství se do středu tvořítek; při tom se solí a prosypává plísní, jestliže nebyla přidána do mléka. Horní strana tvořítka se plní opět čerstvou sýřeninou. Sýry se pak odvezou do místnosti, kde odkapávají při teplotě 22 °C a lisují tlakem 7 - 8 kg na kus. V této místnosti zůstanou do druhého dne.

Po odkapání a vylisování se sýry solí nejprve ve formách tak, že se solí horní strana a stěny, další den se sýry obračejí a opět se solí horní strana a stěny. Pak se solí již sýry celé, a to ještě 5 dní.

Zrání probíhá jak u sýra Niva. Sýry jsou válcovitého tvaru průměru 27 cm, výšky 15 - 18 cm a váhy 7 kg. Zrají 3 - 4 měsíce. Balí se do hliníkových folií, pergamenového papíru, označují se a expedují. [2]

### *Stilton*

Je to sýr se zelenou plísní, který se v Anglii vyrábí již od roku 1725. Vzhledem, chutí a složením se podobá roquefortu. Má tvar vysokého válce průměru 15 - 18 cm, výšky 25 - 30 cm a váhy 3,5 - 4,0 kg; na řezu je smetanový s mramorováním zelenou až hnědou plísní. Musí obsahovat nejméně 50 % tuku v sušině.

Vyrábí se z dobrého plnotučného mléka s přídavkem smetany. Doba srážení je 60 minut. Těsto se hrubě krájí a vylévá se na syrníky, kde se nechá odkapávat. Za hodinu se rozdrobí, plní do forem a solí. Obrací se 2 - 3krát denně. Po 3 - 4 dnech se vyjme z forem, zabalí se do plachetek vypraných v horké vodě a uloží se do zracího sklepa. Tam se propíchnává a zároveň očkuje kulturou plísně. Zraje 18 měsíců. [2]

Schéma STP výroby měkkých sýrů zrajících s plísní uvnitř

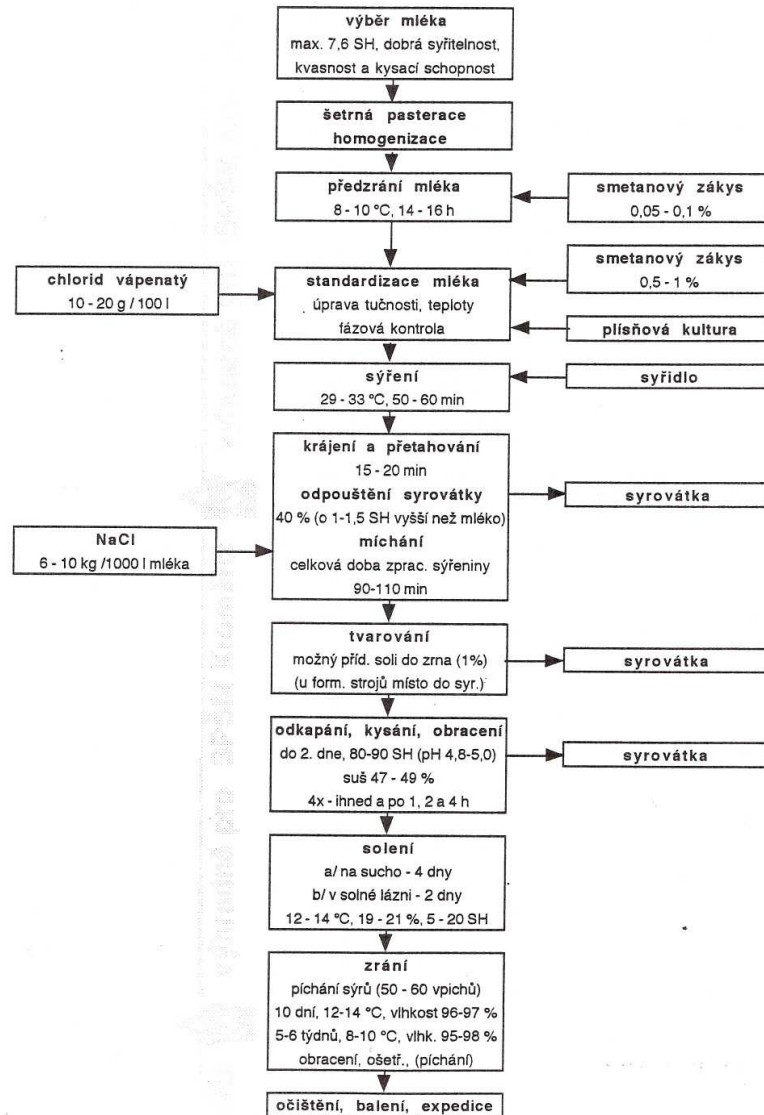


schéma č. 10

Obr. 2. Schéma výroby měkkých sýrů zrajících s plísní uvnitř [9]

## 4 ČISTÉ KULTURY PLÍŠŇOVÉ

Plísňové kultury *Penicillium roqueforti*, *Penicillium camemberti*, *Penicillium caseicolum* a *Penicillium nalgiovensis* tvoří základní mikroflóru plísňových sýrů. U sýrů typu roquefort netvoří mikroflóru plísňové kultury jeden, nýbrž více vhodně sestavených kmenů plísně *P.roqueforti*. Jde především o dobrou sporulaci, lipolytickou a proteolytickou činnost plísňové kultury, která se rozhodujícím způsobem podílí na zrání sýra a spoluvytváří jeho typickou chuť a vůni a modrozeleně mramorování těsta. [1]

Mikroflóru plísňové camembertové kultury tvoří *Penicillium camemberti* a *Penicillium caseicolum*. Při výrobě sýrů typu camembert je výhodné používat směsné kultury obou jmenovaných druhů plísní, neboť se svými vlastnostmi dobře doplňují. Oba druhy plísní se svou lipolytickou a proteolytickou činností rozhodujícím způsobem podílejí na zrání těchto sýrů i na specifické, typické žampionové chuti, vůni a vzhledu sýrů. Při zrání Nalžovského sýra, který je v některých znacích blízký camembertu, je nezbytná plísňová kultura *Penicillium nalgiovensis*. Plíseň *P.nalgiovensis* se svou lipolytickou a proteolytickou činností rozhodujícím způsobem podílí na zrání Nalžovského sýra a spoluvytváří jeho charakterové chuťové a vzhledové vlastnosti. [1]

### 4.1 Popis hlavních druhů plísní tvořící podstatu plísňových sýrařských kultur

#### 4.1.1 *Penicillium roqueforti*

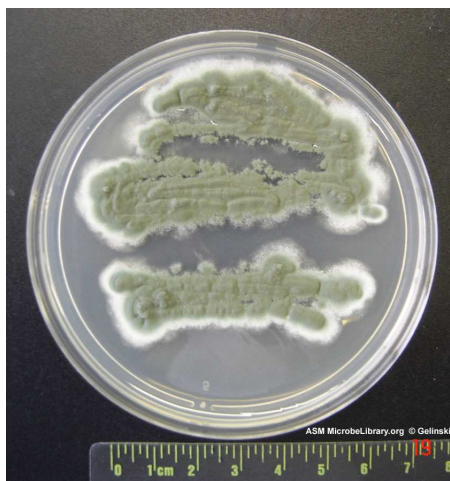
*Penicillium roqueforti* patří do čeledi *Aspergillaceae*, rodu *Penicillium*, skupiny *Asymetrica*, podskupiny *Velština*. Kolonie na Czapkově agaru dosahují za 10 až 12 dnů při 20 °C průměru 5 až 6 cm. Dobře spiráluje, kolonie mají smetanový sloh, hladký, modravě zelený nebo hráškově zelený povrch a okraj jasně bílý, paprskovitý, pavučinkovitého vzhledu. Většina kmenů netvoří gutaci. Vůně je netypická, nevýrazná, nepatrně kyselá. Spodní část plísně je mírně zelenavá nebo modravě zelená. Konidiofory jsou většinou 100 až 150 μm v průměru; vystupující ze vzduchových nebo ponořených částí vegetativních hyf. Konidiofory jsou rozvětvené, asymetrické, s granulačními, příležitostně hladkými stěnami. Metuly jsou velké 12 – 15 x 3 – 4,5 μm, většinou s drsnými stěnami. Sterigmata mají rozměry 8 – 12 x 3 – 3,5 μm, konidie jsou kulaté, hladkostěnné, tmavozelené nebo protáhle

kulaté, velikosti 3,5 – 5  $\mu\text{m}$ , někdy i větší. Kolonie na Czapkově agaru s corn steepem jsou v barvě i morfologických detailech obdobné jako kolonie na Czapkově agaru, rostou však rychleji. Kolonie na agaru se sladovým extraktem dosahují za 8 až 10 dnů při 20 °C průměru 8 až 10 cm. Rostou zde tedy rychleji než na Czapkově agaru. Spodek kolonie stářím černá, konidiofory a metuly jsou zpravidla drsnější. [1]

Tato plíseň je poměrně málo náročná na kyslík, může růst i uvnitř sýrů v kyselém prostředí, roste i v atmosféře obsahující pouze 5 % kyslíku a hojně produkuje proteolytické a lipolytické enzymy. Je to kulturní plíseň nezbytná pro zrání sýrů s plísní v těstě.

V literatuře byla popsáno mnoho druhů nebo variet, které náleží k druhu *Penicillium roqueforti*. Patří k nim: [1]

- *Penicillium roqueforti* Tom
- *Penicillium vesiculosum* Bainier
- *Penicillium atro-viridum* Sopp
- *Penicillium aromaticum* Sopp
- *Penicillium gorgonzola* Weidemann
- *Penicillium suaveolens* Biourge
- *Penicillium biourgei* Arnandi
- *Penicillium stilton* Biourge



Obr. 3. *Penicillium roqueforti* [14]

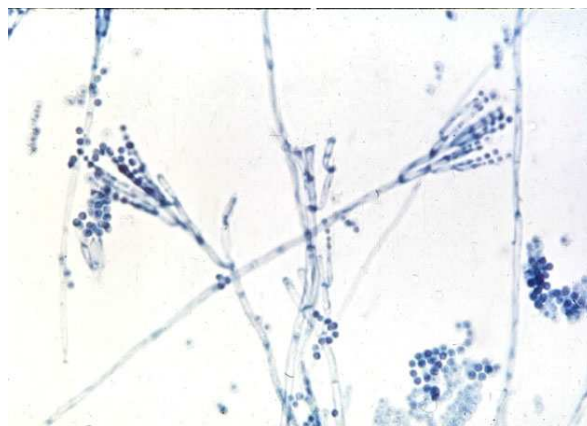


#### 4.1.2 *Penicillium caseicolum*

Patří do skupiny *Asymetrica* podskupiny *Lanata*. Kolonie na Czapkově agaru dosahují po 14 dnech při pokojové teplotě průměru 2 až 2,5 cm. Mají vatovitý vzhled, jsou ve střední části 2 až 3 mm vysoké, měkké, čistě bílé se stálým smetanovým odstínem v době tvorby konidií, velmi mírně vrásčité. Vůně připomíná bramborové slupky. Spodní část kolonie je bělavá až žlutobílá. Konidiofory jsou dlouhé 400 až 450  $\mu\text{m}$ , vznikají – li ze substrátu, nebo 50 až 100  $\mu\text{m}$ , vznikají – li ze vzdušných hyf. V průměru jsou tlusté 3 až 4  $\mu\text{m}$ . Penicili jsou asymetrické, nepravidelně větvené, 60 až 85  $\mu\text{m}$  dlouhé. Metuly i sterigmata bývají ve skupinách po 2 až 3. Větve jsou různě dlouhé, od 15 – 30 x 3 – 4  $\mu\text{m}$ . Metuly jsou obvykle velké 8 – 12 x 2,5 – 3  $\mu\text{m}$ , sterigmata 10 až 13 x 3,3 – 4,5  $\mu\text{m}$ . Kolonie na Czapkově agaru s corn steepem jsou bílé, ve střední části 2 až 3 mm vysoké. Po dvou týdnech při pokojové teplotě dosahují v průměru 3 až 3,5 cm. Sporulace je na této živné půdě hojnější než na samotném Czapkově agaru. Konidiofory jsou též delší a dosahují délky až 800  $\mu\text{m}$ . Tvoří součást plísňového porostu na sýrech s plísní na povrchu (camembert, de Brie a podobné sýry). [1]

Druhy plísně:

- *Penicillium caseicolum* Bainier
- *Penicillium candidum* Roger a Mazé
- *Penicillium epsteinii* Lindau
- *Penicillium rogeri* Wehmer



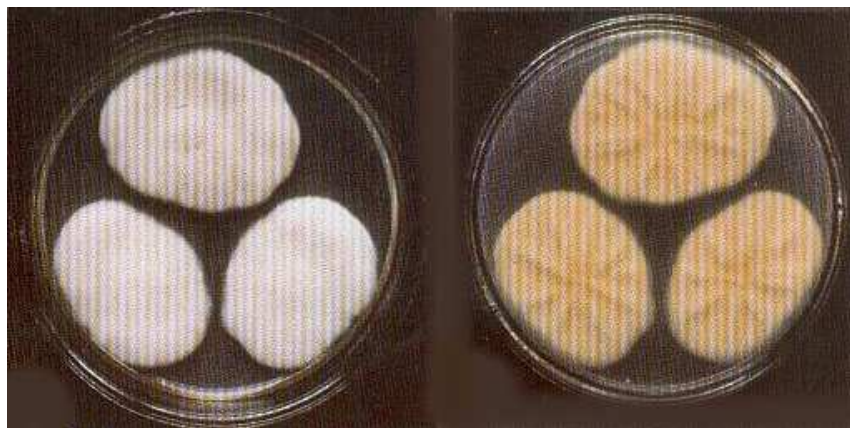
Obr. 4. *Penicillium caseicolum* [15]

#### 4.1.3 *Penicillium camemberti*

Patří do skupiny *Asymetrica*, podskupiny *Janata*. Kolonie na Czapkově agaru dosahují za 10 dnů při pokojové teplotě průměru 2 až 3 cm. Jsou řídké, vločkovité, připomínající vzhledem vatu; nejdříve jsou bílé, později mírně šedo zelené. Spodní část je bezbarvá nebo krémová až bledě žlutavá. Vůně připomíná bramborové slupky. Konidiofory jsou různě dlouhé, obvykle 250 – 600 x 2,5 – 3,5 μm, vyrůstají – li ze substrátu, nebo 40 až 200 μm dlouhé, vyrůstají – li ze vzdušných hyf. Větve dosahují velikosti 12 – 18 x 2,2 – 3,4 μm. Metuly bývají po 2 a 3 skupině, velikosti 9 – 14 x 2,2 – 3,2 μm. Sterigmata jsou ve skupinách po 2 až 5, zřídka více, velikosti 9 – 14 x 2,2 – 2,8 μm. Konidie mají tvar elipsoidní, později kulatý, velikosti 3,5 – 5 x 3 – 4,5 μm. Kolonie na Czapkově agaru s corn steepem jsou podobné, rychleji rostou a spirálují. Je typickou složkou porostu u sýrů s plísní na povrchu (camembert, de Brie a podobné sýry). [1]

Druhy plísně:

- *Penicillium camemberti* Sopp
- *Penicillium aromaticum* Sopp
- *Penicillium album* Mazé



Obr. 5. *Penicillium camemberti* [16]

#### 4.1.4 *Penicillium nalgiovensis*

Tuto plíseň izoloval a popsal LAXA. Patří do skupiny *Asymetrica* podskupiny *Divaricata*. Kolonie na Czapkově agaru dosahují za 12 až 14 dnů při pokojové teplotě průměru 3 až 3,5 cm. Nejdříve jsou bílé, později žlutozelené; na okraji tvoří kolonie bezbarvou zónu 3 až 4 mm širokou. Spodní strana kolonie bývá oranžově červená až nevýrazná. Konidiofory jsou 500  $\mu\text{m}$  dlouhé. Větve jsou velké 8 – 12 x 2 – 4  $\mu\text{m}$ , sterigmata 8 – 10 x 2  $\mu\text{m}$ . Konidie jsou kulaté, v průměru 3,2 až 3,6  $\mu\text{m}$ , hladké nebo mírně nepravidelné. Kolonie na Czapkově agaru s corn steepem rostou rychleji a dosahují za 10 až 12 dnů v průměru 3,5 až 4 cm. Barva kolonie je temněji žlutozelená. Tvoří typický porost na Nalžovském sýru. [1]

## 4.2 Biochemie plísňových kultur

Všechny ušlechtilé druhy plísní, kterých používáme při výrobě plísňových sýrů, vyznačují se různě výraznou proteolytickou a lipolytickou činností. Neméně důležitá je jejich činnost křísovitá, při které asimilují kyselinu mléčnou a oxidačními pochody ji převádějí na  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$ . Plísně mají též schopnost syntetizovat některé aminokyseliny a tvořit tuk. Z hlediska zrání plísňových sýrů jsou rozhodující proteolytické a lipolytické enzymy produkované přítomnými plísněmi. [1]

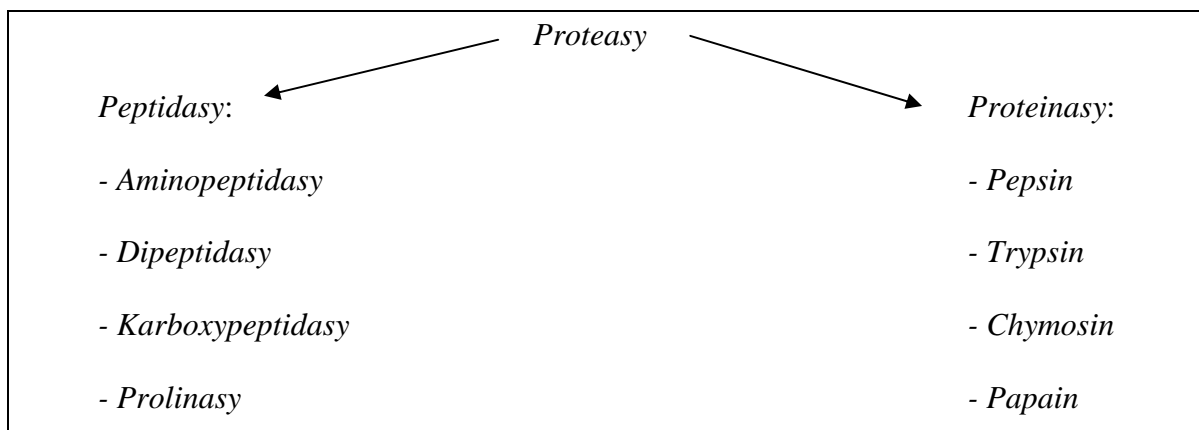
### 4.2.1 Proteolytické enzymy

Mikroorganismy vylučují do prostředí hydrolytické enzymy, zvané *proteasy*, které odbourávají bílkoviny na složky o malé molekulové váze (aminokyseliny); ty pak mohou projít buněčnou membránou. Tato vlastnost není běžná u všech mikroorganismů. Velká většina dovedla hydrolyzovat pouze jednodušší bílkoviny, peptony a polypeptidy. *Proteasy* bývají produkovány mnohými bakteriemi, kvasinkami a plísněmi. Bakteriální *proteinasy* mívají optimální pH kolem 7,0; kvasinkové *proteinasy* kolem 5,0; *polypeptidasa* a *dipeptidasa* 7,0 až 7,8 a plísňové *proteinasy* kolem 7,0.

*Proteasu* obsahuje též syrové mléko; mluvíme o mléčné *protease*, která se ničí desetiminutovým záhřevem mléka na 76 °C. Jde o enzym velmi odolný vůči vysokým teplotám. Mléčná *proteasa* se může uplatnit i při zrání sýrů, když se použije nízké pasterační teploty mléka. [1]

*Proteasy* rozdělujeme často na *peptidasy* a *proteínasy*. (Obr. 6.) *Peptidasy* katalyzují hydrolytický rozklad dipeptidů a polypeptidů, kdežto *proteínasy* způsobují přímo rozklad bílkovin.

Schematicky lze *proteasy* rozdělit takto:



Obr. 6. Rozdělení proteas [1]

*Aminopeptidasa* je obsažena v některých plísních, kvasinkách a bakteriích. Tento enzym hydrolyzuje polypeptidy v místech peptidické vazby na konci peptidového řetězce, kde je volná aminoskupina.

*Karboxypeptidasa* odštěpuje aminoskupinu, která je na konci karboxylového řetězce. Produkují ji některé bakterie, kvasinky a plísně.

*Dipeptidasa* katalyzuje hydrolytické štěpení dipeptidů na volné aminokyseliny. Di-peptidy hydrolyzované tímto enzymem musí obsahovat na jednom uhlíku volný karbonyl.

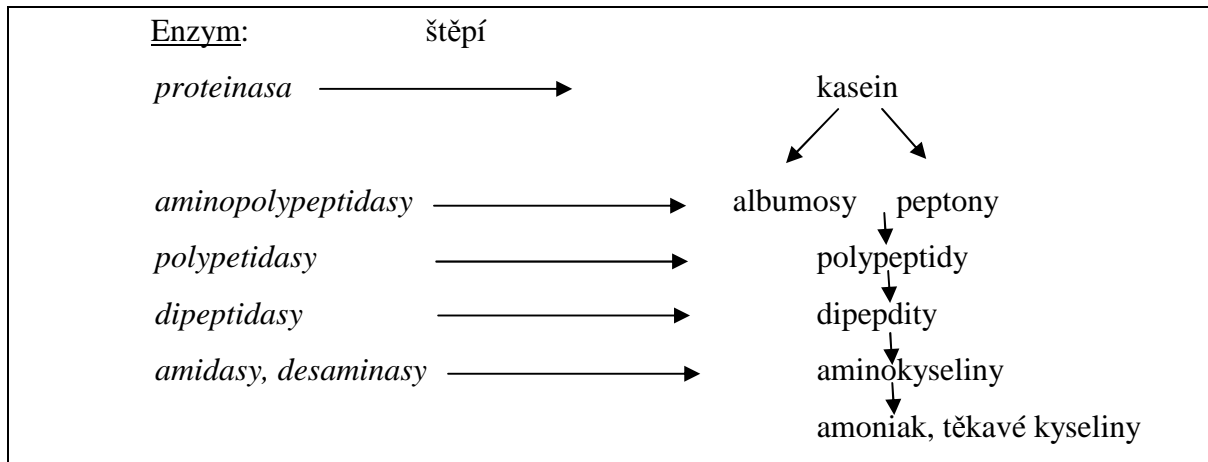
Bakterie, kvasinky a plísně často produkují též enzymy označované jako *amidasy*, kam patří např. *glutaminasa*, *asparaginasa*, *arginasa* aj.

*Glutaminasa* katalyzuje hydrolýzu nebo syntézu glutaminu, který se např. hydrolyzuje na kyselinu glutamovou a amoniak.

*Asparaginasa* hydrolyzuje asparagin na kyselinu asparagovou a amoniak.

Přihlížíme-li např. ke kaseinu, je proteolytickými enzymy rozkládán přes albumózy a peptony na polypeptidy, dále na dipeptidy a aminokyseliny. Aminokyseliny mohou být rozloženy až na amoniak, těkavé kyseliny, případně sirovodík. [1]

Rozklad kaseinu si zjednodušeně představíme takto:



Obr. 7. Rozklad kaseinu [1]

Vzniklé volné aminokyseliny mohou být dále rozkládány enzymy označenými jako *dekarboxylasy*. Tyto enzymy jsou specifické pro určité aminokyseliny a jsou aktivní v kyselém prostředí pH 2,5 až 6,0. Dekarboxylací vzniká příslušný amin a CO<sub>2</sub>. Tak např. z tyrosinu vzniká amin tyramin, z histidinu histamin, z kyseliny glutamové  $\gamma$ -aminomáselná kyselina, z lysinu vzniká diamin - kadaverin apod. Hodnotíme-li proteolytický rozklad mléčných bílkovin činností ušlechtilých plísní, které se uplatňují při zrání plísňových sýrů, je výhodné, když končí tvorbou volných aminokyselin. Výraznější činnost *amidasy* a *karboxylasy* není již žádoucí. [1]

#### 4.2.2 Lipolytické enzymy

Plísně *P. roqueforti*, *P. camemberti*, *P. caseicolum* a *P. nalgiovensis* produkují značné množství *lipasy*. Bakterie mléčného kvašení *lipasu* netvoří a kvasinky, které se uplatňují při zrání plísňových sýrů typu roquefort, *lipasu* produkují, ale v porovnání s plísněmi je lipolytická aktivita kvasinek podstatně menší a při nízkých teplotách je nevýrazná. Změny mléčného tuku při zrání plísňových sýrů jsou způsobovány především činností plísňové *lipasy*. *Lipasy* katalyzují hydrolytický rozklad a syntézu tuků. Hydrolýzou mléčného tuku působením *lipasy* vzniká glycerol a volné mastné kyseliny. V dalším stupni se tyto složky oxidují oxidačními enzymy. Jednotlivé druhy *lipas* se liší různou optimální teplotou, pH i účinkem. *Lipasa* je adaptivním enzymem a její produkce je stimulována specifickými substráty. Optimální působení *lipas* je při pH 5,0 až 5,5 a teplotě 30 až 35 °C. Chlorid vápenatý stimuluje účinek *lipas*, což je z technologického hlediska závažné. Syro-

vé mléko obsahuje *lipasu* mléčnou, která se pasterizačním záhřevem ničí, takže při zrání sýrů se neuplatňuje. [1]

Při rozkladu mléčného tuku mikrobiální *lipasou* se tvoří aldehydy a ketony. Zvláště plísňě, které se uplatňují při zrání plísňových sýrů, se vyznačují tvorbou methylketonů. Methylketony jsou u plísňových sýrů důležitou složkou typické chuti a vůně. Při rozkladu mléčného tuku *lipasou* vzniklé volné mastné kyseliny, především kyseliny máselná, kapronová, kaprylová, kaprinová a laurová, jsou výchozí složkou pro vznik methylketonů. Tak vzniká:

z kyseliny máselné → aceton

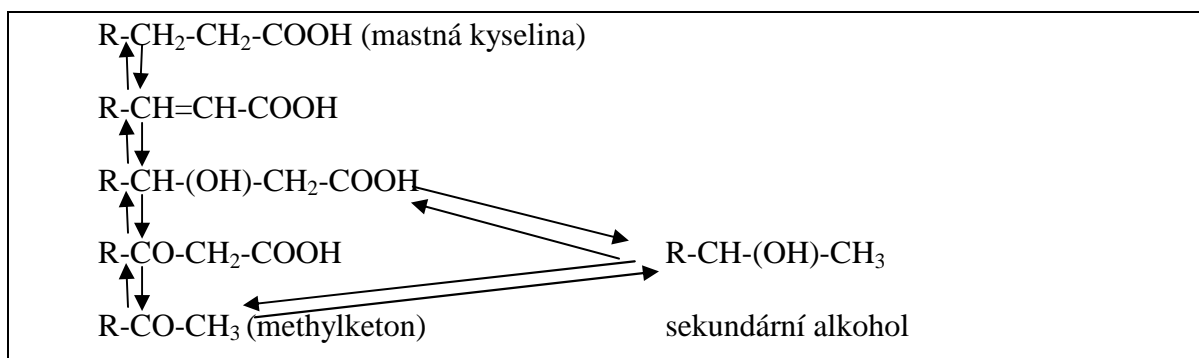
z kyseliny kapronové → methyl-n-propylketon (pentan-2-on)

z kyseliny kaprylové → methyl-n-amylketon (heptan-2-on)

z kyseliny kaprinové → methyl-n-heptylketon (nonan-2-on)

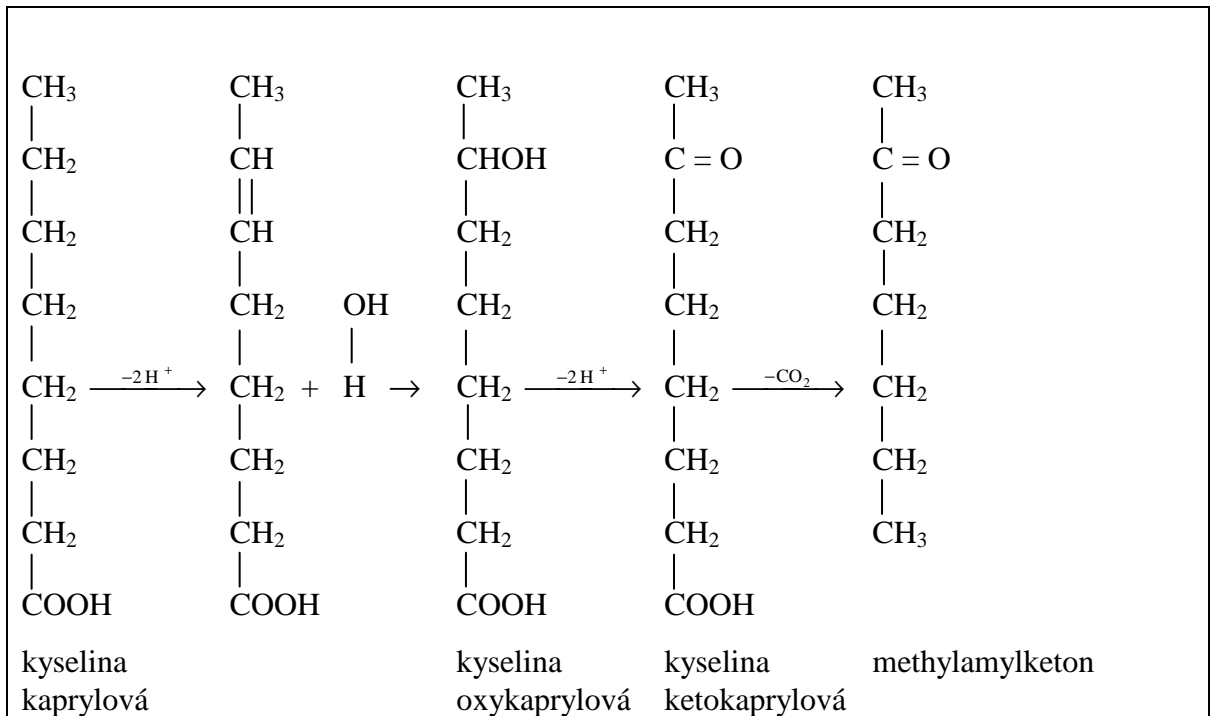
z kyseliny laurové → methyl-n-nonylketon (undekan-2-on)

Tvorba methylketonů je ovlivněna kmenem plísňě *P. roqueforti*, *P. caseicolum* a *P. nalgiovensis*. Pomocí plynové chromatografie byla prokázána celá řada dalších volných mastných kyselin nasycených i nenasycených, vzniklých rozkladem mléčného tuku činností *lipas* produkovaných plísňemi. Cesta z mastných kyselin k methylketonům a úloha sekundárních alkoholů ukazuje Obr. 8. [1]



Obr. 8. Vznik methylketonů z mastných kyselin [1]

Při zrání sýrů s plísní v těstě není žádoucí, aby docházelo k redukci methylketonů na sekundární alkoholy, neboť nejsou typickou složkou plísňových sýrů. Na typické chuti a vůni plísňových sýrů se především podílejí rozkladné produkty bílkovin a tuku. [1]



Obr. 9. Vznik methylamylketonu z kyseliny kaprylové [1]

Neméně důležitou úlohou plísní je jejich křísovitá činnost. Plíseň asimiluje kyselinu mléčnou a oxidačními pochody ji převádí na  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$ . Při zrání sýrů je tato činnost velmi důležitá, neboť spolupůsobí na zvyšování pH (snižování kyselosti) prostředí, což přispívá ke zvýšení proteolytické a lipolytické aktivity přítomných enzymů. [1]

## 5 ZRÁNÍ PLÍSŇOVÝCH SÝRŮ

Zráním označujeme všechny biochemické procesy, probíhající v sýrech působením mikrobiálních enzymů, případně i enzymů syřidla a ovlivňující vzhled, chuť, vůni a konzistenci sýra. [6]

Bývá zvykem rozdělovat zrání na předběžné, které probíhá během úpravy mléka, sýření, zpracování sýřeniny, formování, lisování a solení a na zrání hlavní, které probíhá v zracích sklepích. Při předběžném zrání dochází k mléčnému kvašení, mění se však i bílkoviny. Průběh mléčného kvašení zajišťují hlavně enzymy bakterií mléčného kvašení použitých čistých mlékařských kultur. Laktosu mohou zkvašovat jen mikroorganismy, tvořící enzym  *$\beta$ -galaktosidasu*, který štěpí laktosu na glukosu a galaktosu. Vzniklé monosacharidy se dále rozkládají. Rozklad hexos závisí na druhu mikroorganismů přítomných v mléce pro výrobu sýrů.

Rozlišujeme tři druhy mléčného kvašení:

1. *Homofermentativní*: Z jedné molekuly monosacharidu vznikají dvě molekuly kyseliny mléčné. Typickým představitelem této fermentace je např. *Streptococcus lactis* a *Lactobacillus lactis*.
2. *Heterofermentativní*: Je charakteristické např. pro rod *Leuconostoc*, který produkuje vedle kyseliny mléčné oxid uhličitý, kyselinu octovou aj.
3. *Smíšené*: Vyskytuje se např. u skupiny *Escherichiaceae*, kdy vzniká vedle kyseliny mléčné větší množství dalších produktů.

Mnohé bakterie mléčného kvašení, např. *Streptococcus diacetylactis*, rod *Leuconostoc*, *Lactobacillus casei* aj., tvoří současně z citrátů řadu aromatických látek, jako je acetaldehyd, diacetyl aj. Působením bakterií mléčného kvašení, zvláště rodu *Lactobacillus* vzniká dále vedle známých i řada dosud neidentifikovatelných sloučenin, účinných proti řadě nežádoucích mikroorganismů, sloučenin, majících ochranný vliv při úchově potravin, i sloučenin, které se mohou uplatnit z klinického hlediska.

Průběh mléčného kvašení sýrů bývá ukončen zpravidla do 24 hodin po výrobě. Zůstane-li v sýrech větší množství cukru, je zrání vadné. [3]



Při hlavním nebo také vlastním zrání sýrů rozlišujeme dva základní typy zrání:

1. *Primární zrání*: Probíhá pomalu v celé hmotě sýra za nepřístupu vzduchu, a to hlavně působením bakterií mléčného kvašení, plíseň *P. roqueforti*, případně kvasinky, pokud se při výrobě použily (*Torulopsis sphaerica*). Takto zrají plísňové sýry s plísní v těstě. [1], [3]

2. *Sekundární zrání*: Probíhá od povrchu sýra dovnitř za přístupu vzduchu. Při tomto zrání se nejdříve uplatňují bakterie mléčného kvašení a pak následuje enzymatická činnost aerobní mikroflóry zastoupené plísněmi *P. camemberti* a *P. caseicolum* u sýru typu camembert a *P. nalgiovensis* u sýra Nalžovského. Prozrání dovnitř těsta umožňují enzymy, které produkují plísně. Proteolytické a lipolytické enzymy pronikají během zrání dovnitř těsta a zajišťují zrání sýrů. [1], [3]

Stupeň zrání - nám vyjadřuje intenzitu zrácích procesů v průběhu celého zrání sýra. Vyjadřuje se procenticky a čím je hodnota vyšší, tím probíhá zrání sýra intenzivněji.

## 5.1 Změny hlavních složek mléka během zrání plísňových sýrů

### 5.1.1 Změny mléčného cukru

Laktózu rozkládají bakterie mléčného kvašení obsažené v máslařské kultuře především na kyseliny mléčnou, částečně kyselinu octovou, propionovou, CO<sub>2</sub> a diacetyl. Tento pochod probíhá již při zrání mléka a při zpracování sýřeniny. Hlavní mléčné kvašení nastává až v sýrovém těstě při odkapávání a formování. Za 48 hodin po výrobě bývá mléčného cukru již v těstě plísňových sýrů malé množství a po vysolení sýrů není laktóza již přítomna. Místo laktózy se objevuje v sýru kyselina mléčná a mléčnany. U plísňových sýrů kyseliny mléčné v průběhu zrání ubývá, neboť plísně oxidačními pochody již převádějí na CO<sub>2</sub> a vodu. V přítomnosti kvasinek *Torulopsis sphaerica* u sýrů s plísní v těstě může se částečně rozkládat laktóza na ethanol, který s volnými mastnými kyselinami tvoří estery uplatňující se na chuti sýra. Vzniklý CO<sub>2</sub> se podílí na tvorbě dutinek v těstě. [1]

### 5.1.2 Změny kyseliny citrónové

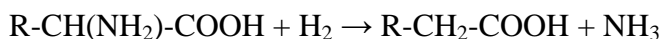
Rozklad nastává v sýrech činností aromatických bakterií za tvorby aromatických látek a CO<sub>2</sub>. [1]

### 5.1.3 Změny bílkovin

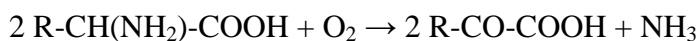
U plísňových sýrů se podstatně výrazněji štěpí bílkoviny než u jiných sýrů. [3] Při syření mléka se mění kasein činností enzymu chymosin, který je hlavní složkou syřidla, na parakasein. Činností proteolytických enzymů je parakasein dále rozkládán. Změny parakaseinu probíhají podle typu sýrů. Je možné rozdělit sýry na takové, u kterých se rozkládá  $\alpha_1$ -parakasein (většina tvrdých sýrů), a na sýry, u nichž je postupně odbouráván  $\beta$ -kasein (sýry typu camembert). U sýrů typu roquefort není odbourávání parakaseinu výrazně specifické. Proteolýza je vyvolávána především enzymy mikrobiálními, při čemž *proteasy* plísňové jsou rozhodující. Enzymy syřidla (chymosin a pepsin) se uplatňují na tvorbě peptonů a peptidů, dále se již na proteolýze neuplatňují. Složky tohoto rozkladu však stimulují další bakteriální fermentaci. Biochemický rozklad parakaseinu postupuje v několika etapách: [1]

1. Rozklad parakaseinu na albumosy a peptony. V tomto stadiu působí enzym *proteasa*.
2. Rozklad albumos a peptonů na polypeptidy. V tomto stadiu působí enzym *aminopolypeptidasa*.
3. Rozklad polypeptidů na dipeptidy. V tomto období působí enzym *polypeptidasa*.
4. Rozklad dipeptidů na aminokyseliny. V tomto období působí enzym *dipeptidasa*.
5. Rozklad aminokyselin na amoniak, těkavé kyseliny, sirovodík,  $\text{CO}_2$  a aminy. V tomto období působí enzymy *amidasy*, *desaminasy* nebo *dekarboxylasy*. [5]

Pod pojmem rozsah zrání rozumíme ve vodě rozpustných dusíkatých látek peptidické povahy, tj. albumos a peptonů. Rozsah zrání je značný u měkkých sýrů. Hloubkou zrání rozumíme množství aminokyselin a produktů jejich rozkladu k celkovému dusíku. U plísňových sýrů probíhá zároveň s velkým rozsahem i značná hloubka proteolýzy bílkovin. [4] Čím déle sýry zrají a čím je příznivější teplota, tím hlubší je rozklad bílkovin. Správný průběh zrání sýrů probíhá při slabě kyselé reakci a je označován jako acidoproteolýza. Kyselost sýrů se v tomto zracím období pohybuje od pH 5,2 až k hodnotě pH 6,5. Vzhledem k tomu, že kasein obsahuje některé aminokyseliny, které obsahují síru (methionin), vzniká při jejich změnách i sirovodík, dimethylsulfid a methylmerkaptan. Sledujeme-li výskyt volných aminokyselin v sýru během zrání, dochází ke stálým změnám v kvalitativním i kvantitativním zastoupení. Z volných aminokyselin *redukční dezaminací* vznikají těkavé mastné kyseliny a  $\text{NH}_3$ . Tyto pochody nastávají též u sýrů s plísní v těstě. [1]



U sýrů při aerobních pochodech se může uplatňovat *oxidativní dezaminace*, kdy z aminokyselin vznikají ketokyseliny a  $\text{NH}_3$ .



Vzniklé ketokyseliny se snadno dále rozkládají.

Tak mohou vznikat u plísňových sýrů z alaninu kyselina octová, z threoninu kyselina propionová, z valinu izo-máselná, z leucinu izovalerová a další. Kyselina mravenčí je výsledkem *oxidativní dezaminace* histidinu, v menší míře také serinu, prolinu, tryptofanu, fenylalaninu a tyrosinu. Těkavé mastné kyseliny vzniklé rozkladem aminokyselin se mohou uplatňovat na chuti i vůni plísňových sýrů. Vzniklé aminokyseliny mohou být dekarboxylací převedeny v příslušné aminy za odštěpení  $\text{CO}_2$ . Tak u plísňových sýrů se často setkáváme s kyselinou  $\gamma$ -aminomáselná, která vznikla dekarboxylací kyseliny glutamové. Tvorba aminu a diaminů dekarboxylací aminokyselin není zde žádoucí. Též tvorba amoniaku ve větším množství není u plísňových sýrů vítána. Produkty proteolytických změn, vzniklé v průběhu zrání sýrů se zdají být méně významné vzhledem k chuti a vůni sýrů s plísní než změny mléčného tuku. U sýrů s plísní v těstě se nachází velmi široká paleta volných aminokyselin. Byla dokázána přítomnost alaninu, serinu, glycinu, lysinu, histidinu, threoninu, fenylalaninu, tyrosinu, prolinu, sarkosinu, asparaginu a glutaminu. V některých případech byla zjištěna přítomnost argininu, cystinu, kyseliny cysteinové, kyseliny  $\alpha$ -aminomáselné, kyseliny  $\gamma$ -aminomáselné a citrulinu. Sýry s plísní v těstě jsou bohatší v kvalitativním zastoupení volný aminokyselin v porovnání se sýry s plísní na povrchu. [1]

Tab. 1. Změny bílkovin Camembertu [1]

označení	albumózy a peptony [%]	aminokyseliny [%]	amoniak [%]	těkavé kyseliny [%]	stupeň zrání [%]
povrch sýra	7,83	8,66	0,41	1,31	100,0
vnitřek sýra	14,84	2,80	0,36	0,37	96,2
celý sýr	12,74	5,22	0,32	0,74	100,0
celý sýr	5,64	7,12	0,39	-	81,5
celý sýr	8,73	5,62	0,60	-	91,9

Sledujeme-li změny bílkovin v průběhu zrání camembertu (*Tab. 1.*), vidíme, že tento sýr dosahuje značného stupně uzrání a v přezrálosti velkého množství amoniaku. U zralého sýra je převaha dusíku albumóz a peptonů nad dusíkem aminokyselin. Změny bílkovin jsou v povrchových partiích sýra výraznější než uvnitř těsta. [1]

*Tab. 2. Průběh zrání Camembertu [1]*

stáří sýra	dusík rozpustných bílkovin [%]	amoniak [%]	stupeň zrání [%]
sýr čerstvý	0,18	0,00	-
9 dní	0,49	0,02	20,8
30 dní	1,84	0,02	77,6
37 dní	2,00	0,28	86,1
49 dní	2,39	0,48	-

Jak můžeme vidět z *Tab. 2.*, v průběhu zrání camembertu se zvyšuje obsah dusíku rozpustných bílkovin i obsah amoniaku.

#### 5.1.4 Změny mléčného tuku

Tuk podléhá výrazným změnám u plísňových sýrů, neboť produkuje značné množství lipolytických enzymů. [1] Tyto enzymy jsou aktivní na rozhraní mezi tukovou a vodní fází. [10] Optimální činnost *lipasy* je při pH 5,3 až 7,5. Při štěpení tuku vznikají volné těkavé kyseliny, hlavně octová, máselná, kapronová, kaprylová a kaprinová. [1] *Geotrichum candidum* vytváří *lipasy*, které přednostně uvolňují kyselinu olejovou a další nenasycené mastné kyseliny s počtem C<sub>18</sub> z triglyceridů. Plísně produkují také velké množství alkalických *lipas* (optimální pH 9,0). Při pH 6,0 se tento enzym zachová 50 %-ni aktivitu a je stále aktivní při teplotě zrání. To je hlavní lipolytický agens v sýru Camembert, uvádí Fox a kol. [10]

Dlouhé řetězce volných mastných kyselin, které mají více než C<sub>12</sub>, hrají menší roli v chuti než krátké řetězce mastných kyselin (C<sub>4-12</sub>). Nižší mastné kyseliny mají své charak-

teristické názvy, např. kyselina máselná, která má žlukle, sýrový zápach. Kyseliny kapronová, kaprylová a kaprinová mají nepříjemný zápach, podobně jako kozy. Podle Foxe a kol. v kozích sýrech tyto mastné kyseliny hrají významnou roli. U mladých sýrů je mnohem menší lipolýza. Tyto mastné kyseliny se nevyskytují u krav a tedy ani v sýrech vyrobených z kravského mléka. Podle jejich koncentrace a prahu vnímání mohou přispět k aroma nebo naopak způsobovat vady. [10]

U plísňových sýrů se tvoří methylketony z různých nižších mastných kyselin, které se pak podílejí velkou měrou na vzniku chuťových a aromatických látek sýra. [1] Jsou to hlavně methylketony s lichým počtem uhlíků od C<sub>3</sub> až po C<sub>15</sub>. Dle Foxe a kol. je v Camembertu a Brie většina z methylketonů přítomna od samého počátku zrání. Methylketony vytváří nejrůznější vůně, jako ovocnou, květinovou, plísňovou, houbovou aj. [10]

Mléčný tuk je rozkládán hlavně u sýrů s plísní v těstě. [5] Vědci izolovali řadu karbonylových sloučenin a zjistili, že ketokyseliny vzniklé  $\beta$ -oxidací jsou charakteristické pro sýry s plísní v těstě. Potvrdili přítomnost  $\alpha$ -ketokyselin, hlavně  $\alpha$ -ketoizokapronové a  $\alpha$ -ketokaprinové. Dále v plísňových sýrech identifikovali přítomné aldehydy a methylketony, jmenovitě formaldehyd, acetaldehyd, aceton, methylethylketon, methylpropylketon, methylamylketon, methylheptylketon a methylnonylketon. [1]

### 5.1.5 Změny popelovin

Kyselina mléčná vznikající mléčným kvašením rozpouští fosforečnan vápenatý, který přechází z větší části do syrovátky. Zbývající fosforečnan vápenatý se uvolňuje z komplexu parakaseinanu vápenatého vlivem proteolytických pochodů. Osmotickými pochody, které vznikají odpařením vody, se kyselý fosforečnan vápenatý a mléčnan vápenatý dostávají k povrchu sýrů. U měkkých sýrů s plísní na povrchu i sýrů s plísní v těstě se vlivem oxidační činnosti plísní vytváří zásaditá reakce na povrchu sýrů, která mění kyselý fosforečnan vápenatý zpět v nerozpustný fosforečnan normální. Při omývání a otírání sýrů s plísní v těstě se velká část těchto popelovin ztrácí. [5]

Tab. 3. Změny pH během zrání Camembertu na povrchu a uvnitř těsta [1]

stáří sýra ve dnech	pH na povrchu sýra	pH uvnitř sýra
0	6,36	6,36
1	5,02	5,02
3	4,97	4,89
5	5,10	4,92
7	5,25	4,80
9	5,61	4,85
11	6,13	4,89
13	6,84	5,04
18	7,61	5,45
21	7,73	5,99

U sýrů s plísní na povrchu jako je Camembert, je výraznější změna kyselosti na povrchu než uvnitř sýra. (Tab. 3) Na povrchu sýra především činností plísní, dochází k oxidaci kyseliny mléčné. [1]

## 6 VADY PLÍSŇOVÝCH SÝRŮ

Vady plísňových sýrů mohou být příčinou špatným dodržením výrobního postupu. Například nedostatečným tepelným ošetřením mléka, kdy v mléce mohou zůstat mikroorganismy, které brání přirozenému růstu ušlechtilé plísně. Další příčinou vzniku vad, může být nedodržení objemu přídavku syřidla, kdy se ho může přidat více - mléko se rychle srazí, nebo naopak méně - proces srážení probíhá pomalu. Vady sýra mohou vzniknout i při špatném solení sýra, při nedodržení podmínek při zrání sýra ve zrácím sklepe, (špatná teplota, jiná vlhkost) nebo nedodržení podmínek při skladování (nižší nebo vyšší teplota než má být). Všechny tyto vady bych nazval technologické (nemikrobiální). Ostatní vady plísňových sýrů způsobuje kontaminace nežádoucí mikroflóry. Tyto vady se označují jako mikrobiální.

### 6.1 Mikrobiální vady sýrů s plísní na povrchu

*Mazovitost povrchu* vzniká, jsou-li ušlechtilé plísně potlačeny mikroorganismy vytvářejícími bělošedý až bělavý maz. S touto vadou se setkáváme u překysaných a přesolených sýrů.

*Černání povrchu* bývá způsobeno některými plísněmi, zvláště rodů *Mucor* a *Rhizopus*, které bývají přítomny ve znečištěných zrácích sklepech. Výskyt všech druhů divokých plísní je při zrání těchto sýrů velkým nebezpečím.

*Rychlé roztékání* se vždy považuje za vadu těchto sýrů, neboť silně peptonizující druhy bakterií nejsou pro zrání žádoucí. Též špatně odkapané sýry příliš rychle zrají a roztékají se.

*Nadouvání sýrů* bývá způsobeno plynotvornými bakteriemi nebo kvasinkami. Z bakterií to jsou zvláště *Aerobacter aerogenes* a *Escherichia coli*. [5]

### 6.2 Mikrobiální vady sýrů s plísní v těstě

*Nadouvání sýrů* je způsobeno plynotvornými bakteriemi skupiny *coli-aerogenes*. K nadouvání sýrů mají sklon hlavně sýry málo prokysané a málo solené. Zduřelé sýry mají zpočátku vypouklé stěny, které se později mírně propadají. V chuti jsou tyto sýry nečisté.

*Slabé prokvétání sýrů.* Protože plíseň *P. roqueforti* je hlavním činitelem zrání sýrů, je její správný rozvoj v těstě velmi důležitý. Špatné prokvétání plísně bývá způsobeno nedostatkem kyslíku. Homogenní těsto vzniká formováním měkké sýřeniny. Pro dobré prokvétání je důležité dostatečné píchání sýrů v pravý čas. Nevyvíjí-li se plíseň dostatečně, postrádá sýr požadované mramorování, typickou chuť a je příliš tuhý. V některých případech nemá plíseň na čerstvém řezu výraznou barvu, získá ji však poměrně rychle, je-li vystavena vzduchu. Rozvoj plísně v těstě závisí dále na vhodné struktuře těsta, na podmínkách zrání a jakosti plísně. Je známo, že špatný růst plísně je hlavně způsoben použitím nevhodného kmene. Avšak příliš silný růst plísně způsobuje často nečistou chuť.

*Nečistá a zatuchlá chuť* bývá způsobena přítomností většího množství různých druhů plísní, které kontaminovaly sýr, popř. nevhodným kmenem *P. roqueforti*.

*Černé zbarvení a zatuchlou chuť* způsobuje *Hormodendrum olivaceum*, rostoucí zvláště v otvorech po vpichu a v povrchových trhlinách. Plíseň může způsobit značné škody.

*Červené skvrny na povrchu.* Tato vada se projevuje tvorbou okrouhlých červených nebo pomerančových skvrn. Jako původce byla identifikována *Oospora aurantiaca*, která bývá často přítomna v sýrárnách.

*Bělošedý maz na povrchu* způsobuje růst mazovitých mikroorganismů na povrchu sýrů. Podporuje je příliš nízká teplota a přesolení sýrů. [5]

### 6.3 Nemikrobiální vady sýrů s plísní na povrchu

Prokš (1965) rozděluje vady do tří hlavních skupin. Na vady vnějšku (tvar, vady pokožky a kůrky sýrů), vnitřku (barva těsta, struktura a konzistence) a vady v chuti a vůni.

Vady vnějšku bývají způsobeny deformací při nalévání nebo také nešetrným zacházením s mladými sýry. **Slabý nárůst plísně** - způsobuje příliš nízké nasolení sýra nebo jeho naopak velké přesolení. [10]

Vady vnitřku se vyskytují častěji. **Dvoubarevná struktura sýra** může být způsobena přílišným zadržováním syrovátky v sýru a solením neprokysaného sýra. **Suchý a křehký sýr** - je způsoben velkým překyslením sýrů. **Tvarohovitost sýrů** - je způsobena nedostatečnou úpravou mikroflóry plísně, která produkuje enzymy pro zrání, nakyslé či překysané



mléko během výroby. **Houbovitost** - je způsobena zpravidla reinfekcí mléka, špatným zákysem nebo také odkapáváním sýra při nízké teplotě tzv. jeho nachlazením. [10]

Vady v chuti a vůni sýra, jsou způsobeny především solením v solné lázni jako je přesolení či nedosolení. Málo výraznou chuť způsobují nevhodné mlékařské kultury nebo vysoká pasterace mléka. **Hořká chuť** přechází z mléka nebo je způsobena hořkými peptidy, které se vytvoří po přidání velkého množství syřidla, nevhodnou mikroflórou, nízkou srážecí teplotou mléka nebo naopak jeho vysokou prokysávací teplotou. **Kyselou chuť s tuhou až křehkou konzistencí** - způsobí překysání sýra během tvarování a odkapávání. **Hořko-kyselá chuť** je způsobena velkým přídavkem syřidla. [10]

#### 6.4 Nemikrobiální vady sýrů s plísní v těstě

1. Plochy sýra jsou prohnuté, sýr je mísovitý. Toto souvisí s malým přídavkem soli do zrna a tím i s příliš měkkým, vodnatým vnitřkem. Když se pak sýry napíchají, unikne z prostředku voda a sýry dostanou nežádoucí tvar. Nutno zdůraznit, že to není jen vada tvaru sýra, ale i vada konzistence a zpravidla i růstu plísně.
2. Vnitřek sýra je mazlavý, nepříjemné chuti. Toto rovněž souvisí s nedostatečným solením sýra, tedy středu sýra a nebo byl příliš prudce solen povrch sýra a vytvořením kůry se zabránilo proniknutí do vnitřku sýra. V takovém mazlavém místě je pravidelně sýr málo slaný.
3. Sýr je kompaktní, bez skulinek. Příčin může být několik:
  - a) vysoká teplota zasyřeného sýra
  - b) mnoho chloridu vápenatého
  - c) vysoká dávka syřidla - krátká doba srážení.

Tím dostaneme sýřeninu, která má spíše charakter sýra tylžského, než-li Nivy. Ale příčinou může být přehnaná dávka soli do zrna, kdy v takto tuhém sýru se plíseň vytvoří jen ve vpichách, jindy ne, protože do zrna nemůže proniknout vzdušný kyslík, potřebný k růstu plísně.

4. Houbovitý sýr je následkem nedostatečné sušiny sýra, která nemá být u sýra po vysolení pod 50 % a nejlépe je 53 - 54 %. Před solením být nižší, jak 47 - 48 %.
5. Sýr je tvrdý a o vysoké sušině - následek příliš silného prokysání sýra.

6. Po okrajích sýra není žádná plíseň - to je následek prudkého solení na počátku solení. Sůl vytlačí vodu, sušina je příliš vysoká v těchto místech a vysoká koncentrace soli brání prorostu plísně.
7. Zpočátku je plíseň normální, později zhnědne. Buď se jedná o plíseň, která nemá dostatečnou virulenci a nebo, a to hlavně, byl sýr málo solen do zrna.
8. Netypická chuť sýra, který jinak byl správně vyroben a správně nasolen, vznikne hlavně zráním při vyšších teplotách. Je dokázáno, že typickou chuť může být jen sýr, který zrál při teplotě do 10 °C. Ani sebelépe vyrobený sýr, když zraje při teplotě kolem 18 - 19 °C, nemůže být dobré a typické chuti. [8]

## 7 SORTIMENT PLÍSŇOVÝCH SÝRŮ V NAŠICH OBCHODNÍCH ŘETĚZCÍCH

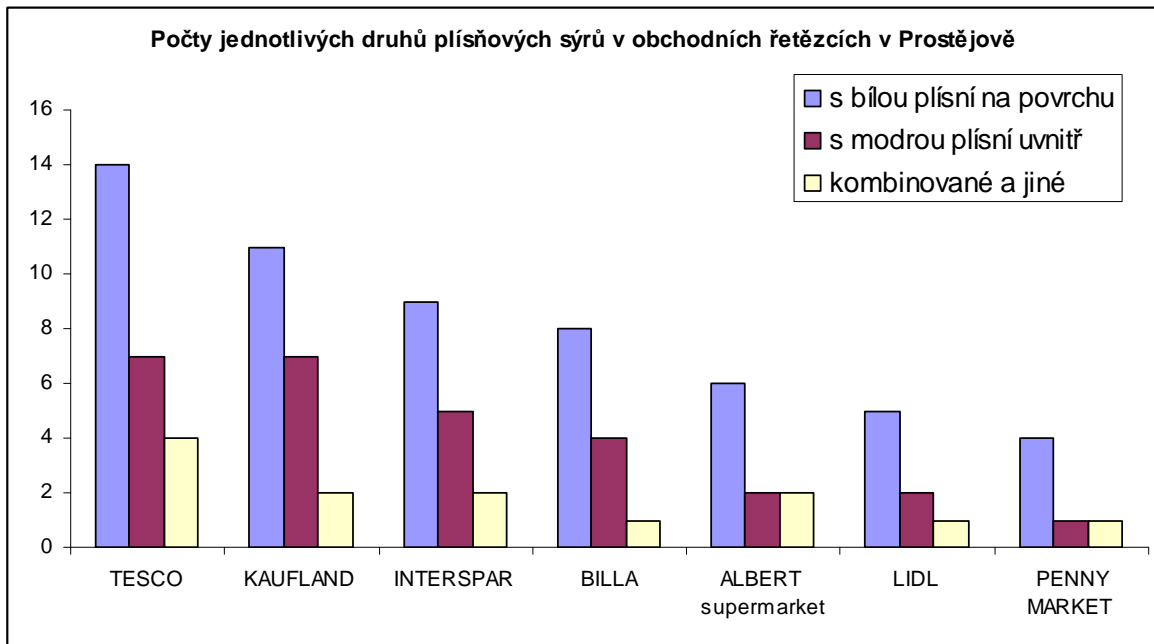
Sledoval jsem nabídku plísňových sýrů ve vybraných obchodních řetězcích, a to ve dvou městech, v Kroměříži, kde studuji, a v Prostějově, odkud pocházím. Zaměřil jsem se na několik aspektů. Nejprve jsem zjišťoval, kolik druhů plísňových sýrů je nabízeno s bílou plísní na povrchu, kolik s modrou plísní uvnitř těsta a kombinovaných nebo sýry s jinou plísní. Dále jsem porovnával nabídku plísňových sýrů připadajících na drobná balení v samoobslužných regálech a velkých balení určených ke krájení u obslužných pultů. V poslední kategorii jsem porovnával, kolik druhů plísňových sýrů připadá na domácí výrobu a kolik jich je vyrobeno v zahraničí. Údaje jsem zpracoval do tabulek a grafů. (Tab. 4., 5., 6., 7., 8., 9.), (Obr. 10., 11., 12., 13., 14., 15)

Tab. 4. Počty druhů plísňových sýrů v obchodních řetězcích v Prostějově

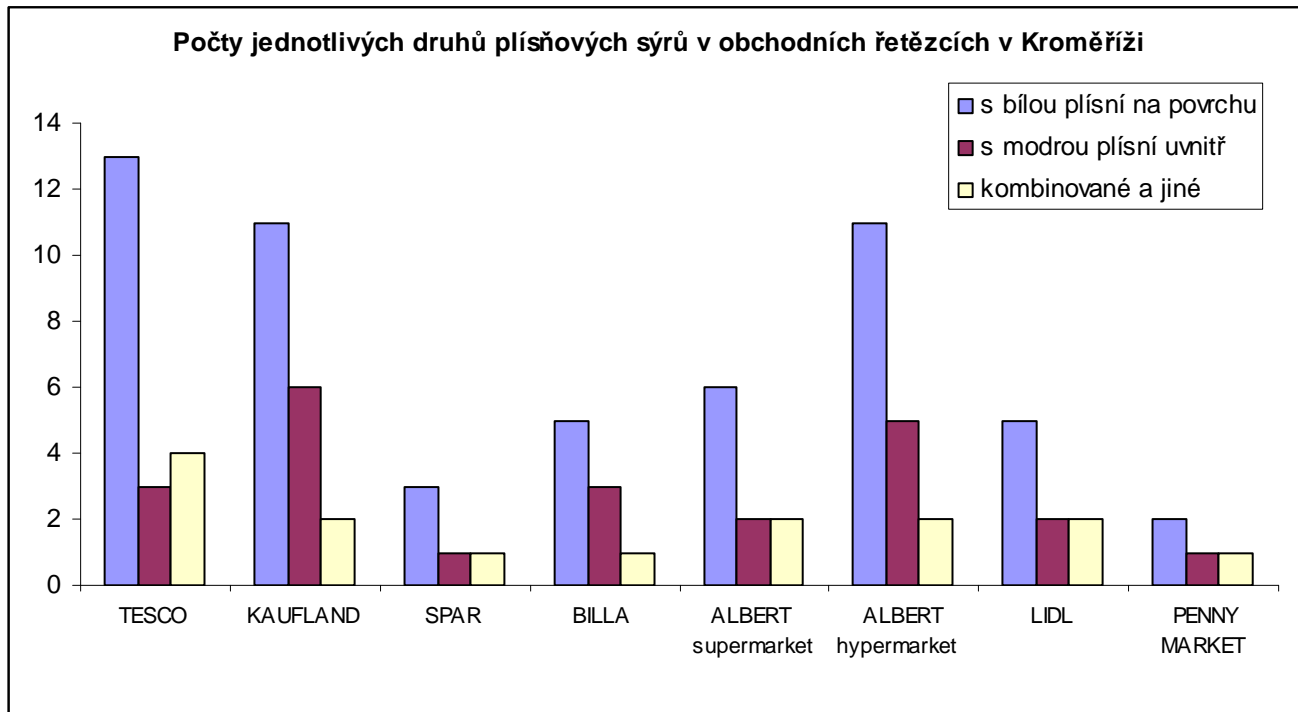
obchodní řetězec druh plísňového sýra	TESCO	KAUFLAND	INTERSPAR	BILLA	ALBERT supermarket	LIDL	PENNY MARKET
s bílou plísní na povrchu	14	11	9	8	6	5	4
s modrou plísní uvnitř	7	7	5	4	2	2	1
kombinované a jiné	4	2	2	1	2	1	1

Tab. 5. Počty druhů plísňových sýrů v obchodních řetězcích v Kroměříži

obchodní řetězec druh plísňového sýra	TESCO	KAUFLAND	SPAR	BILLA	ALBERT hypermarket	ALBERT supermarket	LIDL	PENNY MARKET
s bílou plísní na povrchu	13	11	3	5	11	6	5	2
s modrou plísní uvnitř	3	6	1	3	5	2	2	1
kombinované a jiné	4	2	1	1	2	2	2	1



Obr. 10. Zastoupení jednotlivých druhů plísňových sýrů v obchodních řetězcích v Prostějově



Obr. 11. Zastoupení jednotlivých druhů plísňových sýrů v obchodních řetězcích v Kroměříži

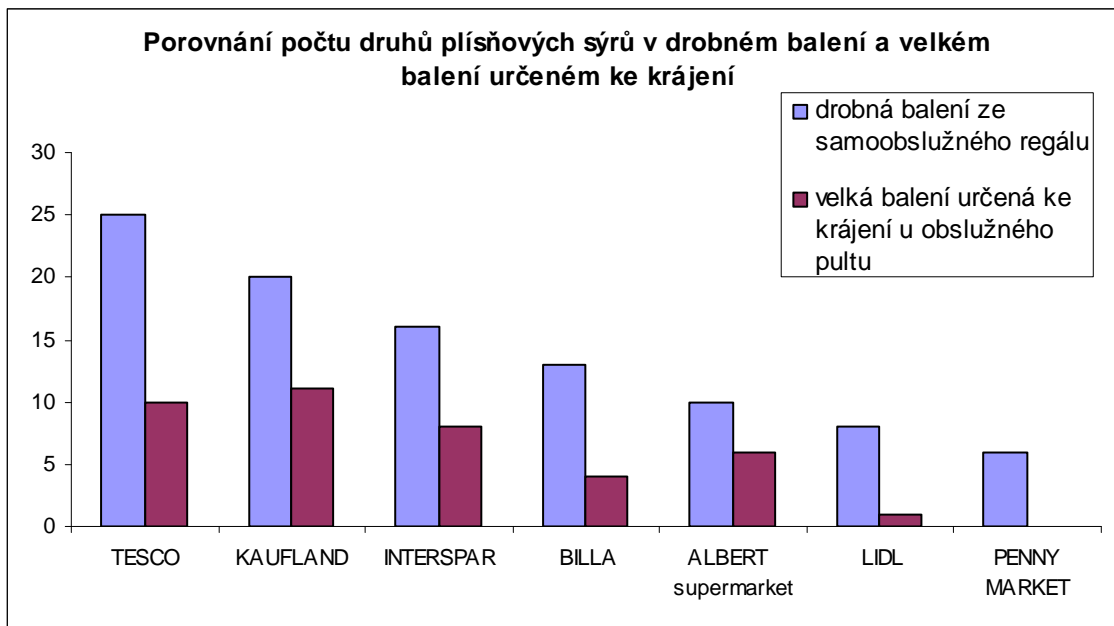
V obchodních řetězcích se více vyskytují plísňové sýry s bílou plísní na povrchu než s modrou plísní uvnitř těsta a nebo kombinované a jiné. K nejběžnějším sýrům s bílou plísní na povrchu patřil Hermelín, Camembert; s modrou plísní nejčastěji Niva nebo Modřenín, mezi ostatními plísňovými sýry se vyskytovaly hlavně dvouplísňové jako Vltavín. Některé obchodní řetězce jako např. Tesco a Albert, nabízejí plísňový sýr s bílou plísní na povrchu pod svoji značkou, ale s jinou zemí původu, než českou. Nejlepší sortiment plísňových sýrů nabízejí větší obchodní řetězce jako Tesco a Kaufland, menší nabídka je např. v Lidlu nebo Penny Marketu. Když srovnám sortiment plísňových sýrů v Prostějově a Kroměříži, tak větší nabídka je v Prostějově. (Tab. 4., 5., Obr. 10., 11.)

Tab. 6. Počty druhů plísňových sýrů v drobném balení a velkém balení určeném ke krájení v obchodních řetězcích v Prostějově

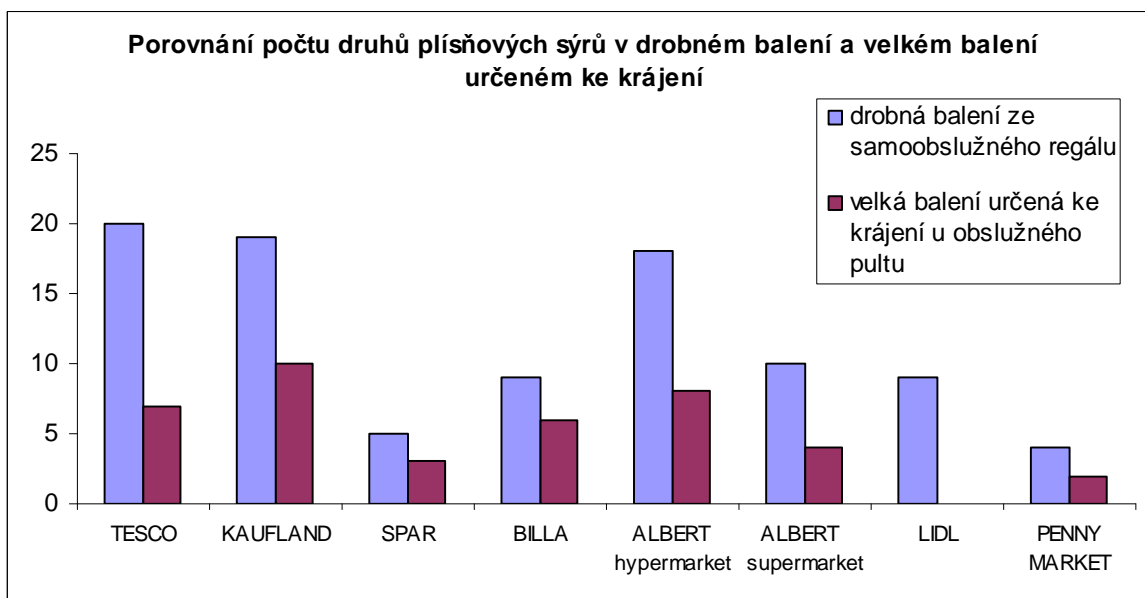
obchodní řetězec způsob balení	TESCO	KAUFLAND	INTERSPAR	BILLA	ALBERT supermarket	LIDL	PENNY MARKET
drobná balení ze samoobslužného regálu	25	20	16	13	10	8	6
velká balení určená ke krájení u obslužného pultu	10	11	8	4	6	1	0

Tab. 7. Počty druhů plísňových sýrů v drobném balení a velkém balení určeném ke krájení v obchodních řetězcích v Kroměříži

obchodní řetězec způsob balení	TESCO	KAUFLAND	SPAR	BILLA	ALBERT hypermarket	ALBERT supermarket	LIDL	PENNY MARKET
drobná balení ze samoobslužného regálu	20	19	5	9	18	10	9	4
velká balení určená ke krájení u obslužného pultu	7	10	3	6	8	4	0	2



Obr. 12. Porovnání počtu druhů plísňových sýrů v drobném balení a velkém balení určeném ke krájení v obchodních řetězcích v Prostějově

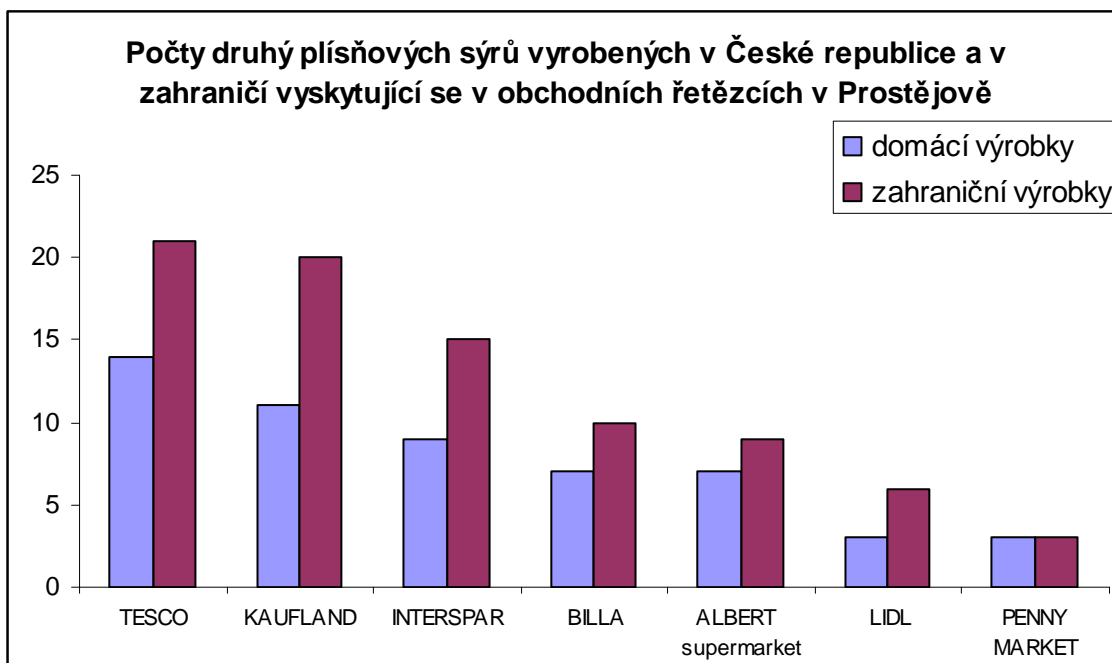


Obr. 13. Porovnání počtu druhů plísňových sýrů v drobném balení a velkém balení určeném ke krájení v obchodních řetězcích v Kroměříži

Drobná balení plísňových sýrů ze samoobslužných regálů převládají nad velkými baleními z obslužných pultů. Největší nabídku plísňových sýrů ve velkém balení určeném ke krájení má Kaufland, pozadu nezůstává ani Tesco. Některé obchodní řetězce jako Lidl v Kroměříži a Penny Market v Prostějově nemají obslužný pult plísňových sýrů určených ke krájení. (Tab. 6., 7., Obr. 12., 13.)

Tab. 8. Počty druhů plísňových sýrů vyrobených v České republice a v zahraničí vyskytující se v obchodních řetězcích v Prostějově

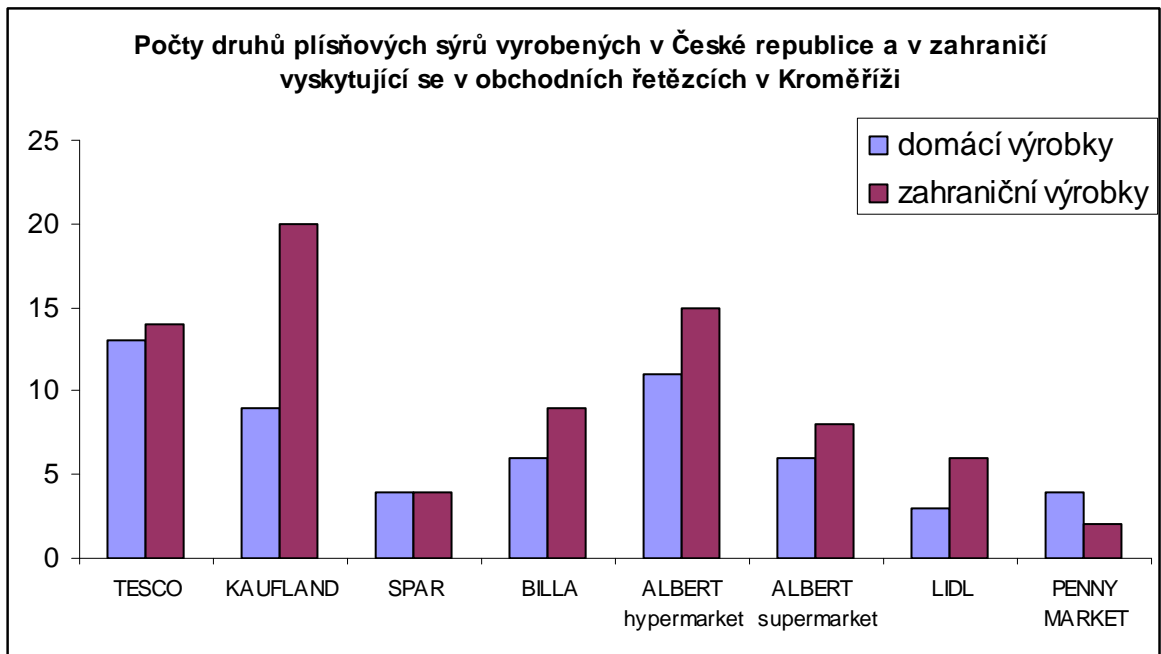
výrobky	obchodní řetězec	TESCO	KAUFLAND	INTERSPAR	BILLA	ALBERT supermarket	LIDL	PENNY MARKET
domácí		14	11	9	7	7	3	3
zahraniční		21	20	15	10	9	6	3



Obr. 14. Počty druhů plísňových sýrů vyrobených v České republice a v zahraničí vyskytující se v obchodních řetězcích v Prostějově

Tab. 9. Počty druhů plísňových sýrů vyrobených v České republice a v zahraničí vyskytující se v obchodních řetězcích v Kroměříži

obchodní řetězec výrobky	TESCO	KAUFLAND	SPAR	BILLA	ALBERT hypermarket	ALBERT supermarket	LIDL	PENNY MARKET
domácí	13	9	4	6	11	6	3	4
zahraniční	14	20	4	9	15	8	6	2



Obr. 15. Počty druhů plísňových sýrů vyrobených v České republice a v zahraničí vyskytující se v obchodních řetězcích v Kroměříži



Plísňové sýry vyrobené v zahraničí převládají nad plísňovými sýry vyrobených v České republice v nabídce obchodních řetězců. Pouze v Penny Marketu v Kroměříži byla větší nabídka plísňových sýrů vyrobených u nás, než v zahraničí. V obchodním řetězci Spar v Kroměříži a v Penny Marketu v Prostějově nabízí stejný počet druhů plísňových sýrů vyrobených u nás v ČR a v zahraničí. (Tab. 8., 9., Obr. 14., 15.) Nejčastějšími zeměmi původu sýrů vyrobených v zahraničí byly Německo, a v menší míře Itálie a Slovensko.

Obecně lze říci, že na trhu je dostatek plísňových sýrů. Přebíhají sýry s bílou plísní na povrchu nad sýry s modrou plísní uvnitř těsta, nejméně je sýrů s kombinovanou plísní a ostatních. Přebíhá nabídka plísňových sýrů v drobném balení v samoobslužných regálech nad sýry ve velkém balení určeném ke krájení v obslužných pultech. Větší obchodní řetězce mají pestrou nabídku plísňových sýrů určených ke krájení v obslužných pultech. Na trhu převládají plísňové sýry vyrobené v zahraničí nad sýry vyrobených v České republice.

## ZÁVĚR

Za cíl mé bakalářské práce jsem si zvolil zpracování tématu biologické změny při zrání plísňových sýrů. Snažil jsem se popsat změny vybraných složek mléka, které se realizují v průběhu zrání plísňových sýrů.

V první části bakalářské práce jsem nastínil historii významných plísňových sýrů, jako je Camembert, Hermelín, Roquefort a Niva. Poté jsem rozdělil plísňové sýry podle typu a růstu plísně. Pak jsem popsal technologii výroby vybraných plísňových sýrů s plísní na povrchu a s plísní v těstě. Velmi důležitou částí problematiky plísňových sýrů je využití čistých plísňových kultur. Tyto kultury jsou hodně specifické. Každá z nich se používá jen na určitý typ sýra. Při výrobě sýrů camembertského typu se využívají směsné kultury *Penicillium camemberti* a *Penicillium caseicolum*. Oba druhy plísní se svou lipolytickou a proteolytickou činností rozhodujícím způsobem podílejí na zrání těchto sýrů i na specifické, typické žampionové chuti, vůni a vzhledu sýrů. Při výrobě sýrů roquefortského typu se využívá kultury *Penicillium roqueforti*. Tyto kultury musí mít dobrou sporulaci, lipolytickou a proteolytickou činnost, která se rozhodujícím způsobem podílí na zrání sýra a spoluvytváří jeho typickou chuť a vůni a modrozeleně mramorování těsta. Plíseň *Penicillium nalgiovensis* se svou lipolytickou a proteolytickou činností rozhodujícím způsobem podílí na zrání Nalžovského sýra a spoluvytváří jeho charakterové chuťové a vzhledové vlastnosti.

Při zrání plísňových sýrů dochází k postupným změnám určitých složek mléka. Nejprve se mléčný cukr laktosa rozkládá bakteriemi mléčného kvašení především na kyseliny mléčnou, částečně kyselinu octovou, propionovou, CO<sub>2</sub> a diacetyl. Mění se i kyselina citrónová. Činností aromatických bakterií se rozkládá za tvorby aromatických látek a CO<sub>2</sub>. Následuje rozklad bílkovin, kdy pomocí enzymů se rozkládá parakasein na albumosy a peptony, polypeptidy, dipeptidy, až na aminokyseliny, těkavé kyseliny, sirovodík, CO<sub>2</sub> a aminy. Velmi specifický je u plísňových sýrů rozklad mléčného tuku. Při štěpení tuku vznikají volné těkavé kyseliny, hlavně octová, máselná, kapronová, kaprylová a kaprinová. U sýrů s plísní v těstě se vytváří hlavně methylketony. Tvoří se z různých nižších mastných kyselin, které se pak podílejí velkou měrou na vzniku chuťových a aromatických látek sýra. Jsou to hlavně methylketony s lichým počtem uhlíků od C<sub>3</sub> až po C<sub>15</sub>. Methylketony vytváří nejrozličnější vůně, jako ovocnou, květinovou, plísňovou, houbovou.

Po kapitole zrání sýrů jsem se zaměřil na vady plísňových sýrů. Vady vznikají, když se nedodrží technologie postupu plísňových sýrů. Tyto vady můžeme označit jako technologické neboli nemikrobiální. Nejčastěji vady vznikají při špatném solení a zrání plísňových sýrů. Druhým typem vad plísňových sýrů jsou mikrobiální vady. Tyto jsou způsobené kontaminací sýrů nežádoucí mikroflórou. Důležité je jim předcházet důslednou hygienou a sanitací nástrojů a zařízení použitých při výrobě.

V druhé části bakalářské práce jsem se zabýval sortimentem plísňových sýrů na našem trhu. Sledoval jsem počtu druhů plísňových sýrů s bílou plísní na povrchu, s modrou plísní uvnitř těsta a kombinovaných sýrů a jiných v obchodních řetězcích v Prostějově a Kroměříži. Došel jsem k závěru, že je největší nabídka sýrů s bílou plísní na povrchu. Dále jsem porovnával nabídku plísňových sýrů v drobném balení v samoobslužných regálech s nabídkou sýrů ve velkém balení určeném ke krájení u obslužných pultů. Větší je nabídka sýrů v drobném balení. Větší obchodní řetězce mají i dostatečnou nabídku sýrů ve velkém balení, určeném ke krájení. Na našem trhu je převaha plísňových sýrů vyrobených v zahraničí, než u nás v ČR.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] DOLEŽAL, Jiří. *Biochemie a technologie plísňových sýrů*. Vyd. 1. Praha : ÚVÚPP, 1967. 287 s.
- [2] KNĚZ, Václav. *Výroba sýrů*. Vyd. 1. Praha : SNTL, 1956. 284 s.
- [3] TEPLÝ, Miloš. *Výroba sýrů, kaseinů a kaseinátů* . Vyd. 1. Praha : SNTL, 1985. 192 s.
- [4] HRABĚ, Jan, et al. *Technologie výroby potravin živočišného původu : pro kombinované studium*. Vyd. 1. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. 187 s. ISBN 978-80-7318-521-3.
- [5] DOLEŽÁLEK, Jiří. *Mikrobiologie mlékárenského a tukařského průmyslu*. Vyd. 1. Praha : SNTL, 1962. 548 s.
- [6] STANISLAV, Gajdůšek. *Mlékařství II.* Vyd. 1. Brno : MZLU, 1998. 142 s. ISBN 80-7157-342-6.
- [7] FLASAROVÁ, Radka. *Vliv délky skladování na obsah biogenních aminů v plísňových sýrech* [online]. Zlín, 2009. 52 s. Bakalářská práce. UTB ve Zlíně. Dostupné z WWW: <[https://www.stag.utb.cz/apps/stag/dipfile/index.php?download\\_this\\_unauthorized=11993](https://www.stag.utb.cz/apps/stag/dipfile/index.php?download_this_unauthorized=11993)>.
- [8] In *Souhrn přednášek a instruktáží výroby sýra Niva*. Praha : Mlékárenský průmysl-oborové ředitelství, 1968. s. 25.
- [9] MRÁZEK, Josef. *Schémata technologických postupů výroby sýrů*. Kroměříž : SPŠM, 2006. 13 s.
- [10] STANĚK, Karel . *Vliv plísni *Penicillium nalgiovensis* na přírodní sýry* [online]. Zlín, 2009. 95 s. Bakalářská práce. UTB ve Zlíně. Dostupné z WWW: <[https://www.stag.utb.cz/apps/stag/dipfile/index.php?download\\_this\\_unauthorized=12791](https://www.stag.utb.cz/apps/stag/dipfile/index.php?download_this_unauthorized=12791)>.

- [11] KOPÁČEK, Jiří; LIKLER, Ladislav; ŠTEMBERK, Jaroslav. *Www.laktoscollection.cz* [online]. 13.8. 2007 [cit. 2010-05-11]. Camembert z Normandie a Sedlčanský Hermelín. Dostupné z WWW: <<http://www.laktoscollection.cz/view.php?navez=camembert-z-normandie-a-sedlcansky-hermelin&cisloclanku=2007080001>>.
- [12] *Internetový časopis Oko* [online]. 2007 [cit. 2010-05-26]. Sýr rokfór. Dostupné z WWW: <<http://oko.yin.cz/17/syr-rokfor/>>.
- [13] *Wikipedia* [online]. 2010 [cit. 2010-05-26]. Niva (sýr). Dostupné z WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Niva\\_%28s%C3%BDr%29](http://cs.wikipedia.org/wiki/Niva_%28s%C3%BDr%29)>.
- [14] *Microbelibrary.org* [online]. 2008 [cit. 2010-05-26]. Sabouraud Agar for Fungal Growth. Dostupné z WWW: <<http://www.microbelibrary.org/asmonly/details.asp?id=2790>>.
- [15] *American Society For Microbiology* [online]. 1997 [cit. 2010-05-26]. Fungal Images. Dostupné z WWW: <<http://www.asm.org/Division/c/fungi.htm>>.
- [16] *Université de Bretagne Occidentale* [online]. 2008 [cit. 2010-05-27]. *Penicillium camemberti*. Dostupné z WWW: <<http://www.univ-brest.fr/esmisab/sitesc/Myco/fiches/Pcamemb.htm>>.
- [17] *IDNES.cz/Ekonomika* [online]. 2008 [cit. 2010-05-27]. Obaly potravin neskřívají vždy, co očekáváte. Vyzkoušeli jsme to. Dostupné z WWW: <[http://ekonomika.idnes.cz/obaly-potravin-neskryvaji-vzdy-co-ocekavate-vyzkouseli-jsme-to-p84-/test.asp?c=A080402\\_121509\\_spotrebitel\\_kam](http://ekonomika.idnes.cz/obaly-potravin-neskryvaji-vzdy-co-ocekavate-vyzkouseli-jsme-to-p84-/test.asp?c=A080402_121509_spotrebitel_kam)>.
- [18] *Igourmet* [online]. 2010 [cit. 2010-05-27]. Camembert. Dostupné z WWW: <<http://www.igourmet.com/camembert.asp>>.
- [19] *Wikimedia Commons* [online]. 2009 [cit. 2010-05-27]. Sýr Niva . Dostupné z WWW: <[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:S%C3%BDr\\_Niva.JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:S%C3%BDr_Niva.JPG)>.
- [20] *Capital Spice* [online]. 2009 [cit. 2010-05-27]. Crisis Averted: Roquefort Tariffs Won't Go Up After All. Dostupné z WWW: <<http://capitalspice.files.wordpress.com/2009/05/roquefort.jpg>>.
- [21] *Povltavské mlékárny* [online]. 2007 [cit. 2010-05-27]. Sedlčanský. Dostupné z WWW: <<http://www.povltavskemlekarny.cz/sedlcansky.html>>.

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1. Schéma výroby měkkých sýrů zrajících s plísní na povrchu.....</i>	19
<i>Obr. 2. Schéma výroby měkkých sýrů zrajících s plísní uvnitř .....</i>	22
<i>Obr. 3. Penicillium roqueforti .....</i>	24
<i>Obr. 4. Penicillium caseicolum .....</i>	25
<i>Obr. 5. Penicillium camemberti .....</i>	26
<i>Obr. 6. Rozdělení proteas .....</i>	28
<i>Obr. 7. Rozklad kaseinu .....</i>	29
<i>Obr. 8. Vznik methylketonů z mastných kyselin .....</i>	30
<i>Obr. 9. Vznik methylamylketonu z kyseliny kaprylové .....</i>	31
<i>Obr. 10. Zastoupení jednotlivých druhů plísňových sýrů v obchodních řetězcích v Prostějově .....</i>	44
<i>Obr. 11. Zastoupení jednotlivých druhů plísňových sýrů v obchodních řetězcích v Kroměříži .....</i>	44
<i>Obr. 12. Porovnání počtu druhů plísňových sýrů v drobném balení a velkém balení určeném ke krájení v obchodních řetězcích v Prostějově.....</i>	46
<i>Obr. 13. Porovnání počtu druhů plísňových sýrů v drobném balení a velkém balení určeném ke krájení v obchodních řetězcích v Kroměříži.....</i>	46
<i>Obr. 14. Počty druhů plísňových sýrů vyrobených v České republice a v zahraničí vyskytující se v obchodních řetězcích v Prostějově .....</i>	47
<i>Obr. 15. Počty druhů plísňových sýrů vyrobených v České republice a v zahraničí vyskytující se v obchodních řetězcích v Kroměříži .....</i>	48

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1. Změny bílkovin Camembertu .....</i>	35
<i>Tab. 2. Průběh zrání Camembertu.....</i>	36
<i>Tab. 3. Změny pH během zrání Camembertu na povrchu a uvnitř těsta .....</i>	38
<i>Tab. 4. Počty druhů plísňových sýrů v obchodních řetězcích v Prostějově.....</i>	43
<i>Tab. 5. Počty druhů plísňových sýrů v obchodních řetězcích v Kroměříži.....</i>	43
<i>Tab. 6. Počty druhů plísňových sýrů v drobném balení a velkém balení určeném ke krájení v obchodních řetězcích v Prostějově .....</i>	45
<i>Tab. 7. Počty druhů plísňových sýrů v drobném balení a velkém balení určeném ke krájení v obchodních řetězcích v Kroměříži.....</i>	45
<i>Tab. 8. Počty druhů plísňových sýrů vyrobených v České republice a v zahraničí vyskytující se v obchodních řetězcích v Prostějově .....</i>	47
<i>Tab. 9. Počty druhů plísňových sýrů vyrobených v České republice a v zahraničí vyskytující se v obchodních řetězcích v Kroměříži .....</i>	48

## SEZNAM PŘÍLOH

P I Hermelín se zeleným pepřem

P II Camembert

P III Niva

P IV Roquefort

P V Vltavín



## PŘÍLOHY

PŘÍLOHA P I: Hermelín se zeleným pepřem [17]



PŘÍLOHA P II: Camembert [18]



PŘÍLOHA P III: Niva [19]



PŘÍLOHA P IV: Roquefort [20]



PŘÍLOHA P V: Vltavín [21]

