

Vliv plísni *Penicillium nalgiovensis* na přírodní sýry

Karel Staněk

Bakalářská práce
2009

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav potravinářského inženýrství
akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Karel STANĚK**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Vliv plísní *Penicillium nalgiovensis* na přírodní sýry**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

- Popis přírodních sýrů s plísní na povrchu.
- Charakteristika plísně *Penicillium nalgiovensis*.
- Technologie výroby sýrů s plísní na povrchu.

II. Praktická část

- Výroba přírodního sýra s charakteristickou plísní na povrchu.
- Výběr vhodného druhu plísně pro výrobu sýra s charakteristickou plísní na povrchu.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] Mlékárenské technologie II Distanční text [online]. Vzdělávací portál Sdružení CEPAC–Morava Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, 2007.

[2] MRÁZEK, Josef a kol. Plíseň *Penicillium nalgiovense* jako alternativa k výrobě plísňového sýra. *Potravinářská revue*. 1 (2009), 31–33.

[3] ŠILHÁNKOVÁ, Ludmila. *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. Praha: Academia, 2002. 363 s. ISBN 8–85605–71–6.

[4] ZIMÁK, Evžen. *Technologie pro 4. ročník SPŠ studijního oboru zpracování mléka*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1988. 362 s.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Josef Mrázek

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

23. února 2009

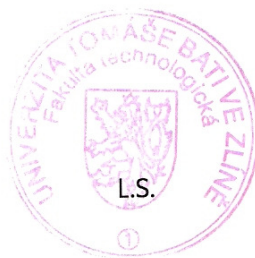
Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2009

Ve Zlíně dne 31. května 2009



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Má bakalářská práce se skládá ze dvou částí. První je teoretická a věnuje se charakteristice plísně *Penicillium nalgiovensis*, popisu výroby a zrání sýrů s plísní na povrchu. Druhá je zaměřena na praktickou výrobu sýrů. Výrobu jsem uskutečnil v laboratoři a na poloprovoze v Kroměříži. Cílem bylo ověření zda se zkoumané plísněvé kultury hodí pro výrobu sýrů. Vyrobené sýry byly podrobeny sensorické analýze. Na základě analýzy jsem vybral sýry s nejlepšími sensorickými vlastnostmi. Provedenými výrobami jsem zjistil, že sýry s plísněvými kulturami *Penicillium nalgiovensis* M-EK 4, *Penicillium nalgiovensis* M-EK 6 a *Penicillium nalgiovensis* M-EK 72, měli nejlepší vlastnosti. Vyznačovaly se narůžovělým zbarvením a podobnými sensorickými vlastnostmi jako sýry s bílou plísní.

Klíčová slova: Sýr, sýr s plísní na povrchu, plísněvá kultura, *Penicillium nalgiovensis*

ABSTRACT

The bachelor work consists of two parts. The first is theoretical and deals with the characteristics of the mould *Penicillium nalgiovensis*, describes the production and maturation of cheese with mould of cover. The second is focused on the practical production of cheeses. I made production in the laboratory and pilot-plant in Kroměříž. The aim was to verify whether the examined culture of mould suited for cheese production. Production of cheeses were subjected to sensory analysis. Based on the analysis, I chose the best cheeses sensory properties. On production, I found that the mould cheese with *Penicillium nalgiovensis* M-EK-4, *Penicillium nalgiovensis* M-EK-6 and *Penicillium nalgiovensis* M-EK-72, had the best properties. Pinkish is characterized by similar color and sensory properties as cheeses with white mould.

Keywords: Cheese, cheese with mould of cover, culture of mould, *Penicillium nalgiovensis*

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Josefu Mrázkovi za odborné rady, věcné připomínky a spolupráci při praktickém řešení výroby sýrů s plísní na povrchu. Rovněž bych chtěl poděkovat Ing. Vladimíře Zemanové za vstřícný přístup a ochotu poskytnout odbornou literaturu při tvorbě bakalářské práce. Petře Chrastinové, Bc. za pomoc při překladu abstraktu. Panu Ladislavu Hudečkovi za pomoc při praktické výrobě sýrů s plísní na povrchu. Mlékárně Kromilk s.r.o., za poskytnutí mléka pro výrobu sýrů. Firmě Milcom a.s. za poskytnutí plísňových kultur. Vyšší odborné škole potravinářské a střední průmyslové škole mlékárenské Kroměříž za poskytnutí prostor a vybavení pro výrobu sýrů s plísní na povrchu. Studentům třetího ročníku bakalářského studia na Univerzitě Tomáše Bati na detašovaném pracovišti v Kroměříži za senzorické zhodnocení vybraných vzorků sýrů. A v neposlední řadě mým nejbližším, zejména mému bratrovi a přítelkyni, za podporu při tvorbě této práce.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

V Kroměříži

.....

Podpis studenta

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| ÚVOD..... | 8 |
| I TEORETICKÁ ČÁST | 10 |
| 1 ZÁKLADNÍ POJMY | 11 |
| 2 POHLED DO HISTORIE SÝRŮ | 13 |
| 2.1 BRIE | 15 |
| 2.2 REBLOCHON | 15 |
| 2.3 CAMEMBERT | 16 |
| 2.4 NALŽOVSKÝ SÝR | 17 |
| 3 ROZDĚLENÍ SÝRŮ | 18 |
| 4 PLÍSEŇ <i>PENICILLIUM NALGIOVENSIS</i> | 20 |
| 5 VÝROBA MĚKKÝCH PŘÍRODNÍCH SÝRŮ S PLÍSNÍ NA POVRCHU | 25 |
| 5.1 VÝBĚR MLÉKA..... | 25 |
| 5.2 ZÁKLADNÍ OŠETŘENÍ MLÉKA | 27 |
| 5.3 ÚPRAVA MLÉKA PŘED SRÁŽENÍM..... | 29 |
| 5.4 SRÁŽENÍ MLÉKA | 32 |
| 5.5 ZPRACOVÁVÁNÍ A FORMOVÁNÍ SÝŘENINY | 34 |
| 5.6 ODKAPÁVÁNÍ SÝRŮ | 36 |
| 5.7 SOLEŇÍ SÝRŮ | 37 |
| 5.8 SOUHRN TECHNOLOGIE VÝROBY SÝRŮ S PLÍSNÍ NA POVRCHU..... | 38 |
| 6 ZRÁNÍ MĚKKÝCH PŘÍRODNÍCH SÝRŮ S PLÍSNÍ NA POVRCHU | 43 |
| 6.1 ROZKLAD MLÉČNÉHO CUKRU A ZMĚNY MINERÁLNÍCH LÁTEK | 43 |
| 6.2 ROZKLAD MLÉČNÝCH BÍLKOVIN | 45 |
| 6.3 ROZKLAD MLÉČNÉHO TUKU..... | 47 |
| 6.4 TEXTURA SÝRŮ | 48 |
| 7 VADY MĚKKÝCH PŘÍRODNÍCH SÝRŮ S PLÍSNÍ NA POVRCHU | 50 |
| II PRAKTICKÁ ČÁST | 52 |
| 8 ÚVOD DO PRAKTICKÉ ČÁSTI | 53 |
| 9 VÝROBA SÝRŮ ZE ZKOUMANÝCH PLÍŠŇOVÝCH KULTUR | 54 |
| 9.1 ZKUŠEBNÍ VÝROBA..... | 54 |
| 9.2 DRUHÁ VÝROBA | 55 |
| 9.3 TŘETÍ VÝROBA | 57 |
| 9.4 ČTVRTÁ VÝROBA..... | 60 |
| 10 SENZORICKÉ HODNOCENÍ | 62 |

| | | |
|-------|---------------------------------------|-----------|
| 10.1 | VZOREK SÝRA Č. 1..... | 63 |
| 10.2 | VZOREK SÝRA Č. 2..... | 65 |
| 10.3 | VZOREK SÝRA Č. 3..... | 66 |
| 10.4 | VZOREK SÝRA Č. 4..... | 68 |
| 10.5 | VZOREK SÝRA Č. 5..... | 69 |
| 10.6 | VZOREK SÝRA Č. 6..... | 71 |
| 10.7 | VZOREK SÝRA Č. 7..... | 72 |
| 10.8 | VZOREK SÝRA Č. 8..... | 74 |
| 10.9 | VZOREK SÝRA Č. 9..... | 75 |
| 10.10 | VZOREK SÝRA Č. 10..... | 77 |
| 10.11 | VÝBĚR NEJLEPŠÍCH VZORKŮ SÝRŮ | 79 |
| | SHRNUTÍ A ZÁVĚRY | 80 |
| | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY..... | 84 |
| | SEZNAM GRAFŮ | 92 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ | 93 |
| | SEZNAM TABULEK..... | 94 |
| | SEZNAM SCHÉMAT | 95 |

ÚVOD

Ve své bakalářské práci jsem se zaměřil na vliv plísně *Penicillium nalgiovensis*¹ na přírodní sýry. Věnuji se technologii výroby a zrání sýrů s plísní na povrchu a za důležité považuji vysvětlit možné využití této technologie výroby a zrání při použití plísně *Penicillium nalgiovensis* na jejich povrchu.

Celou práci jsem rozčlenil na deset kapitol, které dohromady utvářejí dva vzájemně provázané celky. První celek představuje teoretickou část (kap. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), druhý praktickou část (kap. 8, 9, 10). Stěžejní v teoretické části mé práce je charakteristika plísně *Penicillium nalgiovensis* a především popis vlastní technologie výroby sýrů s plísní na povrchu. V první kapitole se snažím o vysvětlení základních pojmů, které se vztahují k celé teoretické části mé práce. Pojmy jsem uceleně uspořádal a dal do souvislosti s jednotlivými kapitolami mé práce, tak jak jdou po sobě. Druhá kapitola nahlíží do historie sýrů. Zaměřuje se na prvopočátky vzniku sýra a jeho tradici. Také je zde zařazen krátký pohled do vývoje a vzniku některých druhů sýrů s plísní na povrchu. Třetí kapitola představuje rozdělení jednotlivých sýrů. A to z pohledu historického, podle druhu srážení mléka a konzistence sýra. Ve čtvrté kapitole přibližuji plíseň *Penicillium nalgiovensis* z rozmanitých pohledů možného využití v potravinářství, a přihlížím i k jejím možným zdravotním aspektům. Vycházím zde hlavně z poznatků z masného a mlékárenského průmyslu. V páté kapitole charakterizují základní operace, které jsou důležité při výrobě sýrů s plísní na povrchu. Uvádím zde různá technologická úskalí výroby, jež dávám do kontextu s vhodným technologickým postupem ve výrobě. Obsahem šesté kapitoly je vlastní zrání sýrů s plísní na povrchu. Týká se jednotlivého rozkladu základních složek mléka a to mléčného cukru, bílkovin a tuku. Sedmou kapitolou uzavírám teoretickou část bakalářské práce. Představuji zde svůj pohled na popis a vznik vad sýrů s plísní na povrchu.

Na teoretickou část navazují praktickou částí, ve které se pokouším uplatnit závěry z teoretické části v praxi. Nejprve se zaměřuji na vlastní výrobu sýrů s charakteristickou

¹ Pro lepší orientaci v textu mé bakalářské práce uvádím pouze název *Penicillium nalgiovensis*. K tomuto označení se přiklání spíše česká literatura, což je podle mého názoru pravděpodobně dáno historicky, výrobou českého plísňového sýra. V zahraniční literatuře se můžeme častěji setkat s označením *Penicillium nalgiovense*, pro jeho využití v masném průmyslu.

plísni na povrchu a výběr vhodných vzorků sýrů se zkoumanými plísňovými kulturami. V osmé části se věnuji popisu podmínek, za jakých postupuji ve výrobě a hodnocení v praktické části. Devátá část se věnuje detailnímu vysvětlení a popisu, jakým způsobem jsem postupně realizoval samotnou výrobu. V desáté části vyhodnocuji a analyzuji senzorická hodnocení v různých stádiích zrání. Dále, na základě těchto hodnocení, vybírám vhodné plísňové kultury pro výrobu.

Závěrečnou část mé práce tvoří shrnutí a závěry. Zde usiluji především o rekapitulaci a zhodnocení v širším kontextu. Shrnuji jak historii, rozmanité teorie a přístupy, kterými lze pohlížet na výrobu a zrání sýrů, tak i praktické využití plísně při samotné výrobě sýrů s plísni na povrchu. V samotném závěru uvádím použitou literaturu s odkazy a seznam použitých grafů, obrázků, tabulek a schémat.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZÁKLADNÍ POJMY

V úvodní kapitole se snažím vysvětlit soubor pojmů, které se vztahují k výrobě sýrů s plísní na povrchu. Pojmy jsem uspořádal v logické návaznosti na jednotlivé etapy výrobního postupu sýrů s plísní na povrchu.

Kasein² je charakteristická bílkovina mléka obsahující fosfor, která je citlivá na syřidlové enzymy. V mléce je jemně rozptýlena v nabobtnalých částicích, Prokš (1964). Svoboda a kol. (1966) popisuje kasein, který se vyskytuje v mléce následovně: „(...) ve tvaru vloček o velikosti 5 až 100 μm . Kasein se skládá z uhlíku, kyslíku, dusíku, vodíku, fosforu a síry, které tvoří základní látky bílkovin, aminokyseliny. V kaseinu je 21 druhů aminokyselin, které se vzájemně ovlivňují a doplňují... S vápníkem tvoří část kaseinu v mléce kaseinan vápenatý a fosforečnan vápenatý. Syřidlem nebo kyselinou se kasein v mléce sráží, což je podstata výroby sýrů.“ (Svoboda a kol. 1966, s.14).

Kaseiny jsou v mléce spojovány do komplexů kaseinových **micel**.³ Buňka (2008) uvádí, že k tvorbě kaseinových micel dochází při teplotách nad 5 °C. Prokš (1964) charakterizuje micely jako: „Kaseinové částice... nejčastěji v kulovité, snad poněkud zploštělé podobě (micely)...“ (Prokš 1964, s. 63).

Při výrobě sýra se odděluje od sýřeniny tekutá syrovátka, a to díky enzymům záměrně přidaným do mléka. Tento proces se nazývá sladké **srážení**⁴ mléka. Zimák (1988) popisuje srážení mléka takto: „(...) fyzikálně chemický děj, při němž se záměrným působením na koloidy kaseinu změní polydisperzní systém mléka... vyvločkuje kasein. V gelu ztrácejí částice mléka schopnost pohybu a vytvářejí polotuhou pružnou huspeninu...“ (Zimák 1988, s. 141). Podstatou srážení je působení syřidla (resp. jejich proteolytických enzymů) na strukturu kaseinu s následným propojováním vápníkových můstků na útvary s vysokou

² Pavelka (1996) charakterizuje kasein jako bílkoviny, které je: „(...) možno z mléka vysrážet zvýšením kyselosti při nízkých teplotách, nebo za použití syřidlových enzymů, kdy ostatní bílkoviny mléka se tímto způsobem vysrážet nedají.“ (Pavelka 1994, s. 27). Podle Hrabě, Březiny, Valáška (2008, s. 5-6) kasein obsahuje všechny nepostradatelné aminokyseliny.

³ Podle Balajkové (2007) se micela skládá asi z 20 000 molekul kaseinů. Tvoří ji zhruba 93 % kaseiny, 3 % vápenaté ionty, 3 % anorganický volný fosfát, 2 % fosfoferin (vázaný fosfát), 0,4 % citráty a do 0,5 % ionty. Počet micel ve mléce je asi $1 \cdot 10^{12}$ v 1 ml. (Balajková 2007, s. 32).

⁴ Teplý a kol. (1985) vysvětluje srážení mléka jako: „(...) hydrolytický proces, při němž se kasein mléka štěpí na parakasein a syrovátkovou proteasu, rozpustnou ve vodě.“ (Teplý a kol. 1985, s. 78).

hmotností, které vypadávají z roztoku. Vznikne sýřenina (nebo-li koagulát), *Mlékárenská technologie II distanční text* (2007, s. 24).⁵

Při srážení mléka syřidlem získáme **sýřeninu**,⁶ která slouží pro výrobu sýrů. Sýřenina tedy po určitou dobu zadržuje všechnu vodu. A to díky struktuře, kterou určují vlákna částek kaseinu vytvářející síť. Uvnitř této sítě je syrovátka, uvádí Teplý a kol. (1985, s. 82).

Dle Svobody a kol. (1966) je **synereze** (stažitelnost): „(...) fyzikální vlastnost, kterou se sýřenina zbavuje syrovátky.“ (Svobody a kol. 1966, s. 132). Synereze uvolňuje síťovitou strukturu kaseinu vzájemným přitahováním, zkracováním a proplétáním. A tím vytlačuje určité množství syrovátky, jak uvádí Teplý a kol. (1985, s. 82). Zimák (1988) uvádí, že synereze je: „(...) samovolné vylučování kapalné fáze z gelu ve formě kapiček jako průvodní jev stárnutí gelu. Stárnutím se síťovitá struktura poněkud smršťuje a s ní se smršťuje celý gel, takže v něm již není místo pro všechno disperzní prostředí, původně v něm obsažené; kapalina je vytlačována a od gelu (sýřeniny) se oddělí.“ (Zimák 1988, s. 128).

Pod pojmem **sýr**⁷ si můžeme představit výrobek, který obsahuje mléčné bílkoviny, tuk a v malé míře i ostatní součásti mléka, Kněz, Sedláčková (1991, s. 20). Sýry jsou mléčné výrobky, které se vyrábějí ze sraženého mléka. Mohou být čerstvé nebo v různém stupni zralosti. Vyrobené z ovčího, kozího či kravského mléka, Paul-Prösslerová (2005, s. 12). Teplý a kol (1985) charakterizuje sýry jako: „(...) výrobky, ve kterých se koncentrují mléčné bílkoviny. Jejich podstatou je vysrážená mléčná bílkovina... tvořená bílkovinou frakcí mléka...“ (Teplý a kol. 1985, s. 11).

⁵ Srov. Buňka (2008), Callec (2002, s. 17-18), Hrabě, Březina, Valášek (2008, s. 28), Kněz a kol. (1974, s. 156-157), Kněz, Sedláčková (1991, s. 30-31), Prokš (1964, s. 77-79), Prokš (1965, s. 290-294), Paul-Prösslerová (2005, s. 12), Mrázek (2008), Svoboda a kol. (1966, s. 130-132).

⁶ Svoboda a kol. (1966, s. 132) popisuje sýřeninu jako tvarohovitou hmotu, jejímž stahováním se vylučuje syrovátka.

⁷ Hrabě, Březina, Valášek (2008, s. 28) uvádějí, že sýr je mléčný výrobek vyrobený vysrážením mléčné bílkoviny z mléka působením syřidla nebo jiných vhodných koagulačních činidel, prokysáním a oddělením podílu syrovátky. *Mlékárenská technologie II distanční text* (2007, s. 10) definuje sýr jako bílkovinný koncentrát vyrobený srážením, s následným procesem zrání, kdy vznikají typické senzorické vlastnosti. Podle Zimáka (1988) „Sýry jsou mléčné výrobky, bohaté na bílkoviny a tuk...“ (Zimák 1988, s. 104).

2 POHLED DO HISTORIE SÝRŮ

Ve druhé kapitole jsem se zaměřil na historii sýrů a snažím se o přehled historických událostí z pohledu sýrařství. Kapitolu jsem rozdělil do několika celků. Na začátku uvádím nejstarší historii a původ sýra, spojeného s legendami, biblickými záznamy a rozvojem sýrařství. Dále se věnuji krátkému historickému zařazení a charakterizaci některých sýrům s plísni na povrchu.

Stará řecká pověst o původu sýra, zmiňuje Aristaiose, který na sebe vzal podobu ovčáka a odebral se z Olympu na Zem, aby lidem ukázal přípravu sýra. Fox a kol. (2000, 2004) uvádí, že sýr se vyvíjel v úrodné zemi půlměsíce mezi řekami Eufrat a Tigris,⁸ a to v dobách velké zemědělské revoluce, kdy se kočovné kmeny z jižní Asie a Středního východu zabývali pastevectvím. Člověk brzy rozpoznal výživné hodnoty mléka⁹ a ochočil si některá zvířata. Spolu s rostlinami je využíval jako zdroj potravy. Byly to hlavně kozy a ovce (skot se obtížně ochočoval), které se využívaly jako zdroj masa, vlny, kůže a mléka. Nejranější zdokumentované dějiny sýra zmiňuje destička s klínovým písmem, pocházející ze Sumeru, stará asi 6000 let. Sumerský zemědělec na ni zaznamenával po několik let výnosy a stavy dobytka. V Egyptě byl první sýr pravděpodobně znám před 5000 lety.¹⁰

O sýru se zmiňuje také Bible: „*Tak pochybující Job se obrací k Bohu: „Nevyléval jsi mě jako mléko a nechal mě srazit jako sýr?“ A dále se můžeme dočíst, jak David, syn Jišajův, nese setníkovi svých bratrů darem deset čerstvých sýrů (a na této cestě zabije obra Goliáše)...“* (Paul-Prösslerová 2005, s. 6).

⁸ „(...) Nejstarší obyvatelé úrodného půlměsíce... mohli rychle vytvořit účinný a vyvážený biologický soubor pro intenzivní produkci potravin... už od prvopočátku domestikace... začala být zvířata využívána jako zdroj mléka... a naplňovala základní potřeby lidstva...“ (Diamond 2000, s. 150-151).

⁹ Callec (2002) popisuje prvopočátky výroby sýra: „Když někteří bojovníci nalili čerstvé mléko do kožených vaků, aby mohli během boje a dlouhých jízd utišit žízeň, zjistili zvláštní věc: tekuté mléko se změnilo v bledou, lehce nakyslou tekutinu, v níž plavaly husté chuchvalce bílé sýřeniny. Kožené vaky se totiž vyráběly ze žaludků mladých zvířat a obsahovaly pravděpodobně ještě srážecí enzymy. Zbytek vykonalo slunce a pohyby klusajícího koně. Chuchvalců sýřeniny si lidé rychle začali považovat a brali je jako příjemný doplněk každodenní dávky bílkovin, zatímco syrovátku používali na zahánání žízně...“ (Callec 2002, s. 9).

¹⁰ Historickým exkurzem ve vztahu k mléku a sýrům se podrobně zabývají např. Bártová (2008, s. 11), Heraltová (2006, s. 10), Iburg (2004, s. 8-12), Linhartová (2007, s. 10), Masui, Jamada (2007, s. 16-17), *Mlékárenská technologie II distanční text* (2007, s. 6) a Prokš (1964, s. 11).

Sýr patřil ke každodenní potravě, což dokládá i Homér ve své Odysseji. Největším výrobcem i konzumentem sýra v tomto literárním díle byl obr Polyfemos, který držel Odyssea a jeho druhy v zajetí v temné jeskyni.

V Homérovi stojí: „*Ale polovinu bílého mléka nechal hned srazit, pak ji nakrájel a naplnil jí pletené košíčky, mezitím druhou polovinu nalil do džbánek, aby je vzal a vypil a tak je měl k večeři...*“ (Paul-Prösslerová 2005, s. 6-7).

Tuto skutečnost potvrzuje i Columella¹¹: „(...) který po sobě zanechal dvanáct knih s jednotným titulem „*De re rustica*“... Z tohoto díla vyplývá, že Římané zhotovovali bochníky tvrdého sýra... připravovali také tvarohové sýry... i sýry z oslího a koňského mléka...“ (Paul-Prösslerová 2005, s. 8).

Dokládá také, že Římané znali již tucet druhů sýrů. A věděli, že vymačkáním syrovátky, osolením a uzením prodlouží trvanlivost sýrů.

Za třicetileté války¹² upadla výroba sýrů díky nízkému chovu dojníc. Později v 18. a 19. století pronikl pokrok do zemědělské výroby, začalo se proměňovat stájové krmení což vedlo ke zvýšení mléčné produkce. Výroba sýra z domácích sýráren, salaší či domácích usedlostí byla z počátku určena převážně pro spotřebu vlastní rodiny a omezovala se na závislost místního zdroje mléka. Postupně byly tyto malé výrobní sýrů nahrazovány většími mlékárnami a sýrárnami.

Skok v sýrařství způsobili v 19. století Justuj von Liebig a Louis Pasteur, kteří se začali důkladně zabývat mlékem pro výrobu sýrů. Justuj von Liebig se v roce 1836 snažil prozkoumat srážení mléka. A Louis Pasteur mléko krátce před zpracováním zahříval, aby usmrtil škodlivé mikroorganismy. Pasteurův spolupracovník Ilja Mečnikov zdokonalil me-

¹¹ „Známý římský gastronom a autor kulinářských spisů Columella vydal kolem roku 50 n. l. rozsáhlou příručku pro výrobce sýra. Tehdy již Římané používali „*coagulum*“, syřidlo, které pocházelo ze čtvrtého žaludku mladé kozy nebo jehněte. Columella rovněž vysvětloval, proč se musí používat sůl. Sůl totiž sýr zakonzervuje a vysuší, a usnadní tak převoz produktu...“ (Callec 2002, s. 9).

¹² „Na počátku 17. století bylo i Alsasko vztaženo do událostí třicetileté války. Protože se jednalo o převážně katolickou oblast, vypálily zde protestantské jednotky řadu vesnic. Na dlouhých 36 let byly alsaské hory prohlášeny za neobyvatelné. Teprve když v roce 1675 Alsasko ovládly francouzské jednotky, začala alsaská údolí postupně ožívat. Díky tomu došlo i k obnově výroby sýra...“ (Callec 2002, s. 189).

todu pasterace. Teprve vznikem větších mlékáren a sýráren se sýry rozšířily a staly důležitým obchodním artiklem.¹³

V následující části této kapitoly se věnuji rozdělení a historickému vývoji několika obdobných sýrů, které jsou důležité pro obecné pochopení výroby sýrů s plísní na povrchu.

2.1 Brie

Podle pověsti si sýr Brie zamiloval římský císař Karel Veliký a to již v 8. století. Později se sýr ve tvaru dortu stal oblíbenou pochoutkou ve šlechtických domech. Proslavil se po vídeňském kongresu v roce 1814, kde jej evropští šlechtici a diplomaté zvolili králem sýrů. Do konce 19. století se sýr Brie vyráběl v domácích sýrárnách na venkově. Má žampionovou chuť a vůni, podobně jako Camembert.¹⁴

2.2 Reblochon

Reblochon ze savojských hor nese francouzskou známku jakosti a chráněného původu AOC.¹⁵ Vyrábí se na statcích a salaších z čerstvě nadojeného, nepasterovaného, plnotučného mléka. Má tvar válce o hmotnosti asi 500 gramů. Je to několikrát omývaný sýr, ručně solený a často obrácený, s oranžovo-žlutou kůrkou, jejíž povrch je lehce pokrytý bílou plísní. Má ovocnou chuť, trochu připomínající lískové oříšky.

„Reblochon vznikl vlastně z nouze, když ve středověku sedláci z kraje Haute-Savoie měli povinnost odvádět pachtýři polovinu výsledků své práce jako nájemné. Protože se odvody vypočítávaly z doживosti stáda, mazaní rolníci jednoduše nevydojili všechno mléko a část ho nechali ve vemenech. Tajně provedené druhé dojení jim pak dalo mléko na sýr...“ (Paul-Prösslerová 2005, s. 49).

¹³ Srov. Bártová (2008, s. 11-12), Heraltová (2006, s. 10-11), Iburg (2004, s. 66-69), Linhartová (2007, s. 11), Kněz, Sedláčková (1991, s. 9-10), Prokš (1964, s. 11), Teplý a kol. (1985, s. 11).

¹⁴ Viz Bártová (2008, s. 42-43), Callec (2002, s. 169-171), Masui, Jamada (2007, s. 80-85) a Paul-Prösslerová (2005, s. 52-53).

¹⁵ „Appellation d'Origine Controlée (AOC). Některé sýry jsou historicky svázány s určitou oblastí, přestože se napodobují, není napodobenina nikdy shodná s originálem. Sýry s kontrolovaným označením původu v sobě nesou určitou známku kvality. Produkty s přívlástkem AOC pocházejí s přísně vymezené oblasti a vyrábějí se podle zákonem stanovených norem, které určují plemena dobytka, jeho krmivo, kvalitu mléka, výrobu sýra, obsah tuku, minimální zralost a další. Když sýr opouští místo výroby, musí vše odpovídat normám. Přívlástek AOC však neposkytuje žádnou záruku při přepravě a skladování v zemi určení.“ (Bártová 2008, s. 29).

Ve francouzštině „reblocher“ znamená pěkné okradání a odtud možná pochází jeho název.¹⁶

„Reblochon později přinesli mniši ze Chartreuse do slavného kartouzského kláštera. Zemědělci z okolí prosili klášterní bratry, aby požehnali jejich „chalets“ (salašim). Za to jim dávali sýry, jimž se proto říkalo „fromages de dévotion“, obětní sýry...“ (Paul-Prösslerová 2005, s. 49).

2.3 Camembert

V 18. století, v době velké francouzské revoluce za Napoleona III, se o Camembertu traduje, že syreček uložený ve sklepě byl obrostlý bílou plísní. Selka, která jej tam našla, ho chtěla vyhodit, přesto ho ale ochutnala. Zjistila, že se nejen dá jíst, ale že má i skvělou chuť. Za „objevitelku“ tohoto sýra je považována Marie Harellová z Roiville, které byl vystaven pomník v roce 1928 ve Vimouties poblíž obce Camembert. Marie prodávala od roku 1791 na trzích v okolí sýry vlastní výroby. I její dcera hodně přispěla k rozšíření tohoto sýra s názvem Camembert.

V roce 1890 Riedl začal balit Camembert do krabičky z dřevěné dýhy, zatímco do té doby se balil většinou do slámy. To umožnilo rozšíření tohoto sýra do světa. K nám se výroba Camembertu dostala až v roce 1903, kdy menší pokusné výroby probíhaly v Zemské mlékařské a sýrařské škole v Kroměříži. Výrobu tohoto sýra zavedl francouzský sýrař Cars v roce 1912 v Táboře, Jarošově, Žirovnici a Plzni. Velkou popularitu si získal za první světové války, kdy byl součástí potravinových přidělů pro vojáky.

Od roku 1983 „Camembert de Normandie“ nese označení AOC. Má ostrou žampiónově-sýrovou chuť a až lehce zemitou vůni. Je smetanový a plnotučný. Kvůli své silné vůni se kdysi označoval za boží nohy a stal se oblíbenou módní pochoutkou.¹⁷

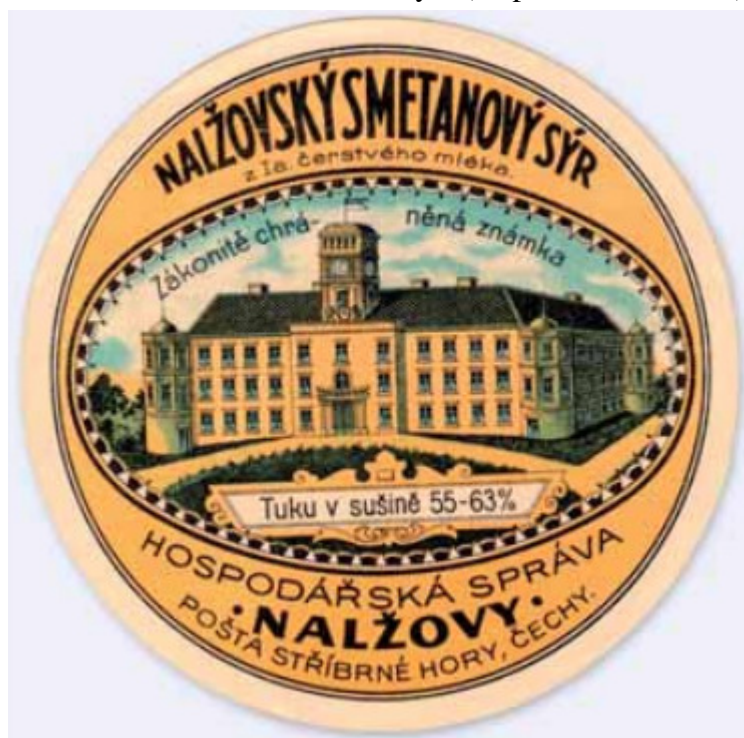
¹⁶ Viz Bártová (2008, s. 47), Callec (2002, s. 197-198), Iburg (2004, s. 236-237) a Masui, Jamada (2007, s. 213).

¹⁷ Např. Bártová (2008, s. 36-37), Callec (2002, s. 172-173), Doležálek (1967, s. 214-216), *Finanční noviny* (2008), Iburg (2004, 76-79), Masui, Jamada (2007, s. 90-93), Paul-Prösslerová (2005, s. 50-51) a Wong (1999, s. 64, překlad).

2.4 Nalžovský sýr

V Čechách se koncem 19. století, v Nalžovských horách nedaleko Sušice, začal vyrábět původní český sýr - Nalžovský sýr. Byl to plísňový sýr, který se výrazně se lišil od francouzských sýrů. Na povrchu byl pokrytý narůžovělou plísní a byl omývaný. Při jeho výrobě se používala plíseň *Penicillium nalgiovensis*, kterou poprvé popsal Otakar Laxa. Do historie tohoto sýra se výrazně zapsal šlechtický rod Taaffů, kteří vlastnili Nalžovany do roku 1937, a také přivezli používanou plíseň z Irska. Výrobu sýra prováděl mlékařský inspektor Čeněk Charousek. Výroba tohoto sýra však v roce 1932 zanikla.¹⁸

Obr. 1: Etiketa Nalžovského sýra (Kopáček 2008, s. 35)



¹⁸ Původní český sýr zmiňují autoři Bejblová (2008, s. 23), Callec (2002, s. 108), Dráb, Vilímková (2003, s. 53), Droščák (2008, s. 8), Fassatiová (1979, s. 106), Jesenská (1998, překlad), Kněz (1974, s. 217), Mrázek a kol. (2007, s. 233), Mrázek (2008), Mrázek a kol. (2009 s. 31-33), Ostrý (2003), Pavelka (1996, s. 82), Prokš (1965, s. 325), Teplý a kol. (1980, s. 107), Raistrick, Ziffer (1951, s. 563, překlad), Zimák (1988, s. 245). Konkrétně historii Nalžovského sýra popisují Doležálek (1967 s. 89, 214, 232-233), Heraltová (2006, s. 12) a Kropáček (2008, s. 35-36).

3 ROZDĚLENÍ SÝRŮ

Abych ujasnil kam vůbec plísňové sýry patří, do jaké skupiny je mohu zařadit, potřebuji znát některé společné znaky. Právě ve třetí kapitole bakalářské práce se snažím o takové rozdělení sýrů. Je jasné, že sýry¹⁹ lze dělit podle rozličných kritérií do mnoha skupin. Např. v historii²⁰ se sýry nejčastěji rozdělovaly podle druhu srážení mléka na sladké²¹ a kyselé.²² U kyselých sýrů srážíme výhradně pomocí mléčných bakterií. Tímto způsobem získáme tvaroh. U sladkých sýrů využíváme při srážení syřidlo a získáme sýr. Takové rozdělení souvisí s konzistencí sýrů, jejich způsobů zrání, použitou surovinou a druhy mléka. Další možností, jak rozdělit sýry, bylo podle druhu mléka na kravské, ovčí, kozí apod.

Já však ve své práci vycházím z modernějšího pojetí rozdělení, a to podle konzistence.²³ Toto rozdělení je jednoduché a snadno pochopitelné. Udává poměr mezi vodou a sušinou sýra. Do této skupiny patří sýry a) čerstvé, b) měkké, c) polotvrdé a d) tvrdé.

a) čerstvé sýry nezrají a mají vysoký obsah vody. Prokš (1965) uvádí, že čerstvé sýry se mohou vyrábět: „(...) z netučného tvarohu, při jehož přípravě převládá mléčné kvašení nad působením syřidla...“ (Prokš 1965, s. 324). Kněz a Sedláčková (1991) rozdělují čerstvé sýry na krémové a termizované, které mohou být dále ještě solené či nesolené;

b) měkké sýry procházejí krátkým obdobím zrání. Zvláštním druhem těchto sýrů jsou sýry zrající **s plísní na povrchu** (camembert) a zrající **pod mazem** (limburský). Dalšími druhy jsou sýry označované jako **pasta filata (pařené)** a **bílé sýry zrající v solném nálevu**.

¹⁹ Hrabě, Březina, Valášek (2008) dále ještě dělí sýry na tavené, sýry s rostlinným tukem a imitace sýrů, které jsou připravovány rekonstitucí jednotlivých složek mléka. Toto dělení je pro mou úvahu o rozdělení sýrů pouze okrajovou záležitostí.

²⁰ Dnes se už většinou toto rozdělení nepoužívá. Např. Pavelka (1996) uvádí: „Tvarohy... a sýry dnes již tvoří jednu skupinu výrobků. Rozdíly mezi výrobky z tvarohu a některými sýry se natolik smazaly, že v podstatě již pouze tradice je od sebe odlišuje. Také odborné světové statistiky již obě tyto skupiny uvádějí a evidují společně.“ (Pavelka 1996, s. 65).

²¹ Dle Prokše (1965) je sladké sýrařství: „(...) zpravidla složitější a mnohdy náročnější... na výrobní techniku.“ (Prokš 1965, s. 280).

²² Kněz a kol. (1974) srovnává historii sladkých a kyselých sýrů: „Výroba kyselých sýrů je starší. Lidé již dávno poznali, že mléko samovolně kysne a sráží se v tuhou sráženinou, ze které lze oddělit tvaroh od syrovátky.“ (Kněz a kol. 1974, s. 131).

²³ Podle Paul-Prösslerové (2005) je pro konzistenci sýra rozhodující obsah vody, který uvádí, kolik vody je obsaženo v sýrové hmotě. Čím více vody sýr obsahuje, tím nižší je obsah sušiny. (Paul-Prösslerová 2005, s. 22).

K těmto druhům by se daly ještě zařadit **kyselé sýry uzrálé** (brynza) a pod mazem (tvarůžky). Sýry s **plísní v těstě** (rokfór) se pohybují na hranici polotvrdých a měkkých sýrů;

c) Polotvrdé sýry (eidam) mají pružnou strukturou a poměrně snadno se dají krájet;

d) Tvrdé sýry (ementál) se vyznačují vysokým obsahem sušiny.²⁴

²⁴ Srov. Bártová (2008, s. 26), Callec (2002, s. 23-26), Červinková (2002, s. 7-9), Iburg (2004, s. 23), Kněz, Sedláčková (1991, s. 20-23), Kučera (2008, s. 18-23), Linhartová (2007, s. 22-38), Masui, Jamada (2007, s. 18-20) a Zimák (1988, s. 107-108).

4 PLÍSEŇ *PENICILLIUM NALGIOVENSIS*

Ve čtvrté kapitole věnuji pozornost plísni *Penicillium nalgiovensis*. Zabývám se její charakteristikou. Tato plíseň se, před více jak sedmdesáti lety, používala k výrobě sýrů s plísní na povrchu. V současnosti se využívá jako plísněná kultura pro masné výrobky. Nejdříve objasňuji historický vývoj plísně, dále se zaměřuji na její taxonomické zařazení dle morfologických znaků a nástin jejich možných zdravotních aspektů produkci penicilinu. Zmiňuji její rozkladnou činnost na masných i mléčných výrobcích a různé faktory, které tuto činnost a růst plísně ovlivňují. Na závěr zmiňuji vhodné živné médium pro růst této plísně pro výrobu sýrů.

Plíseň *Penicillium nalgiovensis* poprvé popsal profesor Otakar Laxa v roce 1932,²⁵ který ji izoloval z mikroflóry Nalžovského sýra. Během zrání plíseň *Penicillium nalgiovensis* pokryla povrch sýra vlnitým až vločkovitým porostem do sametově bílé barvy. Postupně se zbarvovala do žlutozelena, až nakonec vytvářela melírovanou načervenalou až růžovou barvu. Micélium plísně se zbarvovalo do oranžova až hnědo-červena. Doležálek (1967), uvádí že červené zbarvení je způsobeno rozkladem některých aminokyselin kaseinu. Raistrick, Ziffer (1951) píše, že změny barev (hlavně tvorba červeného zbarvení²⁶) jsou spojené s procesem zrání sýrů.²⁷

Po zániku výroby Nalžovského sýra v roce 1932 se tato plíseň pro výrobu sýrů přestala využívat a našla nové uplatnění v masném průmyslu.

„(...) *Penicillium nalgiovensis* se stala nejrozšířenější startovací kulturou pro fermentované a uzené masné výrobky... chrání povrch výrobků před nežádoucími kontaminanty a

²⁵ „...byla přijata Ministerstvem zemědělství Spojených států amerických do Cultur Collection, v červenci roku 1948 doktorem K. B. Raperem, ze Severní regionální výzkumné laboratoře, Peoria, Illinois v U.S.A. Kultura nesla označení N.R.R.L. 911...“ (Raistrick, Ziffer, 1951, s. 567, překlad).

²⁶ Raistrick, Ziffer pěstovali plíseň *Penicillium nalgiovensis* na tekuté živné půdě Raulin-Thom, kde vytvářela silně červené zbarvení. Toto zbarvení produkovala barviva nalgiovensin (který představoval 1,0 % z hmotnosti suchého podhoubí) a nalgioaxin (0,18 %). (Raistrick, Ziffer, 1951, s. 563-574, překlad).

²⁷ dřívější výrobu sýrů z plísně *Penicillium nalgiovensis* také uvádí: Droščák (2008, s. 8-11), Kněz a kol. (1974, s. 217), Dráb, Vilímková (2003, s. 53), Heraltová (2006, s. 12, 27-29), Mrázek a kol. (2007, s. 233), Mrázek (2008), Mrázek a kol. (2009 s. 31), Prokš (1965, s. 325), Teplý a kol. (1980, s. 199, 1984, s. 105-106), Teplý, Mayera (1981, s. 164) a Žižka, Korbelová (1992, s. 130).

svými metabolickými pochody přispívá ke zrání...“ (Papagianni, Papamichael 2006, s. 225, překlad).²⁸

Plíseň *Penicillium nalgiovensis* můžeme zařadit dle morfologických znaků do třídy *Ascomycetes*, řádu *Eurotiales* a rodu *Penicillium*. Podle Droščáka (2008) existuje podobnost²⁹ plísně *Penicillium nalgiovensis* s plísní *Penicillium chrysogenum*.

Färber, Geisen (2000), který elektroforézou srovnával karyotypy obou plísní, uvádí: „(...) oba druhy plísní mají čtyři chromozomy... lišící se velikostí geonomu...“ (Färber, Geisen 2000, s. 59, překlad).

Dle Durieux, Simon (2001)³⁰ je *Penicillium nalgiovensis* producentem antibiotika penicilinu,³¹ podobně jako *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium dipodomyis* a *Penicillium flavigenum*.

Laich a kol. (2002) popisuje možné následky, které by mohly vzniknout výrobou penicilinu u plísňových kultur rodu *Penicillium*, jenž jsou využívány pro zrání sýrů a masných výrobků: „Přítomnost penicilinu v potravinách není žádoucí, protože může vyvolávat alergické reakce a nakonec až rozvoj rezistentních bakterií, které by mohly přenést genetické informace patogenním bakteriím... Proto je důležité vědět, zda jsou plísně používané pro výrobu potravin potenciálními producenty penicilinu...“ (Laich a kol. 2002, s. 1211, překlad).

Dle Jesenské (1998) plíseň *Penicillium nalgiovensis* nezkvašuje laktózu (ani glukózu, fruktózu a maltózu).

²⁸ Využití plísně *Penicillium nalgiovensis* pro masné výrobky uvádí také: Bejblová (2008, s. 23-24), Díaz a kol. (2002, s. 1-7, překlad), Droščák (2008, s. 8-11), Dupont a kol. (1999, s. 109-118, překlad), Durieux, Simon (2001, s. 13, překlad), Heraltová (2006, s. 27-29), Esser a kol. (2002 s. 4, 16-17, překlad), Fierro a kol. (2004, s. 237, překlad), Jacobsen, Hinrichsen (1996, s. 409-416, překlad), Jesenská (1998, překlad), Laich a kol. (1999, s. 1236-1240, 2002, s. 1211-1219, překlad), Mrázek a kol. (2009 s. 31), Papagianni, Papamichael (2006, s. 225-231, překlad), Selgas a kol. (1999, s. 360-361, překlad).

²⁹ Dle Duponta a kol. (1999) je plíseň *Penicillium nalgiovensis* geneticky příbuzná ještě s *Penicillium dipodomyis*, které jsou společně s *Penicillium camembertii* a *Penicillium chrysogenum* používány jako startovací kultury v potravinářském průmyslu. (Dupont a kol. 1999, s. 109-118, překlad).

³⁰ Též Papagianni, Papamichael (2006) uvádí produkci penicilinu a „isocoumarins“ jako sekundárního metabolitu. (Papagianni, Papamichael 2006, s. 226, překlad).

³¹ Dle Jesenské (1998, překlad) *Penicillium nalgiovensis* pravděpodobně neprodukuje na masových substrátech penicilin. A odstraněním genu, který je zodpovědný za produkci tohoto antibiotika, se mohou ovlivnit technologické výhody. Také Laich a kol. (2001) popisuje, že *Penicillium nalgiovensis* nemá schopnost vyrá-

Plíseň *Penicillium nalgiovensis* svými enzymatickými pochody³² dobře rozkládá bílkoviny a tuk. Vytváří tak příjemnou chuť a aroma výrobků.³³ Doležálek (1967) zmiňuje podobnost³⁴ v rozkladné činnosti a růstu s plísněmi *Penicillium camemberti* a *Penicillium caseicolum*. Rozklad bílkovin umožňují enzymy plísně, které vytváří svou činností velké množství volných aminokyselin a amoniaku. Ve srovnání s plísní *Penicillium camemberti*, rozkládá *Penicillium nalgiovensis* bílkoviny více do hloubky a vytváří méně amoniaku. U rozkladu mléčného tuku je tomu právě naopak. Dle Doležálka (1967, s. 96) je rozklad mléčného tuku méně výrazný než u *Penicillium camemberti*.

Selgas a kol. (1999) popisuje rozklad tuku na masném médiu: „(...) hydrolytickým štěpením esteru triglyceridů se uvolňují mastné kyseliny... Uvolněné nenasycené mastné kyseliny se mohou dále rozkládat na peroxidy a karbonylové sloučeniny. A nasycené mastné kyseliny... se β -oxidací rozkládají na mastné kyseliny s krátkými řetězci a β -ketokyseliny, které jsou dále převedeny dekarboxylací na methyl ketony a mohou být ještě štěpeny na sekundární alkoholy. Všechny tyto látky přispívají k chuti a aroma masných výrobků. Autooxidací mastných kyselin, především nenasycených, se vytváří velké množství těkavých látek jako jsou aldehydy, alifatické sloučeniny, ketony, mastné kyseliny s krátkým řetězcem, alkoholy a estery, které také přispívají k chuti a aroma...“ (Selgas a kol. 1999, s. 360, překlad). A zároveň dodává, že ne všechny kmeny mají vysokou lipolytickou aktivitu.

Na zrání plísně *Penicillium nalgiovensis* působí řada faktorů. Tyto faktory ovlivňují průběh rozkladu jednotlivých složek v médiu a rovnoměrný nárůst plísně. Jsou to hlavně syřidlové enzymy (u sýrů viz kap.6), obsah soli, kyselost a teplota.

Syřidlo, přidávané do mléka záměrně pro vznik sýřeniny, může mít vliv na růst plísně a rozklad tuku. Syřidlové enzymy mírně stimulují růst plísně *Penicillium nalgiovensis*. Podporují také *Penicillium camemberti*, jak uvádí Doležálek (1967, s. 106).

bět penicilin. (Laich a kol 2001, s. 1211). I podle Bejblové (2008) *Penicillium nalgiovensis* není schopen produkovat penicilin, ale pouze chrysogin a barviva nalgioaxin a nalgiovensin. (Bejblová 2008, s. 23-24).

³² Dle Geisena (2000) *Penicillium nalgiovensis* má jeden z nejsilnějších inhibičních účinků z rodu *Penicillium* proti plísnovým kontaminantům. (Geisen 2000, s. 96, překlad).

³³ Hansen, Nielsen (1997) dokonce uvádí že *Penicillium nalgiovensis* společně s *Penicillium commune*, *Penicillium discolor* a *Penicillium verrucosum* mohou způsobit ekonomické ztráty změnou barvy nebo chuti plísňového sýra. (Hansen, Nielsen 1997, s. 1237-1238, překlad).

³⁴ Días (2002) uvádí podobné technologické vlastnosti jako plíseň *Penicillium olsonii*, při výrobě salámů Cantipalos chorizo ve Španělsku. (Días a kol., 2002, s. 1-7, překlad).

Plíseň *Penicillium nalgiovensis* je citlivá na sůl (NaCl), která ovlivňuje její růst i vlastnosti, nejvíce inhibuje proteolytické vlastnosti - jejich rozklad na jednotlivé volné aminokyseliny, méně již inhibuje rozklad na peptony a amoniak. Doležálek (1967, s. 92-96, 234-235) uvádí, že obsah soli v sýru by neměl překročit 1,5 %.³⁵ Při vyšších dávkách soli, kolem 3 % používaných při výrobě Camembertu, se plíseň projevuje slabým nárůstem na povrchu a tvorbou bělavého mazu, který potlačuje růst plísně a zraní sýra. Při rozkladu tuku není sůl tak významná. Ve srovnání s plísněmi *Penicillium camemberti* a *Penicillium caseicolum* je rozklad tuku menší. Tím se Nažovský sýr sensoricky odlišoval od Camembertu.

Podobně jako sůl ovlivňuje růst a aktivitu enzymů plísně i kyselost sýrů, která se na začátku zrání výrazně mění. Podle Jesenské (1998) *Penicillium nalgiovensis* roste v širokém rozmezí hodnot pH od 2,0 do 8,5. Optimální kyselost pro růst se pohybuje okolo pH 6,5 až 7.³⁶ Doležálek (1967) uvádí, že při měnící se kyselosti, v rozmezí pH 4,2 až 6,7, se během zrání sýra tvoří jen nepatrné množství amoniaku, v porovnání s plísněmi *Penicillium camemberti* a *Penicillium caseicolum*.

Teplota také ovlivňuje vlastnosti plísně *Penicillium nalgiovensis*. Nízké teploty, jak uvádějí Doležálek (1967) a Droščák (2008), pod 8 až 10 °C, zpomalují enzymatické pochody. Dle Droščáka (2008) je optimální teplota kolem 23 °C.³⁷

Z dalších látek, které mohou ovlivňovat plíseň *Penicillium nalgiovensis*, je to vodní aktivita a antimikrobiální látky. Dle Droščáka (2008) je nejnižší vodní aktivita 0,86, kdy je plíseň *Penicillium nalgiovensis* ještě schopna růstu. Optimální se blíží jedné (a_w 0,97 až

³⁵ Dle Droščáka (2008) „Nejvhodnější obsah soli (NaCl) pro výroby... je 2,5 %. Při jednaprocentním nasolení výrobku se růst některých kmenů... ještě výrazněji urychluje... Dodatečným nasolením výrobků s nízkým obsahem soli se rozvoj plísně na jejich povrchu výrazně zpomalil...“ (Droščák 2008, s. 10). Díaz a kol. (2002) uvádí, že při koncentraci 2 až 2,5 % soli se povzbudí růst plísně pěstované na fermentovaných masných výrobcích. (Díaz a kol. 2002, s. 1-7, překlad)

³⁶ Dle Doležálka (1967) *Penicillium nalgiovensis* nejlépe roste při pH 4,5 až 4,9 na sýrech, kdy enzymy vytváří nejvíce těkavých kyselin (hlavně kyselinu máseľnou). Těkavé kyseliny poté dávají sýrům charakteristické aroma (Doležálek 1967, s. 96-105, 107-108, 112). Durieux, Simon (2001) také uvádějí optimální pH plísně *Penicillium nalgiovensis* v kyselé oblasti, pěstované na mléčném médiu. (Durieux, Simon 2001, s. 21-23, překlad). Podle Díaze a kol. (2002) je optimální kyselost na masném médiu okolo pH 5. (Díaz a kol. 2002, s. 1-7, překlad).

³⁷ Raistrick, Ziffer (1951) kultivovali tuto plíseň při teplotě 24 °C. (Raistrick, Ziffer 1951, s. 567, překlad). Dle Díaze a kol. (2002) je optimální teplota 25 °C, ale dobře roste i při 14 až 18 °C, která se využívá při zrání fermentovaných salámů. (Díaz a kol. 2002, s. 3, překlad).

0,98). Díaz a kol. (2002) uvádí, že antimikrobiální látky, jako dusičnany a koření (česnek, oregáno, paprika), které se používají pro výrobu španělských salámů Cantipalos chorizo, nepatrně ovlivňují vlastnosti plísně *Penicillium nalgiovensis*.

Pro kultivaci plísně *Penicillium nalgiovensis* se využívají agarové živné půdy (sladidlový agar s mlékem, MPA s laktózou a s přísadkou mléka) nebo rozemletá sterilní houska³⁸ ovlhčená syrovátkou (houska se nakrájí na malé kostky a ovlhčí se mlékem na vlhkost 60 %). Plíseň se kultivuje asi 10 dnů při teplotě 18 až 20 °C. Způsob kultivace může ovlivnit biochemické vlastnosti plísně, hlavně proteolytickou a lipolytickou aktivitu a tvorbu methyl ketonů, Doležálek (1967, s. 124-125).

³⁸ Raistrick, Ziffer (1951) studovali barviva plísně *Penicillium nalgiovensis* a používali pro naočkování: „(...) vysterilované pšeničné otruby s navlhčenou vatou. Plíseň se pěstuje v kuželové baňce většinou na 250 ml, která se s otrubami a navlhčenou vatou vloží do autoklávu a steriluje se při teplotě 121 °C jednu hodinu. Po ochlazení se otruby naočkují a nechají se v temnu při teplotě 24 °C po dobu 10 až 14 dní. Plíseň se rozrůstá rovnoměrně po celých otrubách a dobře sporuluje. Po nárůstu plísně se sporulace zastavuje a připravuje se vytřepáním suspenze spor...“ (Raistrick, Ziffer 1951, s. 567, překlad).

5 VÝROBA MĚKKÝCH PŘÍRODNÍCH SÝRŮ S PLÍSNÍ NA POVRCHU

V páté části bakalářské práce popisují výrobu měkkých sýrů s plísní na povrchu. Tuto část jsem rozdělil do osmi menších celků, které charakterizují jednotlivé etapy výroby. Nejdříve se zabývám výběrem mléka na výrobu sýrů. V návaznosti na to se zaměřuji na základní ošetření mléka a jeho úpravu před srážením. Následně popisují sladké srážení mléka, zpracování a formování sraženého mléka, solení a uzavírám souhrnem technologie výroby, kde shrnuji tyto jednotlivé celky a uvádím celkový teoretický pohled na výrobu sýrů s plísní na povrchu.

5.1 Výběr mléka

Základem pro výrobu sýrů je mléko. Toto Mléko³⁹ však musí splňovat určité požadavky, které jsou při výrobě sýrů důležité. Základním požadavkem je, aby mléko bylo od zdravých krav. Dále je to především dobrá syřitelnost mléka, prokysávací schopnost, mikrobiologická jakost, obsah bílkovin, tuku, solí, kyselost a nepřítomnost reziduí. Na tyto vlastnosti působí celá řada činitelů. Hodnotí se ještě i chuť, vůně a chemické složení mléka.

Syřitelnost mléka je dle Zimáka (1988) ovlivněna řadou faktorů jako je zdravotní stav dojnice⁴⁰ a stadium laktace. Počátky i konce laktace mají negativní vliv na kompaktnost sýřeniny, dále obsah vápníku a množství kaseinu. Při nedostatku vápníku se změní iontová rovnováha. Kaseinové micely se zmenší, až se rozpadnou na submicely, ze kterých se uvolní vápník, jenž přechází na nerozpustnou formu. Prodlouží se doba srážení a zhorší se i kvalita sýřeniny. Doba srážení mléka se prodlužuje až o 20 % a sýřenina je méně kompaktní.⁴¹ Prodloužení srážení se projeví i při delším skladování mléka při teplotě pod 4 °C. Ky-

³⁹ Podle Havlíčka (1975) nejlepší mléko je: „(...) z horských pastvin, a zejména z horských údolí, z luk s pestrým porostem ušlechtilých travin.“ (Havlíček 1975, s. 31).

⁴⁰ Podle Zimáka (1988) pokud je dojnice nemocná syřitelnost je horší. Zánětem vemene (mastitidou) má méně vápníku, fosforu, hořčiku a draslíku naopak má zvýšený obsah sodíku a chloru. Příměs 10 - 15 % mastičního mléka prodlužuje dobu srážení o 6 - 48 %, snižuje odtok syrovátky a tím i obsah sušiny. (Zimák 1988, s. 109-110).

⁴¹ Prokš (1965) zmiňuje důležitost vápenatých sloučenin: „(...) mají rozpustné vápenaté soli rozhodující význam pro sýření. Důležitý je... i celkový obsah vápenatých solí v mléce, neboť se uplatňují při vazbě kyseliny mléčné...“ (Prokš 1965, s. 281).

selost má také vliv na syřitelnost mléka. Klesající kyselost, hlavně pod 6,4 SH, syřitelnost mléka zhoršuje.

Prokysávací schopností mléka se posuzuje rychlostí rozvoje čistých mlékařských kultur v mléce. Podle Svobody a kol. (1966) je prokysávací schopnost mléka: „(...)jeho schopnost rozvíjet bakterie mléčného kysání nebo jiné užitečné mikroby...“ (Svoboda a kol. 1966, s. 126).

Dle Zimáka (1988, s. 110-113) obsahuje čerstvé mléko přirozené látky, které mohou potlačit rozvoj čistých mlékařských kultur v mléce. Jejich rovnováhu porušíme základním ošetřením mléka. Z přirozených látek jsou to především lakteniny, které nejsou krátkodobou pasterací inaktivovány a zpomalují průběh prokysávací schopnosti mléka. V dlouho skladovaném, hluboce vychlazeném mléce se pomalu rozvíjejí sýrařské kultury. Dle Prokše (1965, s. 280-282) má vliv na prokysávací schopnost mléka také krmivo. A to některé přírodní látky rostlinného původu jako fytoncidy, které přecházejí z krmiva (vikve, česneku) do mléka a mohly by na bakterie mlékařských kultur působit inhibičně.⁴² Důležitá je i mikrobiologická čistota mléka, u níž se klade důraz na nízký počet mikroorganismů. Významnou roli sehrávají také soli mléka a vitamíny, jako růstové látky bakterií mléčného kvašení.

Dle Buňky (2008) je z ekonomického hlediska důležitý obsah bílkovin, na kterém závisí výtěžnost sýrů. Při zvýšeném obsahu bílkovin o 0,1 % uspoříme na 10 kg sýra asi 3 až 5 litrů mléka. Obsah bílkovin během roku kolísá díky změnám v kvalitě krmení a vysokým letním teplotám.

Pro výrobu kvalitních sýrů se používají sensorická hodnocení a biochemické a mikrobiologické zkoušky mléka. U sensorického hodnocení se posuzuje chuť, vůně, barva a vzhled mléka. Podle těchto organoleptických vlastností lze určit některé vady, které se analytickými metodami nezjistí. U biochemické a mikrobiologické zkoušky mléka se posuzuje, mimo syřitelnost a prokysávací schopnost, ještě množství mikroorganismů a jejich druhové zastoupení. V mléce by neměly být přítomny hnilobné, plynotvorné, koliformní bak-

⁴² Zimák (1988) uvádí, že škodlivěji působí krmiva zamořená mykotoxiny a toxinogenními plísněmi. Přejdou do mléka krví a původní ochranné látky mléka se v těle dojnice proti nim nevytvorí. Dále nevhodné siláže a senáže mění přirozenou mikroflóru mléka. Ubývá bakterií mléčného kvašení a vzrůstá sporotvorných mikroorganismů, které přežívají pasterací a brzdí v mléce rozvoj čistých mlékařských kultur. (Zimák 1988, s. 112-113).

terie, ani bakterie máselného kvašení. Mohly by způsobovat škody při výrobě a to jak konzistenční, tak i chuťové a pachové. K biochemickému hodnocení se používají různé zkoušky. Například jogurtový test, kysací zkouška, zkouška syřitelnosti mléka atd.

5.2 Základní ošetření mléka

Základní ošetření mléka provádíme pro jeho dokonalé vyčištění a zabezpečení zdravotní nezávadnosti. První operací při ošetření mléka je jeho dokonalé vyčištění odstředováním.⁴³ Takto vyčištěné mléko se tepelně ošetřuje⁴⁴, pro zajištění zdravotní nezávadnosti. Teplota záhřevu se volí šetná⁴⁵ - pasterace zpravidla 72 až 76 °C. Touto teplotou inaktivujeme patogenní a podmíněně patogenní mikroorganismy jako *Micobacterium tuberculosis*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonela* sp., *Listeria monocytogenes*. Zároveň tepelným záhřevem deaktivujeme část přítomných enzymů mléka a vytvoříme tak standardní podmínky pro výrobu sýrů. Při vyšších teplotách nad 85 °C jsou z technologického hlediska důležité změny bílkovin a solí mléka. Sérové bílkoviny⁴⁶ přecházejí do syřeniny.

⁴³ *Mlékárenská technologie I distanční text* (2007) popisuje čistící schopnosti odstředivky: „Při průchodu mléka odstředivkou se vlivem odstředivé síly... oddělují částice s větší měrnou hmotností (různé nečistoty, shluky mikroorganismů, somatické buňky apod.) a usazují se na stěně bubny ve formě odstředivkového kálu...“ (*Mlékárenská technologie I distanční text* 2007, s. 98).

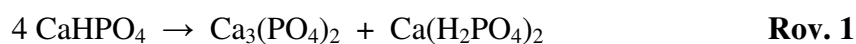
⁴⁴ Podle Teplého a kol. (1985): „(...) je nejlépe vyrábět sýry ze syrového mléka, protože nedochází k žádným zásahům do chemického a mikrobiologického složení mléka, a je tedy zajištěna dobrá konzistence sýrů a v chuti vhodné chuťové variace, vytvořené bakteriemi přítomnými ve stopovém množství.“ (Teplý a kol. 1985, s. 67). Prokš (1964) vysvětluje výhodu syrového mléka v jeho enzymatické činnosti: „O kaseinu jako celku bylo dokázáno, že v syrovém mléce váže proteolytický enzym; po vysrážení kaseinu v něm tento enzym zůstává dále vázán a zahajuje procesy jeho rozkladu; to má jistý vliv na zrání sýrů. Tento enzym se ničí vysokým záhřevem mléka, a to může být částečným vysvětlením toho, že některé druhy sýrů se z pasterovaného mléka tak nedaří jako z mléka syrového.“ (Prokš 1964, s. 66). Na druhou stranu Hochtrasser a Price (1927) uvádějí, že pasterace vytvoří standardní podmínky pro výrobu sýrů, které by jinak kolísaly v závislosti na mikrobiologických vlastnostech mléka: „Kvalita a jednotnost sýra Camembert je určena do značné míry kvalitou použitého mléka. Pasterované mléko... zlepšuje kvalitu sýra... Vady v chuti a texturě... Camembertu pravděpodobně způsobují... mikroorganismy...“ (Hochtrasser a Price 1927, s. 448, překlad). Dle *Mlékárenské technologie II distanční text* (2007) lze tepelné ošetření nahradit baktofugací nebo membránovými procesy. (*Mlékárenské technologie II distanční text* 2007, s. 20).

⁴⁵ Dle *Mlékárenské technologie I distanční text* (2007) je šetrný tepelný záhřev (šetná pasterace) nejméně 71,7 °C po dobu nejméně 15 sekund s inaktivací alkalické fosfatázy a zachování laktoperoxidázy, která se v mléce inaktivuje při teplotách vyšších než 80 °C. (*Mlékárenské technologie I distanční text* 2007, s. 87-94).

⁴⁶ Teplý a kol. (1985) popisuje, že jsou to denaturované syrovátkové bílkoviny, albuminy a globuliny. (Teplý a kol. 1985, s. 67).

Dle Zimáka (1988), při vysoké pasteraci denaturuje až 50 % sérových bílkovin⁴⁷ (u šetrné pasterace asi 10 až 20 %), které vytvářejí jemné vločky, jež: „(...)se zachytí na kaseinových micelách, brzdí jejich spojování, blokuje působení syřidlových enzymů na kasein a vyvolávají chuťové vady sýrů. Sérové bílkoviny totiž obsahují asi 10-krát více sirných aminokyselin (cystin, cystein, methionin) než kasein a dávají sýrům nahořklou až trpkou chuť. Navíc se z nich zahřevem uvolňují sulfhydrylové skupiny, které... zpomalují... množení mléčných bakterií...“ (Zimák 1988, s. 122-123).

Mění se i kasein, kdy kaseinové micely ztrácejí schopnost smršťování. Zhoršuje se sleitnost zrna a vytváří se tuhá až křehká konzistence s možnou tvorbou trhlin. Pozitivním přínosem je vyšší výtěžnost sýrů díky využití sérových bílkovin. Na proti tomu se zhoršuje konzistence a obtížně se dosahuje předepsané sušiny sýrů.⁴⁸ Soli mléka se při vyšších teplotách částečně vysráží. Hydrogenfosforečnan vápenatý přejde na nerozpustný fosforečnan vápenatý a rozpustný dyhydrogenfosforečnan vápenatý podle rovnice (Rov.1).



Podle Zimáka (1988) přechází z rozpustné formy na nerozpustnou asi 50 % solí. Ubývá vápenatých iontů, které při tvorbě sýřeniny spojují kaseinové micely.

Teplý a kol. (1985) uvádí: „(...) rozklad uhličitanů a vyprchání oxidu uhličitého vede ke snížení kyselosti mléka, takže se... prodlužuje doba srážení.“ (Teplý a kol. 1985, s. 67).

Vysokou teplotou se zvyšuje i přidavek syřidla a zmenšuje se schopnost synereze, stahování sýřeniny.⁴⁹

⁴⁷ I Prokš (1965) uvádí citlivost sérových bílkovin vůči teplotě: „(...) denaturace začíná při teplotách nad 60 °C. Proces je nejprve spojen s aktivací sulfhydrylových skupin (SH). Počínaje teplotou 65 °C ubývá množství těchto skupin... přitom klesá rozpustnost. Syrovátkové proteiny se vysráží částečně s kaseinem... jsou při syřidlovém srážení mléka uzavřeny ve vločkách sýřeniny, což je pravděpodobně příčinou její měkčí konzistence.“ (Prokš 1965, s. 286).

⁴⁸ Podle Hrabě, Březina, Valášek (2008): „Zvyšuje se výtěžnost, ale následně i vazba vody. Může tedy dojít ke snížování sušiny sýrů a ke zhoršení jejich jakosti (albumin a globulin zadržují větší podíl vody, která se již následnými technologickými zásahy bez újmy na jakosti sýra nedá odstranit).“ (Hrabě, Březina, Valášek 2008, s. 31).

⁴⁹ Srov. Bártová (2008, s. 19), Buňka (2008), Callec (2002, s. 17), Havlíček (1975, s. 34-35), Heralťová (2005, s. 15), Iburg (2004, s. 14), Kněz a kol. (1974, s. 134-135), Kněz, Sedláčková (1991, s. 25), Mrázek (2008), Pavelka (1996, s. 36-38), Svoboda a kol. (1966, s. 65-73).

5.3 Úprava mléka před srážením

Mléko se před srážením upravuje pro zajištění standardnosti z něj vyrobených sýrů. Prvním procesem úpravy je úprava obsahu tuku v mléce. Abychom zajistili požadovaný obsah tuku v sýrech musíme upravit obsah tuku i v mléce. Dalším procesem úpravy je teplota. Mléko upravujeme na teplotu okolo 30 °C a přidáváme čisté mlékařské kultury. Přidané kultury zajistí mléčné kvašení a zvýší jakost sýrů. Současně se syřidlem se může přidávat také plísňová kultura, která rozkládá bílkoviny a tuk sýra.

Pro zajištění stejného obsahu sušiny a hlavně tuku v sýrech se u mléka upravuje tučnost. Zpravidla se upravuje směs plnotučného a odstředěného mléka smícháním v požadovaném poměru. Dle Svobody a kol. (1966) rozdíl 2 % obsahu tuku v sušině sýrů působí 0,1 %-ní rozdíl v tučnosti směsi mléka. V tabulce (Tab. 1) jsou uvedeny orientační údaje o tučnosti mléka v závislosti na obsahu tuku v plísňových sýrech.

Tab. 1: Obsah tuku v sušině plísňových sýrů v závislosti na tučnosti mléčné směsi (Svoboda a kol. 1966, s. 128).

| Obsah tuku v sušině sýra [%] | Tučnost mléčné směsi [%] |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| 10 | 0,42 |
| 20 | 0,94 |
| 30 | 1,61 |
| 40 | 2,50 |
| 50 | 3,07 |
| 60 | 3,75 |

Dle Prokše (1965) je těžké správně určit tučnost mléka, vzhledem k rozdílným technologickým postupům a různě velkým ztrátám tuku do syrovátky. Zimák (1988) uvádí, že obsah tuku se během roku mění a závisí, společně s bílkovinami, na krmení, počasí a dalších podmínkách. Proto se při vyšším obsahu kaseinu, kdy klesá spotřeba mléka na výrobu sýra, musí navýšit tučnost, abychom dosáhli požadovaného obsahu tuku v sušině sýra. Na-

opak při nižším obsahu kaseinu, kdy stoupá spotřeba mléka, může být tučnost nižší.⁵⁰ Úpravu tučnosti mléka je možno provést ještě před šetrnou pasterací mléka.⁵¹

Vhodná srážecí teplota mléka přispívá ke správnému průběhu srážení, uvolňování syrovátky a tvorbě konzistence a chuti sýra. Tato teplota se pohybuje okolo 31 °C.⁵² Vyšší teploty mohou způsobit přílišnou tuhost a rychlou tvorbu pokožky sýra, která zabraňuje odtoku syrovátky. Zrno by se obtížně slepovalo a zvyšovala by se sušina sýra. Naopak při nízké teplotě by zrno bylo měkké, dlouho by se zpracovávalo a snadno překysalo, Zimák (1988, s. 129).

Pro správný průběh srážení mléka a dobrou jakost sýrů je důležité dosáhnout optimální kyselosti mléka.⁵³ Podle Prokše (1965) je optimální kyselost pH 6,2 (8,0 až 8,6 SH).⁵⁴ Vhodnou kyselost dosáhneme přidáním čistých mlékařských kultur do mléka. Čisté mlékařské kultury zajišťují mléčné kvašení, proteolytickou a lipolytickou aktivitu.⁵⁵ Mohou být i odolné vůči inhibičním látkám nebo mohou inhibovat škodlivou mikroflóru. Tím čisté mlékařské kultury podmiňují dobrou jakost sýrů. Činnost těchto kultur závisí na jakosti mléka. Nevhodné výchozí mléko může způsobit konzistenční i chuťové vady sýrů, Teplý a kol. (1985, s. 73-74). Pasterací mléka jsme zničili nejen patogenní ale i prospěšné mikroorganismy. Přidáváme čisté mlékařské kultury, které se skládají z vybraných druhů mikroorganismů, které v určitých fázích výroby mění složky sýra a usměrňují průběh zrání. Použí-

⁵⁰ „Zvyšuje-li se obsah bílkovin, je nutné zvýšit i obsah tuku ve směsi a naopak. Obsah tuku ve směsi dále ovlivňuje způsob zpracování zrna. Při menším zrnu, intenzivnějším míchání a tučnější směsi uniká více tuku do syrovátky (15 až 20 %).“ (Zimák 1988, s. 126).

⁵¹ Havlíček (1975) uvádí, že vyšší obsah tuku není na závadu a využívá se toho, když cena másla je nižší než cena sýrů. Tuk se dá v sýrech lépe zpeněžit. Zvýšením obsahu tuku v sýrech se zlepší jejich chuť i konzistence. (Havlíček 1975, s. 39).

⁵² Dle Teplý a kol. (1985) je optimální teplota pro měkké sýry 28 až 32 °C. A zmiňuje optimální teplotu působení chymosinu: „(...) v mezích 42 až 44 °C, při teplotách pod 20 °C probíhá sýření nedokonale. Vysvětluje se to ochranným vlivem β -kaseinu na α -kasein. Tento vliv platí pouze do teploty 20 °C pro velkou termostabilitu β -kaseinu.“ (Teplý a kol. 1985, s. 74).

⁵³ Havlíček (1975) doporučuje při zjišťování kyselosti vypracovat individuální křivku kyselosti. (Havlíček 1975, s. 40-45).

⁵⁴ Podle Kněze a kol. (1974) je optimální kyselost 7,5 až 8 SH (minimálně pH 6,2). „Při vyšší kyselosti jsou výsledky v jakosti sýrů nepříznivé, a proto se snižuje kyselost mléka přidávkou vody... Přídavek vody je nutný i při vysokém obsahu bílkovin (nad 3,40 %). Dávka vody kolísá od 3 do 10 % (maximální dávka)... Dávka vody při kyselosti mléka do 8,5 SH je až 5 %, do 9 SH je až 8 %, do 9,5 SH je až 10 %.“ (Kněz a kol. 1974, s. 154).

⁵⁵ Zimák (1988) charakterizuje smetanový zákys jako základní kulturu, která: „(...) vytváří požadovaný obsah kyseliny mléčné, potřebný pro správné vysrážení bílkovin syřidlem, a zúčastňuje se i štěpení bílkovin.“ (Zimák 1988, s. 135).

vá se smetanový zákys v množství 1 až 4 %. Obsahuje směsné bakterie mléčného kvašení a několik technologicky potřebných druhů mikroorganismů. Uplatňuje se pro výrobu všech druhů sýrů. Přidává se do mléka upraveného na srážecí teplotu, v závislosti na technologii výroby, 15 až 50 minut před srážením mléka. Zimák (1988, s. 125) uvádí i tzv. předzrání mléka. Předzrání mléka se používá při skladování pasterovaného mléka, kdy se do mléka přidávají čisté mlékařské kultury, které částečně odstraní vzniklé denaturační změny bílkovin mléka a vytvoří lepší podmínky pro rozvoj čistých mlékařských kultur. Mléko se nechá předzrát do příštího dne s přídavkem kultury 0,05 % až 0,1 % při teplotě 8 °C. Po předzrání mléka se opět přidává smetanový zákys.

Pasterací mléka přešla část rozpustných vápenatých solí na nerozpustné, čímž se prodlužuje doba srážení a zhoršuje synereze sýřeniny. Pro získání dobré sýřeniny obnovujeme tento přirozený obsah vápníku přídavkem chloridu vápenatého (dříve se používal mléčnan vápenatý). Podle Zimáka (1988) je příčinnou zhoršené syřitelnosti: „(...) změny v komplexu kalcium kaseinát – kalcium fosfát a dále změny v disperzním systému minerálních látek (zejména vápníku), které přecházejí z rozpustné formy v nerozpustnou...“ (Zimák 1988, s. 130).

Vápenaté ionty vytvářejí vodíkové můstky a propojují kaseinové micely s následným vzrůstem jejich velikosti. Přídavek chloridu vápenatého⁵⁶ závisí na pasterační teplotě, Zimák (1988, s.130-131).

Dle Teplý a kol. (1985) jsou výraznější změny při srážení, synerezi a tuhosti sýřeniny již po přídavku 10 gramů na 100 litrů mléka a také uvádí: „Změny jsou v menší míře způsobeny též snížením pH po přídavku chloridu do mléka.“ (Teplý a kol. 1985, s. 71).

Nadměrný přídavek chloridu vápenatého zvyšuje tuhost sýřeniny a může dávat sýrům i nečistou až natrpklou příchuť. Naopak nedostatek chloridu vápenatého způsobuje tuhnutí, měknutí a drobení sýřeniny. Vzniká také hodně sýrařského prachu a syrovátky, která se hůře uvolňuje během zpracovávání i odkapávání zrna.

⁵⁶ Podle Prokše (1965) na 100 litrů mléka se přidává 10 až 40 ml chloridu vápenatého, který: „(...) zpevňuje získanou sýřeninu a podstatně snižuje množství syrového prachu, který vždy snižuje výtěžnost.“ (Prokš 1965, s. 287).

Současně se syřidlem se do mléka přidává plísňová kultura rodu *Penicillium* sp., která se svými rozkladnými procesy podílí na zrání a typické houbové chuti, vůni a vzhledu sýrů.

5.4 Srážení mléka

Srážení mléka je fyzikálně – chemický děj, při kterém dochází ke změně polydisperzního systému mléka. Podstatou srážení mléka je porušení ochranného obalu kaseinové micely. Po rozrušení se kaseinové micely začnou k sobě přibližovat a trojrozměrně spojovat.⁵⁷

Zimák (1988) uvádí tvorbu sýřeniny: „(...) kasein, který vytvoří trojrozměrnou plástovitou strukturu s dutinkami, vyplněnými syrovátkou, v níž jsou popř. i tukové kuličky.“ (Zimák 1988, s. 141).

Dle Prokše (1964) se srážení rozděluje do dvou fází: na enzymatickou a koagulační. První fáze (enzymatická)⁵⁸ nastává po přidání syřidla. Mléko se začíná rychle srážet. Syřidlové enzymy rozruší kaseinové micely a tím sníží⁵⁹ jejich negativní náboj. Micely ztratí svůj hydratační obal a dojde k rozštěpení peptidové vazby mezi 105. a 106. aminokyselinou (Phe-Met) v κ -kaseinu.⁶⁰ Rozštěpený κ -kasein ztrácí svůj ochranný účinek proti vápenatým iontům a v důsledku toho dojde k vysrážení.⁶¹ Rozštěpí se na κ -kaseinmakropeptid (106. až 169. aminokyselina), který je hydrofilní (díky sacharidové složce) a odchází do syrovátky. A para- κ -kasein (1. až 105. aminokyselina), který je hydrofobní a zůstává v sýřenině. Působením syřidla se rozštěpí asi 80 – 90 % κ -kaseinu. Dle Prokše (1964) tato enzymatická fáze může probíhat i za nízkých teplot.

⁵⁷ Prokš (1964) popisuje působení syřidlového enzymu na kasein: „Syřidlový enzym chymosin... nebo rennin, přítomný v žaludku mláďat přežvýkavců, působí na kasein. Přidáme-li k vlažnému mléku syřidlo, jehož účinnou složkou je chymosin, mléko se po nějaké době srazí.“ (Prokš 1964 s. 77).

⁵⁸ Dle *Mlékárenské technologie II distanční text* (2007) je první fáze destabilizační a charakterizují ji přeměny původní struktury frakcí kaseinu: „(...) je to reakce, při níž syřidlové enzymy... rozštěpí κ -frakci kaseinu, čímž naruší ochranný hydrofilní obal kaseinové micely (v nativním stavu tato frakce vytváří ostatním frakcím kaseinu tzv. ochranný koloid; oproti jiným frakcím je κ -kasein necitlivý na přítomnost Ca^{2+} v prostředí).“ (*Mlékárenská technologie II distanční text* 2007, s. 25).

⁵⁹ Podle Buňky (2008) micely nesou negativní náboj, který je vzájemně odpuzuje a brání jejich slepování.

⁶⁰ Dle Bajalkové (2007) se κ -kaseiny vyskytují v kravském mléce: „(...) ve dvou genetických variantách (A a B)... Molekula varianty B se skládá ze 169 zbytků aminokyselin. Molekuly se vyskytují jako trimery a vyšší oligomery spojené vzájemně disulfidovými vazbami... v molekulách κ -kaseinů přítomny sacharidy př. D-galaktosa... N-acetyl-D-galaktosamin... a N-acetyl-neuraminová kyselina... Hlavní složkou κ -kaseinů (56 %) je rozvětvený tetrasacharid... v menším množství se vyskytují κ -kaseiny s vázaným rozvětveným trisacharidem. (18,4 %... disacharidem, 6,3 %... a N-acetyl-D-galaktosaminem, 0,8 %...“ (Balajková 2007, s. 29).

⁶¹ Buňka (2008) uvádí, že mléko se začíná srážet ještě před kompletním enzymatickým rozštěpením κ -kaseinu.

Ve druhé fázi (koagulační)⁶² nejprve dochází ke snížení viskozity. Oddělí se κ -kaseinmakropeptid a poklesne náboj micel,⁶³ takže se navzájem přibližují a spojují. Buňka (2008) uvádí, na počátku srážení se micely vyskytují nahodile, ale v průběhu už se řadí do řetězců a postupně vytvářejí vločky až trojrozměrné síťovité struktury. Vápníkové ionty se vážou na para- κ -kasein a vytvářejí vápníkové můstky. Tím dochází k mírnému poklesu kyselosti a ke zrychlování srážení. Sýřenina je velmi křehká, počet vnitřních vazeb je malý až následnou tvorbou dalších vazeb dochází k lepší synerezi a uvolňování syrovátky. Podle *Mlékárenské technologie II distanční text* (2007) je optimální teplota 37 °C, přičemž pod 10 °C tato fáze neprobíhá. Nutná je také přítomnost vápenatých iontů a klid.

Dle Zimáka (1988) probíhá ještě třetí fáze, kterou označuje jako terciální. Toto štěpení je pomalé a nastává při delším působením syřidla, kdy se štěpí i další peptidové vazby, nejen ve vzniklém para- κ -kaseinu, ale i ve frakcích α - a β -kaseinů, Buňka (2008). Může probíhat již při tvorbě sýřeniny a tím ovlivňovat výtěžnost sýra v podobě úniku částí peptidů do syrovátky. Mohou vzniknout i tzv. „hořké peptidy“ a ovlivnit konzistenci sýra. Třetí fáze se dá zpomalit zvýšením koncentrace soli.

„Abychom mohli... udržovat charakter a jakost získané sýřeniny, která je prvním předpokladem standardní a hospodárné výroby sýrů, musíme kontrolovat a upravovat... činitele rozhodující o rychlosti srážení mléka i jakosti a charakteru (tuhosti) získané sýřeniny...“ (Kněz a kol. 1974, s. 157-158)

Zimák (1988) uvádí, že syřitelnost a pevnost sýřeniny ovlivňuje řada faktorů jako je kyselost, množství syřidla, teplota srážení a minerální látky. Nižší kyselost zlepšuje tyto vlastnosti, ale jen asi do pH 5,8. Při nižší hodnotě pevnost sýřeniny klesá a začíná se projevat kyselé srážení. Optimální kyselost při srážení je asi pH 6,2 až 6,5 (tj. 7,2 - 8,5 SH).⁶⁴ Mírným zvýšením se urychlí srážení mléka a podpoří se synereze.⁶⁵ Dalším faktorem je

⁶² Podle Prokše (1964) probíhá druhá fáze pouze v teplém mléce 15 až 45 °C. Teplý a kol. (1985) charakterizuje koagulační fázi: „Hydrofilní glykomakropeptidy jsou na jedné straně spojeny chemickou vazbou s pevnou fází – micelou kaseinu, na druhé straně jsou ponořeny do vodní fáze mléka. Tím má kasein chemicky vázaný vodní obal. Jsou-li glykomakropeptidy enzymově odštěpeny, ztrácí kasein svůj vodní obal, je zbaven rozpustnosti a vyvločkuje. Koagulace je podmíněna přítomností Ca^{2+} iontů...“ (Teplý a kol. 1985 s. 79).

⁶³ Dle Buňky (2008) tento negativní náboj snižují vápníkové ionty.

⁶⁴ Podle Svobody a kol. (1966, s. 130) je optimální kyselost 6,5 až 6,4 pH (7 až 7,5 SH).

⁶⁵ Dle Kněze a kol. (1974) „Při vyšší kyselosti mléka lze udržet normální dobu srážení snížením teploty sýření, a to na každých 0,5 SH přes normální kyselost o 0,5 °C. Vyšší kyselost urychluje srážení mléka. Hodnota

množství syřidla. S větším množstvím syřidla se urychluje srážení a sýřenina více tuhne. Tento faktor lze použít jen do určité meze, jinak se může tvořit více sýrašského prachu, který uniká do syrovátky. Naopak při malé dávce je sýřenina měkká, vločkovitá a zmenšuje se i sušina sýra.⁶⁶ Prodluží se doba srážení a vytvoří se více kyseliny mléčné. Vápník více přechází do syrovátky a sýry mají podobné vlastnosti jako kdyby byly vyrobeny z nakyslého mléka. Velký vliv má teplota srážení. Ovlivňuje všechny tři fáze srážení a to tím, že při vyšší teplotě se mléko sráží rychleji a uvolňuje syrovátku. Nemały vliv mají také minerální látky. Dle Zimáka (1988) zvýšený obsah sodíku a draslíku (nejčastěji pocházejí ze zbytků dezinfekčních přípravků) zhoršuje syřitelnost, tím že vytěsňuje vápník. Vápenaté ale i hořečnaté a barnaté kationty urychlují průběh první (enzymatické) fáze srážení.

5.5 Zpracovávání a formování sýřeniny

Zpracováváním sýřeniny dostaneme sýrové zrno, které naléváme do forem. Během těchto operací se uvolňuje syrovátka a zároveň probíhá prokysávání bakteriemi mléčného kvašení.

Dle Porokše (1965)⁶⁷ „*Posýřené mléko vlivem renninu (chymosinu) ztuhne ve stejnoměrný porcelánovitý gel. V průběhu srážení však jeho povrchové vrstvy poněkud ochladnou a z toho důvodu je po srážení mléka přihřejeme obrácením, neboli překládáním, tj. sýraškou lžící vybíráme horní vrstvy sýřeniny ze středu kotle nebo vany a obráceně je kládeme ke krajům. Tím se také z povrchu odstraní pěna a lépe se rozdělí tuk nahromaděný ustáním. Kromě toho se odstraňuje povrchová blána vytvořená při sýření na povrchu mléka vlivem mezifázového napětí na fázovém povrchu kapalina – vzduch. Obrácením dovnitř se sýřenina spojí, neboť jinak by větší kusy sýřeniny na sobě při formování sýrů nelpěly. V průběhu sýření se vznikající sýřenina stále zpevňuje vlivem postupující synereze. Její pevnost se zpočátku zvětšuje proporcionálně s časem a teprve později se tento proces zpo-*

pH nemá klesnout pod 6,2. Čím je kyselost mléka... menší, tím je jakost sýrů větší... nejvhodnější kyselost 7,5 až 8 SH...“ (Kněz a kol. 1974, s. 158).

⁶⁶ Svoboda a kol. (1966) popisuje vliv syřidla: „*Čím více syřidla použijeme, tím kratší je doba sýření mléka a tím méně syrovátky sýřenina obsahuje.*“ (Svoboda a kol. 1966, s. 130).

⁶⁷ Podle Zimáka (1988) se pokožka sýřeniny tvoří: „*Na okraji sýřeniny se začnou shlukovat kaseinové částice, které vytvářejí více či méně pevný obal. Nejdříve se tvoří pokožka v místě styku sýřeniny s nádobou...*“ (Zimák 1988, s. 157).

maluje. Jakmile sýřenina dosáhla požadované pevnosti, začneme ji zpracovávat.“ (Prokš 1965, s. 296).

Sýřenina se zpracovává, aby se odstranila syrovátka a dosáhlo se požadované sušiny sýra. Zpracovávání začíná,⁶⁸ když se od stěny výrobního zařízení sýřenina dá snadno oddělit. Mírným stlačením ruky se sýřenina prohne, ale nepromáčkne.⁶⁹ Na jejím povrchu se objeví čirá syrovátka. Podle Prokše (1965) zpracování sýřeniny zahrnuje úkoly, „(...) které mají jednak otevřít dutiny v sýřenině a uvolnit z nich syrovátku, jednak vytvořit zrno určité velikosti a stejnorodého charakteru.“ (Prokš 1965, s. 294-295).

K uvolňování syrovátky ze sýřeniny se napomáhá krájením a přetahováním. Sirovátka se uvolňuje hlavně v důsledku synereze, kterou ještě podporuje zvýšená teplota a prokysávání (činností bakterií mléčného kvašení). Zpracování zrna začíná krájením. Používají se kovové sýrařské šavle, nože či harfy. Sýřenina se rozřeže na hranolky až na dno výrobníku a vzniká zrno. Na začátku krájení by měla být kyselost asi 8,5 až 8,9 SH, Zimák (1988, s. 158). Někdy se dodržuje „odpočinek“ sýřeniny po krájení. Aby se zrno zpevnilo a synereze se podpořila. Zrno při odpočinku klesá ke dnu výrobníku a má snahu slepovat se za vzniku slepenců, které vážou vodu a jsou příčinami různých vad (syrovátková hnízda sýrů). Pokud je sýřenina příliš tuhá a měkká, krájí se rychleji, přičemž ale vzniká mnoho sýrařského prachu, který přechází do syrovátky a zhoršuje výtěžnost sýra. Dále se sýřenina přetahuje a může se i mírně vytužovat. Poté, co se objeví syrovátka mezi řezy sraženiny se přetahovadly sýřenina přitahuje k sobě a zároveň se obrací. Sýřenina se přetahováním krájí a zvedá ode dna k povrchu.⁷⁰ Zrno se poté ještě může vytužovat mícháním. Urychlí se synereze a zvýší pevnost. Zrno se zmenší a ztuhne.

„Zpracování sýřeniny musí končit v tom okamžiku, kdy zrno dosáhlo správné velikosti, pevnosti a pružnosti, odpovídající vyráběnému druhu. Hned musí následovat další úkon, tj. formování sýrů.“ (Prokš 1965, s. 295).

⁶⁸ Svoboda a kol. (1966) uvádí, že: „Sýřenina se zpracovává, když je dostatečně pevná, tj. když se na lomu ostře láme.“ (Svoboda a kol. 1966, s. 132).

⁶⁹ „Sýrař zjišťuje dosažený stupeň pevnosti sýřeniny tak, že do ní svisle zasune prst, ohne jej do pravého úhlu a pomalu vytáhne. Sýřenina se má nad prstem lámat tak, že hrany jsou ostré a prst zůstává čistý; v tom stavu se již může zpracovávat.“ (Prokš 1965, s. 296-297).

Sýr se poté tvaruje naléváním zrna do forem. Během tvarování probíhá další prokysávání a uvolňování syrovátky. Zrno se slepuje a vytváří se pevná konzistence sýra. Formy na sýry jsou většinou kovové nebo plastové. Mají perforování a jsou bez dna, pro lepší odtok syrovátky. Musí být také pevné a snadno čistitelné. Formy jsou vyšší než konečná výška sýra, protože se zrno postupně snižuje a slepuje odtokem syrovátky. Formy se opakovaně obrací, pro vytvoření uzavřeného povrchu sýra a rovnoměrného rozdělení vody v sýru. Využívá se i automatizovaná linka „Alpma Formos“ s kontinuálním způsobem výroby. Mírně vytužená sýřenina se vypustí na pásový dopravník. Sýřenina se v dopravníku oddělí od syrovátky a vytužuje se asi 10 minut. Vzniklé zrno přechází do postavených válců, kde se vlastní tíhou slepuje a uvolňuje další syrovátka. Spodek slepeného zrna se odkrajuje a ukládá do blokových tvořítek. Tato tvořítka se mechanicky ukládají na sebe, přemísťují a obrací, (Teplý a kol. 1980, s. 107-108, 110-112, 238-241).⁷¹

5.6 Odkapávání sýrů

Po nalití sýrového zrna do forem probíhá odkapávání. Ze zrna se syrovátka uvolňuje vlastní tíhou ve tvořítkách a podporuje se synereze.⁷² Odkapávání probíhá asi 5 až 6 hodin (závisí na velikosti sýra). Důležité je sýry obracet, aby se podpořilo slepování zrna, získal se pravidelný tvar sýra a stejnoměrně se rozptýlila voda v sýru. Ukončuje se po dosažení kyselosti asi pH 5. Během odkapávání by měla být teplota v místnosti 18 až 20 °C, při vyšších teplotách se synereze zpomaluje až zastavuje. Naopak při nízké teplotě se může sýr nachladit, což může způsobit zadržení vody v sýru a zpomalení kvašení mléčnými bakteriemi.⁷³

⁷⁰ „Jakmile se po rozkrájení sýřeniny objeví mezi řezy téměř čirá syrovátka, začne sýrař „přetahovat“ (protahovat). Sýrařskými lžícemi táhne hranoly k sobě, krájí je, obrací a zdvihá ode dna k povrchu.“ (Prokš 1965, s. 297).

⁷¹ Např. Havlíček (1975, s. 46-50), Kněz a kol. (1974, s. 161-163), Kněz, Sedláčková (1991, s. 32-37), *Mlékárenská technologie II distanční text* (2007, s. 32) a Wiemer (2007, s. 3-5, překlad).

⁷² „Odkapávání je samovolné odtékání syrovátky z formovaných sýrů. Syrovátka je vytlačována... bez tlaku, jen vlastní vahou.“ (Svoboda a kol. 1966, s. 134).

⁷³ Viz Havlíček (1975, 49-50), Kněz a kol. (1974, s. 163), Kněz, Sedláčková (1991, s. 37), *Mlékárenská technologie II distanční text* (2007, s. 32-33), Prokš (1965, s. 300-301), Teplý a kol. (1985, s. 102-104) a Zimák (1988, s. 168-169).

5.7 Solení sýrů

Solením sýry získávají slanou chuť a lepší stravitelnost. Sůl sýry zpevňuje a zlepšuje konzistenci. Sýry potom lépe drží tvar. Sůl také brzdí rozvoj technologicky škodlivých mikroorganismů a prodlužuje trvanlivost sýrů. Nízká nebo naopak vysoká koncentrace soli však způsobuje senzorické vady.

Existují různé způsoby solení, od solení do mléka, do zrna až po solení sýra na sucho nebo v solné lázni. Nejčastěji se využívá solení v solné lázni. Povrch sýra je prosolen rovnoměrněji, než u solení na sucho. Sýry se ponořují do roztoku soli o koncentraci 16 až 22 % soli po dobu asi 30 minut (záleží na velikosti sýra), při teplotě 20 – 22 °C a kyselosti 25 SH.

Solením probíhají fyzikálně – chemické pochody. Mezi sýrem a solnou lázní se difúzí vyměňují láky. Sůl proniká pokožkou sýra mezi slepujícími se zrny. Na začátku se sýr prosoluje rychle a současně z něj odchází syrovátka, zbytky nerozložené laktosy, kyselina mléčná a další látky. Při velkém úbytku těchto látek se může ovlivnit kyselost sýrů při zrání. Proto se upravuje kyselost v solné lázni (aby byla přibližně stejná jako kyselost sýra). Sůl proniká od povrchu do středu sýra. Nejvíce soli se na začátku solení zkoncentruje na pokožce a těsně pod povrchem sýra, vytvoří se tzv. solný prstenec. Odtud proniká sůl hlouběji a přitahuje ze středu sýra vodu. Střed zůstává téměř bez soli a k rovnoměrnému rozložení dochází až během zrání.⁷⁴

Teplý a kol. (1985) charakterizuje: „*Proces pronikání soli do jednotlivých zrn sýra je v podstatě závislý na procesu propustnosti povrchové blány zrna pro Na^+ a Cl^- má pravděpodobně vliv vedle vytužení zrna hlavně elektrický náboj bílkovinných vrstev, který závisí na pH. Průběh difúze je rozhodujícím procesem, na kterém převážně závisí množství soli, které během solení přejde ze solného roztoku do sýra.*“ (Teplý a kol. 1985, s. 114).

Solením se zruší povrchové části zrna. Zrnitá struktura se změní v tužší křehké těsto. Poté do zrn snadno pronikají enzymy i sůl.

⁷⁴ Svoboda (1966) uvádí: „*Na začátku se prosoluje povrchová vrstva sýra a vytváří se tzv. solný prsten, který obsahuje průměrně 6,1 % soli. Z prstenu přechází sůl do dalších vnitřních částí sýra, a to do solného pásma, kde je obsah soli zhruba 4,2 %, a do výměnného pásma, kam vniká těž voda z jádra sýra. Výměnné pásmo*

Na solení má vliv kyselost solné lázně. Podle Svobody (1966) má sýr přijmout tolik kyselosti, kolik z něho odešlo solením. Optimální je pH 4,5 až 5 (15 až 30 SH). Hodně kyselá solná lázeň omezuje působení mikroorganismů, sůl rychle pronikne do sýra a zabrání odtoku syrovátky. Naopak v málo kyselé solné lázni se sýry odkyselují na povrchu a prostup soli se zpomalí. Vliv na solení má také teplota solné lázně. Používají se teploty okolo 18 až 25 °C, kdy se zrno pozvolna uzavírá a sůl proniká snadno dovnitř sýra. Dalšími vlivy jsou čas solení a cirkulace solné lázně. Solení se s růstem hmotnosti sýra prodlužuje. Cirkulací solné lázně se zajistí stejná teplota lázně (u klidné solné lázně klesá koncentrace soli v okolí sýra až o 12 – 14 %).

V solné lázni je různorodá mikroflóra. Hlavně odolné halofilní mikroorganismy, kvasinky a další mikroorganismy. Při vyšších teplotách přibývá mikroorganismů. Ze znečištěných a neudržovaných solných lázní mohou pronikat mikroorganismy do sýrů a způsobovat různé vady. Proto se solná lázeň denně kontroluje a dosypává se chybějící sůl. Lázeň se filtruje a odstraňují se hrubé nečistoty, jako kousky sýrů. Lázně lze také dezinfikovat pasteurací, odkalením nebo upravení koncentrace soli a kyselosti.⁷⁵

5.8 Souhrn technologie výroby sýrů s plísní na povrchu

Měkké přírodní sýry s plísní na povrchu se vyznačují pikantní, žampiónově sýrovou chutí a vůní se stejnoměrným nárůstem plísně. Zralý sýr má na řezu smetanovou barvu a jemnou konzistenci. Vyrábí se v mnoha variantách lišících se hlavně velikostí, obsahem tuku a technologií tradiční výroby. V zahraničí se tyto sýry vyrábějí i ze směsného mléka. V Čechách se kolem roku 1897 vyráběl Nalžovský sýr, ale jeho výroba zanikla.

Při zrání sýrů s plísní na povrchu se používají plísňové kultury, které se vyznačují proteolytickou a lipolytickou aktivitou. Využívají se plísně rodu *Penicillium*. Holko, Buňková (2008) uvádějí, že plísňové kultury způsobují mikrobiologické, fyzikální a chemické změny bílkovin a tuku. Vytvářejí štěpné produkty a způsobují charakteristické vlastnosti sýrů (chuť, vůni a texturu). Potravinářsky využívané plísně, pro výrobu sýrů s plísní na povrchu,

obsahuje asi 1,9 % soli. Dále sůl přechází do jádra, kde je obsah soli nejvýše 0,2 %. Jádro tedy obsahuje nejméně soli. Stejnoměrného prosolení se dosáhne až při zrání sýrů.“ (Svoboda a kol. 1966, s. 136-137).

⁷⁵ Viz Havlíček (1975, s. 51-52), Kněz a kol. (1974, s. 165-172), Kněz, Sedláčková (1991, s. 40-41), *Mlékárenská technologie II distanční text* (2007, s. 35-37), Prokš (1965, s. 304-307) a Zimák (1988, s. 175-189).

jsou: *Penicillium camemberti*, *Penicillium caseicolum*, *Penicillium candidum*, *Penicillium nalgiovensis*,⁷⁶ pěstované na živných médiích nebo hluboce zmražené koncentráty. Použití těchto plísní je možné v několika fázích výroby, a to přímo se syřidlem do mléka, při formování do zrna, před solením nebo po nasolení. Prokš (1965, s. 289) uvádí i možný přídatek mazové kultury, jejíž hlavní složkou je *Brevibacterium linens*, která se uplatňuje u sýrů camembertského typu v podobě červenohnědých skvrn. Dle Foxe a kol. (2004) se mohou vyskytovat na sýrech i koryneformní bakterie *Micrococcus*, *Corynebacterium* a *Brachybacterium* nebo kvasinky *Geotrichum candidum*, *Kluyveomyces lactis*, *Saccharomyces cerevisiae* a *Debaryomyces hansenii*, jež mohou přispívat ke zrání.

„Sýry typu camembert se vyrábějí z části ještě tradičním ručním způsobem, ale stále více se uplatňují mechanizované až kontinuální postupy“ (Teplý a kol. 1980, s. 107).

Mléko o kyselosti 7,6 až 7,8 SH se šetrně pasteruje⁷⁷ a upravuje se tučností mléka okolo 3 %⁷⁸ v závislosti na jednotlivém typu sýra. Mléko se může nechat předkysat přidáním malého množství (0,05 až 0,1 %) smetanového zákysu do dalšího dne (14 až 16 hodin). Přidává se chlorid vápenatý (10 až 40 ml na 100 l) a smetanový zákys (1 až 4 %). Může se přidávat i sýrařská barva (1 až 2 ml na 100 l). Poté se mléku upraví sýřicí teplota na 26 až 33 °C. Bakterie smetanového zákysu se částečně pomnoží a zvýší se kyselost mléka na 8 – 9 SH. Po prozrání mléka se přidává syřidlo, společně s plísňovou kulturou, která se může přidat i v pozdější fázi výroby. Podle Zimáka (1988, s. 247) se syřidlo dává v takovém množství, aby poločasu tvorby ostrého lomu sýřeniny byl dosažen za 30 až 35 minut.⁷⁹ Po dosažení požadované tuhosti se sýřenina šetrně rozkrájí a nalévá do tvořítek, nebo vypustí z výrobníků. Podle Foxe a kol. (2004) se převod sraženiny do perforovaných forem provádí naběračkou i s plísní (poměr sraženina : plíseň je 5 : 1) a to buď ručně nebo pomocí auto-

⁷⁶ Kněz a kol. (1974) uvádí čistou růžovou kulturu plísně *Penicillium nalgiovensis* pro výrobu Nalžovského sýra s plísní na povrchu. (Kněz a kol. 1974, s. 217).

⁷⁷ Callec (2002) uvádí, že sýry z nepasterovaného mléka mívají často lokální charakter: „Ten, kdo žije vysoko v horách, zpravidla neodvážší každý den čerstvě nadojené mléko k dalšímu zpracování, a proto si vyrábí svůj vlastní sýr přímo na místě. Díky tomu si sýry uchovávají svůj původní charakter. Nesou pečeť daného kraje, vesnice, zvířat i půdy.“ (Callec 2002, s. 15).

⁷⁸ Dle Havlíčka (1975, s. 184) u tradičního Camembertu vyráběného ve Francii je tučnost syrového mléka 3,5 %. Doležálek (1967, s. 214-216) uvádí 3,1 %.

⁷⁹ Havlíček (1975, s. 184, 189) u tradičního Camembertu vyráběného ve Francii popisuje množství syřidla, aby se mléko srazilo za 120 minut. Doležálek (1967, s. 214-216) zmiňuje u Camembertu stejný přídatek

matizovaného systému.⁸⁰ Většinou se používá mechanizovaná a automatizovaná linka Alpma Formos s kontinuálním způsobem výroby. Téměř celá výroba probíhá na pásu, se snahou zachovat tradiční technologii. Podle Zimáka (1988, s. 247-248) zpracování sýřeniny od přídavku syřidla až po vypuštění zrna o velikosti 2 cm trvá 50 až 60 minut. Na pásu se sýřenina vytužuje 10 až 15 minut. Tvaruje se v tvarovacím zařízení do tvaru válce. Z tohoto válce se sýřenina odkrajuje na jednotlivé kusy do blokového tvořítka. Naplněná tvořítka se ukládají na palety v pásovém dopravníku a během 5 až 6 hodin kysání se 3x obracejí. Havlíček (1975) uvádí: „*Druhý den ráno se sýry vyjmou z tvořítka a nejdříve se očkují plísní... Ve Francii očkují plíseň před solením.*“ (Havlíček 1975, s. 184-185).

Dle Zimáka (1988) se při kyselosti 65 až 75 SH (kolem pH 5) celá paleta se sýry uloženými v blokových tvořítkách položí na 1 hodinu (podle velikosti sýrů) do solné lázně (16 až 22 % NaCl při 20 až 22 °C a kyselosti 25 SH). Nasolené sýry se druhý den vyjmou z tvořítka na drátěné rošty (rošty s výpletem ze syntetického vlákna nebo lísky z rozříznutých rákosů) a nechávají se 1 až 2 dny oschnout. Poté se na ně může rozstříkem nebo opláchnutím ve vodě, ve které jsou rozptýleny spory plísní, aplikovat plísněná kultura. Rošty se umístí do zrcadlového sklepa nad sebe, aby plíseň rostla na celém povrchu. Sýry zrají⁸¹ 10 až 14 dní při teplotě 14 až 17 °C a relativní vlhkosti 80 až 85 %. Během zrání se obden obracejí, čímž se zabrání deformaci pokožky sýra. Potom se balí do hliníkové fólie a vkládají do papírových krabiček. Skladují se při teplotě 4 až 6 °C.⁸² Teplý a kol. (1980, s.

syřidla a navíc uvádí, že po 10-15 minutách po přídavku syřidla se mléko promíchá, aby se zabránilo vyvstávání tuku během srážení. Podle Prokše (1965, s. 324) u Camembertu probíhá srážení 15 až 20 minut.

⁸⁰ Fox a kol. (2004) uvádí: „*Camembert, bez označení původu, se vyrábí ze syrového nebo pasterovaného mléka. Sýření se obecně provádí nepřetržitě v Alpma – Type produkčním systému. Sraženina se rozřeže na kostičky (o stranách 2 až 2,5 cm) a ty jsou vylisovány (ručně nebo automaticky ve více formách) 30 – 50 min. po rozřezání. Sýry se solí ve slaném nálevu. Pasterované mléko se rychle sráží a vzniklá sraženina se rozřeže na kostičky (o velikosti 0,7 – 1 cm) a smíchá s plísní. Část syrovátky se odčerpává před tvarováním. Používají se čisté mlékařské kultury, které se skládají z termofilních streptokoků nebo směsi streptokoků a laktokoků. Takto získaný sýr je mnohem méně kyselý než je Camembert. A rychleji prozrává, jeho chuť je mírnější, než je tomu u tradičního Camembertu a skladovací vlastnosti jsou lepší.*“ (Fox a kol. 2004, vol. 2, s. 157-158, překlad).

⁸¹ Dle Havlíčka (1975) francouzský Camembert zraje 4 až 5 dní při 15 °C, v místnosti se slabším prouděním vzduchu a vyšší vlhkosti, aby se urychlil rozvoj plísně. Poté následuje zrání tzv. „*séchoir*“ při teplotě 13 až 14 °C a relativní vlhkosti 80 – 85 %. Sýry se obracejí a zůstávají zde 15 až 20 dní. Další zrání je tzv. „*affinage*“, probíhá ve sklepě při teplotě 12 °C a vlhkosti 90 %. Sýr zde změkne a na povrchu se začnou objevovat červené skvrnky (rouge). Zrání končí když se prostředí sklepa mírně nasytí amoniakem ze sýrů. (Havlíček 1975, s. 185).

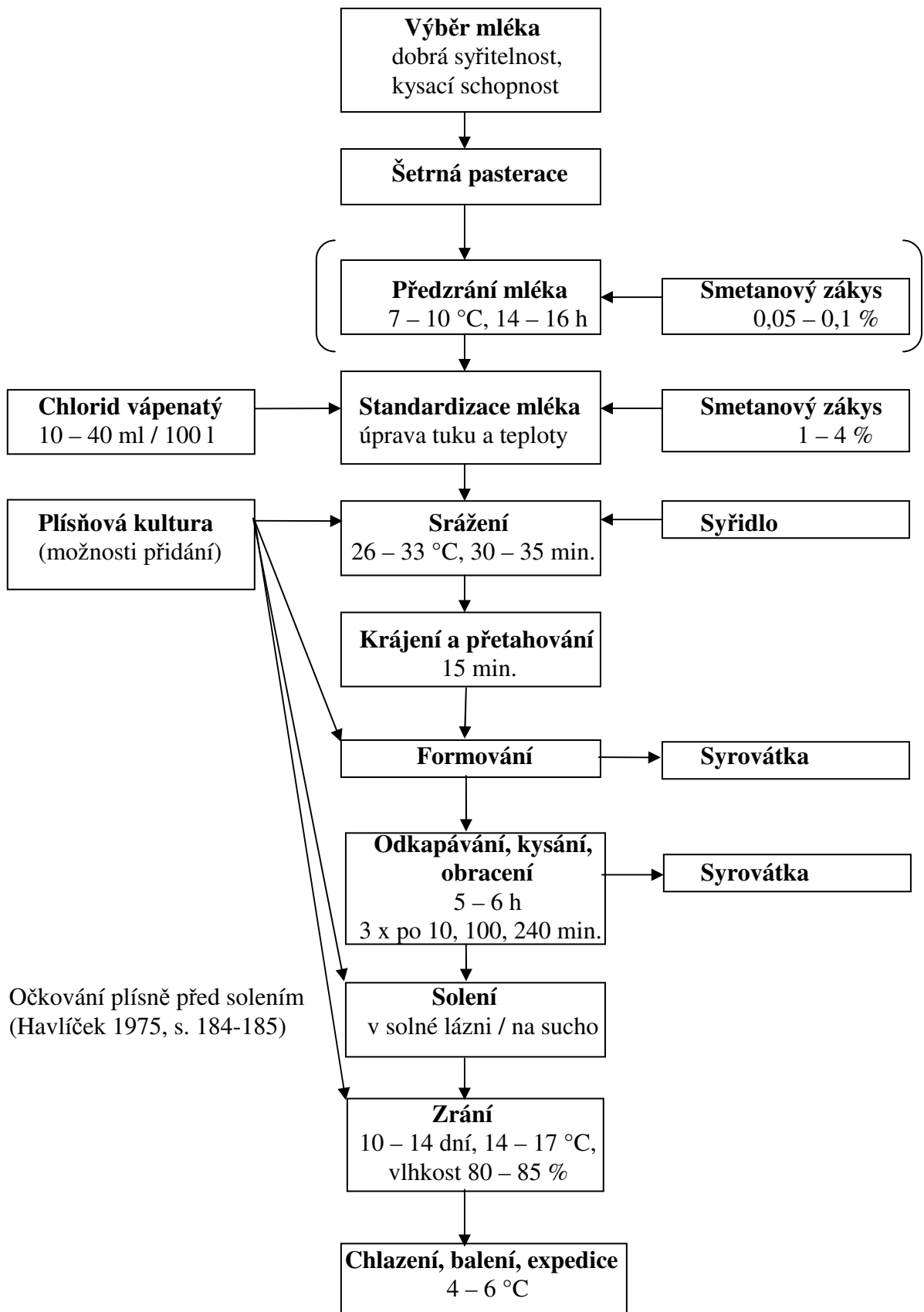
⁸² Doležálek (1967), který se zabýval výrobou Nalžovského sýra, uvádí jeho technologický postup výroby: K výrobě se používá pasterované mléko o tučnosti 3,4 až 3,5 %. Mléko se šetrně pasteruje. Pro podporu srá-

108) uvádí, že je potřeba věnovat mimořádnou pozornost zrání sýrům aby nedošlo k reinfekci nežádoucími druhy plísní. Vzduch přiváděný do sklepů se vede přes vzduchové filtry, přitom se také upravuje potřebná vlhkost.

Zimák (1988, s. 249) a Teplý a kol. (1980, s. 110-111) uvádějí netradiční způsoby výroby sýrů s plísní na povrchu ze zahuštěného mléka. Při požití zařízení Seffac se zvýší výtěžnost sýrů o 8 až 10 %. Nebo použití ultrafiltrace, kdy se výtěžnost může zvýšit až o 20 %. Další netradiční způsoby jsou výroba sýrů za pomoci hyperfiltrace nebo urychlení zrání formou suspenze. Na druhou stranu mají tyto technologie vyšší náklady na energii.

žení mléka se přidá chlorid vápenatý 20 ml na 100 litrů mléka. Použité mléko by mělo mít kyselost okolo 7,3 SH. Zároveň se přidává smetanový zákys okolo 1 až 1,5 %. Mléko před přidáním těchto složek musí být vytemperováno na teplotu asi 30 °C, kterou stále udržujeme. Po 30 min se u mléka zvyšuje kyselost asi na 7,7 SH a přidává se syřidlo. Dávka syřidla by měla odpovídat asi 70 až 80 minutám srážení, při kterých se vytvoří porcelánový lom sýřeniny. Sýřenina se následně šetrně rozkrájí a ihned nalévá spolu se syrovátkou do kulatých forem. Po naplnění se ihned obrací. Další obracení probíhá za 0,5, 1, 2 a 5 hodin. V odkapní místnosti se udržuje teplota 20 až 22 °C, aby sýry dobře prokysaly a odkapaly. Sýry pak mají kyselost pH 4,8. Druhý den se solí v solné lázni o teplotě okolo 18 až 20 °C, obsahu soli 19 až 20 % a kyselosti 20 až 25 SH. Solení trvá asi 1 hodinu, aby se nepřekročil obsah 1,5 % soli v sýru. Po solení se povrch sýrů očkuje plísní *Penicillium nalgiovensis*, která má své spóry rozptýlené ve vodě (20 °C), kde se zároveň odsoluje. Po oschnutí se sýry vkládají do zrcího sklepa o teplotě 12 až 15 °C a relativní vlhkosti 80 až 85 %. Po čtyřech až pěti dnech se na povrchu začíná objevovat bělavý porost plísně s mírně narůžovělým odstínem. Během zrání se sýry každý druhý den obrací aby se urychlil růst plísně. Doba zrání trvá podle teploty sklepa 12 až 15 dní. Zralý sýr mívá svařetělý, suchý a bělavě narůžovělý povrch. Sýr je prozrálý, lehce roztíratelný a má jemně hřibovou až žampionovou chuť a vůni (nemá amoniakální vůni ani nepříjemný pach). (Doležálek 1967, s. 235-238).

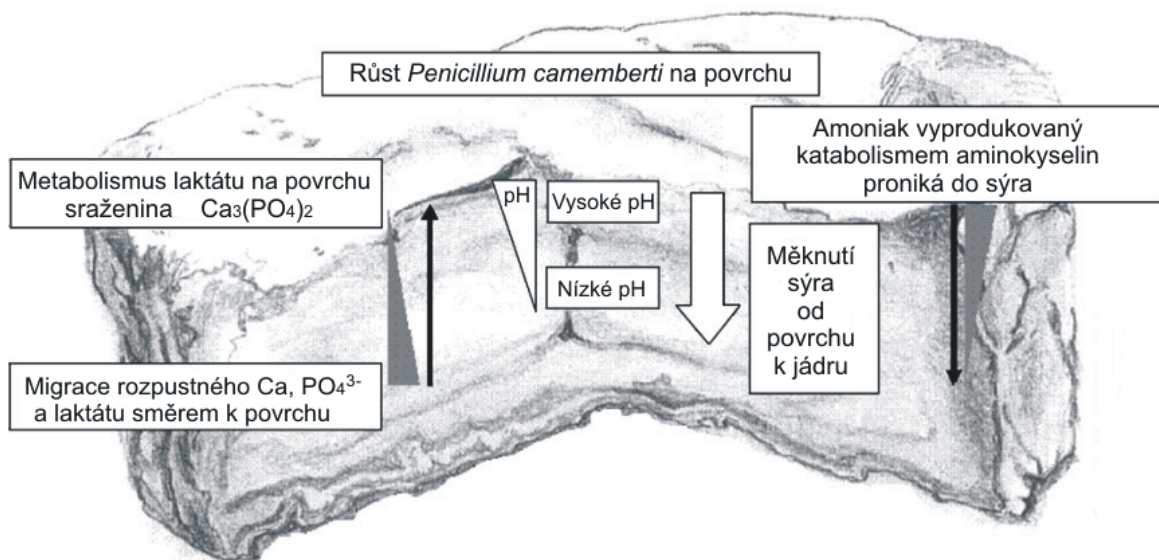
Schéma 1: Výroba měkkého přírodního sýra s plísní na povrchu.



6 ZRÁNÍ MĚKKÝCH PŘÍRODNÍCH SÝRŮ S PLÍSNÍ NA POVRCHU

V šesté části charakterizují zrání měkkých přírodních sýrů s plísní na povrchu. Plísňové sýry zrají od povrchu dovnitř sýra. Při zrání se mění všechny základní složky mléka (mléčný cukr, minerální látky, bílkoviny a tuk). Nejprve popisují rozkladnou činnost cukru bakteriemi mléčného kvašení a přesun minerálních látek směrem k povrchu, kde tvoří nerozpustné podíly. Hlavními činiteli zrání jsou ale plísně. Jejich rozkladný proces bílkovin uvádím v kap. 6.2 a rozklad tuku v kap. 6.3. Změny těchto složek zvýrazňují texturu sýrů, kterou uvádím v kap. 6.4.

*Obr. 2: Změny v sýru camembertského typu v průběhu zrání a růstu *Penicillium camemberti* na povrchu (upraveno, Weimer, 2007, s. 10, překlad).*



6.1 Rozklad mléčného cukru a změny minerálních látek

Rozklad mléčného cukru (laktózy) zapříčiňují mléčné bakterie a v malé míře i syřidlové enzymy. Dle Doležálka (1967) enzymy syřidla samy o sobě nestačí ke správnému zrání sýrů, protože nevyvolávají typickou chuť ani vůni. Ty jsou výsledkem až biochemických činností přítomných mikroorganismů.

U plísňových sýrů se v nejdříve uplatňují bakterie mléčného kvašení obsažené v čisté mlékařské kultuře. Tyto bakterie přeměňují laktózu na kyselinu mléčnou, octovou, propionovou, oxid uhličitý a diacetyl.⁸³

Tento rozklad probíhá během úpravy a zrání mléka a také během zpracování sýřeniny. Hlavní fáze tohoto rozkladu nastává až v sýrové hmotě při odkapávání a formování sýrů. Fox a kol. (2004) uvádí: „*Intenzivní okyselování dochází hlavně během odvodnění sýřeniny, kdy je její pH přibližně 4,6. Na konci srážení povrchová mikroflóra (Geotrichum a Penicillium) spotřebovává na svůj růst kyselinu mléčnou. A výrazně tím zvyšuje pH pohybem laktátu směrem k povrchu sýra. Na povrchu sýra se neustále zvyšuje pH až na 7,0. Na konci zrání je růst pomalejší... Neutralizace kyseliny mléčné podporuje činnost enzymů. Optimální pH se často blíží k neutrálnímu.*“ (Fox a kol. 2004, volume 2, s. 160, překlad).

Po 48 hodinách po výrobě se mléčný cukr (laktóza) vyskytuje jen v malém množství a po nasolení sýrů se již laktóza nevyskytuje. Sůl vytvoří hypertonické prostředí a usmrtí asi 95 % bakterií mléčného kvašení. Místo laktózy je v sýru kyselina mléčná. V průběhu zrání této kyseliny ubývá. Je to vlivem oxidačních pochodů, které ji převádějí na oxid uhličitý a vodu.⁸⁴ Podle Foxe a kol. (2004) bakterie citlivé na kyselinu mléčnou, včetně mikrokoků a koryneformních bakterií, se usadí na povrchu sýrů a přispějí k jeho tradičnímu aroma.

Neutralizace na povrchu sýrů zapříčiňuje migraci minerálů sýřeninou. Kůrka plísně, na povrchu sýra, dosahuje vysoké koncentrace vápníku a anorganického fosforu, a tím poklesla koncentrace ve středu sýra. Podle Doležálka (1967) kyselina mléčná vzniklá mléčným kvašením a rozpouští fosforečnan vápenatý, který z větší části přechází do syrovátky. Zbýlý fosforečnan vápenatý se uvolňuje z komplexů parakaseinu vápenatého vlivem proteolytických pochodů. Odpařením vody, díky osmotickým pochodům, se kyselý fosforečnan vápenatý a chlorid vápenatý dostává k povrchu sýra a vlivem oxidační činnosti plísni se vytváří zásaditá reakce na povrchu sýra, která mění kyselý fosforečnan vápenatý zpět

⁸³ Bezděková, Vítová (2004) uvádí, že mléčné kultury, jež štěpí laktózu, jsou typickými producenty: „(...) kyseliny mléčné a octové, ethanolu, ... acetaldehydu, acetoinu a diacetylu. Účastní se i proteolýzy, ale jejich příspěvek k aroma touto aktivitou je prakticky zanedbatelný.“ (Bezděková, Vítová 2004, s. 11).

⁸⁴ Dle Prokše (1965) zrání vyvolané enzymy mikroflóry jako primární (anaerobní zrání), kterém probíhá: „(...) vlivem bakterií mléčného kvašení, které se většinou silně pomnoží během odkapávání, kdy jejich počet dosáhne často hodnoty vyšší než 1 miliardy v 1 g sýra; během několika dnů jich odumře 95 % i více, avšak jejich endoenzymy se uvolní při cytolýze a působí při rozkladu bílkovin sýra.“ (Prokš 1965, s. 308).

v nerozpustný. Fox a kol. (2004) uvádí: „(...) vysoké hodnoty pH na povrchu sýra způsobuje tvorba nerozpustného fosforečnanu vápenatého a tato sůl zůstává v plísňové kůrce sýra. Elektronové mikroskopické studie z kůry sýra prokázaly přítomnost krystalů, které byly identifikovány jako fosforečnan vápenatý. Na konci zrání je v kůře obsaženo asi 80 % vápníku a 55 % fosforu ze sýra.“ (Fox a kol. 2004, vol. 2, s. 160, překlad). Zvýšením kyselosti se výrazně mění i reologické vlastnosti sýra a vede ke vzniku jemnější konzistence.⁸⁵

6.2 Rozklad mléčných bílkovin

U sýrů s plísní na povrchu se bílkoviny štěpí výrazněji než u jiných sýrů. Uplatňuje se hlavně proteolytická činnost plísňových kultur rodu *Penicillium*. Podle Foxe a kol. (2004) „Tato vysoká úroveň proteolýzy je způsobena přítomností tří agens: syřidla, plazminu a mikrobiální proteinázy...“ (Fox a kol. 2004, s. 161, překlad).

Změny bílkovin začínají přidavkem syřidla. Ve třetí (terciální) fázi srážení (kap. 5.4) dochází k pomalé hydrolyze všech frakcí para- κ -kaseinu proteolytickým účinkem syřidla.⁸⁶ Podle Doležálka (1967) se kasein štěpí činností syřidlového enzymu na para- κ -kasein. Proteolytické enzymy syřidla para- κ -kasein rozloží jen na peptony a peptidy a dál je už štěpí mikrobiální enzymy a proteázy plísňové kultury. Látky vzniklé tímto rozkladem stimulují další bakteriální fermentaci.⁸⁷ Biochemický rozklad para- κ -kaseinu postupuje v několika fázích. Nejprve se para- κ -kasein štěpí na albumózy a peptony. Dále na polypeptidy, dipeptidy až na aminokyseliny, které ještě mohou být rozloženy na amoniak, těkavé kyseliny, sirovodík, CO₂ a aminy.

Po vytvoření sýřeniny se zvyšuje obsah frakcí kaseinu citlivých na vápenaté ionty a syřidlové enzymy.⁸⁸ Podle Foxe a kol. (2004) rozklad kaseinu začíná: „(...) zvyšuje se počet

⁸⁵ Např. Fox (1998, s. 406, překlad), Fox (2000, s. 230, 242-243, překlad), Esner, Lemke (2002, s. 16-17, překlad), Karahadian a kol. (1985, s. 1865-1866, překlad), Wiemer (2007, s. 9, překlad) a Wong (1999, s. 64, překlad).

⁸⁶ Teplý a kol. (1985) uvádí, že v průběhu zrání může docházet ke změnám bílkovin i působením enzymů bakterií mléčného kvašení, popř. mikroflóry mléka. (Teplý a kol. 1985, s. 119).

⁸⁷ „Baktérie mléčného kvašení aktivizují hydrolytickou činnost syřidel, a naopak produkty rozkladu kaseinu syřidlem mohou aktivizovat rozvoj mléčných bakterií...“ (Teplý a kol. 1985, s. 119).

⁸⁸ Dle Teplého a kol. (1985) „(...) po vytvoření sýřeniny bylo pozorováno zvýšení komponent v oblasti α_s - a κ -kaseinových zón, což bylo vyvoláno jejich dezagregací jako k citlivějším k působení Ca²⁺ iontů (α_s -kasein) a syřidlového enzymu (κ -kasein).“ (Teplý a kol. 1985, s. 120). Podle Foxe a kol. (2004) „Elektroforetický

γ -kaseinů, které vznikají z degradace β -kaseinu plasminem. Tato zvýšená aktivita enzymu vyplývá ze zrání Camembertu. Na konci zrání je pH nedaleko optimálního pro plasmin (pH 8,5). Ve vnější části Camembertu je tento enzym mnohem aktivnější...“ (Fox a kol. 2004, vol. 2, s. 161, překlad).

Rozklad začíná po nasolení sýrů a jeho rychlost závisí na obsahu soli v sýru. Sýry zadržují více syřidla v sýřenině, protože se odvodňují. Kyselost se na povrchu sýrů rychle zvětšuje.⁸⁹ Proteolytická činnost plísňových kultur štěpí para- κ -kasein na jednodušší složky. Přitom se rozkládají prakticky všechny frakce para- κ -kaseinu. A je dál štěpen až na volné aminokyseliny. Zastoupení volných aminokyselin převažuje nad obsahem albumos a peptonů. A je závislé na kultuře, syřidlu a podmínkám zrání, Prokš (1965, s. 311). Průběh se dá vyjádřit podle Doležálka (1967) rozsahem a hloubkou zrání.⁹⁰ S délkou a teplotou zrání probíhá hlubší rozklad bílkovin. Chuťové rozdíly mezi jednotlivými sýry jsou způsobeny hlavně nejednotným obsahem aminokyselin a různým množstvím frakcí peptidů, které ovlivňují chuť sýrů. Správný průběh zrání probíhá při slabě kyselé reakci. Kyselost sýrů se pohybuje od pH 5,2 až 6,5. Z volných aminokyselin deaminací (Rov.2) vznikají ketokyseliny a amoniak. Vzniklé ketokyseliny (kyselina octová, propionová, izo-máselná, izo-valerová, mravenčí) se dále snadno rozkládají.



Podle Prokše (1965, s. 312) kasein obsahuje některé sirmé aminokyseliny (methionin), ze kterých vzniká sirovodík, dimetyldisulfid a metylmerkaptan (Rov.3). Vznik a množství těchto produktů ovlivňuje chuťové vlastnosti sýrů.

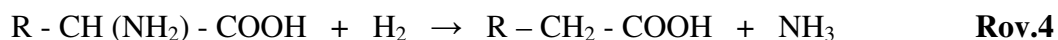


studie ukazují, že degradace α_{s1} -kaseinu je v celém sýru. Zatímco β -kasein je více degradován na vnější straně než uprostřed sýra...“ (Fox a kol. 2004, vol. 2, s. 161, překlad).

⁸⁹ Podle Foxe (2004) bylo zaznamenáno, že asi 50 % z veškerého přidaného syřidla zůstává v sýřenině. Degradace α_{s1} -kaseinu pomocí syřidla (detekováno elektroforézou v Camembertu) probíhá po odvodnění (asi po 6 hodinách), kdy se koncentrace tohoto peptidu zvyšuje průběhem zrání. Na povrchu sýrů se zvyšuje kyselost na hodnoty pH 6 (více po 2 týdnech) a může dosáhnout pH 7,0 (po 3 - 4 týdnech). Za těchto podmínek se působení syřidla, které má optimum pH asi 5,5, sníží. (Fox a kol. 2004, vol. 2, s. 161, překlad).

⁹⁰ Doležálek (1967) charakterizuje rozsah zrání jako procentní množství dusíku rozpustného ve vodě k celkovému dusíku. A hloubku zrání jako procentní množství dusíku aminokyselin a amoniaku k celkovému dusíku. (Doležálek 1967, s. 129).

Teplý a kol. (1985) uvádí, že rozkladem volných aminokyselin mohou vznikat i těkavé mastné kyseliny (Rov.4), které spoluutvářejí chuťové složky sýra.



Také aminokyseliny mohou být přeměněny dekarboxylací na aminy za odštěpení CO_2 . Tvorba takových látek (aminů a diaminů) již není žádoucí. Rovněž tvorba amoniaku ve větším množství není vhodná.

Fox a kol. (2004) uvádí i proteolytickou činnost kvasinek (*Geotrichum candidum*) a koryneformních bakterií (*Brevibacterium linens*), která je výrazně menší než u plísně. Proteiny (optimum pH 6,0) z povrchu sýra svou proteolytickou činnost nezvyšují. Proteiny koryneformních bakterií jsou v přítomnosti kyseliny mléčné inhibovány a mohou se tedy účastnit pozdější proteolýzy sýra během zrání, ale v nízkém rozsahu. Buněčné proteiny a různé peptidasy přispívají ke štěpení peptidů způsobeném syřidlem, plasminem a mikrobiální proteínasou. Zvýšení kyselosti na povrchu sýra prospěje činnosti různých peptidas, protože jejich optimální pH je obecně v blízkosti neutrality.⁹¹

6.3 Rozklad mléčného tuku

Tuk podléhá výrazným rozkladným změnám lipolytickými enzymy, což je společným rysem plísňových sýrů. Plísně a kvasinky jsou schopny vylučovat velké množství různých lipáz. Tyto enzymy jsou aktivní na rozhraní mezi tukovou a vodní fází. Lipázy hydrolyzují triglyceridy na diglyceridy, monoglyceridy a volné mastné kyseliny. Větší aktivita rozkladu je na triglyceridech, které obsahují mastné kyseliny o nízké molekulové hmotnosti. Optimální činnost těchto lipáz je podle Doležálka (1967) při pH 5,3 až 7,5. Z volných mastných kyselin jsou to hlavně octová, máselná, kapronová, kaprylová, kaprinová, laurová. Podle Foxe a kol. (2004) *Geotrichum candidum* vytváří lipasy, které přednostně uvolní kyselinu olejovou a další nenasycené mastné kyseliny s počtem C_{18} z triglyceridů. Plísně produkují také velké množství alkalických lipáz (optimální pH 9,0). Při pH 6,0 se tento

⁹¹ Např. Fox (2000, s. 230, 242-243, překlad), Karahadian a kol. (1985, s. 1865-1866, překlad), Wiemer (2007, s. 9, 12-14, překlad) a Wong (1999, s. 64, překlad).

enzym zachovává 50 %-ní aktivitu a je stále aktivní při teplotě zrání. To je hlavní lipolytický agens v sýru Camembert, uvádí Fox a kol. (2004, vol. 2, s. 162, překlad).

Dlouhé řetězce volných mastných kyselin, které mají více než C_{12} , hrají menší roli v chuti než krátké řetězce mastných kyselin (C_{4-12}). Nižší mastné kyseliny mají své charakteristické názvy, např. kyselina máselná, která má žlukle, sýrový zápach. Kyseliny kapronová, kaprylová a kaprinová mají nepříjemný zápach, podobně jako kozy. Podle Foxe a kol. (2004) 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.

Z nižších mastných kyselin se tvoří methyl ketony, které se podílejí na vzniku chuťových a aromatických látek sýrů. Jsou to hlavně methyl ketony s lichým počtem uhlíků od C_3 až po C_{15} . Dle Foxe a kol. (2004) je v Camembertu a Brie většina z methyl ketonů přítomna od samého počátku zrání: „(...) zvýšená koncentrace nonan-2-on během zrání (1 - 5 % methyl ketonů v mladém Camembertu ve srovnání s 20 - 40 % methyl ketonů ve zralém Camembertu)...“ (Fox a kol. 2004, vol 2, s. 163, překlad). Methyl ketony vytváří nejrůznější vůně, jako ovocnou, květinovou, plísňovou, houbovou aj. Jsou tvořeny metabolickou cestou, která je napojena na cestu β -oxidace, kterou se postupně zkracují řetězce mastných kyselin. A vznikají methyl ketony, který mají o jeden uhlík méně než původní mastná kyselina.⁹²

Podle Foxe a kol. (2004) „Mikroorganismy těmito metabolickými dráhami detoxikují mastné kyseliny z médií... Mastné kyseliny o nízkých koncentracích jsou kompletně oxidovány až na CO_2 a H_2O a vzniká velmi malé množství methyl ketonů...“ (Fox a kol. 2004, vol. 2, s. 163, překlad).

6.4 Textura sýrů

Při zrání se v sýrech s plísní na povrchu mění textura. Kůrka, která je na začátku zrání křehká, se stává tužší a postupně, směrem ke středu, se sýr změkčuje. Obsah vody je v sýru

⁹² Srov. Fox (2000, s. 230, 242-243, překlad) a Wiemer (2007, s. 11, překlad).

až 55 % a zvyšuje od povrchu do středu. Vyplývá to z působení plísní na povrchu sýrů, spotřebě kyseliny mléčné a produkci amoniaku. Dle Foxe a kol. (2004) může být zvyšování kyselosti simulováno inkubací mladého Camembertu (3 dny zrání bez plísně *Penicillium*) v amoniakální atmosféře. Amoniak se rozpouští v sýru a po dosažení rovnováhy se sýr změkčí. Vliv na měknutí mají fyzikálně-chemické podmínky jako obsah vody, kyselost a také vztah k syřidlu.⁹³

Významnou roli v textuře sýrů hrají také tuky, které dávají sýrům jemnější chuť. Monoglyceridy mohou účinně působit jako emulgátory a snížit velikost tukových kuliček v sýru. Tím sýry získají příjemnější chuť. Mohou také změnit aroma sýrů. Lipolýza není v celém sýru homogenní a dochází k ní hlavně těsně pod kůrkou sýrů, kde je dvakrát intenzivnější než ve středu sýra. Dle Foxe a kol. (2004), tuk ovlivňuje organoleptické vlastnosti sýrů. Je to složka, která se podílí na tvorbě textury a chuti sýrů. Většina sloučenin, udávajících chuť sýrů, je hydrofobní povahy a rozpustná v tucích. Desetkrát více chuťových látek přechází do tuku než do vodní fáze. (Fox a kol. 2004, vol. 2, s. 162, 169, překlad).⁹⁴

⁹³ Fox a kol. (2004) inkuboval sýry, které neobsahovaly syřidlo v amoniakální atmosféře, měly tvrdou a pružnou kůrku. Zatímco sýry sražené syřidlem měly kůrku měkčí. Měknutí může být vysvětleno rozštěpením α_{s1} -kaseinu pomocí syřidla, zvýšením pH způsobené povrchovou mikroflórou a vnitřní migrací Ca^{2+} při zvyšování kyselosti. (Fox a kol. 2004, vol. 2, s. 169, překlad).

⁹⁴ Např. Fox (2000, s. 230, 242-243, překlad) a Wiemer (2007, s. 9, 11-14, překlad).

7 VADY MĚKKÝCH PŘÍRODNÍCH SÝRŮ S PLÍSNÍ NA POVRCHU

V sedmé části bakalářské práce se zabývám nejrůznějšími vadami sýrů s plísní na povrchu. Také jejich příčinami, které mohou být ovlivněny různými nepříznivými vlivy, a to především jakostí mléka, přidávaných látek (kultur, syřidla, plísní, soli), či nedodržením technologického postupu a nesprávným skladováním.

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. Nežádoucí **mikroorganismy (plísně) na povrchu** – jsou většinou způsobeny reinfekcí zařízení, polic, podložních desek, přístupem infikovaného vzduchu nebo špatnou plísňovou kulturou.⁹⁵ Tvorba **zapáchajícího mazu na povrchu** – je způsobena nedostatečným prokysáním, nachladnutím sýra během odkapávání či solení. **Slabý nárůst plísně** – způsobuje příliš nízké nasolení sýra nebo naopak jeho velké přesolení.

Vady vnitřku se vyskytují častěji a hlavními činiteli jsou technologicky škodlivé mikroorganismy. **Dvoubarevná struktura sýra** může být způsobena přílišným zadržováním syrovátky v sýru a solením neprokysaného sýra. **Suchý a křehký sýr** – je způsoben velkým překyselením sýrů. **Tvarohovitost sýrů** – je způsobena nedostatečnou úpravou mikroflóry plísně, která produkuje enzymy pro zrání, nakyslé či překysané mléko během výroby. **Roztékání** (od povrchu se tvoří roztékavá konzistence a uprostřed sýra je tuhá) – příčiny této vady mohou být ve výrobě z nakyslého mléka, špatně prosolený sýr nebo silná kontaminace kvasinkami. **Houbovitost** – je způsobena zpravidla reinfekcí mléka, špatným zákysem nebo také odkapáváním sýra při nízké teplotě tzv. jeho nachlazením.

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 přidáním velkého množství syřidla, nevhodnou mikroflórou, nízkou srážecí teplotou mléka nebo naopak jeho vysokou prokysávací teplotou. **Nečistou až hnilob-**

nou **chut'** způsobují hnilobné bakterie. **Žluklou až mýdlovou chut'** způsobují enzymy (lipázy) mikroorganismů, dlouhodobé záření paprsků světla nebo málo kyselá solná lázeň. **Kyselou chut' s tuhou až křehkou konzistencí** – způsobí překysání sýra během tvarování a odkapávání. **Hořko-kyselá chut'** je způsobena velkým přídatkem syřidla.⁹⁶

Velkým nebezpečím je reinfekce patogenními nebo podmíněně patogenními mikroorganismy. Ryser, Marth (2007) uvádějí *Listeria monocytogenes*, jako největší potenciální nebezpečí: „*Relativně vysoký obsah vody... spolu s téměř neutrálním pH ve zralém sýru umožňuje rychlý růst L. monocytogene, stejně jako ostatním potravinovým patogenům, které by normálně byly ve více kyselých sýrech inhibovány. Protože sýry s plísní na povrchu jsou velmi náchylné k povrchové kontaminaci během zrání, není překvapující, že Brie a Camembert byly mezi prvními sýry, v nichž byla zjištěna L. monocytogenes...*“ (Ryser, Marth 2007, s. 499, překlad).

⁹⁵ Podle Zimáka (1988) jsou tyto vady způsobené většinou různými plísněmi, kvasinkami, koliformními bakteriemi (při nedostatečné sanitaci provozu) a také použitím malého množství, či slabé plísňové kultury. (Zimák 1988, s. 248).

⁹⁶ Např. Havlíček (1975, s. 191), Fox (2000, s. 230, 242-243, překlad), Fox a kol. (2004, vol. 2, s. 158-171, překlad), Heraltová (2006, s. 21), Kněz, Sedláčková (1991, s. 106-116) *Potravinářská mikrobiologie III – mikrobiologie vybraných potravin distanční text* (2007, s. 18-20), Svoboda (1966, s. 161-163) a Žižka, Martinková (1980, s. 137-139).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 ÚVOD DO PRAKTICKÉ ČÁSTI

Praktickou část jsem rozdělil do dvou částí. V první části realizuji vlastní výrobu na základě poznatků a postupů z teoretické části. Druhá část představuje senzoričné hodnocení vyrobených sýrů, na základě něhož jsem vybral vhodné plísňové kultury pro výrobu.

U Nalžovského sýra se jedná o návrat či renesanci jediného původního českého plísňového sýra, který se nevyrábí už více než 70 let.

Vlastní výrobu jsem uskutečnil v laboratoři a na školním poloprovoze Vyšší odborné školy potravinářské a Střední průmyslové školy mlékárenské v Kroměříži, ve spolupráci s panem Ladislavem Hudečkem a Ing. Josefem Mrázkem.

Důležitým faktorem v této části je hodnocení vyrobených sýrů, na základě senzoričných zkoušek hodnotitelské komise. Senzoričné zkoušky probíhaly v učebnách Vyšší odborné školy potravinářské a Střední průmyslové školy mlékárenské v Kroměříži, ve spolupráci s Ing. Josefem Mrázkem. Hodnotitelská komise se skládala z dvanácti studentů třetího ročníku Univerzity Tomáše Bati oboru Chemie a technologie potravin na detašovaném pracovišti v Kroměříži. Hodnocena byla čtvrtá výroba ve dvou, tří a čtyř týdenní zralosti vzorků sýrů.

9 VÝROBA SÝRŮ ZE ZKOUMANÝCH PLÍŠŇOVÝCH KULTUR

V průběhu pěti měsíců jsem uskutečnil celkem čtyři výroby měkkých přírodních sýrů s použitím zkoumaných plísňových kultur. U první výroby, která proběhla v laboratorních podmínkách, jsem zjišťoval, zda lze samotná výroba sýrů s plísní na povrchu uskutečnit. Druhá výroba, která byla, stejně jako následující, zaměřena na poloprovozní podmínky, skončila neúspěšně. Při třetí výrobě, která již úspěšná byla, se mi podařilo ujednotit výrobní postup pro podmínky školního poloprovoze. Poslední, čtvrtá výroba, byla výsledkově objemnější. Její výsledky následně sloužily především pro vlastní senzorké hodnocení. U výrob, které proběhly na poloprovoze, uvádím schémata výrobního postupu.

Pro výrobu měkkých přírodních sýrů s plísní na povrchu bylo použito: plnotučné pasterované mléko z mlékárny Kromilk s. r. o., smetanový zákys obsahující základní mezofilní kulturu bakterií mléčného kvašení, nasycený roztok chloridu vápenatého, mikrobiální syřidlo FROMASE 750 TL a plísňové kultury jak v lyofilizovaném stavu, tak i narostlé na šikmé agarové půdě, které byly dodané firmou MILCOM a.s.

Plísňové kultury v lyofilizovaném stavu: *Penicillium nalgiovense* M-EK 4, *Penicillium nalgiovense* M-EK 6, *Penicillium nalgiovense* M-EK 72. Izolovány z masných výrobků.

Plísňové kultury na šikmé agarové půdě: *Penicillium nalgiovensis* CCDM 321, *Penicillium nalgiovensis* CCDM 322, *Penicillium nalgiovensis* CCDM 324, *Penicillium nalgiovensis* CCDM 328, *Penicillium nalgiovensis* CCDM 329, izolovány z přírodních zdrojů a *Penicillium camemberti* CCDM 797, *Penicillium camemberti* CCDM 799, získané z sýrů camembertského-typu.

9.1 Zkušební výroba

První zkušební výroba byla provedena v laboratoři dne 23. 10. 2008. Ukázala, zda je vůbec možné výrobu měkkých přírodních sýrů se zkoumanými plísňovými kulturami v podmínkách školního provozu uskutečnit. Na zkušební výrobu bylo použito 3 litrů plnotučného pasterovaného mléka.

Mléko se nalilo do hrnce a vytemperovalo na teplotu 32 °C ve dřezu. Přidala se 4 % smetanového zákysu (120 ml), 0,9 ml chloridu vápenatého (30 ml / 100 l) a nechalo se 30 minut předkysávat. Celou dobu se udržovala teplota 32 °C.

Poté se mléko zasýřilo přidavkem 0,27 ml syřidla (9 ml / 100 l mléka). Srážení mléka trvalo 40 minut. Vzniklá sýřenina se následně zpracovávala, nejdříve prokrojením sýrařským nožem a poté přetahování sýřeniny. Sýrové zrno se nalévalo upravenou naběračkou do předem připravených kovových, perforovaných, válcových tvořitek.

Pro lepší odtok syrovátky se tvořítka ze sýrovým zrnem obracela. Po odkapávání (*Obr. 3*) se sýr solil na sucho, vtíráním soli do pokožky sýra. Po vstřebání povrchové soli do sýra se sýr očkoval suspenzí plísňových kultur a zrál na zracích roštích při 15 °C.

Obr. 3: Tvořítka naplněná sýrovým zrnem při odkapávání.



9.2 Druhá výroba

Druhá výroba dne 20. 11. 2008 se již uskutečnila ve školním poloprovoze, aby se ujednotil směrný technologický postup. Vyrábělo se ze 20 litrů mléka. Od zkušební výroby se udělal malý odklon přidáním 3 % smetanového zákysu, jak je běžné při výrobě sýrů camembertského typu. Před vlastní výrobou se odebral vzorek mléka a změřily se jeho parametry na přístroji MilkoScope SN: 2646. Výsledky jsou zaznamenány ve schématu (*Schéma 2*).

Mléko připravené v barelu se nalilo do výrobní sýrařské vany. Přidalo se 3 % (600 ml) smetanového zákysu a 6 ml chloridu vápenatého. Mléko se promíchalo a nechalo v klidu kysat 35 minut, jeho kyselost byla 10,2 SH (pH 6,18).

Následně se mléko zasýřilo přidávkem 2 ml syřidla, promíchalo a nechalo srážet 40 minut. Zpracování sýřeniny začalo opatrným prokrojením a dalším rozkrájením na menší části, sýrařskou harfou a strunou, krátce se vytužovalo s tvorbou sýrového zrna velikosti vlašského ořechu (viz *kap.5.5*).

Zpracovaná sýřenina se nalévala odměrkou do dvou plastových forem na čerstvé smetanové sýry kvádřového tvaru s přepážkou uprostřed (*Obr. 4*). Sýřenina se nechala odkapávat a přitom se formy obracely, pro lepší odtok syrovátky.

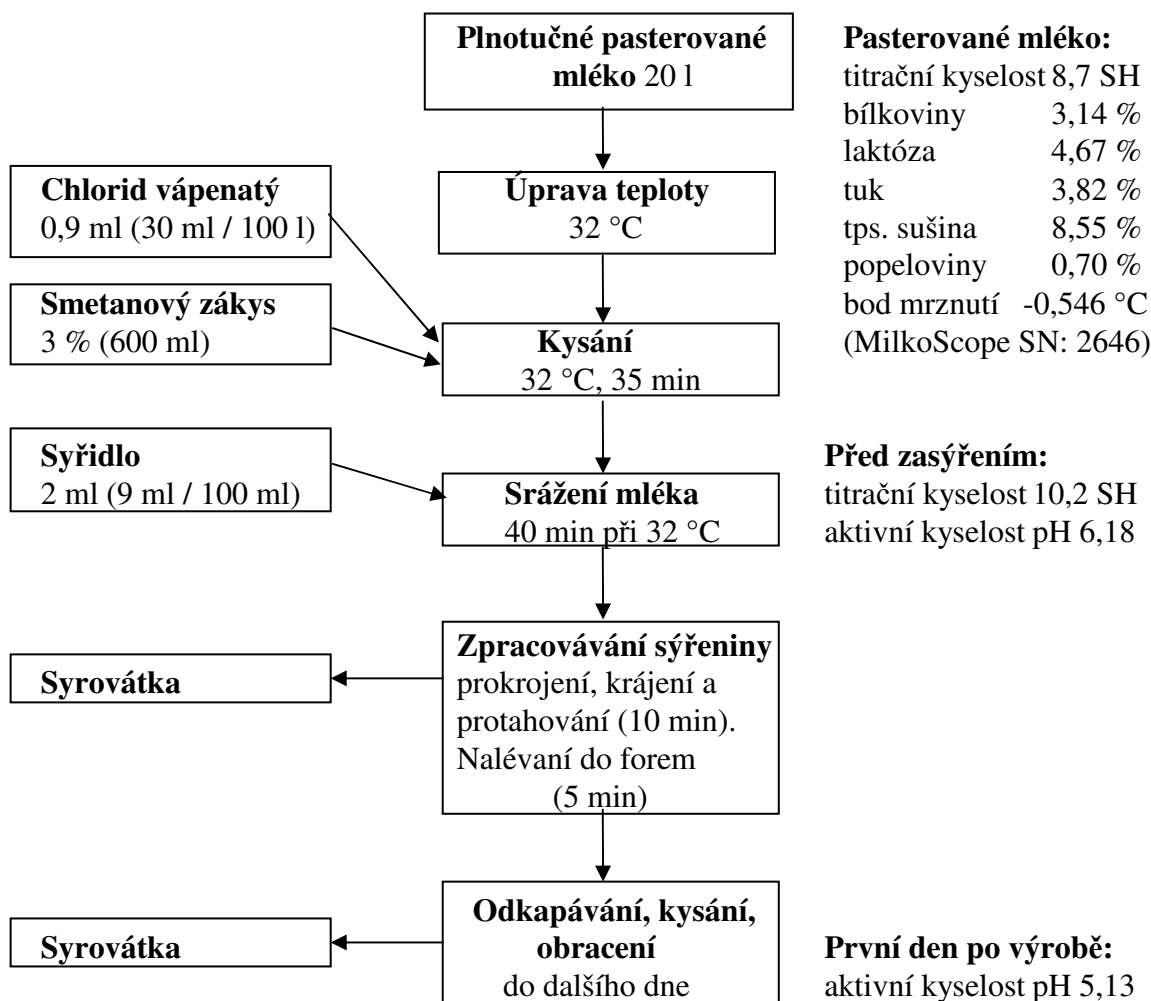
Obr. 4: Odkapávání sýrů v plastových formách



Další den po prokysání byl sýr houbovitý a silně zadržoval syrovátku. Na řezu se objevovaly pravidelné malé dutinky, ze kterých vytékala syrovátka. Sýr měl v tomto stádiu jemně nakyslou chuť.

Tuto vadu mohlo způsobit rychlé zpracovávání sýřeniny, brzké obracení forem, nachlazení sýra během odkapávání nebo mohl být napaden sekundární kontaminací. Takovýto sýr byl pro zaočkování plísňovými kulturami nevhodný.

Schéma 2: Druhá výroba (dne 20. 11. 2008 ve školním poloprovoze).



9.3 Třetí výroba

Po neúspěchu ve druhé výrobě se technologický postup upravil a to hlavně ve vyšší dávce smetanového zákysu (4 %), pomalejším zpracováváním sýřeniny na sýrové zrno a důkladnější sanitaci. Výroba se opět provedla na poloprovoze z 20 litrů mléka. Parametry mléka se před výrobou změřily na přístroji MilkoScope SN: 2646 a jsou zaznamenány ve schématu (Schéma 3).

U mléka se změřila kyselost 8,9 SH (pH 6,51) a nalilo se do sýrašské vany. Přidala se 4 % (800 ml) smetanového zákysu a 6 ml (30 ml / 100 l) chloridu vápenatého, promíchalo se a nechalo v klidu kysat 30 minut.

Při kyselosti 6,0 SH (pH 6,61) se mléko zasýřilo přidavkem 2 ml (9 ml / 100 l) syřidla, promíchalo a nechalo srážet 35 minut. Po sražení se sýřenina opatrně prokrojila sýrařským nožem a následně rozkrájela. Po rozkrájení se sýřenina nechala odpočinout asi 10 minut. Dále se zpracovávala přetahováním, pro lepší uvolnění syrovátky, a šetrně se nalévala do forem na čerstvé smetanové sýry. Sýry se nechaly odkapat a pro lepší uvolňování syrovátky se formy po 10, 30 a 60 minutách obracely. Další den po prokysání měl sýr kyselost 94,12 SH (pH 5,00), opatrně se vyňal z forem a rozkrájel na 104 kousků o hmotnosti asi 66 g. Následně se solil v solné lázni o teplotě 18 °C a 20 % soli, asi 15 minut. Solná lázeň byla připravena z 8 litrů pitné vody a 2 kg soli. Pro lepší rozpuštění soli se solná lázeň promíchala. Na dno byly umístěny kovové rošty, aby se ho sýry nedotýkaly a co možná nejlépe se prosolily. Po nasolení se sýry nechaly oschnout a další den se nanášela plísňová kultura. Byly použity vzorky plísňových kultur v lyofilizované formě a narostlé na šikmé agarové půdě. Navážka 0,2 g lyofilizovaných kultur se převedla do 30 ml fyziologického roztoku v Petriho miskách. Plísňové kultury (*Obr. 5*) narostlé na šikmé agarové půdě, se očkovací kličkou převedly do Petriho misek s fyziologickým roztokem. V těchto suspenzích se sýry „okoupaly“. Po nanesení plísně se sýry uložily do zracího boxu, kde zrály dva týdny při 15 °C a týden při teplotě nižší než 6 °C.

Obr. 5: Plísňové kultury na šikmé agarové půdě.

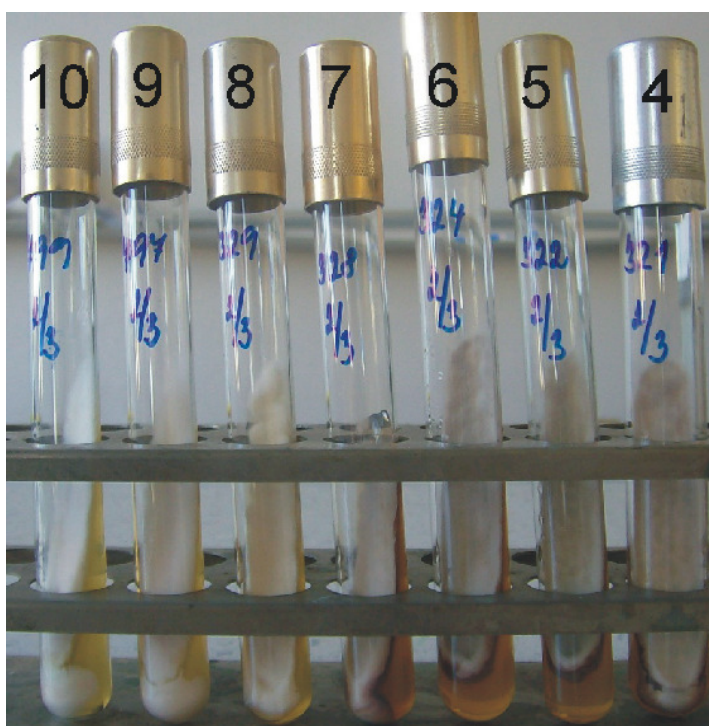
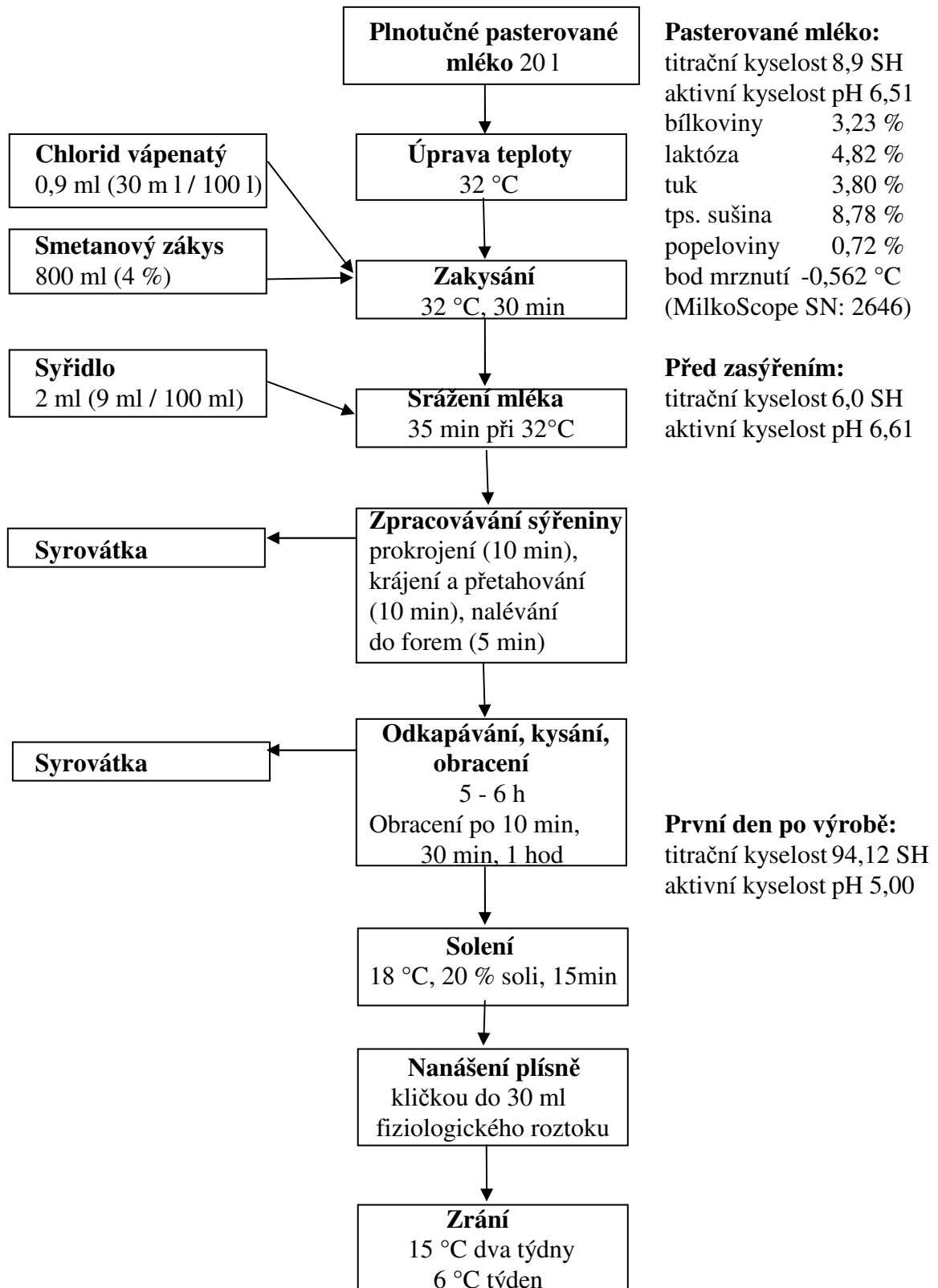


Schéma 3: Třetí výroba (dne 26. 11. 2008 ve školním poloprovoze).



9.4 Čtvrtá výroba

Čtvrtá výroba byla důležitá především pro senzorické hodnocení. Z tohoto důvodu se pro výrobu použilo více mléka - 50 litrů. Výroba opět proběhla ve školním poloprovoze. Vstupní parametry mléka a základní parametry syrovátky byly změřeny na přístroji MilkoScope SN: 2646, jsou zaznamenány ve schématu (*Schéma 4*).

Mléko se nalilo do sýrašské vany a přidalo se 4 % (2 l) smetanového zákysu, 15 ml (30 ml / 100 l) chloridu vápenatého, promíchalo a nechalo v klidu 30 minut, poté se změřila kyselost 9,8 SH. Přidalo se 5 ml (9 ml / 100 l) syřidla, promíchalo a nechalo srážet 30 minut. Poté se sýřenina opatrně rozkrájela a pomalu se vytužovala a ještě dál zpracovávala protahováním.

Obr. 6: Zpracovaná sýřenina na zrno před naléváním.



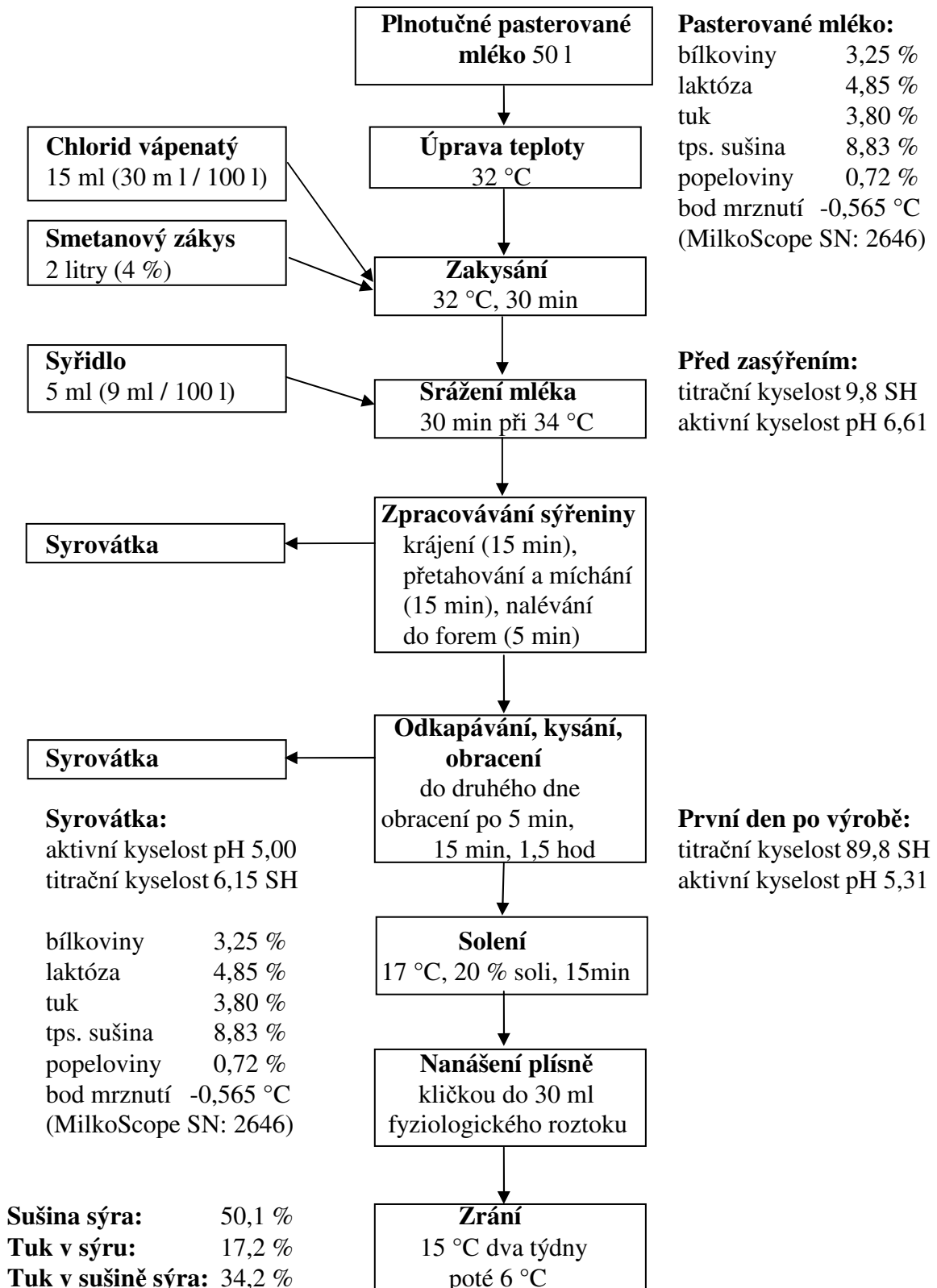
Takto zpracovaná sýřenina (*Obr. 6*) se nalévala do forem na čerstvé sýry. Probíhalo odkapávání a obracení forem pro lepší odtok syrovátky. Další den po prokysání měl sýr kyselost 89,8 SH (pH 5,31). Sýr se rozkrájel asi na 126 kusů, které se vložily do solné lázně o teplotě 17 °C a 20 % soli na 20 min. Solná lázeň se připravila z 16 litrů pitné vody a 4 kg soli. Sýry se nechaly oschnout a změřila se sušina sýra 50,1 % (na elektronických vahách KERM MLB 50-3), tučnost sýra 17,2 % (Gerberovou acidobutyrometrickou metodou) a vypočítal se tuk v sušině sýra 34,2 % (*Rov.5*).

$$tvs = \frac{\text{tučnost sýra}}{\text{sušina sýra}} \cdot 100 [\%] \quad \text{Rov.5}$$

Poté se na sýry nanášely plísňové kultury. Lyofilizované kultury se navázily (0,2g) a převedly do fyziologického roztoku v Petriho miskách. Vzorke plísňových kultur (*Obr. 5*), narostlé na šikmé agarové půdě, se očkovací kličkou převedly do Petriho misek neplněných

fyziologickým roztokem. Sýry se v těchto suspenzích „okoupaly“ a uložily do zracího boxu, kde zrály dva týdny při 15 °C a dva týdny při teplotě 6 °C a nižší.

Schéma 4: Čtvrtá výroba (dne 27. 2. 2009 ve školním poloprovoze).



10 SENZORICKÉ HODNOCENÍ

V desáté kapitole bakalářské práce se na základě výsledků senzorického hodnocení vyrobených sýrů, věnuji výběru vhodné plísňové kultury. Výstupem hodnocení jsou podněty k možné realizaci výroby sýrů nalžovského typu s plísní na povrchu.

Senzorické zkoušky probíhaly v učebnách Vyšší odborné školy potravinářské a Střední průmyslové školy mlékárenské v Kroměříži ve spolupráci s Ing. Josefem Mrázkem. Hodnotitelská komise se skládala z dvanácti studentů třetího ročníku Univerzity Tomáše Bati oboru Chemie a technologie potravin na detašovaném pracovišti v Kroměříži. Sensoricky se hodnotila čtvrtá výroba ve dvou, tří a čtyř týdenní zralosti vzorků sýrů. Výběr vhodné plísňové kultury jsem provedl na základě výsledků senzorických zkoušek hodnotitelské komise.

Členové komise postupně dostali deset druhů vzorků sýrů s příslušnými plísňovými kulturami, u kterých hodnotili kyselou, slanou, hořkou, sýrovou, houbovou a amoniakální chuť. Jednotlivě zaznamenávali své hodnocení do předložené tabulky (Obr. 7). Každý vzorek byl hodnocen bodovanou stupnicí podle intenzity a výraznosti chutě v rozsahu od 0 (neznatelná) po 5 (velmi výrazná). Na konci hodnocení vybrali členové komise tři nejlepší vzorky plísňových sýrů z prvních osmi vzorků, kde byly použity plísňové kultury *Penicillium nalgiovense* M-EK 4, *Penicillium nalgiovense* M-EK 6, *Penicillium nalgiovense* M-EK 72, *Penicillium nalgiovensis* CCDM 321, *Penicillium nalgiovensis* CCDM 322, *Penicillium nalgiovensis* CCDM 324, *Penicillium nalgiovensis* CCDM 328 a *Penicillium nalgiovensis* CCDM 329. Poslední dva vzorky sýrů byly určeny pro srovnání a zrály pod plísňovými kulturami *Penicillium camemberti* CCDM 797 a *Penicillium camemberti* CCDM 799.

Obr. 7: Hodnotitelská tabulka.

Č..... Jméno:..... Datum hodnocení:.....

| VZOREK | Kyselá | Slaná | Hořká | Sýrová | Houbová | Amoniakální |
|---------------|--------|-------|-------|--------|---------|-------------|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| Vyberte z 1-8 | 1. | | 2. | | 3. | |

Stupnice: 0 (neznatelná) ... až ... 5 (velmi výrazná)

10.1 Vzorek sýra č. 1

Vzorek sýra č. 1, který byl porostlý plísníovou kulturou *Penicillium nalgiovense* M-EK 4, měl narůžovělé zbarvení a vyznačoval se příjemně houbovo-sýrovou chutí, na kterou však negativně působila velmi slaná chuť, což bylo způsobeno mírným přesolením sýrů. Souvislý plísnivý porost se začal objevovat hned v prvním týdnu zrání, čím se jako jediný ze zkoumaných sýrů, přiblížil ke srovnávacím sýrům, kde byla použita plíseň *Penicillium camemberti*. Tento vzorek byl hodnotitelskou komisí vybrán jako třetí nejlepší.

Obr. 8: Změna zbarvení vzorku sýra č. 1 v průběhu zrání vlivem *Penicillium nalgiovense* M-EK 4 a řez těstem sýra po třetím týdnu zrání.



Tvar sýra byl po prvním týdnu zrání pravidelný. Ve druhém a hlavně třetím týdnu, kde je deformace nejvíce patrná, se sýr svažoval (Obr. 8). Svažování mohla způsobit nižší relativní vlhkost ve zracím boxu. Nárůst plísně se projevil hned v prvním týdnu zrání, byl

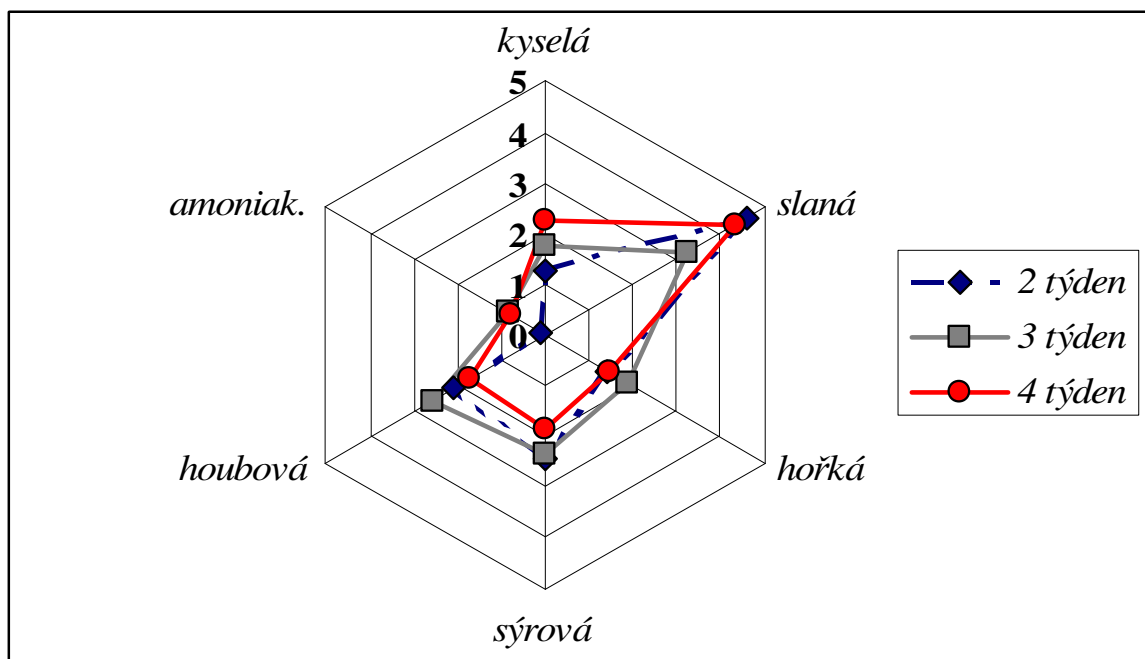
rovnoměrný po celém povrchu, kromě míst dotyku se zracím roštem. Barva sýra se během zrání měnila z bílé až po slabě narůžovělou. Na řezu byl sýr krémově žlutý bez tvarohovitého jádra.

Tab. 2: Průměrné hodnoty chutí při zrání u vzorku č. 1 v procentech.

| | kyselá | slaná | hořká | sýrová | houbová | amoniak. |
|-------------|--------|-------|-------|--------|---------|----------|
| dva týdny | 25,0 | 91,6 | 28,4 | 48,4 | 41,6 | 1,8 |
| tři týdny | 35,0 | 65,0 | 36,6 | 46,6 | 51,6 | 16,6 |
| čtyři týdny | 25,0 | 91,7 | 28,3 | 48,3 | 41,7 | 1,8 |

Při hodnocení jednotlivých složek chutě sýra (Tab. 2) vyčnívala velmi slaná chuť, přestože se ve třetím týdnu snížila, byl sýr značně přesolený. Houbová a kyselá chuť byla nejvýraznější ve třetím týdnu zrání. Naopak sýrová chuť byla mírnější ve třetím týdnu, jak je patrné z grafu (Graf 1). Výrazná byla také hořká chuť, která byla nejvíce patrná ve třetím týdnu. Amoniakální chuť se zvýraznila v třetím týdnu zrání.

Graf 1: Změny v chuti vzorku č. 1 v průběhu zrání.



10.2 Vzorek sýra č. 2

Vzorek sýra č. 2 byl očkovan plísňovou kulturou *Penicillium nalgiovense* M-EK 6. Měl narůžovělou barvu, příjemnou houbovou a sýrovou chuť. Opět se negativně projevila slaná chuť. Ze všech osmi hodnocených vzorků byl hodnotící komisí zvolen jako nejlepší.

Obr. 9: Změna zbarvení vzorku sýra č. 2 v průběhu zrání vlivem *Penicillium nalgiovense* M-EK 6 a řez těstem sýra po třetím týdnu zrání.



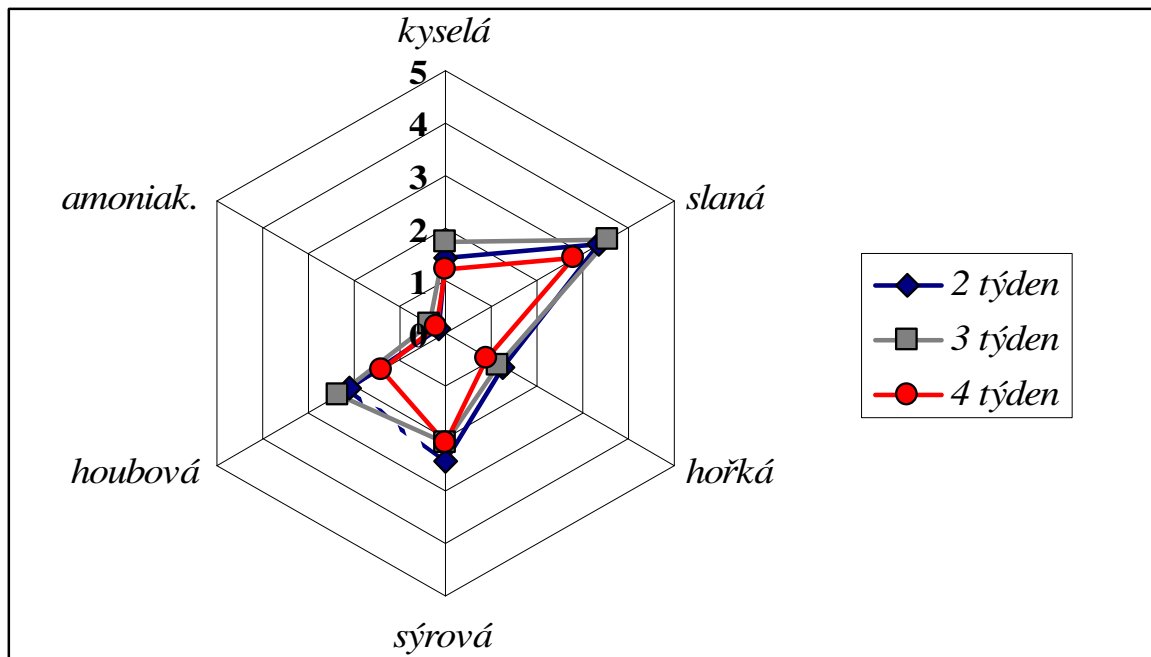
Tvar vzorku sýra č. 2 byl relativně pravidelný po celou dobu zrání. Nárůst plísňové kultury byl, v porovnání se vzorkem č. 1 (10.1), v prvním týdnu slabší. Plíseň se rovnoměrně rozrostla po celém povrchu až ve druhém týdnu zrání. Zabarvení sýra se měnilo na začátku zrání od slabě žluto-bílé (*Obr. 9*) se slabým plísňovým pokryvem až do slabě narůžovělé. Na řezu byl sýr krémově žlutý s ojedinělými dutinkami a bez tvarohovitého jádra.

Tab. 3: Průměrné hodnoty chutí při zrání u vzorku č. 2 v procentech.

| | kyselá | slaná | hořká | sýrová | houbová | amoniak. |
|-------------|--------|-------|-------|--------|---------|----------|
| dva týdny | 28,3 | 66,7 | 25,0 | 48,3 | 41,7 | 3,6 |
| tři týdny | 35,0 | 71,7 | 23,3 | 41,7 | 46,7 | 6,7 |
| čtyři týdny | 24,6 | 56,9 | 18,5 | 41,5 | 27,7 | 4,6 |

Sýr byl příliš sláný, nejvíce ve druhém a třetím týdnu hodnocení (*Graf 2*). Ve čtvrtém týdnu začínala slanost ustupovat. Výraznější byla také sýrová a houbová chuť. Houbová chuť se postupně ztrácela (*Tab. 3*). Kyselá a amoniakální chuť se výrazně neměnila. Hořká chuť se postupem zrání nepatrně vytrácela.

Graf 2: Změny v chuti vzorku č. 2 v průběhu zrání.



10.3 Vzorek sýra č. 3

Vzorek sýra č. 3, s plísňovou kulturou *Penicillium nalgiovense* M-EK 72, byl slabě narůžovělý. Výrazně se opět projevila příjemná sýrová a houbová chuť, která na konci hodnocení ustupovala na úkor slané a amoniakální chuti. Hodnotitelskou komisí byl tento vzorek zvolen jako druhý nejlepší.

Obr. 10: Změna zbarvení vzorku sýra č. 3 v průběhu zrání vlivem *Penicillium nalgiovense* M-EK 72 a řez těstem sýra po třetím týdnu zrání.



Sýr se postupem zrání mírně svažoval (*Obr. 10*). Nárůst plísně byl, po prvním týdnu, na celém povrchu nerovnoměrný, objevovala se místa se žlutým zbarvením. Na konci

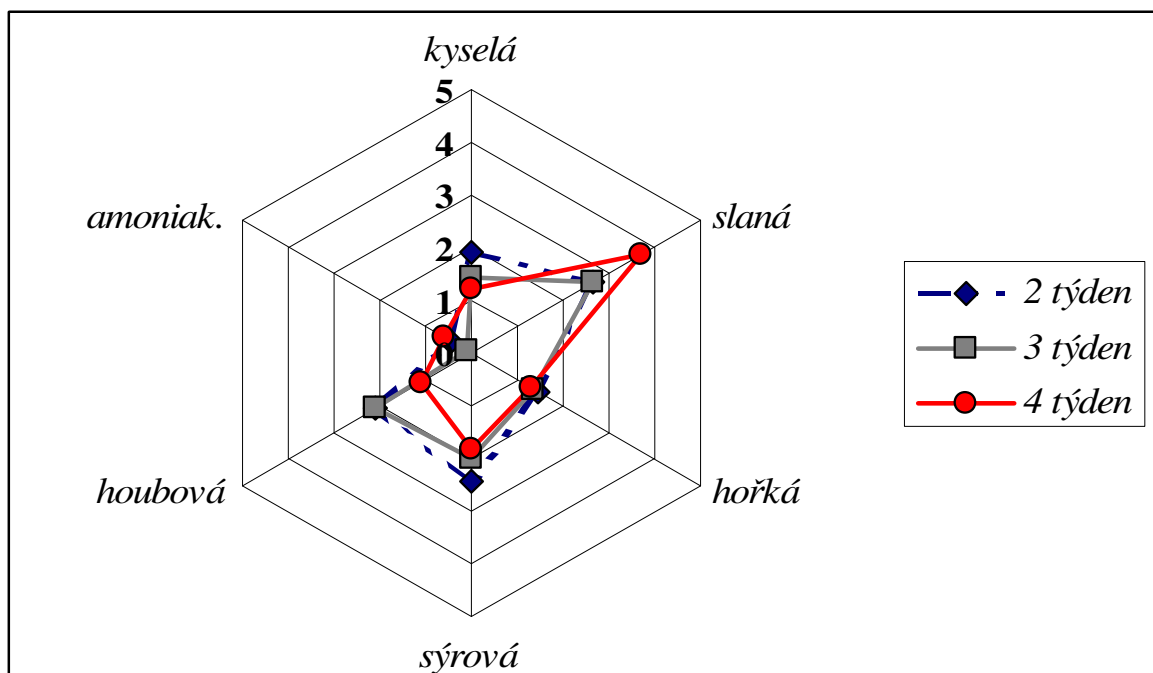
zrání již byla barva sýra slabě narůžovělá. Na řezu byl sýr krémově žlutý bez tvarohovitého jádra.

Tab. 4: Průměrné hodnoty chutí při zrání u vzorku č. 3 v procentech.

| | kyselá | slaná | hořká | sýrová | houbová | amoniak. |
|-------------|--------|-------|-------|--------|---------|----------|
| dva týdny | 38,3 | 53,3 | 28,3 | 48,3 | 41,7 | 8,3 |
| tři týdny | 28,3 | 53,3 | 26,7 | 40,0 | 41,7 | 1,7 |
| čtyři týdny | 24,6 | 73,8 | 26,2 | 36,9 | 21,5 | 12,3 |

Výrazná byla slaná chuť, která se ve čtvrtém týdnu projevila výrazněji (Graf 3). Také hořká chuť se projevovala výrazně, narozdíl od amoniakální, jenž zesílila až v posledním týdnu hodnocení. V pozitivní míře se projevovala sýrová a houbová chuť (Tab. 4), která se společně s kyselou chutí vytrácela.

Graf 3: Změny v chuti vzorku č. 3 v průběhu zrání.



10.4 Vzorek sýra č. 4

Vzorek sýra č. 4, naočkovaný plísníovou kulturou *Penicillium nalgiovensis* CCDM 321, se vyznačoval červenohnědým zbarvením a velkou výrazností sensoricky hodnocených chutí, hlavně amoniakální, kterou měl mezi všemi vzorky nejvyšší.

Obr. 11: Změna zbarvení vzorku sýra č. 4 v průběhu zrání vlivem *Penicillium nalgiovensis* CCDM 321 a řez těstem sýra po třetím týdnu zrání.



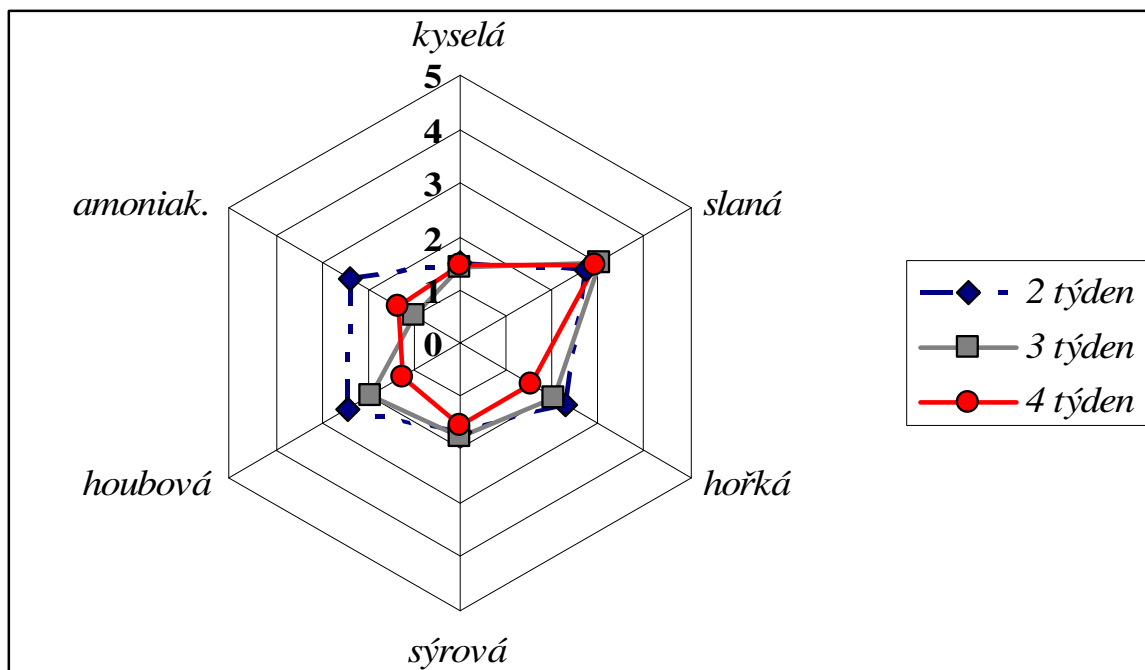
Tvar vzorku sýra č. 4 se postupem zrání neměnil. Plísně se začínala objevovat až po druhém týdnu zrání (*Obr. 11*) a rovnoměrný nárůst až po třetím týdnu. Zbarvení sýra se, od prvního týdne zrání až po čtvrtý, měnilo z oranžovo-červené na hnědo-červenou. Na řezu byl sýr tvrdší a tvarohovitý.

Tab. 5: Průměrné hodnoty chutí při zrání u vzorku č. 4 v procentech.

| | kyselá | slaná | hořká | sýrová | houbová | amoniak. |
|-------------|--------|-------|-------|--------|---------|----------|
| dva týdny | 30,0 | 55,0 | 45,0 | 33,3 | 48,3 | 46,7 |
| tři týdny | 28,3 | 60,0 | 40,0 | 35,0 | 38,3 | 20,0 |
| čtyři týdny | 29,2 | 58,5 | 30,8 | 30,8 | 24,6 | 26,2 |

Nejvýraznější byla společně se slanou a hořkou chutí, amoniakální chuť, která byla nejvýraznější ve druhém týdnu hodnocení (*Tab. 5*). V dalších týdnech zjemnila na podstatně nižší hodnoty. I hořká chuť ve čtvrtém týdnu zrání mírně ustoupila. Slaná chuť se výrazněji neměnila (*Graf 4*), společně s kyselou a sýrovou chutí. Houbová chuť se postupem zrání vytrácela.

Graf 4: Změny v chuti vzorku č. 4 v průběhu zrání.



10.5 Vzorek sýra č. 5

Vzorek sýra č. 5 byl porostlý plísňovou kulturou *Penicillium nalgiovensis* CCDM 322. Kultura zbarvila vzorek sýra do červeno-hněda a zvýraznila všechny hodnocené složky chuti, nejméně však amoniakální.

Obr. 12: Změna zbarvení vzorku sýra č. 5 v průběhu zrání vlivem *Penicillium nalgiovensis* CCDM 322 a řez těstem sýra po třetím týdnu zrání.



U vzorku sýra č. 5 zůstal tvar rovnoměrný, rýhování bylo tvořeno formou a zracími rošty, na kterých sýr zřál. V prvním týdnu se pokryl žluto-oranžovým zbarvením (Obr. 12). Plísňový porost se začal objevovat ve druhém, třetím a nejvíce čtvrtém týdnu zrání. Zbar-

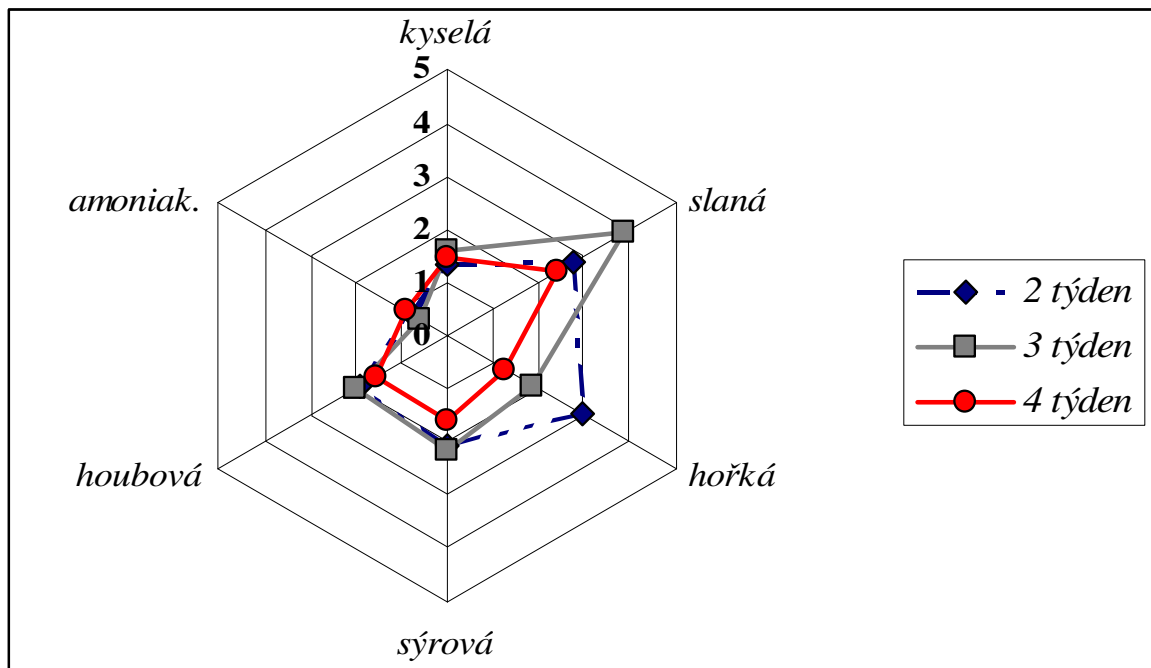
vení sýra se, jako u předchozího vzorku, výrazně měnilo, a to z oranžového postupně do červeno-hnědého. Na řezu byl sýr celistvý, konzistenčně tvrdší a v prvních týdnech tvarohovitý.

Tab. 6: Průměrné hodnoty chutí při zrání u vzorku č. 5 v procentech.

| | kyselá | slaná | hořká | sýrová | houbová | amoniak. |
|-------------|--------|-------|-------|--------|---------|----------|
| dva týdny | 26,7 | 55,0 | 58,3 | 41,7 | 38,3 | 16,7 |
| tři týdny | 31,7 | 76,7 | 36,7 | 43,3 | 40,0 | 11,7 |
| čtyři týdny | 29,2 | 47,7 | 24,6 | 32,3 | 30,8 | 18,5 |

Výrazně se měnila slaná chuť, jež ve třetím týdnu zrání zesílila (Graf 5). Ve čtvrtém týdnu výrazně zeslábla. Postupem zrání se vytrácela hořká chuť (Tab. 6), což bylo při sensorickém hodnocení pozitivní. Mírně zjemněla také sýrová a houbová chuť. Kyselá a amoniakální chuť se výrazněji neměnila.

Graf 5: Změny v chuti vzorku č. 5 v průběhu zrání.



10.6 Vzorek sýra č. 6

U vzorku sýra č. 6, s plísňovou kulturou *Penicillium nalgiovensis* CCDM 324, se zbarvení postupem zrání změnilo na slabě červeno-hnědé. Opět se zde projevila výraznost všech chuťových složek, nejméně však amoniakální (jako u předchozího vzorku).

Obr. 13: Změna zbarvení vzorku sýra č. 6 v průběhu zrání vlivem *Penicillium nalgiovensis* CCDM 324 a řez těstem sýra po třetím týdnu zrání.



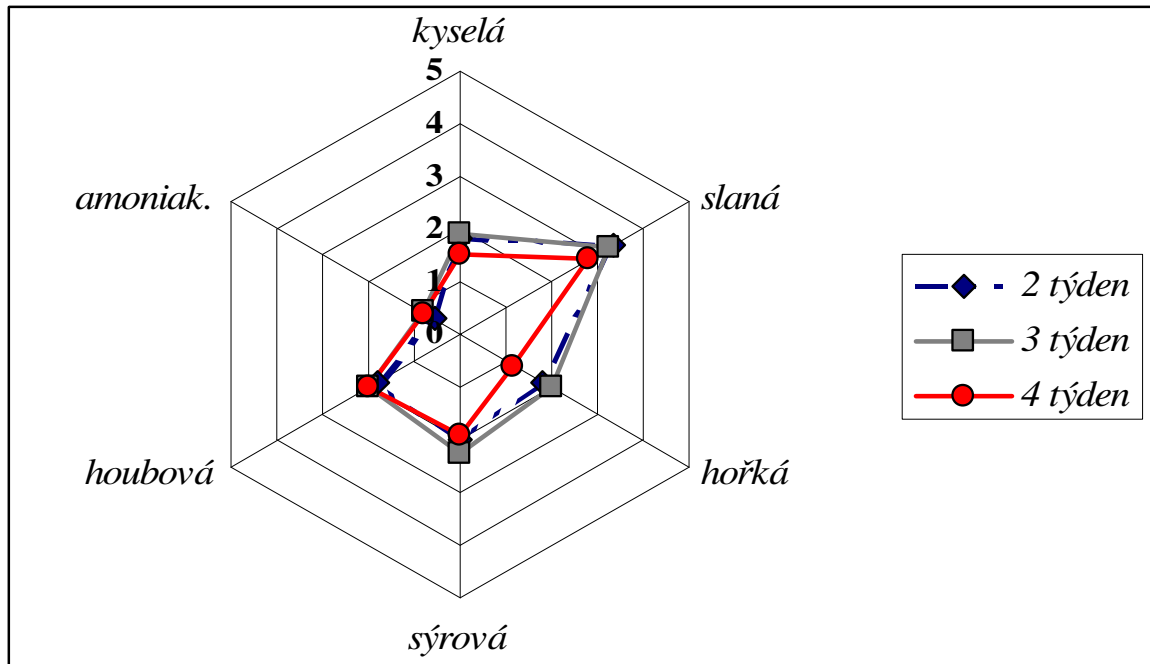
Vzorek sýra č. 6 tvar výrazněji neměnil. V prvním týdnu se pokryl žluto-oranžovým barvivem, které se postupně měnilo na červeno-hnědé. Plísňový porost se začal objevovat ve druhém týdnu zrání, nejvíce ve třetím týdnu, kdy se sýr pokryl plísní rovnoměrně. Zbarvení sýra se měnilo, jako u předcházejících vzorků (č. 4 a č. 5), a to z oranžového postupně do červeno-hnědé (*Obr. 13*). Na řezu byl sýr celistvý s tvarohovitým jádrem a tvrdší konzistencí.

Tab. 7: Průměrné hodnoty chutí při zrání u vzorku č. 6 v procentech.

| | kyselá | slaná | hořká | sýrová | houbová | amoniak. |
|-------------|--------|-------|-------|--------|---------|----------|
| dva týdny | 36,7 | 66,7 | 36,7 | 40,0 | 36,7 | 10,9 |
| tři týdny | 38,3 | 65,0 | 40,0 | 45,0 | 40,0 | 16,7 |
| čtyři týdny | 30,8 | 56,9 | 23,1 | 38,5 | 40,0 | 15,4 |

Vzorek sýra byl po senzoričské stránce, po celou dobu hodnocení, výrazně slaný (*Tab. 7*). Znatelná byla hořká chuť, která spolu se slanou chutností vzorku snižovaly. Výrazná byla také sýrová a houbová chuť, které si po celou dobu udržovaly poměrně stálé hodnoty (*Graf 6*). I kyselá chuť se společně s amoniakální výrazně neměnila.

Graf 6: Změny v chuti vzorku č. 6 v průběhu zrání.



10.7 Vzorek sýra č. 7

Vzorek sýra č. 7 zrál pod plísňovou kulturou *Penicillium nalgiovensis* CCDM 328, měl hnědo-červené zbarvení a výraznou amoniakální a hořkou chuť na úkor ostatních složek chutí.

Obr. 14: Změna zbarvení vzorku sýra č. 7 v průběhu zrání vlivem *Penicillium nalgiovensis* CCDM 328 a řez těstem sýra po třetím týdnu zrání.



Na vzorku č. 7 se v prvním týdnu zrání objevovalo červeno-oranžové, místy až žluté zbarvení, které postupně přešlo do červeno-hnědého. Plísňový porost se objevil nejvíce ve

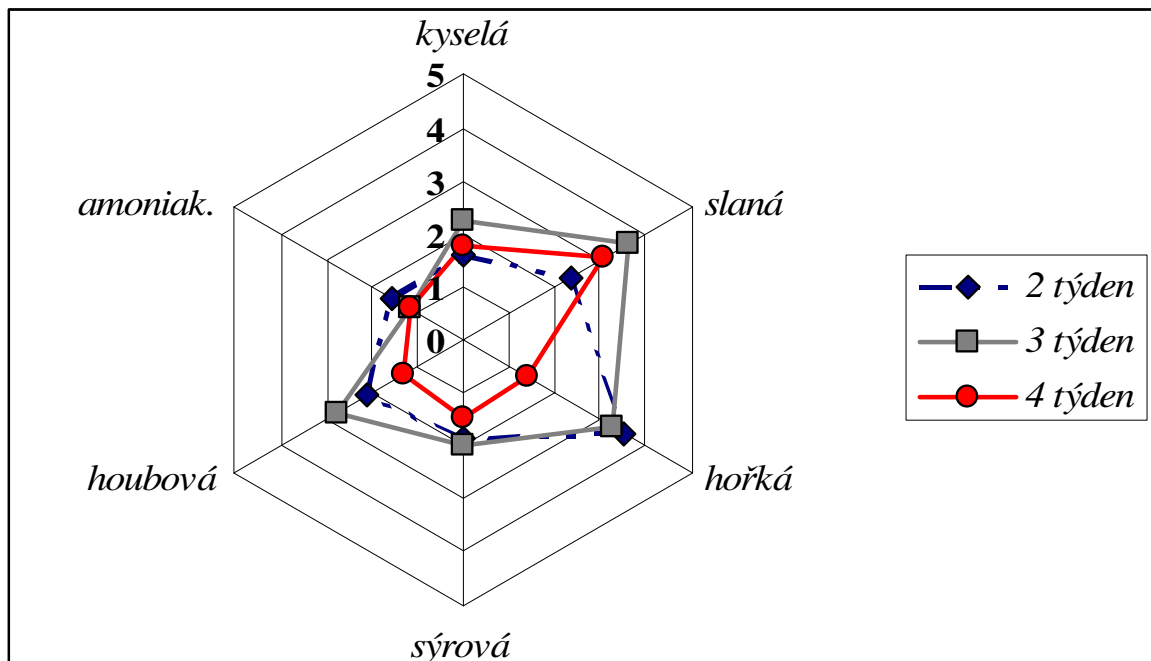
třetím týdnu zrání (Obr. 14). Konzistence sýra byla celistvá, bez výrazné změny tvaru. Na řezu byl sýr krémově slabě žlutý se známkami tvarohovitého jádra.

Tab. 8: Průměrné hodnoty chutí při zrání u vzorku č. 7 v procentech.

| | kyselá | slaná | hořká | sýrová | houbová | amoniak. |
|-------------|--------|-------|-------|--------|---------|----------|
| dva týdny | 31,7 | 46,7 | 70,0 | 36,7 | 41,7 | 30,9 |
| tři týdny | 45,0 | 71,7 | 65,0 | 40,0 | 55,0 | 23,3 |
| čtyři týdny | 35,4 | 61,5 | 27,7 | 29,2 | 26,2 | 23,1 |

Vzorek sýra byl po celou dobu hodnocení velmi hořký, přestože se ve čtvrtém týdnu projevil výrazný pokles (Tab. 8). Výrazná byla také amoniakální chuť, jež se ve třetím týdnu hodnocení vytrácela. Nepříznivá byla slaná chuť, která ve třetím týdnu zrání rapidně zesílila a ve čtvrtém týdnu mírně zeslábla (Graf 7). Sýrová, houbová a kyselá chuť kolísaly a největší intenzity dosáhly v třetím týdnu zrání.

Graf 7: Změny v chuti vzorku č. 7 v průběhu zrání.



10.8 Vzorek sýra č. 8

Na vzorek č. 8 byla aplikována plísňová kultura *Penicillium nalgiovensis* CCDM 329. Sýr se vyznačoval velmi výraznou vůní s ostře štiplavou chutí, připomínající sýry zrající pod mazem. Po čtyřech týdnech zrání se projevoval mírnou písčitostí kůrky, což mohlo být způsobeno migrací minerálních látek ze středu k povrchu sýra (kap. 6.1).

Obr. 15: Změna zbarvení vzorku sýra č. 8 v průběhu zrání vlivem *Penicillium nalgiovensis* CCDM 329 a řez těstem sýra po třetím týdnu zrání.



Vzorek sýra č. 8 postupem zrání měnil tvar, nejvíce ve třetím a čtvrtém týdnu. Nárůst plísně byl po prvním týdnu neznatelný s ojedinělou produkcí žlutého barviva. V druhém týdnu se začal srašťovat. Deformace sýra mohla být způsobena nižší vlhkostí ve zracím boxu. Sýr se ve druhém týdnu pokryl slabým pokryvem plísně s žluto-zlatým nádechem (*Obr. 15*). Na řezu měl krémově žluté zbarvení, ale konzistence, hlavně ve třetím a čtvrtém týdnu, byla lepivá a mazlavá.

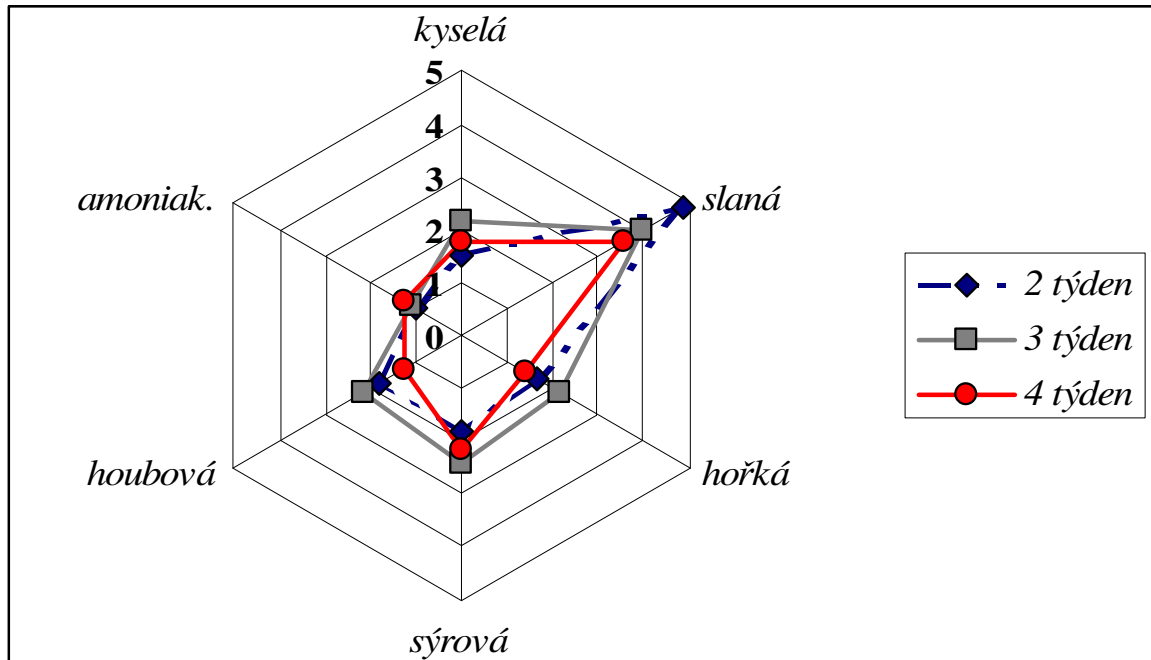
Tab. 9: Průměrné hodnoty chutí při zrání u vzorku č. 8 v procentech.

| | kyselá | slaná | hořká | sýrová | houbová | amoniak. |
|-------------|--------|-------|-------|--------|---------|----------|
| dva týdny | 30,0 | 96,7 | 32,7 | 36,4 | 36,4 | 20,0 |
| tři týdny | 43,3 | 78,3 | 43,3 | 48,3 | 43,3 | 21,7 |
| čtyři týdny | 35,4 | 70,8 | 27,7 | 43,1 | 24,6 | 24,6 |

Sýr byl velmi aromatický a ve čtvrtém týdnu hodnocení byla jeho kůrka lehce písčitá, vlivem migrace minerálů z těsta sýra. Slanost, hlavně v druhém týdnu hodnocení, dosahovala neúnosné hranice (*Tab. 9*). Ve třetím a čtvrtém týdnu, sice slaná chuť výrazně zeslábala, přesto však byl vzorek velmi slaný. Velmi výrazná byla hořká, houbová, sýrová a kyselá

chuť sýra, jež mírně kolísaly (Graf 8). Méně výrazná již byla amoniakální chuť, ale která byla společně se vzorky č. 4 a 7 nejznatelnější.

Graf 8: Změny v chuti vzorku č. 8 v průběhu zrání.



10.9 Vzorek sýra č. 9

Vzorek sýra č. 9 byl porostlý plísňovou kulturou *Penicillium camemberti* CCDM 797, sloužil pro srovnání se zkoumanými vzorky sýrů. Vyznačoval se bílým porostem plísňové kultury a příjemnou sýrovou a houbovou chutí.

Obr. 16: Změna zbarvení vzorku sýra č. 9 v průběhu zrání vlivem *Penicillium camemberti* CCDM 797 a řez těstem sýra po třetím týdnu zrání.



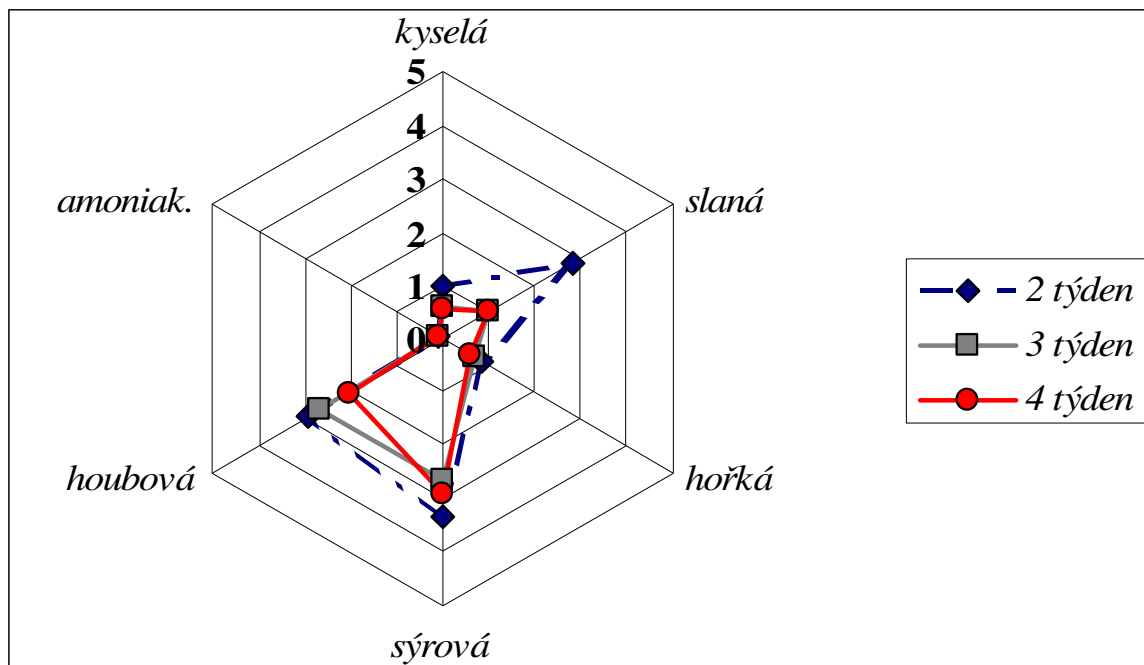
Tvar sýra byl rovnoměrný, rýhování bylo způsobeno formou, do které se sýry nalévaly a zracími rošty, na kterých sýr zrál. V Prvním týdnu zrání se již objevoval nárůst plísňové kultury, ve druhém týdnu byl sýr plísní již zcela pokryt. Plísňová kultura vytvářela bělavé zbarvení sýra. Na řezu byl sýr krémový, s ojedinělými dutinkami, způsobenými naléváním sýrového zrna do forem. Jádro bylo místy tvarohovité.

Tab. 10: Průměrné hodnoty chutí při zrání u vzorku č. 9 v procentech.

| | kyselá | slaná | hořká | sýrová | houbová | amoniak. |
|-------------|--------|-------|-------|--------|---------|----------|
| dva týdny | 20,0 | 56,7 | 16,7 | 66,7 | 58,3 | 1,7 |
| tři týdny | 11,7 | 20,0 | 13,3 | 53,3 | 53,3 | 1,7 |
| čtyři týdny | 10,8 | 20,0 | 12,3 | 58,5 | 40,0 | 1,5 |

Nejvýrazněji se projevila sýrová a houbová chuť (Graf 9). Sýrová chuť ve třetím týdnu zrání mírně zeslábla, stejně jako houbová, která se postupem zrání mírně vytrácela. Také slaná chuť se vytrácela, a to ve třetím týdnu zrání, poté se již neměnila. I kyselá chuť během zrání mírně klesala. Hořká a amoniakální chuť se výrazně neměnila (Tab. 10).

Graf 9: Změny v chuti vzorku č. 9 v průběhu zrání.



10.10 Vzorek sýra č. 10

Vzorek sýra č. 10, s plísňovou kulturou *Penicillium camemberti* CCDM 799, sloužil také pro srovnání ze zkoumanými vzorky sýrů. Měl bělavý porost a výraznou sýrovou a houbovou chuť.

Obr. 17: Změna zbarvení vzorku sýra č. 10 v průběhu zrání vlivem *Penicillium camemberti* CCDM 799 a řez těstem sýra po třetím týdnu zrání.



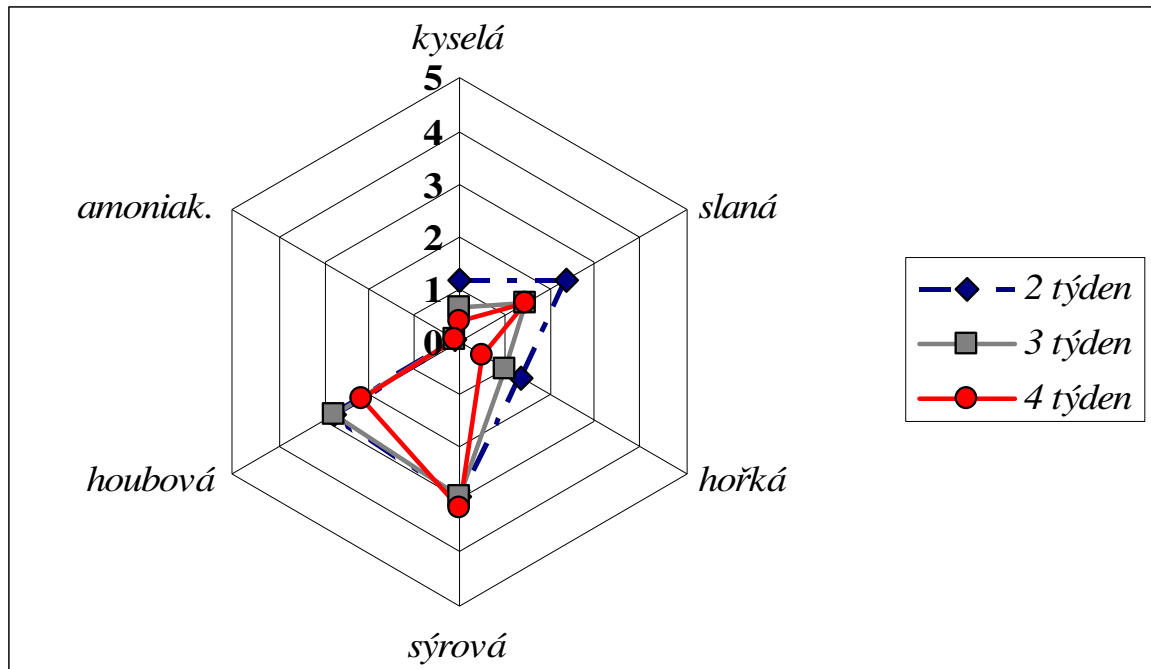
Tvar sýra se během zrání neměnil. Bělavý porost plísňové kultury pokrýl celý sýr již v prvním týdnu zrání (*Obr. 17*). Na řezu byl sýr krémově žlutý, s ojedinělými trhlinkami. Sýr byl také, i po třech týdnech, nedostatečně prozrálý, což se projevilo mírným tvarohovitým jádrem.

Tab. 11: Průměrné hodnoty chutí při zrání u vzorku č. 10 v procentech.

| | kyselá | slaná | hořká | sýrová | houbová | amoniak. |
|-------------|--------|-------|-------|--------|---------|----------|
| dva týdny | 23,3 | 46,7 | 26,7 | 58,3 | 55,0 | 1,7 |
| tři týdny | 13,3 | 28,3 | 20,0 | 58,3 | 55,0 | 1,7 |
| čtyři týdny | 7,7 | 29,2 | 10,8 | 63,1 | 43,1 | 1,5 |

Nejvýraznější byla sýrová a houbová chuť (*Graf 10*). Sýrová chuť mírně zvýrazněla ve čtvrtém týdnu hodnocení, naopak houbová chuť mírně ustoupila. Slaná chuť byla nejvýraznější v druhém týdnu hodnocení a klesla nejvíce ve třetím týdnu, poté se již výrazně neměnila. Hořká i kyselá chuť se postupem zrání mírně vytrácely. Amoniakální chuť se výrazněji neměnila (*Tab. 11*).

Graf 10: Změny v chuti vzorku č. 10 v průběhu zrání.



10.11 Výběr nejlepších vzorků sýrů

Výběr nejlepších vzorků sýrů jsem provedl na základě hodnocení komise, která na konci sensorického hodnocení vybrala vždy tři nejlepší vzorky sýrů z prvních osmi vzorků. Sýr, který byl vyhodnocen jako nejlepší, dostal tři body, druhý dva body a třetí jeden bod. Na základě součtu bodů od každého člena komise, ve všech týdnech hodnocení, jsem vybral nejlepší vzorky sýrů.

Tab. 12: Výsledné pořadí vzorků.

| pořadí | počet bodů | č. vzorku |
|--------|------------|-----------|
| 1 | 57 | 2 |
| 2 | 53 | 3 |
| 3 | 38 | 1 |
| 4 | 20 | 4 |
| 5 | 19 | 5 |
| 6 | 17 | 6 |
| 7 | 10 | 8 |
| 8 | 3 | 7 |

Nejlépe bodovaným sýrem se stal vzorek č. 2 s plísňovou kulturou *Penicillium nalgiovense* M-EK 6. Druhý sýr, který získal nejvíce bodů, byl vzorek sýra č. 3 s plísňovou kulturou *Penicillium nalgiovense* M-EK 72, a třetí byl vzorek sýra č. 1 s plísňovou kulturou *Penicillium nalgiovense* M-EK 4. Všechny tyto plísňové kultury se běžně využívají v masném průmyslu.

SHRNUTÍ A ZÁVĚRY

Za cíl mé bakalářské práce jsem si zvolil zpracování tématu vlivu plísní *Penicillium nalgiovensis* na přírodní sýry. Snažil jsem se přiblížit technologii výroby a zrání sýrů s plísní na povrchu a vysvětlit, jakým způsobem je možné využít této technologie při použití plísně *Penicillium nalgiovensis* pro sýry.

Po krátkém úvodu, který nastiňuje hlavní myšlenku celé práce, následuje teoretická část. Zde se snažím vyložit celou šíři důležitých pojmů, které se vztahují k celé bakalářské práci. Vysvětluji, že kasein je charakteristická bílkovina mléka obsahující fosfor, která je citlivá na syřidlové enzymy. Dále přibližuji proces srážení jako fyzikálně chemický děj, při němž se působením syřidla na kasein mění polydisperzní systém mléka a kasein vyvločkuje. A nakonec podrobně charakterizuji konečný produkt výroby, samotný sýr. Jedná se o mléčný výrobek vyráběný ze sraženého mléka. Může být čerstvý nebo v různém stupni zralosti.

V druhé kapitole jsem se podrobně věnoval pohledu do historie sýrů. Zmiňuji nejstarší historii a původ sýra, spojeného s legendami a biblickými záznamy. Sýr vznikl už ve starověku u pastevců Středního východu. Dále popisuji rozvoj sýrařství, kde největší skok způsobili vědci Justus von Liebig a Louis Pasteur. Do této kapitoly jsem také začlenil rozdělení a historický vývoj vybraných sýrů podobného typu: Brie, Reblochon, Camembert a původní český Nalžovský sýr.

Ve třetí kapitole jsem rozdělil sýry podle mnoha různých hledisek, jak k nim lze přistupovat např. podle způsobu srážení na kyselé a sladké. U kyselých sýrů srážíme výhradně pomocí mléčných bakterií a získáme tvaroh. U sladkých sýrů využíváme při srážení syřidlo a získáme sýr, dále pak podle konzistence na čerstvé, měkké, polotvrdé a tvrdé.

Čtvrtou kapitolu jsme zaměřili na charakteristiku plísně *Penicillium nalgiovensis*, která se dříve využívala pro zrání Nalžovského sýra. Tuto plíseň poprvé popsal profesor Otakar Laxa, který ji izoloval z mikroflóry Nalžovského sýra. Po zániku výroby Nalžovského sýra se tato plíseň přestala využívat pro výrobu sýrů a našla nové uplatnění v masném průmyslu. Bílkoviny rozkládá více do hloubky a vytváří méně amoniaku, ve srovnání s camembertskými plísněmi. Rovněž je citlivá na sůl a nízkou teplotu.

Pátá kapitola je zaměřena na výrobu měkkých přírodních sýrů s plísní na povrchu. Věnuji se zde výběru mléka z pohledu dobré syřitelnosti, prokysávací schopnosti, mikrobiolo-

gické jakosti, obsahu bílkovin a dalších složek. Také z chemického složení a sensorických vlastností. Následuje základní ošetření mléka, které zahrnuje odstředění a šetrnou pasteraci. U mléka se poté upravuje tučnost, srážecí teplota, kyselost - přidáním čistých mlékařských kultur, množství syřidla a dalších sýrařských komponent. Mléko se poté sráží a vytváří se sýřenina, která je charakterizována fázemi koagulační a enzymatickou. Sýřenina se následně zpracovává krájením, na sýrové zrno, a formuje se naléváním do perforovaných forem. Většinou je tato výroba realizována automatizovanými linkami s kontinuálním způsobem výroby. Po zpracování a formování se sýry nechávají odkapat a následuje solení - většinou v solné lázni, kde dochází k difúzi látek mezi solnou lázní a sýrem. V závěru kapitoly sumarizují tyto jednotlivé operace výroby do technologického souhrnu, ve které uvádím také schéma výroby sýrů s plísní na povrchu.

V šesté kapitole se věnuji zrání sýrů s plísní na povrchu. Plísňové sýry zrají od povrchu dovnitř a během tohoto procesu se mění i jednotlivé složky sýra. Mléčný cukr se pomocí bakterií mléčného kvašení rozkládá na kyselinu mléčnou. Nejvíce je to patrné při formování a odkapávání sýrů. Minerální látky, hlavně vápník a fosfor, migrují ze středu k povrchu sýra. Rozklad bílkovin a tuku je zapříčiněn hlavně plísňovými kulturami. Bílkoviny se štěpí až na aminokyseliny, které mohou ještě být dále rozloženy na těkavé kyseliny, které utvářejí chuť sýrů, nebo aminy či amidy, které nejsou žádoucí. U tuku to mohou být methyl ketony, které se také podílejí na vzniku chuťových a aromatických látek sýrů. Tyto změny jednotlivých složek sýra zapříčiňují i změnu textury, která se z tužší a křehčí konzistence postupně zjemňuje či změkčuje směrem od povrchu dovnitř sýra.

V sedmé kapitole jsem popsal možné vady, které mohou vzniknout při výrobě sýrů s plísní na povrchu. Rozdělují je na vady vnějšku (tvar, vady pokožky a kůrky sýrů), vnitřku (barva těsta, struktura a konzistence) a vady v chuti a vůni. Nezapomínám na, sice okrajové, ale možné nebezpečí patogenních mikroorganismů, jako je *Listeria monocytogenes*. Některé z možných vad spojených s výrobou se vyskytly v praktické části.

Praktická část mé bakalářské práce byla obsažena v osmé až desáté kapitole. Navazoval jsem zde na postupy a teorie z předchozích částí. Cílem bylo ověření, zda se plísňové kultury *Penicillium nalgiovense* M-EK 4, *Penicillium nalgiovense* M-EK 6, *Penicillium nalgiovense* M-EK 72, *Penicillium nalgiovensis* CCDM 321, *Penicillium nalgiovensis* CCDM 322, *Penicillium nalgiovensis* CCDM 324, *Penicillium nalgiovensis* CCDM 328 a *Penicillium nalgiovensis* CCDM 329 hodí k výrobě sýrů.

V deváté kapitole jsem se věnoval praktické výrobě sýrů za použití plísňových kultur *Penicillium nalgiovense* M-EK 4, *Penicillium nalgiovense* M-EK 6, *Penicillium nalgiovense* M-EK 72, *Penicillium nalgiovensis* CCDM 321, *Penicillium nalgiovensis* CCDM 322, *Penicillium nalgiovensis* CCDM 324, *Penicillium nalgiovensis* CCDM 328, *Penicillium nalgiovensis* CCDM 329, *Penicillium camemberti* CCDM 797 a *Penicillium camemberti* CCDM 799. Uvádím zde jednotlivé výroby, které jsem realizoval v laboratoři a na polo-provoze Vyšší odborné školy potravinářské a Střední průmyslové školy mlékárenské v Kroměříži. Celkem jsem provedl čtyři praktické výroby. První byla v laboratorních podmínkách a zjišťoval jsem, zda lze uskutečnit samotná výroba sýrů s plísní na povrchu. Ostatní výroby byly uskutečněny na školním poloprovoze. Druhá výroba stanovovala možné podmínky technologického postupu v podmínkách školního poloprovozu, skončila neúspěšně buď z důvodů nedodržení technologie nebo kontaminace technologicky nebezpečnou mikroflórou. Při třetí výrobě, která byla úspěšná, se mi již podařilo ujednotit výrobní postup pro místní podmínky školního poloprovozu. Poslední čtvrtá výroba byla úspěšná a výsledkově objemnější, její výsledky následně sloužily pro senzorické hodnocení.

V desáté kapitole charakterizuji a hodnotím jednotlivé sýry, na kterých byly aplikovány zkoumané plísňové kultury. Hodnocení vzorků těchto sýrů prováděla hodnotitelská komise. Členové komise postupně dostali deset druhů vzorků sýrů s příslušnými plísňovými kulturami, u kterých hodnotili kyselou, slanou, hořkou, sýrovou, houbovou a amoniakální chuť. Jednotlivě zaznamenávali výsledky svého hodnocení do tabulky (Obr. 7). K dispozici měli bodové rozpětí od 0 (neznatelná) po 5 (velmi výrazná). Na konci hodnocení vybrali členové komise tři nejlepší vzorky sýrů z prvních osmi vzorků, na které byly použity zkoumané plísňové kultury. Vzorky sýrů č. 2, 3 a 1 s plísňovými kulturami *Penicillium nalgiovense* M-EK 6 (kap. 10.2), *Penicillium nalgiovense* M-EK 72 (kap. 10.3) a *Penicillium nalgiovense* M-EK 4 (kap. 10.1), které se běžně využívají v masném průmyslu, vykazovaly ze senzorického pohledu podobné vlastnosti, jako srovnávací vzorky s camembertskými kulturami *Penicillium camemberti* CCDM 797 (kap. 10.9) a *Penicillium camemberti* CCDM 799 (kap. 10.10). Tyto vzorky byly hodnotitelskou komisí vybrány jako tři nejlepší. Vyznačovaly se hlavně narůžovělým zbarvením, které je odlišovalo od sýrů s bílou plísní na povrchu. Vzorky sýrů č. 4 a 7, porostlé plísňovými kulturami *Penicillium nalgiovensis* CCDM 321 (kap. 10.4) a *Penicillium nalgiovensis* CCDM 328 (kap. 10.7), měly výrazně hořkou a amoniakální chuť. Jejich zbarvení bylo na konci zrání červeno-hnědé, stejně jako

u vzorků č. 5 a 6, porostlých *Penicillium nalgiovensis* CCDM 322 (kap. 10.5) a *Penicillium nalgiovensis* CCDM 324 (kap. 10.6), které ale neměly tak výraznou amoniakální chuť. Vzorek sýra č. 8, porostlý *Penicillium nalgiovensis* CCDM 329 (kap. 10.8), se od všech ostatních kultur odlišoval nažloutlým zbarvením a hlavně ostře štiplavou chutí připomínající sýry zrající pod mazem.

Dospěl jsem ke dvěma důležitým závěrům. První je veskrze teoretický a osobní. Téma výroby sýrů, kterou jsem měl možnost prakticky uskutečnit, mě velmi zaujalo a chci se této oblasti nadále intenzivně věnovat. Druhý, praktický závěr spočívá ve využití zkoumaných plísňových kultur v sýrařství. Myslím, že moje práce může pootevřít pomyslné dveře dalším možnostem a směrům ve výzkumu, který snad v budoucnu napomůže ke znovuzavedení výroby Nalžovského sýra.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BALAJKOVÁ, Adéla. *Peptidy a proteiny mléka* [Bakalářská práce]. Zlín: FT Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. 49 s.
- [2] BÁRTOVÁ, Helena. *Výroba francouzských sýrů podle oblastních zvyklostí* [Bakalářská práce]. Zlín: FT Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008. 58 s.
- [3] BEJBLOVÁ, Martina. *Výroba taveného sýra s plísní na povrchu* [Bakalářská práce]. Zlín: FT Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008. 51 s.
- [4] BEZĎEKOVA, Šárka; VÍTOVÁ, Eva. Těkavé látky sýra s bílou plísní a jejich změny během zrání. *Mléko a sýry 2004*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2004. [cit. 2009-04-05], s. 20. Dostupné z: <<http://www.vscht.cz/tmt/prehliedky/2004/souhrn%20MaS2004.pdf>>.
- [5] BUŇKA František. *Technologie mléka a mléčných výrobků* [Přednášky]. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008.
- [6] CALLEC, Christian. *Encyklopedie sýrů*. Dobřešovice: Rebo Productions CZ, 2005. 256 s. ISBN 80-7234-225-8.
- [7] ČERVINKOVÁ, Zuzana. *Změny vybraných složek sýrů během zrání* [Bakalářská práce]. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2002. 57 s.
- [8] DIAMOND, Jared. *Osudy lidských společností*. Praha: Columbus, 2000. 525 s. ISBN 80-7249-047-8
- [9] DÍAZ, López, M., T. a kol. Effect of temperature, water activity, pH and some antimicrobials on the growth of *Penicillium olsonii* isolated from the surface of Spanish fermented meat sausage. *International Journal of Food Microbiology*. 19 (2002), 1-7 s.
- [10] DOLEŽÁLEK, Jiří. *Biochemie a technologie plísňových sýrů*. Praha: Středisko technických informací potravinářského průmyslu, 1967. 287 s.
- [11] DRÁB, Vladimír; VILÍMKOVÁ, Miroslava. *Sbírka mlékařských mikroorganismů LAKTOFLORA®*. Praha: MILCOM a.s., 4. vyd, 2003. 77 s.

- [12] DROŠČÁK, Tomáš. *Plíseň *Penicillium nalgiovense*, její vlastnosti a možnosti využití v potravinářství* [Absolventská práce]. Kroměříž: Vyšší odborná škola potravinářská Kroměříž, 2008. 60 s.
- [13] DUPONT, J. a kol. Molecular tools for identification of *Penicillium* starter cultures used in the food industry. *International Journal of Food Microbiology*. 49 (1999), 109-118 s.
- [14] DURIEUX, Alain; SIMON, Jean-Paul. *Applied Microbiology* [online]. Springer, 2001. [cit. 2009-04-10]. 275 s. ISBN: 0792368584. Dostupné z: <<http://books.google.com/books?id=7E2vsAfD3KUC&hl=cs>>.
- [15] ESSER, Karl a kol. *The mycota: a comprehensive treatise on fungi as experimental systems for basic and applied research* [online]. Springer, 2002. [cit. 2009-03-27]. 417 s. ISBN 3540415831. Dostupné z: <<http://books.google.com/books?id=WtCJrnxFvLUC&printsec=frontcover&hl=cs#PPR3,M1>>.
- [16] FASSATIOVÁ, Olga. *Plísně a vláknité houby v technické mikrobiologii*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1979. 211 s.
- [17] FÄRBER, P.; GEISEN, R. Karyotype of *Penicillium nalgiovense* and assignment of the penicillin biosynthetic genes to chromosome IV. *International Journal of Food Microbiology*. 58 (2000), 59-63 s.
- [18] FIERRO, Francisco a kol. High efficiency transformation of *Penicillium nalgiovense* with integrative and autonomously replicating plasmids. *International Journal of Food Microbiology*. 90 (2004), 237-248 s.
- [19] FOX, Patrick. *Dairy chemistry and biochemistry* [online]. London: Blackie Academic & Professional, 1998. [cit. 2009-04-22]. 478 s. ISBN 0-3064-8293-2. Dostupné z: <<http://www.knihovna.utb.cz/digital/presmeruj.php?sysnum=35658>>.
- [20] FOX, Patrick. *Fundamentals of Cheese Science* [online]. Gaithersburg, Maryland: Aspen, 2000. [cit. 2009-02-25]. 587 s. ISBN 1-59124-729-2. Dostupné z: <<http://www.knihovna.utb.cz/digital/presmeruj.php?sysnum=36906>>.

- [21] FOX, Patrick a kol. *Cheese - chemistry, physics and microbiology*. Volumes 1-2, generals aspect [online]. 3 vyd. San Diego: Academic, 2004. [cit. 2009-02-25]. ISBN 0-1226-3652-X.
Dostupné z: <<http://www.knihovna.utb.cz/digital/presmeruj.php?sysnum=35880>>.
- [22] GEISEN, Rolf. *P. nalgiovense* carries a gene which is homologous to the paf gene of *P. chrysogenum* which codes for an antifungal peptide. *International Journal of Food Microbiology*. 62 (2000), 95-101 s.
- [23] HANSEN, V.; NIELSEN V. Development of a semisynthetic cheese medium for fungi using chemometric methods. *Journal of Dairy Science* [online]. 80 (1997), (7), [cit. 2009-03-30], 1237-1245 s. Dostupné z:
<<http://jds.fass.org/cgi/reprint/80/7/1237?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=&fulltext=Penicillium+nalgiovense&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT>>.
- [24] HAVLÍČEK, Zdeněk. *Praktikum sýrařské výroby*. 1 vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1975. 272 s.
- [25] HERALTOVÁ, Veronika. *Výroba přírodních měkkých sýrů zrajících s plísní na povrchu* [Absolventská práce]. Kroměříž: Vyšší odborná škola potravinářská Kroměříž, 2006. 42 s.
- [26] HOCHSTRASSER, Walter; PRICE, Walter. Camembert cheese from pasteurized milk. *Journal of Dairy Science* [online]. 10 (1927), [cit. 2009-04-01] 448-459 s.
Dostupné z:
<<http://jds.fass.org/cgi/reprint/10/5/448?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=&fulltext=Camembert&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT>>.
- [27] HOLKO, Ivan; BUŇKOVÁ, Leona. *Potravinářská mikrobiologie* [Přednášky]. Zlín: Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, 2008.
- [28] HRABĚ, Jan; BŘEZINA, Pavel; VALÁŠEK, Pavel. *Technologie výroby potravin živočišného původu*. 1 vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008. 180 s. ISBN 978-80-7318-405-6

- [29] IBURG, Anne. *Lexikon sýrů*. Dobřejovice: Rebo Productions CZ, 2004. 301 s. ISBN 80-7234-379-3.
- [30] JACOBSEN, Tomas; HINRICHSEN, Lars. Bioformation of flavour by *Penicillium candidum*, *Penicillium nalgiovense* and *Geotrichum candidum* on glucose, peptone, maize oil and meat extract. *Elsevier Science*. 60 (1997), 409-416 s.
- [31] JESENSKÁ, Zdenka. *Penicillium nalgiovense Laxa* [online]. Praha : Státní zdravotní ústav, 1998 [cit. 2009-02-23]. Dostupné z: <<http://www.chpr.szu.cz/zpravy/P199/Priloha99.htm>>.
- [32] KARAHADIAN, C. a kol. Contribution of *Penicillium* sp. to the flavors of Brie and Camembert cheese. *Journal of Dairy Science* [online]. 1985, 68 (8), [cit. 2009-02-25]. 1865-1877 s. Dostupné z: <<http://jds.fass.org/cgi/reprint/68/8/1865?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=&author1=KARAHADIAN&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT>>.
- [33] KNĚZ, Václav. *Mlékařská příručka*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1974. 447 s.
- [34] KNĚZ, Václav; SEDLÁČKOVÁ, Hana. *Sýry a příprava sýrových pokrmů*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1991. 331 s. ISBN 80-03-00461-6.
- [35] KOPÁČEK, Jiří. Zapomenuté sýry. *Potravinářská revue*. Praha: AGRAL s. r. o., 3 (2008), 35-36 s. Dostupné z: <<http://www.agral.cz/LinkClick.aspx?fileticket=DJwt6JYQ5ws%3d&tabid=730&language=cs-CZ>>.
- [36] KUČERA, Jiří. *Význam mléka a mléčných výrobků ve výživě* [Bakalářská práce]. Brno: Masarykova Univerzita, 2008, 66 s.
- [37] LAICH, Federico a kol. Organization of the gene cluster for biosynthesis of penicillin in *Penicillium nalgiovense* and antibiotic production in cured dry sausages. *Applied and environmental microbiology*. 65 (1999), (3), 1236-1240 s.

- [38] LAICH, Federico a kol. Production of penicillin by fungi growing on food products: Identification of a complete penicillin gene cluster in *Penicillium griseofulvum* and a truncated cluster in *Penicillium verrucosum*. *Applied and environmental microbiology*. 68 (2002), 1211-1219 s.
- [39] LINHARTOVÁ, Libuše. *Zdraví, sílu najdeš v sýru!* [Bakalářská práce]. Brno: LF Masarykova Univerzita, 2007, 59 s.
- [40] MASUI, Kazuko; JAMADA, Tomoko. *Francouzské sýry*. 1 vyd. Praha: Slovart, 2007. 288 s. ISBN 978-80-7209-994-8
- [41] *Mlékárenské technologie I distanční text* [online]. Vzdělávací portál Sdružení CEPAC-Morava Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, 2007 [cit. 2008-08-15]. Dostupné z:
<http://utb.cepac.cz/Screens/ContentProvider.aspx/BYtuzBLLby24SvgHIyuczWkOxiCt4NXJttGgcma6k1/M0029_mlekarenska_technologie/distanzni_text/M0029_mlekarenska_technologie_distanzni_text.pdf>.
- [42] *Mlékárenské technologie II distanční text* [online]. Vzdělávací portál Sdružení CEPAC-Morava Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, 2007 [cit. 2008-08-15]. Dostupné z:
<http://utb.cepac.cz/Screens/ContentProvider.aspx/BYtuzBLLby24SvgHIyucxxdsqxS0LreahfWGyl9Dd3g1/M0029_mlekarenska_technologie/distanzni_text_II/M0029_mlekarenska_technologie_distanzni_text_II.pdf>.
- [43] MRÁZEK, Josef a kol. Využití plísně *Penicillium nalgiovense* k výrobě plísňového sýra. *Celostátní přehlídka sýrů 2007*. [online]. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2007. [cit. 2008-08-15], s. 232-236. ISBN 978-80-7080-661-6 Dostupné z:
<http://www.vscht.cz/tmt/prehliky/2007/Sbornik_CPS2007.pdf>.
- [44] MRÁZEK, Josef. *Technologie mléka a mléčných výrobků* [Přednášky]. Kroměříž: FT Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008.

- [45] MRÁZEK, Josef a kol. Plíseň *Penicillium nalgiovense* jako alternativa k výrobě plísňového sýra. *Potravinářská revue*. Praha: AGRAL s. r. o., 1 (2009), 53-55 s.
Dostupné z:
<<http://www.agral.cz/LinkClick.aspx?fileticket=jpFxyhHHZhk%3d&tabid=730&language=cs-CZ>>.
- [46] OSTRÝ, Vladimír. *Tvrdé, plísňové a tavené sýry* [online]. Národní referenční centrum pro mikroskopické houby a jejich toxiny v potravinových řetězcích, 2003 [cit. 2008-11-27]. Dostupné z: <<http://www.chpr.szu.cz/edukace/plisne7.html>>.
- [47] PAPAGIANNI, M.; PAPAMICHAEL, M. Modeling growth, substrate consumption and product formation of *Penicillium nalgiovense* grown on meat simulation medium in submerged batch culture. *Industrial Microbiology*. 34 (2007), 225-231 s.
- [48] PAUL-PRÖSSLEROVÁ, Ute. *Sýry na vašem stole*. Praha: Albatros, 2005. 191 s. ISBN 13-769-005.
- [49] PAVELKA, Antonín. *Mléčné výrobky pro vaše zdraví*. Brno: Littera, 1996. 105 s. ISBN 80-85763-09-5.
- [50] *Potravinářská mikrobiologie III - Mikrobiologie vybraných potravin distanční text* [online]. Vzdělávací portál Sdružení CEPAC-Morava Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, 2007 [cit. 2008-08-15]. Dostupné z:
<http://utb.cepac.cz/Screens/ContentProvider.aspx/qDzF3I_cwN8NZMJLcbPVHARRIjp-gbj0FmHkwTXjRo_o01/M0010_potravinarska_mikrobiologie/distancni_text_III/M0010_potravinarska_mikrobiologie_distancni_text_III.pdf>.
- [51] PROKŠ, Josef. *Mlékařství díl I*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1964. 222 s.
- [52] PROKŠ, Josef. *Mlékařství díl II*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1965. 365 s.

- [53] RAISTRICK, H.; ZIFFER, J. The colouring matters of *Penicillium nalgiovensis* Laxa. Part 1. nalgiovensin and nalgioxin. Isolation, derivatives and partial structures. *Studies in the Biochemistry of Microorganisms* [online]. London : University of London, 1951 [cit. 2008-11-20]. 563-574 s. Dostupné z: <<http://www.pubmedcentral.nih.gov/picrender.fcgi?artid=1197557&blobtype=pdf>>
- [54] RYSER, Elliot; MARTH, Elmer. *Listeria, listeriosis, and food safety* [online]. CRC Press, 2007. [cit. 2009-04-14]. 873 s. ISBN 0824757505 Dostupné z: <<http://books.google.com/books?id=NZsS6tbSAFYC&printsec=frontcover&hl=cs>>
- [55] SELGAS, D. a kol. Effect of selected mould strains on lipolysis in dry fermented sausages. *Eur Food Res Technol.* 209 (1999), 360-365 s.
- [56] SVOBODA, Miloslav a kol. *Abeceda mlékárenství*. 2. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1966. 315 s.
- [57] ŠILHÁNKOVÁ, Ludmila. *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnologii*. 3. vyd. Praha: Academia, 2002. 363 s. ISBN 8-85605-71-6.
- [58] TEPLÝ, Miloš a kol. *Nové směry v technice a technologii mlékárenského průmyslu*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1980. 243 s.
- [59] TEPLÝ, Miloš; MAYERA, Artur. *Technologie mléčných výrobků*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1981. 371 s.
- [60] TEPLÝ, Miloš a kol. *Čisté mlékařské kultury. Výroba, kontrola, použití*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1984. 295 s.
- [61] TEPLÝ, Miloš a kol. *Výroba sýrů, kaseinů a kaseinátů*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1985. 185 s.
- [62] Ve Francii se zostřuje boj kolem výroby camembertu. *Finanční noviny* [online]. 26.04.2008 [cit. 2008-08-22]. Dostupné z: <http://www.financninoviny.cz/zajimavosti/index_view.php?id=309524>.
- [63] WEIMER, Bart. *Improving the flavou of cheese* [online]. Cambridge: Woodhead, 2007, [cit. 2009-04-07]. ISBN 978-0-8493-9158-3 Dostupné z: <<http://www.knihovna.utb.cz/digital/presmeruj.php?sysnum=38134>>.

- [64] WONG, Noble. *Fundamentals of dairy chemistry* [online]. 3. vyd. Gaithersburg, Maryland: Aspen Publishers, 1999. [cit. 2009-04-07]. 779 s. ISBN 0-8342-1360-5
Dostupné z: <<http://www.knihovna.utb.cz/digital/presmeruj.php?sysnum=35662>>.
- [65] ZIMÁK, Evžen. *Technologie pro 4. ročník SPŠ studijního oboru zpracování mléka*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1988. 362 s.
- [66] ŽIŽKA, Bohumír; MARTINKOVÁ, Zdena. *Mikrobiologie pro 4. ročník střední průmyslové školy mlékárenské*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1980. 152 s.
- [67] ŽIŽKA, Bohumír; KORBELOVÁ, Marie. *Mikrobiologie I pro SPŠ potravinářské*. 1. vyd. Praha: Tiskařské závody, 1992. 195 s.

SEZNAM GRAFŮ

| | |
|--|----|
| <i>Graf 1:</i> Změny v chuti vzorku č. 1 v průběhu zrání. | 64 |
| <i>Graf 2:</i> Změny v chuti vzorku č. 2 v průběhu zrání. | 66 |
| <i>Graf 3:</i> Změny v chuti vzorku č. 3 v průběhu zrání. | 67 |
| <i>Graf 4:</i> Změny v chuti vzorku č. 4 v průběhu zrání. | 69 |
| <i>Graf 5:</i> Změny v chuti vzorku č. 5 v průběhu zrání. | 70 |
| <i>Graf 6:</i> Změny v chuti vzorku č. 6 v průběhu zrání. | 72 |
| <i>Graf 7:</i> Změny v chuti vzorku č. 7 v průběhu zrání. | 73 |
| <i>Graf 8:</i> Změny v chuti vzorku č. 8 v průběhu zrání. | 75 |
| <i>Graf 9:</i> Změny v chuti vzorku č. 9 v průběhu zrání. | 76 |
| <i>Graf 10:</i> Změny v chuti vzorku č. 10 v průběhu zrání. | 78 |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|----|
| Obr. 1: Etiketa Nalžovského sýra (Kopáček 2008, s. 35)..... | 17 |
| Obr. 2: Změny v sýru camembertského typu v průběhu zrání a růstu <i>Penicillium camemberti</i> na povrchu (upraveno, Weimer, 2007, s. 10, překlad). | 43 |
| Obr. 3: Tvořítka naplněná sýrovým zrnem při odkapávání..... | 55 |
| Obr. 4: Odkapávání sýrů v plastových formách | 56 |
| Obr. 5: Plísňové kultury na šikmé agarové půdě..... | 58 |
| Obr. 6: Zpracovaná sýřenina na zrno před naléváním..... | 60 |
| Obr. 7: Hodnotitelská tabulka..... | 63 |
| Obr. 8: Změna zbarvení vzorku sýra č. 1 v průběhu zrání vlivem <i>Penicillium nalgiovense</i> M-EK 4 a řez těstem sýra po třetím týdnu zrání..... | 63 |
| Obr. 9: Změna zbarvení vzorku sýra č. 2 v průběhu zrání vlivem <i>Penicillium nalgiovense</i> M-EK 6 a řez těstem sýra po třetím týdnu zrání..... | 65 |
| Obr. 10: Změna zbarvení vzorku sýra č. 3 v průběhu zrání vlivem <i>Penicillium nalgiovense</i> M-EK 72 a řez těstem sýra po třetím týdnu zrání..... | 66 |
| Obr. 11: Změna zbarvení vzorku sýra č. 4 v průběhu zrání vlivem <i>Penicillium nalgiovensis</i> CCDM 321 a řez těstem sýra po třetím týdnu zrání. | 68 |
| Obr. 12: Změna zbarvení vzorku sýra č. 5 v průběhu zrání vlivem <i>Penicillium nalgiovensis</i> CCDM 322 a řez těstem sýra po třetím týdnu zrání. | 69 |
| Obr. 13: Změna zbarvení vzorku sýra č. 6 v průběhu zrání vlivem <i>Penicillium nalgiovensis</i> CCDM 324 a řez těstem sýra po třetím týdnu zrání. | 71 |
| Obr. 14: Změna zbarvení vzorku sýra č. 7 v průběhu zrání vlivem <i>Penicillium nalgiovensis</i> CCDM 328 a řez těstem sýra po třetím týdnu zrání. | 72 |
| Obr. 15: Změna zbarvení vzorku sýra č. 8 v průběhu zrání vlivem <i>Penicillium nalgiovensis</i> CCDM 329 a řez těstem sýra po třetím týdnu zrání. | 74 |
| Obr. 16: Změna zbarvení vzorku sýra č. 9 v průběhu zrání vlivem <i>Penicillium camemberti</i> CCDM 797 a řez těstem sýra po třetím týdnu zrání. | 75 |
| Obr. 17: Změna zbarvení vzorku sýra č. 10 v průběhu zrání vlivem <i>Penicillium camemberti</i> CCDM 799 a řez těstem sýra po třetím týdnu zrání. | 77 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|--|----|
| <i>Tab. 1: Obsah tuku v sušině plísňových sýrů v závislosti</i> | 29 |
| <i>Tab. 2: Průměrné hodnoty chutí při zrání u vzorku č. 1 v procentech.</i> | 64 |
| <i>Tab. 3: Průměrné hodnoty chutí při zrání u vzorku č. 2 v procentech.</i> | 65 |
| <i>Tab. 4: Průměrné hodnoty chutí při zrání u vzorku č. 3 v procentech.</i> | 67 |
| <i>Tab. 5: Průměrné hodnoty chutí při zrání u vzorku č. 4 v procentech.</i> | 68 |
| <i>Tab. 6: Průměrné hodnoty chutí při zrání u vzorku č. 5 v procentech.</i> | 70 |
| <i>Tab. 7: Průměrné hodnoty chutí při zrání u vzorku č. 6 v procentech.</i> | 71 |
| <i>Tab. 8: Průměrné hodnoty chutí při zrání u vzorku č. 7 v procentech.</i> | 73 |
| <i>Tab. 9: Průměrné hodnoty chutí při zrání u vzorku č. 8 v procentech.</i> | 74 |
| <i>Tab. 10: Průměrné hodnoty chutí při zrání u vzorku č. 9 v procentech.</i> | 76 |
| <i>Tab. 11: Průměrné hodnoty chutí při zrání u vzorku č. 10 v procentech.</i> | 77 |
| <i>Tab. 12: Výsledné pořadí vzorků.</i> | 79 |

SEZNAM SCHÉMÁT

| | |
|---|----|
| <i>Schéma 1: Výroba měkkého přírodního sýra s plísní na povrchu.</i> | 42 |
| <i>Schéma 2: Druhá výroba (dne 20. 11. 2008 ve školním poloprovoze).</i> | 57 |
| <i>Schéma 3: Třetí výroba (dne 26. 11. 2008 ve školním poloprovoze).</i> | 59 |
| <i>Schéma 4: Čtvrtá výroba (dne 27. 2. 2009 ve školním poloprovoze).</i> | 61 |