

Úprava surovin a podmínek výroby vařeného sýra

Zdeněk Thon

Bakalářská práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav biochemie a analýzy potravin
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Zdeněk THON
Osobní číslo: T08420
Studijní program: B 2901 Chemie a technologie potravin
Studijní obor: Chemie a technologie potravin

Téma práce: Úprava surovin a podmínek výroby vařeného sýra

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Historie vařeného sýra.
2. Požadavky na jakost mléka.
3. Čisté mlékárenské kultury pro výrobu tvarohu.
4. Výroba tvarohu.
5. Výroba vařeného sýra.

II. Praktická část

1. Výroba tvarohu.
2. Úprava tvarohu.
3. Vlastní výroba.
4. Stanovení obsahu bílkovin rozpustných a nerozpustných.
5. Senzorické stanovení.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] FORMAN, Ladislav , et al. Mlékárenská technologie 2. druhé. Praha : VŠCHT Praha, 1996. 228 s. ISBN 80-7080-250-2.

[2] STRMISKA, Josef, et al. Výroba tvarohu a tvarohových specialit : Nové technologie. Praha : SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1991. 271 s. ISBN 80-03-00481-0.

[3] ZADRAŽIL, Karel. Mlékařství : Přednášky. první. Praha : Nakladatelství ISV, 2002. 127 s. ISBN 80-86642-15-1.

[4] HRABĚ, Jan, et al. Technologie výroby potravin živočišného původu : bakalářský směr. první. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Academia Centrum, 2006. 180 s. ISBN 80-7318-405-2.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Josef Mrázek

Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání bakalářské práce:

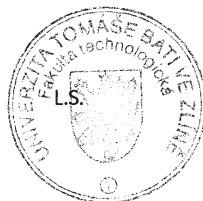
25. února 2011


Termín odevzdání bakalářské práce:

30. května 2011

Ve Zlíně dne 21. března 2011

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan




doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady uvedené v seznamu použité literatury.

V Kroměříži dne podpis:

ABSTRAKT

Má bakalářská práce se skládá ze dvou částí. První je teoretická a zabývá se historií vařeného sýra, jakostí mléka a čistými mlékařskými kulturami pro výrobu tvarohu, samotnou výrobou tvarohu a výrobou vařeného sýra. Druhá část, praktická je zaměřená na výrobu vařeného sýra. Výroba byla realizována v laboratorních podmínkách v Kroměříži. U prozrálého tvrdého tvarohu byla stanovena procenta celkových a nerozpustných bílkovin a sýr byl senzorycky ohodnocen.

Klíčová slova: Vařený sýr, tvaroh, mléko

ABSTRACT

My thesis consists of two parts. The first is theoretical and deals with the history of cooked cheese, milk quality and clean milk cultures for the production of cheese, of its capacity, the production of cottage cheese and cooked cheese production. The second part focuses on the practical production of cooked cheese. Production was carried out under laboratory conditions in. The mature hardwood curd was determined and a percent of total non-soluble proteins and cheese was organoleptically evaluated.

Keywords: Cooked cheese, cottage cheese, milk

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 HISTORIE VAŘENÉHO SÝRA	10
2 POŽADAVKY NA JAKOST MLÉKA	11
2.1 POŽADAVKY NA JAKOST MLÉKA PRO VÝROBU TVAROHU.....	12
2.1.1 Kysací schopnost mléka	13
2.1.2 Vlivy působící na kysací schopnost mléka.....	13
2.1.3 Sýřitelnost mléka.....	15
2.1.4 Vlivy působící na sýřitelnost mléka	16
3 ČISTÉ MLÉKAŘSKÉ KULTURY A SYŘIDLA PRO VÝROBU TVAROHU	17
3.1 POŽADAVKY NA SYŘIDLA PRO VÝROBU TVAROHU.....	17
3.2 ČISTÉ MLÉKAŘSKÉ KULTURY PRO VÝROBU TVAROHU.....	19
3.2.1 Směsná smetanová kultura	20
3.2.2 Jogurtová kultura.....	20
3.2.3 Termofilní kultura	21
3.3 POŽADAVKY NA VLASTNOSTI ČISTÝCH MLÉKAŘSKÝCH KULTUR PRO VÝROBU TVAROHU	22
4 VÝROBA TVAROHU	23
4.1 ÚPRAVA MLÉKA	23
4.1.1 Tepelné ošetření mléka.....	23
4.1.2 Úprava tučnosti mléka.....	23
4.1.3 Úprava kyselosti mléka	24
4.2 VÝROBA MĚKKÉHO TVAROHU	24
4.2.1 Tradiční způsob výroby měkkého tvarohu	25
4.2.1.1 Teplota srážení.....	26
4.2.1.2 Sýření mléka	26
4.2.1.3 Zpracování tvarohoviny – krájení.....	27
4.2.1.4 Odkapávání tvarohu.....	27
4.2.2 Zařízení na výrobu měkkého tvarohu.....	28
4.3 VÝROBA TVRDÉHO TVAROHU	28
4.3.1 Fyzikální vlastnosti kyselého vysráženého gelu.....	29
4.3.2 Tradiční způsob výroby tvrdého tvarohu	29
4.4 VÝROBA PRŮMYSLOVÉHO TVAROHU	30
4.4.1 Dvoutepelný způsob výroby průmyslového tvarohu.....	31
4.4.2 Jednotepelný způsob výroby průmyslového tvarohu	31
4.4.3 Termofilní způsob výroby průmyslového tvarohu	32
5 VÝROBA VAŘENÉHO SÝRA	33
II PRAKTICKÁ ČÁST	34
6 VÝROBA TVAROHU	35

6.1	VÝROBA TVRDÉHO TVAROHU	35
6.2	VÝROBA MĚKKÉHO TVAROHU	39
7	ÚPRAVA TVAROHU	42
8	VLASTNÍ VÝROBA	44
8.1	VÝROBA PRVNÍ	44
8.2	VÝROBA DRUHÁ	44
8.3	VÝROBA TŘETÍ	44
8.4	VÝROBA ČTVRTÁ	45
9	STANOVENÍ OBSAHU BÍLKOVIN CELKOVÝCH ROZPUSTNÝCH A NEROZPUSTNÝCH	47
9.1	PRACOVNÍ POSTUP	47
9.2	VYHODNOCENÍ STANOVENÍ CELKOVÝCH, ROZPUSTNÝCH A NEROZPUSTNÝCH BÍLKOVIN	50
10	SENZORICKÉ STANOVENÍ	51
10.1	VYHODNOCENÍ	52
	ZÁVĚR	53
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	54
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	55
	SEZNAM OBRÁZKŮ	56
	SEZNAM TABULEK	57

ÚVOD

Mléčné výrobky jsou dnes nedílnou součástí našeho jídelníčku. Zatímco v dávných dobách to bylo pouze mléko, které doplňovalo základní stravu, později se díky empirickým zkušenostem, novým objevům a nutnosti konzervace rozvinul i mlékárenský průmysl, který zpracovával mléko na různé produkty. Tyto produkty pak mohly být využívány buď jako vedlejší nebo hlavní část pokrmů. Nedílnou součástí sortimentu výrobků mlékárenského průmyslu v Rakousku tvoří i vařené sýry. Jejich sortiment je velice rozmanitý, přesto se odborníci snaží hledat stále nové variace.

Teoretická část práce je rozdělena do několika částí. První část popisuje historii vařeného sýra, který se vyrábí především v Rakousku. Druhá část se zabývá jakostí mléka pro výrobu tvarohu. V třetí části popisují různé bakterie mléčného kvašení a vlivy syřidla, které jsou využívány při výrobě tvarohu. Čtvrtá část se zabývá výrobou tvarohů a to měkkého, tvrdého a průmyslového, které jsou surovinou pro výrobu vařených sýrů. Poslední část je věnována vlastní výrobě vařeného sýra.

Praktická část zahrnuje metodiku, kde je popsána výroba měkkého a tvrdého tvarohu, úprava tvarohu a výroba vařeného sýra. Dále jsou zde popsány metody využití při sensorickém hodnocení sýrů a stanovení celkových a rozpustných bílkovin prozrálého tvarohu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORIE VAŘENÉHO SÝRA

Zmínku o vařených sýrech jsem vyhledal, v rakouském časopisu Konsument. [1] Zajímavé je, že distribuční území tohoto sýra je v Rakousku. Když začneme v Horním Rakousku tak tam je vařený sýr nazýván „Gesottener Käse“. V Grieskirchenu v části Horních Rakous Hausruckviertel, jsou prodávány a vyráběny Wiesner vařené sýry. Když se dostáváme do údolí řeky Enns, která protéká Štýrskem, je vařený sýr ještě produkován v jednotlivých zemědělských podnicích.

Od svatého Michaela až do Judenburgu najdeme štýrské vařené sýry (Steirerkas) s bílou plísní. Steirerkas byly v 17. století zdokumentovány a v této době byly jednou z nejdůležitějších potravin horníků pracujících v hornictví štýrském. V oblasti Korutan se tento druh sýru nazývá jako sýr Glundner. V prostoru u Svatého Víta, řeky Drávy a Klagenfurtu až po správní okres v rakouské spolkové zemi Korutany Spittal je sýr nazýván Glundner. V těchto úzce vymezených zeměpisných oblastí Mühlviertel - Hausruckviertel - Ennstal - Murtal - Drautal je oblast distribuce vařeného sýra. Tento sýr je často pojídán na svačinu s octem a pečivem, nebo tepelně upravován s olejem a nakrájenou cibulí.

2 POŽADAVKY NA JAKOST MLÉKA

Všeobecně platné legislativní požadavky na jakost syrového mléka jsou uvedeny v Nařízení EP a Rady (ES) č. 853/2004, ve znění č. 1662/2006, kterými se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. [2]

Syrové mléko a mlezivo musí pocházet od zvířat:

- která nevykazují žádný příznak nakažlivé choroby přenosné mlékem a mlezivem na člověka; zvláštní důraz se přitom klade na brucelózu a tuberkulózu;
- která jsou celkově v dobrém zdravotním stavu, nevykazují známky nákazy, která by mohla mít za následek kontaminaci mléka a mleziva, a zejména netrpí žádnou infekcí pohlavního ústrojí doprovázenou výtokem, ani enteritidou s průjmem, doprovázenou horečkou, nebo viditelným zánětem vemene;
- která nevykazují žádné zranění vemene, jež by mohlo mít vliv na mléko a mlezivo;
- kterým nebyly podány nepovolené látky či přípravky;
- u nichž byla v případě podání povolených přípravků či látek dodržena ochranná lhůta stanovená pro tyto přípravky a látky.

Dále jsou stanoveny základní parametry pro syrové mléko:

- Mikrobiologická čistota mléka pro výrobu sýrů by měla být co nejlepší. Rozhodující není jen nízký celkový počet zárodků, ale zejména nepřítomnost bakterií máselného kvašení, hnilobných a plynotvorných bakterií. [3]
- Obsah mikroorganismů v syrovém kravském mléce při 30°C $\leq 100\ 000$ KTJ v 1 ml;
- Obsah mikroorganismů v mléce od jiných druhů než krav při 30°C $\leq 1\ 500\ 000$ KTJ v 1 ml; pokud je určeno na produkci výrobků ze syrového mléka postupem bez tepelné úpravy snižuje se tato hodnota na $\leq 500\ 000$. (Obsahy mikroorganismů jsou vždy počítány jako klouzavý geometrický průměr za dvouměsíční období, alespoň dva vzorky za měsíc.)
- Obsah somatických buněk v 1 ml kravského mléka $\leq 400\ 000$, počítáno jako klouzavý geometrický průměr za tříměsíční období, alespoň jeden vzorek za měsíc.

Obsah reziduí antibiotik nesmí překročit povolené hodnoty jak pro celkový obsah, tak pro jednotlivé druhy.

Pokud syrové mléko nesplňuje výše uvedené požadavky, musí provozovatel potravinářského podniku informovat příslušný orgán a přijmout opatření k nápravě.

2.1 Požadavky na jakost mléka pro výrobu tvarohu

Pro výběr mléka na výrobu tvarohu platí obecné zásady jako pro ostatní mlékárenské výrobky. Kromě toho je požadována jeho dobrá kysací schopnost a sýřitelnost. [4] Mléko určené k výrobě tvarohu by mělo pocházet od zdravých dojnic produkujících mléko s vysokým podílem kaseinových bílkovin s dobrou sýřitelností.

Pokud jde o chemické složení mléka, hodnotí se zejména obsah bílkovin (kaseinu) a tuku, protože obě vyjmenované složky vytvářejí nejdůležitější složky sušiny tvarohu a podílejí se hlavní měrou na výtěžnosti sýrů. Čím je obsah tuku a bílkovin v mléce vyšší, tím méně mléka je třeba na výrobu 1 kg tvarohu a tím je výtěžnost vyšší. [5]

Kvalitu mléka ovlivňují podmínky chovu, ustájení, krmný režim, i způsob získání mléka, na kterém závisí i hygienická jakost nadojeného mléka. Chlazení mléka v zemědělské prvovýrobě sice potlačuje rozvoj kyselinotvorné mikroflóry, ale na druhé straně se zastoupením mikroorganismů mění ve prospěch psychrotrofní mikroflóry, která produkuje termorezistentní lipolytické a proteolytické enzymy. Lipolýza v mléce je podpořena nízkooenergetickými krmnými dávkami, mechanickým namáháním mléka během jeho přepravy a ošetření, ale také smícháním teplého a studeného mléka. Tyto faktory jsou příčinou aktivace nativních mléčných lipáz.

Také v mléce dojnic nemocných mastitidou stoupá lipolytická aktivita. Uvolněné mastné kyseliny z triacylglycerolů mléčného tuku mají negativní vliv jak na kysací schopnost, tak na sýřitelnost mléka. Při onemocnění dojnic mastitidou stoupá i obsah sérových mléčných bílkovin v poměru ke kaseinu. Tím se pochopitelně snižuje výtěžnost výroby tvarohu, nehledě na porušení sýřitelnosti vlivem narušené rovnováhy mléčných bílkovin a minerálních látek v mastitidním mléce.

Kysací schopnost i sýřitelnost je změněna i přítomností inhibičních látek, které mohou mít přirozený původ v mléce nebo jsou exogenního původu. K přirozeným inhi-

bičným látkám patří imunitní globuliny, lysozym, laktoferin a laktoperoxidásovy systém ve spojení s thiokyanátovým aniontem.

Přirozené antibakteriální systémy mléka se většinou ničí pasterací. Jejich funkce je však významná při uchovávání syrového mléka před jeho dalším ošetřením v mlékárně, neboť zabraňují nežádoucím pomnožení mikroorganismů v syrovém mléce. Aktivita antibakteriálních systémů se zvyšuje při onemocnění dojnic.

Samozřejmým požadavkem na mléko k výrobě tvarohu je celkově nízký počet mikroorganismů. Kontaminující mikroorganismy mohou svými antagonistickými vztahy nebo svými metabolickými produkty negativně působit nejen na růstovou aktivitu čistých mlékařských kultur, ale i na kvalitu finálních výrobků. V některých případech se nežádoucím způsobem uplatňují termorezistentní kontaminující mikroorganismy.

2.1.1 Kysací schopnost mléka

Kysací schopností mléka rozumíme souhrn vlastností, na kterých závisí aktivita mikroorganismů. [4] Mléko je zdrojem substrátů pro výživu bakterií čistých mlékařských kultur, jejichž růstová aktivita je do jisté míry ovlivněna přístupností živin. Limitujícím faktorem mohou být v některých případech zejména volné aminokyseliny nebo nízkomolekulární peptidy, ale i fosforečnany, citráty, Mn^{2+} , Mg^{2+} .

Kysací schopnost mléka je závislá na složení mléka a jeho změnách vlivem různých činitelů. Uplatňují se zde podmínky prvovýroby, jako je zdravotní stav dojnic, způsob jejich výkrmu, úroveň hygieny, sanitace a ošetření mléka až do období jeho zpracování. Kromě těchto základních činitelů je kysací schopnost ovlivněna i nežádoucími ekologickými vlivy a přítomností cizorodých látek v mléce.

Porušená kysací schopnost mléka je vždy upozorněním, aby byly znovu pečlivě kontrolovány veškeré dostupné kvalitativní ukazatele jakosti mléka.

2.1.2 Vlivy působící na kysací schopnost mléka

Kysací schopnost mléka je ovlivňována změnami ve složení mléka, druhem a počtem přítomných kontaminujících mikroorganismů a konečně i účinkem cizorodých látek. [4] Vzhledem k termolabilitě nativních antibakteriálních systémů mléka a případně i vzhledem k změnám bílkovin se kultury lépe pomnožují v mléce, které bylo

předběžně podrobeno tepelnému ošetření. Kysací schopnost pasterovaného mléka je přesto ovlivněna metabolity kontaminující mikroflóry, i když její převážná část je zničena pasterací.

V mléce skladovaném při teplotě 4 až 10°C jsou produkovány termostabilní enzymy, lipázy a proteasy, jejichž aktivita se projeví i v pasterovaném mléce. Produkty proteolýzy bílkovin nemají negativní dopad na kysací schopnost mléka, spíše činí proteolyzovanou bílkovinu přístupnější pro metabolismus bakterií mléčného kvašení. Pokročilá proteolýza kaseinu termostabilními proteasami psychrotrofních mikroorganismů ale konkuruje nejen izoelektrickému srážení mléka mléčnou kyselinou vytvořenou čistými kulturami, ale také specifickému působení syřidlových enzymů. Mění se tím charakter vytvořené sraženiny. Nespecificky proteolyzované bílkoviny tvoří rozpustné produkty přecházející do syrovátky, čímž se snižuje výtěžnost výroby tvarohu.

Naproti tomu produkty lipolýzy mléčného tuku přímo omezují růstovou aktivitu čistých mlékařských kultur. Lipasy v mléce jsou buď nativní, nebo se jedná o lipasy mikrobiálního původu. Oba typy lipas produkují z triacylglycerolů volné mastné kyseliny, přičemž jak nižší, tak vyšší mastné kyseliny zpomalují nebo úplně zastavují prokysání mléka podle rozsahu lipolytických změn.

Předpokládá se, že nižší mastné kyseliny, především mravenčí, octová, propionová a máselná, mají toxický účinek na mikroorganismy, vyšší mastné kyseliny se adsorbují na povrchu substrátů a brání jejich přístupnosti pro trofiku mikroorganismů, a omezují tak výrazně jejich kvalitu. Protože nižší mastné kyseliny přecházejí do vodné fáze mléka, uplatňuje se následek lipolytických změn i při výrobě tvarohu z odstředěného mléka. Extrémní případem vlivu volných mastných kyselin na mikroorganismy je úplný mikrobicidní účinek žluklého mléčného tuku, takže v mléce pak dochází k totálnímu úbytku mikroorganismů a je dosaženo jeho sterility.

Příčinou porušené kysací schopnosti mléka je i přirozený antimikrobiální systém. Jeho podstatou tvoří systémy laktoperoxidas-thiokianát, laktoferin a lysosym. K aktivaci nativního laktoperoxidasového systému dochází i nepatrnými přísadkami peroxidu vodíku ve spojení se zvýšením nativního obsahu thiokyanátu v mléce, například při zkrmování brukvovitých rostlin. Zbytky čistých prostředků obsahujících

peroxydy mohou také přispět k aktivaci přirozeného antibakteriálního systému mléka, a to i při velmi nízkých koncentracích.

Protože nativní antimikrobiální systém mléka je částečně termolabilní, je rozhodující zkoušení kysací schopnosti mléka ošetřeného stejným způsobem jako při technologickém zpracování mléka s použitím čistých mlékařských kultur používaných při vlastní výrobě.

Vyšší koncentrace látek obsahujících peroxydy nebo aktivní chlor, případně zbytky čisticích prostředků na bázi organicky vázaného jodu mají pochopitelně nepříznivý účinek na kysací schopnost mléka. Do jisté míry se může projevit i přítomnost povrchově aktivních látek.

K výraznému porušení kysací schopnosti mléka dochází v přítomnosti reziduí veterinárních léčiv s antibakteriálním účinkem, jako jsou antibiotika, sulfonamidy a léčiva obsahující látky inhibující v mikroorganismech metabolismus fosfátů. Přítomnost reziduí antibiotik v mléce je dnes snadno prokazatelná různými testy, které většinou využívají citlivost testovaného kmene *Bacillus stercophilus* vůči antibiotikům.

Další z příčin porušení kysací schopnosti mléka spočívá v přítomnosti fágů v mléce. Z toho důvodu je třeba věnovat maximální pozornost dodržování podmínek hygieny a sanitace při výrobě v mlékárně. Účinnou obranou proti pomnožování virové infekce fágů je rotace používaných kultur, výběr fágorezistentních kultur a používání kultaivačních médií s vázaným vápníkem, které omezují možnosti pomnožení fága přímo v matečních a provozních zákysech. Možnosti pomnožení fágů omezuje i použití koncentrátů čistých mlékařských kultur určených k přímému zaočkování mléka.

2.1.3 Sýřitelnost mléka

Podstatou sladkého srážení mléka je působení proteolytických enzymů na strukturu kaseinu s následným propojováním „vápníkovými můstky“ na útvary s vysokou hmotností, které vypadávají z roztoku. Syřidla jsou proteolytické enzymy, které se vyznačují substrátovou specifikou vůči kaseinu. Podle původu se dělí na živočišná (izolované z žaludků živočichů – telecí chymozin, vepřový nebo kuřecí pepsin), rostlinná (výtažky ze šťáv některých rostlin – moruše, fíkovník, svízel) a mikrobiální (vyrábějí se izolací enzymů jak bakteriálních, kvasinkových, tak i plísňových kultur). [6, 7]

2.1.4 Vlivy působící na sýřitelnost mléka

Sýřitelnost mléka je důležitým předpokladem zdárné výroby sýrů a tvarohu, i když se zde účinek syřidla uplatňuje v mnohem menší míře. [4] Přesto je charakter sraženiny ovlivňován syřidlem z hlediska jejich fyzikálních a mechanických vlastností, pevnosti, rychlosti sedimentace a odstřed'ování ale i z hlediska dosahované sušiny tvarohu v důsledku synereze tvarohové suspenze.

Sýřitelnost mléka je silně závislá na koncentraci iontů v mléce. Vyšší koncentrace NaCl, například v mastitidním mléce, zpomaluje koagulaci mléka, snižuje pevnost sraženiny a následkem toho se nejen obtížně dosahuje oddělení sraženiny od syrovátky, ale snižuje se výtěžnost vyráběného tvarohu a vznikají obtíže i při dosažení normované sušiny.

Záhřevem mléka při pasteraci se část volného vápníku mění na nerozpustné fosforečnany a porušuje se sýřitelnost mléka, prodlužuje se čas srážení, synereze je pomalá, tvoří se měkký sýřenina zadržující více syrovátky. Náprava je možná přidávkem volných vápenatých iontů. Další faktorem snížení účinnosti syřidel mohou být nežádoucí rezidua čisticích prostředků v mléce.

3 ČISTÉ MLÉKAŘSKÉ KULTURY A SYŘIDLA PRO VÝROBU TVAROHU

Syřidlové enzymy a čisté mlékařské kultury vedle strojně-technologického zařízení spolu se správným vedením technologického postupu tvoří základní předpoklady k tomu, aby z kvalitní suroviny byl vyráběn kvalitní tvaroh. [4]

Při výrobě tvarohů se uplatňuje syřidlové a kyselé srážení kaseinu z mléka s převahou kyselého srážení. Tím se výroba tvarohu liší od výroby sýrů.

Kyselé srážení kaseinu při výrobě tvarohů je vyvoláno působením mléčné kyseliny. Mléčná kyselina se tvoří metabolickou přeměnou laktosy enzymovými systémy čistých mlékařských kultur. Hlavními pochody tohoto metabolismu je enzymová hydrolyza laktosy bakteriální β -fosfo-galaktosidasou a následná isomerie monocukrů a jejich anaerobní glykolýza na mléčnou kyselinu. Působením enzymů čistých mlékařských kultur kromě toho zajišťuje i vznik chuťových látek, a tím ovlivňuje výsledné chuťové vlastnosti tvarohu.

3.1 Požadavky na syřidla pro výrobu tvarohu

Podstata účinku syřidel spočívá v enzymové aktivitě speciální skupiny proteolytických enzymů. Z hlediska nejobecnějšího pohledu jsou syřidla enzymy charakteru proteinas s optimem aktivity v kyselé oblasti pH, přičemž tyto proteinasy mají vysokou koagulační aktivitu, tj. schopnost koagulovat sladké mléko, ale současně se vyznačují úzkou substrátovou specifikou a s časem pouze pomalu pokračující proteolýzou. Nativním substrátem pro působení syřidlových proteinas je kaseinový komplex, z něj pak především κ -kasein, který specificky a velmi omezeně podléhá hydrolyze v průběhu vlastní koagulace mléka. V pozdějším stádiu jsou postupně pomalu proteolyzovány i kaseiny α_{s1} a β . Základním požadavkem je tvorba stabilní sraženiny bez intenzivního pokračování její proteolýzy doprovázené vznikem rozpustných peptidů. Přitom má být přednostně proteolyzován α_{s1} -kasein ve srovnání s rychlostí proteolýzy β -kaseinu. Ačkoliv toto kritérium platí především pro výrobu sýrů, má platnost i pro výrobu tvarohu. Zde je však třeba vzít v úvahu, že v průběhu výroby poklesne pH tvarohové suspenze až na hodnotu 4,2 až 4,3. U proteinas s širokou substrátovou specifikou v této oblasti pH nastává pak intenzivní proteolýza kaseinového komplexu za

vzniku rozpustných bílkovinných produktů přecházejících při výrobě tvarohu do syrovátky. Zvýšená proteolýza vede ke snížení výtěžnosti výroby tvarohu. Rychlá a nespecifická proteolýza kaseinu je nejen příčinou ztrát bílkovin v syrovátce, ale i vzniku chuťových vad, zejména hořknutí tvarohu.

Pokračující proteolýza je závislá na zbytkové koncentraci syřidlových proteinů vázaných na kasein. V případě tvarohu se díky nižšímu pH váže vyšší podíl proteinů na tvarohovou suspenzi. Tím se může uplatnit nespecifická proteolýza. Přebytečná proteolýza způsobí nespecifickou hydrolyzou α_{s1} i β -kaseinu a dochází k tvorbě hořkých peptidů, které mohou zcela znehodnotit finální tvaroh během skladování. Vznik hořkých peptidů není jen záležitostí aktivity syřidlových proteinů, ale vzájemně souvisí a s proteolytickou aktivitou čistých mlékařských kultur.

Následuje třetí stupeň proteolýzy, na který se podílejí peptidasy čistých mlékařských kultur, které hydrolyzují hořké peptidy na nižší nebohé peptidy a aminokyseliny. Je známo, že čisté mlékařské kultury, resp. jednotlivé druhy bakterií vyznačující se pomalou schopností prokysávání jsou současně velmi často příčinou tvorby hořkých peptidů. Je tomu tak patrně proto, že tyto kultury postrádají dostatečně aktivní peptidázový systém, zajišťující jak jejich vlastní metabolismus, tak dostatečně rychlé odbourávání hořkých peptidů.

Je pochopitelné, že i různé typy syřidel mohou být příčinou nadměrné tvorby hořkých peptidů, k jejichž odbourávání pak nestačí běžná aktivita přítomných enzymových systémů čistých mlékařských kultur. Hořké peptidy mohou vznikat jak z β tak z α_{s1} -kaseinu. Přednostním zdrojem hořkých peptidů je ale β -kasein. Vzhledem k tomu, že β -kasein má patrně významnou úlohu i pro soudržnost kaseinových micel, je požadavek jeho omezené proteolýzy oprávněný. Samozřejmě, že celkový rozsah proteolýzy při výrobě tvarohu musí dosáhnout minimální úrovně tak, aby se vytvořená tvarohovina jednak nerozpouštěla vlastní proteolýsou, ale aby také měla správné fyzikální vlastnosti, především pevnost a schopnost synereze. Tyto vlastnosti zajišťují, že jednotlivé části tvarohové suspenze se nebudou rozpadat a mechanicky tříštit na jemné podíly, které přecházejí do syrovátky. Naproti tomu správný průběh synereze, tj. uvolňování syrovátky z částic tvarohoviny, zaručuje odlučování syrovátky z částic tvarohoviny, zaručuje odlučování syrovátky v potřebné míře, a tím dosažení normované sušiny tvarohů.

Ačkoliv mléko lze koagulovat téměř všemi proteasamy, pouze omezený počet jich vyhovuje pro praktické využití. Původně se v mlékařství používala výhradně chymozinová syřidla získávaná z telecích slezů sajících telat. Chymozinová syřidla v důsledku nedostatku výchozích surovin byla stále ve větší míře nahrazována jinými typy proteinas především živočišného a mikrobiálního původu.

3.2 Čisté mlékařské kultury pro výrobu tvarohu

Tepelným ošetřením mléka dochází ke zničení nejen „škodlivé“, ale i „užitečné“ mikroflóry, která má nezastupitelný technologický význam, proto je nutné do mléka přidat „kulturní“ mikroorganismy. [7]

Účelem použití čistých mlékařských kultur při výrobě tvarohu je úprava kyselosti mléka před syřením, dále tvorba kyseliny mléčné spolu s aromatickými chuťovými látkami, snížení pH, jež má do jisté míry i konzervační účinek bránící rozvoji hnilobných bakterií. Kyselé prostředí tvarohu je naopak vhodným prostředím pro růst kvasinek a plísní.

Výběru a použití čistých mlékařských kultur musí být věnována náležitá pozornost, protože na kvalitě kultur značně závisí nejen průběh technologie, ale především kvalita finálního produktu.

Dosud v našich mlékárnách přetrvává používání tekutých kultur. V zahraničí se běžně používají kultury lyofilizované nebo zmražené, a to buď pro přípravu matečných a provozních zákysů, nebo k přímému zaočkování výrobní šarže mléka. Pak se jedná o koncentráty bakterií mléčného kvašení. Výhodou použití koncentrátů čistých mlékařských kultur je standardnost používaných bakteriálních kultur, zamezení možností uplatnění bakteriofágů a vyloučení nestandardních postupů během přípravy matečných a provozních zákysů. Výroba tvarohu vzhledem k dlouhé době kultivace 16 až 18 hodin je ideální případem pro aplikaci koncentrátů čistých mlékařských kultur, protože během technologického postupu je dostatečný čas k oživení koncentrátu po jeho zaočkování do mléka.

3.2.1 Směsná smetanová kultura

Smetanové směsné kultury jsou základem výroby širokého sortimentu mléčných výrobků (tvarohu, sýrů, mléčných zakysaných nápojů atd.). Mikroflóru klasických směsných kultur tvoří kmeny streptokoků mléčného kvašení mezofilního charakteru, produkující dostatečné množství kyseliny mléčné: *Lactococcus lactis subsp. Lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris* a kmeny důležité z hlediska produkce aromatických složek: kmeny aromatvorných leukonostoků typu *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris* a *Leuconostoc mesenteroides subsp. dextranicum*. V obou směrech se uplatňuje biochemická aktivita kmenů *Lactococcus lactis subsp. bv. Diacetylactis*. [8]

Při optimální kultivační teplotě 23°C směsná smetanová kultura dosáhne titrační kyselosti 39 až 41 SH, odpovídající pH 4,3 až 4,7 obsahuje 0,7 až 1 % kyseliny mléčné. Při uvedené kultivační teplotě se tvoří také nejvíce diacetilu jako hlavní aromatvorné složky. Se zvyšováním kultivační teploty zaniká schopnost kultury tvořit aromatvorné látky, k nimž patří i acetaldehyd. Optimální tvorba aromátu nastává přibližně při pH 4,3, ke hromadění aromatvorných látek dochází až pod pH 5,2.

K rychlejšímu dosažení potřebné kyselosti sraženiny je výhodné očkovat mléko kulturami v logaritmické fázi pomnožování mikroorganismů, tj. u smetanové kultury po době kultivace 8 až 12 hodin. Matečné kultury se pěstují zásadně ve sterilním vybraném mléce nebo v obnoveném sušeném mléce, sterilace při 121°C 19 až 20 minut.

Při rozmnožování matečných kultur se sterilní odstředěné nebo plnotučné mléko očkuje 0,5 až 1 % tekuté kultury a kultivace probíhá při teplotě 23°C 16 až 20 hodin.

Mléko pro přípravu provozního zákysu se pasteruje v duplikátorovém zákysníku s míchadlem při teplotě 90 až 95°C s výdrží 30 minut a po zchlazení na kultivační teplotu se zaočkuje 0,5 až 1 % matečného zákysu. Po dosažení optimálních hodnot titrační kyselosti za 16 až 20 hodin v rozmezí 38 až 40 SH se provozní zákys ihned zchladí a použije se k zaočkování pasterovaného mléka určeného k výrobě tvarohu.

3.2.2 Jogurtová kultura

Používá se pro výrobu termofilního průmyslového tvarohu, kultivuje se za všeobecně známých podmínek při optimální teplotě 40 až 45°C, přičemž sráží mléko za 2,5 až 3

hodiny. *Streptococcus thermophilus* má růstové optimum při teplotě 40 až 45°C, mléko sráží za 24 hodin. Je poměrně velmi termorezistentní, virulentní kmeny snášejí záhřev 15 minut při teplotě 80°C. tvoří pravotočivou kyselinu mléčnou, nepatrně štěpí kasein.

Lactobacillus delbreuckii subsp. bulgaricus má růstové optimum při teplotě 45°C, je méně tepelně odolný, růstová aktivita je již omezena nad 60°C. tvoří inaktivní i levotočivou kyselinu mléčnou. Titrační kyselost uzrálé kultury má dosáhnout po 2 až 3 hodinách při teplotě 40 až 45°C hodnoty 45 až 60 SH, poměr streptokoků a laktobacilů má být 1:1, nejvýše 1:2, pH 4,2 až 4,3. Při překysání jogurtové kultury převládají laktobacily, zatímco streptokoků ubývá. Optimální kultivační teplota je také nejvhodnější k tvorbě jogurtového aromátu, snížením zracích teplot se schopnost tvorby aromátu jogurtovou kulturou ztrácí.

V jogurtové kultuře existují symbiotické i antagonistické vztahy mezi streptokoky a laktobacily. Laktobacily zajišťují svou vyšší proteolytickou činností tvorbu volných aminokyselin z bílkovinných substrátů a zajišťují tak trofiku streptokoků, které naopak v první fázi kultivace vytvářejí nižší pH nutné pro růst laktobacilů. V pozdějším stádiu kultivace laktobacily tvoří větší množství kyseliny mléčné a omezují tak růstovou aktivitu streptokoků citlivějších na její vyšší koncentrace.

Lactobacillus acidophilus má optimální kultivační teplotu při 37°C, při době zrání 12 až 16 hodin tvoří 1,6 až 2 % kyseliny mléčné, titrační kyselost dosahuje 60 až 90 SH. Používá se většinou ve směsích s jinými mikroorganismy, aby se zabránilo nekysávání mléka. Má dietetický význam, omezuje rozvoj hnilobné mikroflóry, tvoří termorezistentní antibiotika.

3.2.3 Termofilní kultura

Složena z *Lactobacillus helveticus* a *Streptococcus thermophilus*, kterou lze kultivovat buď jako směsnou kulturou při teplotě 40°C po dobu 16 až 18 hodin, konečná titrační kyselost kultury dosáhne hodnoty 60 až 80 SH, nebo při oddělené kultivaci *Streptococcus thermophilus* dosáhne titrační kyselost hodnot 30 až 45 SH a *Lactobacillus helveticus* 50 až 75 SH. *Lactobacillus helveticus* tvoří 2,7 % i více inaktivní kyseliny mléčné. Poměr laktobacilů a streptokoků ve směsné kultuře má být 2:1 nebo až 1:1.

3.3 Požadavky na vlastnosti čistých mlékařských kultur pro výrobu tvarohu

Požadavky na vlastnosti kultur používaných při výrobě tvarohu se liší podle technologie a druhu vyráběného tvarohu. [4] Při klasické výrobě tvarohu se mohou dobře uplatnit kultury tvořící plné aroma, ať už se jedná o aroma směsné smetanové kultury, nebo o aroma jogurtové kultury.

Dalším požadavkem na časté mlékařské kultury určené k výrobě tvarohu je, aby se již v prvních hodinách zaočkování mléka tvořilo dostatečné množství kyseliny mléčné nutné ke snížení pH mléka nejméně pod hodnotu pH 6,5 a zamezení rozvoje nežádoucí, hlavně alkaligeni mikroflóry.

4 VÝROBA TVAROHU

4.1 Úprava mléka

Základní ošetření mléka pro výrobu tvarohů a sýru je obdobné jako pro ostatní mlékárenské výrobky. [4] Speciální úprava mléka spočívá hlavně v různém tepelném ošetření, přidavku vápenatých iontů, v některých případech také k přidavku syřidlových enzymů a použití čistých mlékařských kultur.

4.1.1 Tepelné ošetření mléka

Důležitost mléka pro výrobu mlékárenských výrobků je všeobecně známá a vyplývá ze zákona. Účelem pasterace je zničení všech patogenich i podmíněně potogenich a technologicky nežádoucích mikroorganismů. Nezničí se sporotvorné bakterie, které jsou rovněž technologicky nežádoucí, a proto je třeba věnovat stále větší pozornost jakosti mléka.

Pasterace mléka určeného pro výrobu tvarohů a kyselých sýrů je závislá na jejich druhu. Pro klasickou výrobu měkkých a tvrdých tvarohů se mléko pasteruje při 85°C po dobu 15 – 20 sekund. Při výše uvedených teplotách se zničí maximální podíl vegetativních forem mikroorganismů. Dochází ke zvýšené denaturaci syrovátkových bílkovin, které přecházejí do tvarohové sraženiny a zvyšuje se výtěžnost, ale i vazba vody a tím se snižuje sušina tvarohů. [9]

4.1.2 Úprava tučnosti mléka

Tvaroh měkký, tvrdý a průmyslový se vyrábí z odtučněného mléka. Tvaroh tučný se získává tradičním způsobem z tučného mléka.

Obsah tuku v mléce se upravuje podle obsahu jednotlivých složek, především bílkovin. Všeobecně pro úpravu tučnosti platí, že smetanou se upravuje tučnost mléka jen v nejnútnejších případech, protože je nebezpečí většího úniku tuku do syrovátky a nestejnomyerného rozdělení tuku ve výrobku vzhledem k rychlejšímu ustávání smetany.

Technické provedení standardizace tučnosti mléka je závislé na vybavení mlékárny a surovinách, které jsou k dispozici. Principiálně můžeme standardizaci tučnosti mlé-

ka řešit manuálně, tj. úpravou tučnosti ve standardizačních tancích načerpáním odpovídajících podílů surovin s rozdílnou tučností, poloautomaticky nebo automaticky. Poloautomatická standardizace tučnosti je řešena řízením výstupů mléka a smetany z odsmetaňovací odstředivky. V automatickém režimu se tučnost standardizovaného mléka řídí centrálním počítačem nebo mikropočítačem přímo v ošetřovně mléka. [10]

4.1.3 Úprava kyselosti mléka

Kyselost mléka má rozhodující vliv nejen na dobu srážení, ale především na jakost a charakter sraženiny a ovlivňuje konzistenci tvarohu.

Pro výrobu tvarohu je doporučeno zpracování mléka o kyselosti nejvýše 8,0 SH. Vyšší kyselost mléka je způsobena většinou bakteriálním znečištěním mléka a rozvojem kyselinotvorné mikroflóry v době od nadojení až po dodání do mlékárny. V poslední době je častější závadou příliš nízká kyselost mléka především v důsledku rozvoje psychrotrofní mikroflóry v chlazeném mléce, v některých případech však kyselost klesá až pod 6,0 SH, což je již zaviněno onemocněním vemene dojníc nebo metabolickými poruchami, nevhodným krmivem nebo kontaminací mléka zbytky alkalických čisticích prostředků. Těmto nedostatkům je třeba předcházet v zemědělské prvovýrobě. Nízkou kyselost mléka lze částečně zvýšit vyšším přídatkem zákysu. Dávka 0,5 % zákysu zvyšuje kyselost mléka o 0,2 SH, hodnota pH se snižuje o 0,03 až 0,04.

4.2 Výroba měkkého tvarohu

Měkký tvaroh je základní tvarohářským výrobkem. Výroba měkkého, ale i tvrdého tvarohu vznikla ze starého domácího způsobu zužitkování sbíraného mléka. Sbírané mléko se nechalo samovolně zkysnout, tím se srazí a sraženina se ponechá odkapat v zavěšených plátěných tvarožnících až do dosažení požadované tuhosti – sušiny. V některých případech se dolisovala na jednoduchém dřevěném pákovém zařízení. Vyrobený tvaroh měl krátkou, krupičkovitou konzistenci. Čerstvý tvaroh měl dobrou chuť, ke které přispíval i zbytek tuku v mléce. Prodával se v bochníčcích balených do pergamenového papíru. Rychle však podléhal zkáze následkem mikrobiální kontaminace, a to tím více, čím menší čistota a péče byla výrobě věnována.

Tradiční mlékárenská výroba měkkého tvarohu, která dosud v menších mlékárnách existuje, se od domácí liší zejména použitím pasterovaného mléka k výrobě, dále použitím čistých mlékařských kultur, syřidlových enzymů a strojním lisováním tvarohu. Některé mlékárny se k tradiční výrobě měkkého tvarohu vrací.

4.2.1 Tradiční způsob výroby měkkého tvarohu

Podstatou výroby měkkého tvarohu tradičním způsobem je zpracování odtučněného pasterovaného mléka přidávkem čistých mlékařských kultur bakterií mléčného kvašení a malého množství syřidla. Vzniklý gel – sraženina se dále zpracovává krájením, odkapáváním a lisováním.

Optimální spolupůsobení mléčné kyseliny a syřidla při srážení mléka je nutné zejména pro dosažení jemné konzistence tvarohu.

Vhodnost mléka pro výrobu tvarohu se zjišťuje smyslovým posouzením, chemickými a mikrobiologickými zkouškami. Jen z kvalitního mléka je možno vyrobit kvalitní měkký tvaroh.

Pro výrobu měkkého tvarohu může být použité mléko o kyselosti do 8,0 SH. Mléko o vyšší kyselosti negativně ovlivňuje konzistenci a chuť tvarohu. Také mléko o velmi nízké kyselosti negativně ovlivňuje výrobu a jakost tvarohu. Mléko pomalu prokysává a vyrobený tvaroh má netypickou chuť. Samozřejmým požadavkem je také neporušené složení mléka.

Při snížené sušině nebo zvodnění mléka je třeba zvýšit dávku syřidla, aby sraženina byla dostatečně pevná a při zpracování se netříštila a bílkovina neunikala do syrovátky.

Při tradiční výrobě tvarohu se používá vysoká pasterace při teplotě 85 °C s výdrží 1 až 2,5 sekundy, kdy se denaturuje větší část bílkovin syrovátky. Denaturované syrovátkové bílkoviny se srážejí společně s kaseinem, zvyšuje se tak výtěžnost i nutriční hodnota výrobku. Tvaroh také lépe váže vodu.

K pasterovanému mléku se přidává 0,5 až 1,0 % smetanového zákysu na množství zpracovaného mléka. Dávka zákysu se řídí podle kyselosti a teploty zakysaného mléka, ročního období a teploty tvarohárny.

4.2.1.1 Teplota srážení

Teplota srážení při tradiční výrobě měkkého tvarohu je 20 až 25°C. Při této teplotě dosáhne kyselost syrovátky před zpracováním 22 až 24 SH. Při nižších teplotách se zpomaluje prokysání i sýření tvarohu. Získaná sraženina je při zpracování měkká, tříštivá, syrovátka z ní odkapává pomalu a do syrovátky přechází mnoho jemných bílkovinných částic. Tím se zvyšuje spotřeba mléka na 1kg tvarohu. Proto je třeba poklesu teplot srážení předcházet, zejména v nezakrytých koagulačních nádobách a studených tvarohárnách. Vyšší teploty srážení mléka zvyšují aktivitu mléčných bakterií, kyselost a pevnost tvarohové sraženiny a brání jejímu tříštění při vypouštění do filtračních pytlů. Tím se snižují výrobní ztráty, tvaroh rychleji odkapává a lze zkrátit celý výrobní proces včetně doby lisování.

Při abnormálně vysokých teplotách sraženina překysává, zhoršuje se konzistence, tvaroh je mazlavý a špatně uvolňuje syrovátku. Srážecí teplota používaná při výrobě tvarohu ovlivňuje syrovátku. Srážecí teplota používaná při výrobě tvarohu ovlivňuje výslednou kyselost tvarohové sraženiny výrazněji než dávka zákysu.

4.2.1.2 Sýření mléka

Dávka syřidla, překysání mléka a teplota srážení mají rozhodující vliv na průběh zpracování tvarohové sraženiny a na jakost vyrobeného tvarohu. Dříve se na 1000l mléka zpravidla používalo 20 ml tekutého chymosinového syřidla o aktivitě 1 : 10000. V současné době se používají při výrobě tvarohu tradičním způsobem převážně syřidla pepsinová. Práškového syřidla o aktivitě 1 : 10000 se dává na 1000l mléka 8 až 10g, tekutého pepsinového syřidla o aktivitě 1 : 10000 se přidává 80 až 100 ml. Syřidla se ředí před použitím studenou pitnou vodou tak, aby jejich aktivita byla asi 1 : 1000. voda musí být zbavena aktivního chlóru a zbytků alkalických čisticích prostředků. Tyto látky rychle inaktivují pepsinové syřidlo. Ředěním syřidla před sýřením se brání rychlé reakci bílkovin mléka se syřidlem, a tím jejich rychlému místnímu vyvločkování.

Mléko s přidaným syřidlem musí být co nejrychleji promícháno. Dokonalému promíchání často brání pěna, usazená na hladině mléka, zejména u velkokapacitních koagulačních nádob. Před sýřením musí být pěna z mléka odstraněna, aby se v ní nezačtychovala část syřidla a nesnižoval se tak jeho účinek. Tvorbě pěny je třeba předchá-

zet. Prevencí je omezené přísávání vzduchu do čerpadel a technicky správně řešený nátok mléka do koagulačních tanků. Zasyřené mléko se v tvarohářských vanách promíchává ručně míchadlem, ve velkých tancích elektrickými vrtulovými nebo diskovými míchadly po dobu 5 až 8 minut. Míchání je třeba ukončit před začátkem koagulace mléka, jinak by se sraženina mohla potřhat, uvolnit syrovátka a špatně prokysat.

Vyšší dávky syřidla urychlují odkapávání a lisování. Při abnormálně vysokých dávkách je konzistence tvarohu příliš tuhá, při nízkých krupičkovitá. Srážení mléka účinkem kyseliny mléčné a syřidlových enzymů trvá při tradiční výrobě 14 až 18 hodin.

4.2.1.3 Zpracování tvarohoviny – krájení

Srážením se mléko mění při výrobě tvarohu v gelovitou hmotu tzv. tvarohovou sraženinu. Postupem času, účinkem synkreze začne gel uvolňovat syrovátku. Ta se hromadí na povrchu gelu a u dna srážecí nádoby. Rozkrájením gelu na hranoly se uvolňování syrovátky podpoří. Syrovátka se koncentruje na řezných plochách. Čím více syrovátky se během srážení uvolní, tím rychleji probíhá odkapávání a lisování tvarohu. Pokrájená sraženina se též částečně vyutilizuje urychlením synereze a při dalším postupu se netříští. Na uvolňování syrovátky mají vliv i rozměry krájených hranolů, čím jsou menší, tím více syrovátky se uvolní. Obvykle se sraženina krájí na hranoly o stranách základny 10 x 10cm.

Obecně platí, že sraženina při nižší kyselosti uvolňuje více syrovátky než při maximální kyselosti na konci prokysávání. Proto se doporučuje krájet sraženinu po 6 až 10 hodinách prokysávání. Oddělí se asi 40 % syrovátky. Při krájení po 4 až 5 hodinách prokysávání a srážení se uvolní až 50 % syrovátky, ale vyrobený tvaroh je krátký, hrubý, někdy hrudkovitý až trupelnatý, chuť je málo kyselá, netypická. Krájením sraženiny ráno, před dalším zpracováním tvarohoviny, se již podstatně neovlivňuje oddělování syrovátky. Hlavním účelem je rozrušení sraženiny a usnadnění jejího vypouštění do filtračních pytlů, tvarožníků.

4.2.1.4 Odkapávání tvarohu

Srážení mléka je ukončeno, když kyselost nefiltrované syrovátky uvolněné se sraženiny dosáhne 20 až 24 SH. Pokrájená sraženina se vypouští do čistých filtračních si-

lonových pytlů, tvarožníků, které se plní do poloviny obsahu (k urychlení filtrace). Naplněné tvarožníky se ukládají v několika vrstvách na odkapní stoly nebo odkapních vozíků. Jakmile začne syrovátka odtékat, tvaroh se v tvarožnicích „přečne“, aby se rozrušil filtrační koláč a syrovátka mohla dále odtékat. Při tom se tvarožníky převrstvují, horní vrstvy dolů a obráceně, aby byl tvaroh zatížen přibližně stejně ve všech vrstvách. Samovolné odkapávání a samolisování na požadovanou sušinu 25 % s převrstvováním trvá přibližně čtyři až šest hodin. Aby se proces lisování urychlil, používají se nejrůznější typy lisů.

Během lisování se musí tvaroh alespoň jedenkrát rozhrnout, aby se rozdrtil filtrační koláč a lisování probíhalo rychleji. Lisuje se tak dlouho, až tvaroh dosáhne sušiny stanovené normou na 25 %.

Při výrobě tvarohu, zejména při odkapávání a lisování sraženiny, je nutné udržovat v tvarohárně teplotu 20 až 22 °C. V zimě je nutné tvarohárnu vytápět, v létě dokonale větrat. Nižší teploty v tvarohárně prodlužují odkapávání a lisování tvarohu, vyšší podporují kysání a v některých případech zvyšují mazlavost tvarohu, a tím nepřímo prodlužují lisování.

4.2.2 Zařízení na výrobu měkkého tvarohu

Tvarohářská vana je základním výrobním článkem tvaroháren s tradiční výrobou měkkého tvarohu. Je to zařízení, které dožívá stejně jako celá řada tradiční technologie výroby měkkého tvarohu. Nejrozšířenější jsou vany o objemu 3000l. vana má půlválcový tvar, je otevřena a vybavena topným pláštěm. Vnitřek vany má mírný spád. V nejnižším místě vany se nachází vypouštěcí otvor s klapkou. Vana se staví na podesty, aby sraženina odtékala samospádem.

V menší míře se pro srážení mléka na výrobu měkkého tvarohu používají otevřené, zpravidla vyřazené výrobníky sýrů o objemu 5000l, které mají vnitřek nerezový, případně jiné koagulační nádoby.

4.3 Výroba tvrdého tvarohu

Základem výroby tvrdého, ale i průmyslového tvarohu je kyselé stažení mléka. Samovolné srážení mléka působením přirozené mikroflóry mléka, obsahujícího bakterie

mléčného kvašení, a následné zpracování sraženiny na tvaroh patří mezi nejstarší způsoby zužitkování mléka.

Přídavkem kyselin do mléka nebo vznikem kyselin působením kyselinotvorných mléčných bakterií při dosažení pH 4,6 kasein vyvločkuje a mléko se vysráží. Vzniká gel, který má odlišné vlastnosti od gelu získaného enzymovým srážením mléka. Stárnutím gelu se jednotlivá vlákénka vysrážených bílkovin smršťují, koagulát se postupně stahuje a za současného zmenšování objemu uvolňuje sérum – syrovátku. Tento jev se nazývá synereze. Synerezi tvarohové sraženiny je možno podpořit zahřevem. To je podstatou výroby tvarohů jak domácím způsobem, tak i tvarohu tvrdého a průmyslového.

4.3.1 Fyzikální vlastnosti kyselého vysráženého gelu

Gel získaný z mléka jen činností mléčných bakterií má nesrovnatelně menší tuhost než gel získaný působením syřidel nebo kombinovaným srážením. Gel vytvořený z mléka výlučně působením mléčné kyseliny nebo jiným kyselým srážením se vyznačuje nejen malou tuhostí, ale i velkou tříštivostí.

Složení a znaky tvrdého tvarohu: obsah sušiny – 32 %, kyselost – do 120 SH, chuť - mléčně nakyslá, konzistence – tuhá, strouhatelná.

4.3.2 Tradiční způsob výroby tvrdého tvarohu

Tvrký tvaroh se vyrábí z odtučněného mléka šetrně pasterovaného při teplotě 74 až 76°C nebo vysoko pasterovaného při teplotě 85°C. Při vysoké pasteraci sraženina pomaleji odkapává a hůře se lisuje, avšak konzistence tvarohu je jemnější a výtěžnost vyšší. Ke zlepšování srážení je možno přidat na 100l mléka maximálně 20g krystalického chloridu vápenatého. Smetanového zákysu se přidá 0,5 až 2 %. Teplota mléka se upravuje podle roční doby a teploty tvarohárny na 22 až 30°C. srážení trvá 14 až 18 hodin.

Po srážení se sraženina pokrájí syrářským nožem na hranoly o základně 10 x 10cm. Při dosažení kyselosti syrovátky 24 až 28 SH se sraženina začne opatrně zahřívát za občasného míchání na teplotu 36 až 38°C, případně až na teplotu 42°C. po dosažení

požadované teploty se nechá sraženina vypustit na povrch a asi po jedné až dvou hodinách vypustí nebo odsaje syrovátka. Potom se sraženina vypouští do čistých tvarožníků v takovém množství, aby po vylisování měla kolečka tvarohu hmotnost 2,5 až 3,0kg. Tvarožníky se během odkapávání na stolech podle potřeby několikrát přeloží. Po odkapání se tvaroh setřese, tvarožníky se složí do jednoho rohu a vkládají do lisu. Dříve se používaly pákové, později pneumatické lisy. Tvarožníky naplněné předlisovaným tvarohem se ukládají do několika vrstev, které se prokládají prkny, aby alespoň jedna strana byla rovná. Vylisovaná kolečka tvarohu se ukládají na čistá prkna a chladí v chladírně. Po vychlazení se balí.

4.4 Výroba průmyslového tvarohu

Průmyslový tvaroh je možno vyrábět třemi různými způsoby, které se liší v přípravě sraženiny. Výroba průmyslového tvarohu je u nás poměrně značně rozšířená. Průmyslový tvaroh je základní surovinou pro výrobu olomouckých tvarůžků. Může se používat i k výrobě tzv. kyselých sýrů.

Původně se průmyslový tvaroh vyráběl převážně z přebytků odtučněného mléka. V současné době jsou již některé závody specializovány na velkokapacitní výrobu tohoto tvarohu, která umožňuje mechanizaci výroby.

Pro výrobu průmyslového tvarohu se používá odstředěné pasterované mléko. Příprava sraženiny je při tzv. dvoutepelném způsobu výroby prakticky stejná jako při výrobě tvarohu tvrdého. Mimo to se může průmyslový tvaroh vyrábět tzv. jednotepelným způsobem, případně jako tvaroh termofilní. V žádném případě se však ke srážení, stejně jako u tvarohu tvrdého, nesmí použít syřidlo. Po vylisování má průmyslný tvaroh prakticky stejnou sušinu a chuť jako tvaroh tvrdý. Na rozdíl od tvrdého tvarohu se však expeduje rozdrobený a napěchovaný do velkých obalů. Pro výrobu je možno použít stejná zařízení jako pro výrobu tvarohu tvrdého s tím rozdílem, že se tvaroh nemusí lisovat do určitých tvarů, protože se před expedicí drobí. To umožňuje větší mechanizaci až kontinualizaci výrobního postupu než při výrobě tvrdého tvarohu.

Složení a znaky průmyslového tvarohu: sušina- 32 %, kyselost- 120 až 160 SH, chuť- mléčně nakyslá, konzistence- hrudkovitá.

Výrobě průmyslového tvarohu musí být věnována náležitá péče, tvaroh nesmí obsahovat stopy kovů, hlavně mědi a železa. Rovněž po mikrobiologické stránce musí být tvaroh nezávadný.

Důležitou vlastností gelů pro výrobu tvarohů při jejich zpracování je jejich pevnost, tuhost, křehkost a tříštivost. Křehkost a tříštivost gelu se výrazně snižuje ohřevem. Ohřevem na vyšší teploty se zvyšuje synereze a současně nastává slepování bílkovinných částí ve větší celky – konglomeráty. Při zpracování gelu za nižších teplot dochází k menší synerezi, tříštění je větší a v důsledku toho dochází k větším ztrátám únikem drobných částíček bílkovin do syrovátky. Výsledná sušina tvarohu je při stejných podmínkách lisování při nižších teplotách ohřevu nižší než při vyšších teplotách. Podle některých údajů výslednou sušinu tvarohu příznivě ovlivňuje i výdrž po ohřevu sraženiny.

4.4.1 Dvoutepelný způsob výroby průmyslového tvarohu

Postup výroby je prakticky jako při výrobě tvrdého tvarohu, musí se však dodržet zásada, že sraženina má mít před zpracováním kyselost 32 až 38 SH, podle teploty srážení. Při vyšších teplotách srážení 28 až 30°C se sraženina začíná zpracovávat při nižších kyselostech 32 až 34 SH, aby nepřekysala. Při těchto teplotách trvá srážení 7 až 10 hodin, takže je možno na jednom zařízení vyrábět tvaroh dvakrát za den. Kyselost syrovátky by neměla přestoupit při vyšších teplotách srážení 24 SH, při nižších teplotách 26 SH.

Vylisovaný tvaroh se rozemele v průmyslovém masovém mlýnku nebo se ručně rozdrtí a vychladí se v chladírně na teplotu 10°C. vychlazený tvaroh se plní do polyethylenových pytlů o obsahu 50kg, ve kterých se dokonale udusá, aby se vypudil vzduch, který by způsobil oklivení tvarohu. Naplněné pytle se nechají v chladírně do příštího dne, potom se může tvaroh na povrchu posypat mírně solí, pytle se uzavřou a vloží do ochranných vícevrstvých papírových pytlů. Až do expedice zůstává tvaroh v chladírně.

4.4.2 Jednotepelný způsob výroby průmyslového tvarohu

Od dvoutepelného způsobu se liší tím, že se mléko ve vaně zahřeje na teplotu 32 až 38°C. Mléko se zakysává 1 % smetanového zákysu. Jakmile sraženina dosáhne kysel-

losti 32 až 34 SH, to je za 7 až 12 hodin, začne se opatrně promíchávat a s přestávkami se promíchává tak dlouho, až kyselost filtrované syrovátky dosáhne 25 až 27 SH. Po dosažení požadované tuhosti sraženiny se odpustí u dna uvolněná syrovátka a sraženina se zbytkem syrovátky se vypouští do filtračních pytlů nebo do lisovacích vozíků. Odkapávání, lisování, mletí nebo drobení, chlazení a balení se provádí stejně jako u způsobu dvoutepelného. Před plněním do expedičních obalů musí být tento tvaroh dobře vychlazený, protože má sklon k zapaření.

4.4.3 Termofilní způsob výroby průmyslového tvarohu

Při tomto způsobu výroby se z odtučněné pasterované mléko zahřeje na teplotu 38 až 44°C a přidají se k němu 2 % směsného termofilního zákysu, obsahujícího *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus lactis* a *Lactobacillus helveticus*. Poměr koků a tyčinek v kultuře má být 1 : 1. Srážení mléka s touto kulturou trvá 2,5 až 4 hodiny. Jakmile dosáhne sraženina kyselosti 23 až 25 SH, pokrájí se a ihned zpracovává, aby nepřekysala. Vytužuje se za opatrného míchání asi 30 minut včetně přestávek. Vytužená sraženina se dále zpracovává obdobně jako u předešlých způsobů. Termofilní tvaroh se musí rychle vylisovat a vychladit, aby nepřekysal. Celé zpracování trvá 4 až 6 hodin a umožňuje tak zvýšení kapacity tvarohárny.

5 VÝROBA VAŘENÉHO SÝRA

Nejjednodušší (a nejprimitivnější) forma výroby sýrů je z kyselého mléka. Stačí ponechat mléko „náhodě“, které zkysne a promění se v mléko kyselé. [1] V mlékárně je tento proces kontrolován, aby bylo zajištěno jednotné kvality výrobku. Takto zkyslé mléko se sráží při určité teplotě a vzniklá sraženina se lisuje ve formách. Nejznámější z nich téměř bez tuku s intenzivní chutí a vůní sýra je tvaroh a sýry vařené.

Vařené sýry jsou druhy sýrů, které byly vyrobeny z tvarohu. Sýr se vyrábí tak, že tvaroh je uložen do misky při pokojové teplotě, při které několik dní zraje. U zralého tvarohu začíná být tvarohovina průsvitná. Pak se tvaroh s kořením (kmín, sůl, pepř) povaří ve vodě určitou dobu, a dává se do misek a nechá vychladnout.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 VÝROBA TVAROHU

Tvaroh je hlavní surovinou, z které se vyrábí vařený sýr. Já jsem se zaměřil především na výrobu vařeného sýra z tvrdého tvarohu. Tvrdý tvaroh má sušinu 32 % \pm 2% výrobky z něj jsou krémovější, mají tužší konzistenci a nevystává z něj tolik syrovátky. Vařený sýr jsem zkusil vyrobit i z měkkého tvarohu, ale v dalších výrobcích jsem nepokračoval, protože výrobky z něj měli řídkou konzistenci a vystávala z něj syrovátka. Měkký tvaroh má sušinu 20 % \pm 2% to má za následek nežádoucí konzistenci.

Tvrdý a měkký tvaroh pro výrobu vařených sýrů jsem vyráběl z odstředěného pasteurizovaného mléka, u kterého jsem si zjistil na analyzátoru Milkoskope jeho vlastnosti a stanovil jeho titrační kyselost. Mléko jsem získal v místní mlékárně Kromilk a. s.

6.1 Výroba tvrdého tvarohu

Pracovní postup:

30l odstředěné mléko jsem nalil do vypařeného dvouplášťového zákysníku, vytemperoval na teplotu 25°C a přidal 2% smetanového zákysu 1. Jakostní třídy a nechal srážet 18 hodin. Před prokrájením tvarohoviny jsem změřil titrační kyselost syrovátky a její pH. Potom jsem sraženinu prokrájel na čtverce 10 X 10 cm vytemperoval na 42°C a šetrně promíchal 2 hodiny do vytužení tvarohového zrna.

Vzniklou prokrájenou a vytuženou tvarohovinu jsem vypustil do tvarožníku, tvarožník jsem zabalil a umístil do lisu. Lisování trvalo do druhého dne. U vylisovaného tvarohu jsem změřil titrační kyselost. Tímto způsobem jsem vyrobil tři šarže tvrdého tvarohu s rozestupem 2 týdnů. Hodnoty titračních kyselostí a vlastnosti mléka jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Stanovení titrační kyselosti:

Kyselost podle Soxhleta-Henkela (SH) udává počet mililitrů odměrného roztoku NaOH o koncentraci 0,25 mol.l⁻¹ potřebných k neutralizaci 100 ml mléka a mléčných tekutých mléčných výrobků nebo 100g ostatních výrobků. Neutralizuje se na indika-

tor fenolftalein za podmínek metody. Toto je nutné dodat, protože jde o metodu definiční s dohodnutým postupem, který zajišťuje reprodukovatelnost výsledků. [11]

Postup: Do titrační baňky na 250 ml se odpipetuje 50 ml zkoušeného mléka a 2 ml etanolového roztoku fenolftaleinu (2 %ního). Směs se titruje odměrným roztokem NaOH o $c = 0,25 \text{ mol/l}$ do slabě růžového zbarvení, které musí vydržet nejméně 30 sekund. [11]

$$SH = V_{NaOH} \cdot f_{NaOH} \cdot 2$$

Stanovení pH:

Hodnotu pH jsem stanovil pomocí ponorného pH metru, který jsem zapnul a ponořil do vzorku syrovátky a počkal, než se ustálí naměřená hodnota. Výsledné hodnoty pH jsou uvedeny v tabulce č. 1.

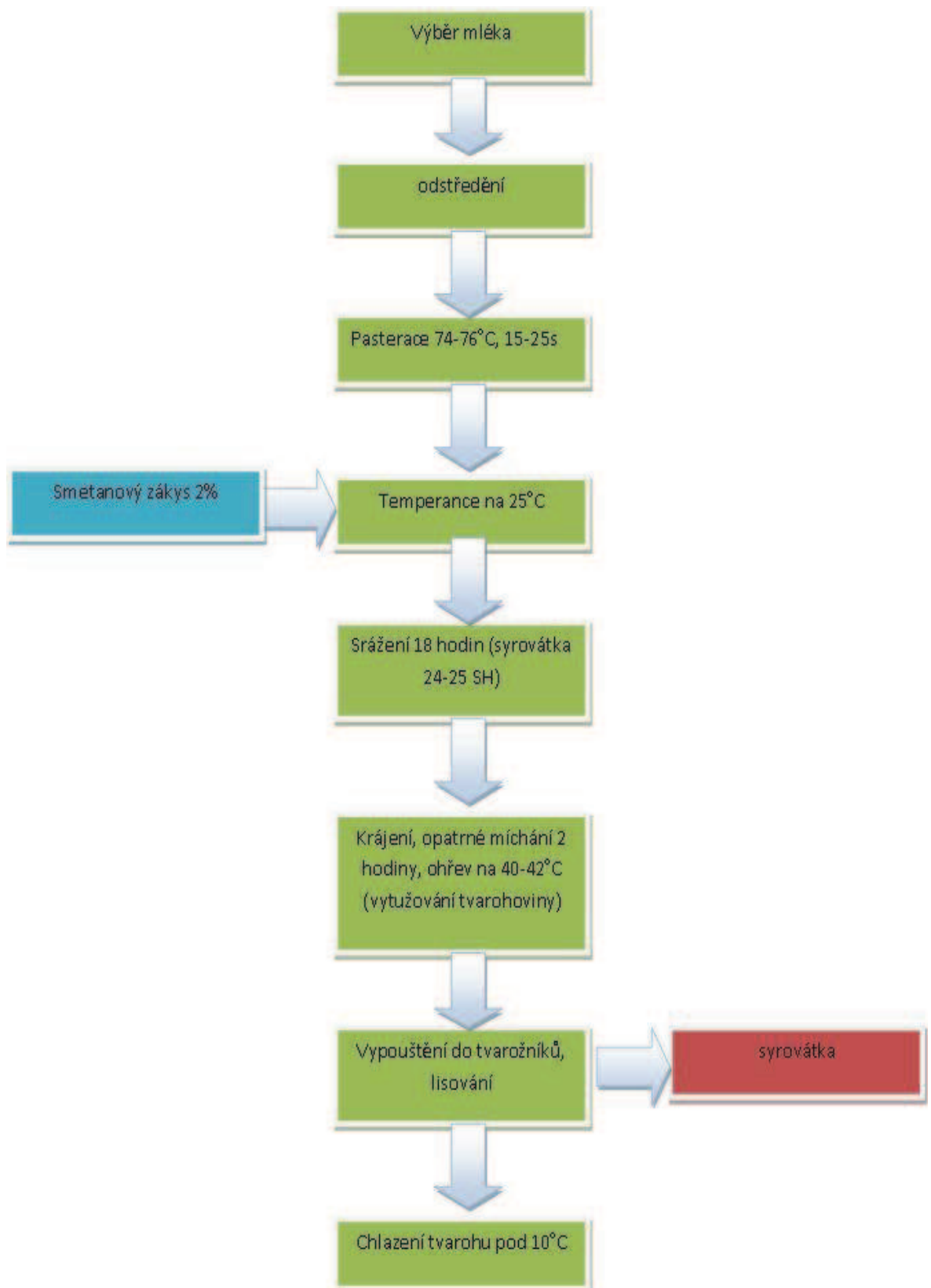
Stanovení vlastností mléka pomocí přístroje Milkoskope:

Do kádinky jsem nalil homogenní vzorek mléka. Ponořil do něj sondu a zapnul měřicí přístroj. Přístroj posléze ukázal následující údaje. Naměřené vlastnosti mléka jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Tab. 1 Naměřené hodnoty

Měřené vlastnosti	Výroba 1.	Výroba 2.	Výroba 3.
TK mléka [SH]	7,8	7,9	7,6
Obsah tuku [%]	0,05	0,04	0,08
Tps [%]	8,29	8,42	8,36
Denzimetrická hustota L[-]	31,14	31,64	31,39
Obsah bílkovin [%]	3,04	3,11	3,07
Obsah laktosy [%]	4,56	4,65	4,59
Minerální látky [%]	0,68	0,69	0,68
Bod mrznutí [°C]	0,506	0,518	0,511

Přídavek vody do mléka [%]	0	0	0
pH před pokrájením	4,2	4,26	4,46
TK před pokrájením [SH]	25,8	26,1	25,4
TK tvarohu [SH]	102	105	103



Obr. 1 Schéma výroby tvrdého tvarohu

6.2 Výroba měkkého tvarohu

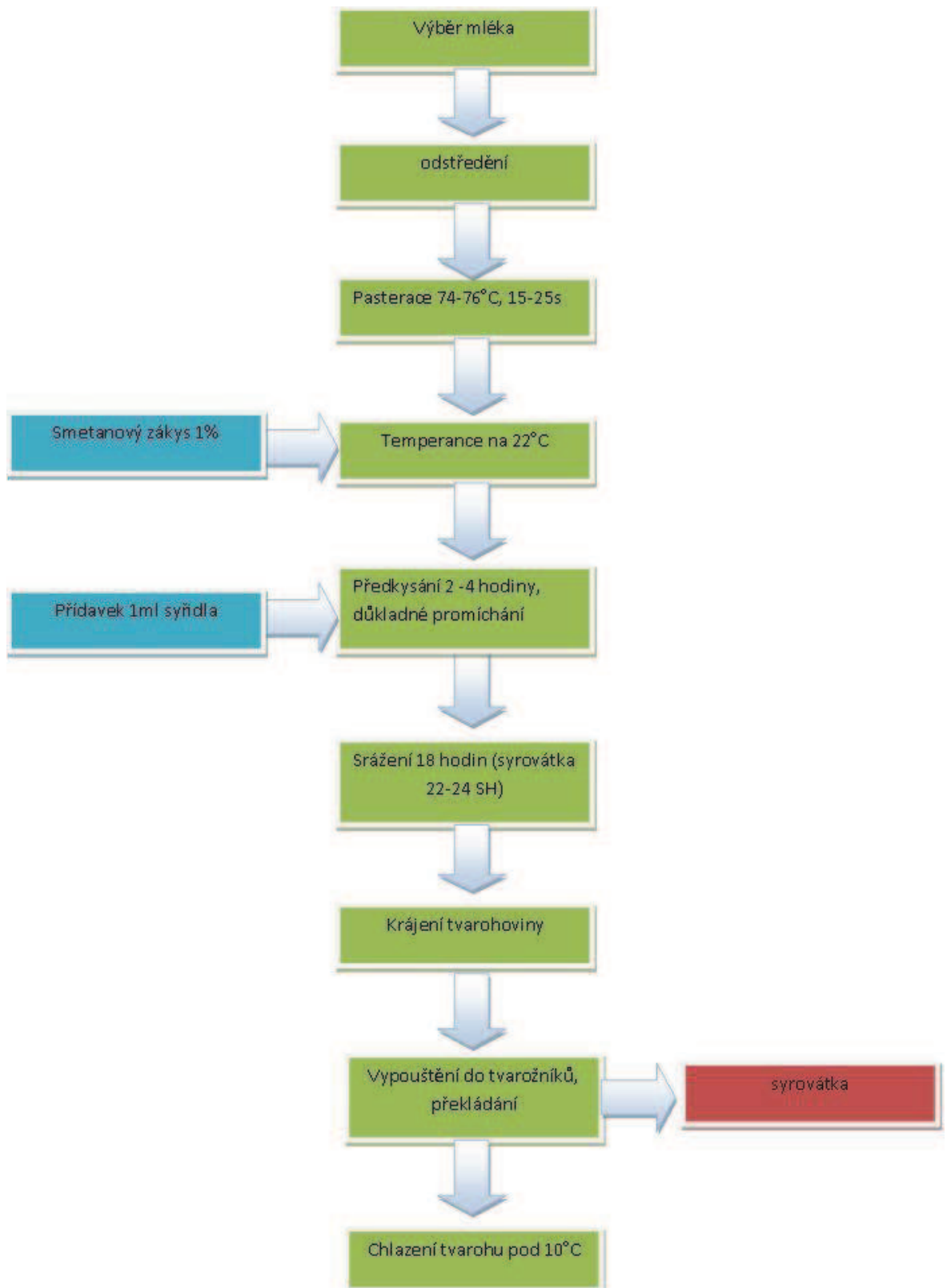
Pracovní postup:

90l odstředěné mléko jsem nalil do vypařené tvarohářské vany, vytemperoval na teplotu 22°C a přidal 1% smetanového zákysu 1. Jakostní třídy. Po „předkysání mléka“ - 2-4 hodiny od přídavku smetanového zákysu jsem přidal 1ml syřidla, obsah tvarohářské vany jsem důkladně promíchal a nechal srážet 18 hodin do titrační kyselosti syrovátky 22-24 SH. Před prokrájením tvarohoviny jsem změřil titrační kyselost syrovátky. Potom jsem sraženinu dokonale prokrájel.

Vzniklou prokrájenou tvarohovinu jsem vypustil do tvarožníku, tvarožník jsem zabalil a překládal do dosažení požadované sušiny. U vylisovaného tvarohu jsem změřil titrační kyselost. Hodnoty titračních kyselostí a vlastnosti mléka jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Tab. 2 Naměřené hodnoty

Měřené vlastnosti	Výroba měkkého tvarohu
TK mléka [SH]	7,3
pH mléka	6,62
Obsah tuku [%]	0,11
Tps [%]	8,40
Denzimetrická hustota L[-]	31,52
Obsah bílkovin [%]	3,08
Obsah laktosy [%]	4,62
Minerální látky [%]	0,69
Bod mrznutí [°C]	0,514
Přídavek vody do mléka [%]	0
TK před pokrájením [SH]	21,6



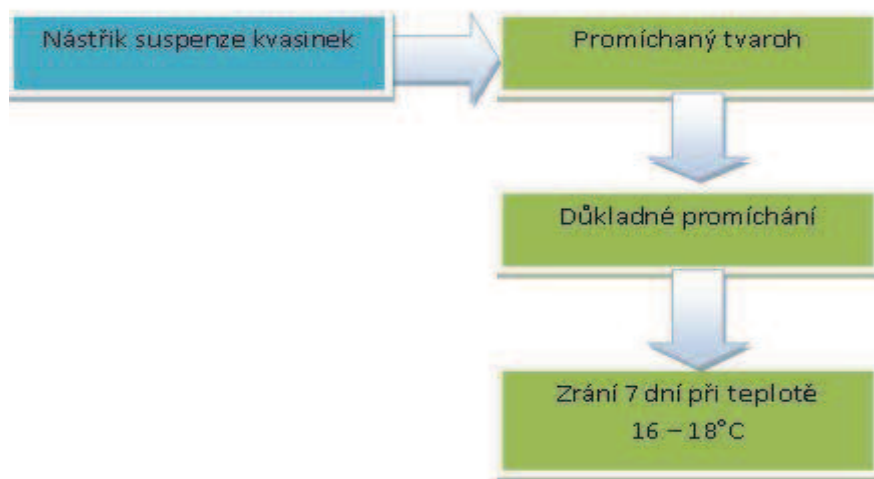
Obr. 2 Schéma výroby měkkého tvarohu

7 ÚPRAVA TVAROHU

Vyrobený tvaroh jsem dal do misky a dobře promíchal, nastříkal na něj suspenzi kvasinek *Candida famata* a znovu promíchal. Takto upravený tvaroh jsem nechal 7 dní zrát při teplotě 16 – 18°C. U prozrálého tvarohu jsem měřil pH a hodnoty uvedl v tabulce č. 3.

Tab. 3 pH prozrálých tvarohů

	pH
Tvrký tvaroh 1.šarže	#
Tvrký tvaroh 2.šarže	5,56
Tvrký tvaroh 3.šarže	5,33
Měkký tvaroh	4,82



Obr. 3 Schéma úpravy tvarohu

8 VLASTNÍ VÝROBA

8.1 Výroba první

Tvrký tvaroh z 1. šarže těsně před terminací měl tekutou konzistenci a na některých místech byla i hníloba. Jeho pH jsem neměřil, protože jsem se řídil podle vizuální zralosti tvarohu. To bylo následkem dlouhé doby zrání (13 dnů) kvůli mé nemoci. Terminaci jsem také neprováděl.

8.2 Výroba druhá

Tvrký tvaroh z 2. šarže měl těsně před terminací nažloutlou barvu, hrudkovitou konzistenci a na jeho povrchu byl viditelný maz. Takto prozrálý tvaroh jsem terminoval při teplotě 89°C po dobu 13 minut v dvouplášťovém hrnci. Tvaroh při dosažení teploty 89°C přecházel z konzistence hrudkovité do konzistence tekuté. Po 13 minutách terminace jsem finální výrobek nalil do připravených plastových misek a uzavřel je víčkem. Takto zabalený vařený sýr jsem nechal vychladnout a poté vložil do chladicího boxu při teplotě 6°C. Vychlazený vařený sýr měl krémovitou konzistenci a nažloutlou barvu.

8.3 Výroba třetí

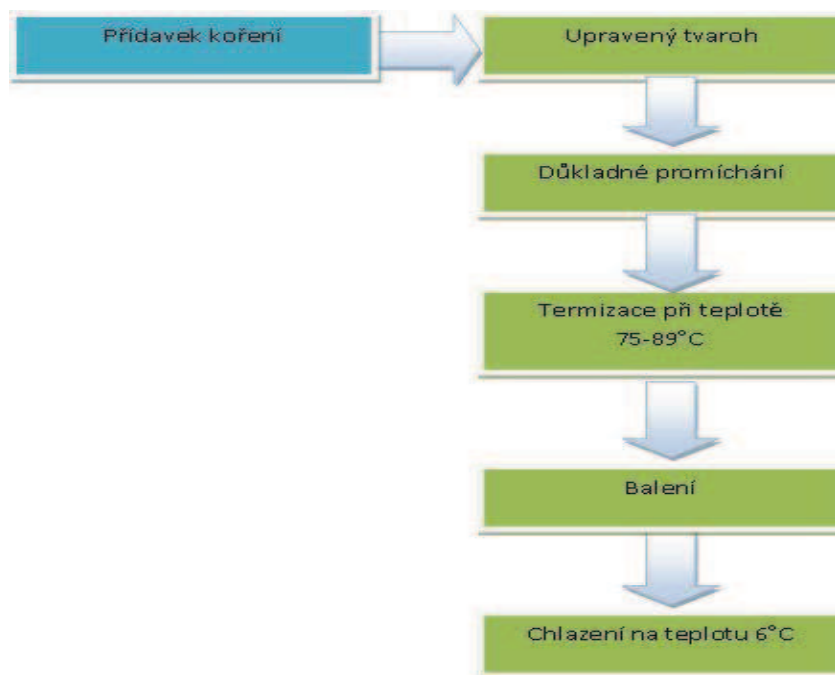
Tvrký tvaroh z 3. šarže měl těsně před terminací nažloutlou barvu, hrudkovitou konzistenci a na jeho povrchu byl viditelný maz. Takto prozrálý tvaroh jsem rozdělil na 5 dílů asi po 0,5 kg a ke každému dílu jsem přidal jiný druh koření (česnek, petržel, gyros, bazalka) a sůl. Jednotlivé díly jsem důkladně promíchal a terminoval každý zvlášť při teplotě 75°C po dobu 15 minut. Jednotlivé díly po dosažení teploty 75°C přecházely z konzistence hrudkovité do konzistence tekuté. Po 15 minutách terminace jsem jednotlivé výrobky nalil do připravených misek a uzavřel je víčkem. Takto zabalené vařené sýry jsem nechal vychladnout a poté vložil do chladicího boxu při teplotě 6°C. Vychlazený vařený sýr měl krémovitou konzistenci a nažloutlou barvu s kousky koření.

8.4 Výroba čtvrtá

Měkký tvaroh měl těsně před terminaci nažloutlou barvu, hrudkovitou konzistenci a na jeho povrchu byl viditelný maz. Takto prozrálý tvarohu jsem terminoval při teplotě 87°C po dobu 11 minut v dvouplášťovém hrnci. Tvaroh při dosažení teploty 87°C přecházel z konzistence hrudkovité do konzistence tekuté. Po 12 minutách terminace jsem finální výrobek nalil do připravených plastových misek a uzavřel je víčkem. Takto zabalený vařený sýr jsem nechal vychladnout a poté vložil do chladicího boxu při teplotě 6°C. Vychlazený vařený sýr měl tekutou konzistenci, nažloutlou barvu a vyvstávala z něj syrovátka. Jeho konzistence byla nevyhovující.

Tab. 4 Sledované hodnoty u výrob

	Teplota terminace [°C]	Doba terminace [°C]	Konzistence vychlazeného výrobku
Výroba 2	89	13	Krémovitá
Výroba 3	75	15	Krémovitá
Výroba 4	87	12	Tekutá



Obr. 4 Schéma výroby vařeného sýra

9 STANOVENÍ OBSAHU BÍLKOVIN CELKOVÝCH ROZPUSTNÝCH A NEROZPUSTNÝCH

U třetí výroby jsem se chtěl přesvědčit o rozkladu bílkovin během zrání tvarohu. Ke stanovení jsem použil zralý tvaroh pro třetí výrobu. Stanovení celkových i rozpustných bílkovin jsem prováděl přesnou destilační metodou dle Klejdahla.

9.1 Pracovní postup

Celkové bílkoviny:

Podstata: Vzorek se mineralizuje varem v kyselině sírové za přídavku katalyzátoru. Dusíkaté látky v něm obsažené, se převedou na amonné ionty (síran amonný), z nichž se po zalkalizování mineralizátu uvolní amoniak, který se po vydestilování s vodní parou stanoví titračně.

Na filtrační papír jsem navážil asi 2g tvarohu s analytickou přesností a vložil ho do mineralizační baňky. Přidal jsem 40 ml koncentrované kyseliny sírové a malé množství selenového katalyzátoru. Obsah baňky jsem zamíchal, přidal varné střípky a provedl vlastní mineralizaci. Mineralizaci jsem ukončil po 70 minutách po vyjasnění mineralizační baňky.

Potom jsem baňku zchladil vodou. Za stálého chlazení jsem obsah baňky naředil destilovanou vodou a převedl jsem ho do odměrné baňky na 250 ml. Po promíchání jsem odpipetoval 25ml odměrného roztoku do destilační baňky destilačního přístroje a přidal 50 ml 30% hydroxidu sodného a zahájil destilaci. Destilace trvala 5 minut. Destilát s amoniakem jsem jímал do předlohy s 25 ml 0,05M H₂SO₄ a ihned titroval odměrným roztokem NaOH o $c = 0,1M$ na Tashirův indikátor do šedého zbarvení.

Výpočet obsahu celkových bílkovin:

$$P_{N_{cel.}} = \frac{(V_a \cdot f_{H_2SO_4} - V_b \cdot f_{NaOH}) \cdot Z \cdot 0,0014}{m_n} \cdot 100$$

V_a – 25 ml 0,05M H₂SO₄

V_b – objem NaOH o $c = 0,1M$ při zpětné titraci V₁, V₂ = 17,9 ml NaOH

m_n – navážka vzorku sýra k rozboru 2,1257g

$$f_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,9518$$

$$f_{\text{NaOH}} = 0,9980$$

Po dosazení dostaneme vztah:

$$P_{\text{N}_{\text{cel.}}} = \frac{(25 \cdot 0,9518 - 17,9 \cdot 0,998) \cdot 10 \cdot 0,0014}{2,1257} \cdot 100 = \underline{3,91\%}$$

$$P_{\text{B cel.}} = 3,91 \cdot 6,38 = \underline{24,92\%}$$

Rozpuslné bílkoviny:

Podstata: Za rozpustné bílkoviny se považuje podíl dusíkatých látek přecházejících do vodného výluhu za podmínek metody. Ze zkoušeného vzorku sýra se za tepla vylouží rozpustné bílkoviny, filtrací se oddělí od nerozpustných bílkovin a jejich množství se stanoví Kjeldalovou metodou. [11]

Do porcelánové třecí misky jsem diferenčně odvážil na hliníkové folii asi 10g tvarohu s analytickou přesností. Po přidání jemného čistého mořského křemenného písku jsem vzorek v misce roztíral s malým množstvím vody teplé 60°C tak dlouho, až se všechny části sýra rozptýlily.

Vzniklou suspenzi jsem kvantitativně převedl do 250 ml kádinky a třecí misku jsem ještě třikrát postupně vypláchnul destilovanou teplou vodou. Celkové množství použité vody mělo být asi 100 ml. Obsah kádinky jsem za stálého míchání zahřál až k varu. Výluh jsem dekantoval do odměrné baňky o objemu 500 ml. Zbytek v kádince jsem ještě stejným způsobem třikrát vyloužil do odměrné baňky. Obsah odměrné baňky jsem vytemperoval na teplotu 20°C, doplnil destilovanou vodou po rysku a několikrát důkladně promíchal převrácením.

Promíchaný vzorek jsem přefiltroval přes suchý filtr s bílou páskou, první podíl filtrátu jsem vrátil na filtr. Ze získaného filtrátu jsem odpipetoval 50 ml do mineralizační baňky, přidal 10 ml kyseliny sírové a malé množství katalyzátoru a provedl vlastní mineralizaci.

Po skončené mineralizaci jsem obsah mineralizační baňky ochladil, zředil destilovanou vodou, kvantitativně převedl do 200 ml odměrné baňky a doplnil destilovanou vodou při teplotě 20°C po rysku. Po promíchání jsem odpipetoval 100 ml tohoto roztoku do destilační baňky destilačního přístroje, přidal 50 ml 30% NaOH a zahájil

destilaci. Destilát s amoniakem jsem jímá do předlohy s 25ml 0,05M H₂SO₄ a ihned titroval odměrným roztokem NaOH o $c = 0,1$ M na indikátor fenolftalein do růžového zabarvení.

Výpočet obsahu rozpustných bílkovin:

$$P_{\text{Nroz.}} = \frac{(V_a \cdot f_{\text{H}_2\text{SO}_4} - V_b \cdot f_{\text{NaOH}}) \cdot V_c \cdot V_e \cdot 0,0014}{V_d \cdot V_f \cdot m_n} \cdot 100$$

V_a – 25 ml 0,05M H₂SO₄

V_b – objem NaOH o $c = 0,1$ M při zpětné titraci V₁, V₂ = 19,9 ml NaOH

V_c – objem odměrné baňky pro úpravu zmineralizovaného výluhu před destilací 200ml

V_d – objem mineralizovaného extraktu odebraného ze zásobního roztoku (V_c) k destilaci 100ml

V_e – objem odměrné baňky pro přípravu výluhu vzorku sýra 500ml

V_f – objem výluhu sýra odměřeného pro mineralizaci 50ml

m_n – navážka vzorku sýra k rozboru 10,1843g

f_{H₂SO₄} – 0,9518

f_{NaOH} – 0,9980

Po dosazení dostaneme vztah:

$$P_{\text{Nroz.}} = \frac{(25 \cdot 0,9518 - 19,9 \cdot 0,998) \cdot 200 \cdot 500 \cdot 0,0014}{100 \cdot 50 \cdot 10,1843} \cdot 100 = \underline{1,08\%}$$

$$P_{\text{Broz.}} = 1,08 \cdot 6,38 = \underline{6,90\%}$$

Výpočet obsahu nerozpustných bílkovin:

$$100 - 6,90 = \underline{93,10\%}$$

9.2 Vyhodnocení stanovení celkových, rozpustných a nerozpustných bílkovin

Ze stanovení obsahu bílkovin jsem zjistil, že ve zralém tvarohu bylo před terminací 24,92% celkových bílkovin a 6,90% bílkovin rozpustných. Rozsah zrání tvarohu se tedy blíží k 30%, takže tvaroh prozrával dobře. To má také dopad na některé vlastnosti výrobku. Chuť je více pikantní, ale také hořčejší, konzistence je jemnější, krémovější a při termizaci se všechny tvaroh roztaví.

10 SENZORICKÉ STANOVENÍ

Senzorická analýza hodnotí organoleptické znaky jako chuť, vůni, vzhled, texturu, barvu výrobku smyslovými orgány. [12]

Pro sensorické vyhodnocení vařených sýrů jsem oslovil spolužáky z UTB v Kroměříži. Sensorické zkoušky se zúčastnilo dohromady 7 lidí, kteří hodnotili podle níže uvedených organoleptických vlastností. Nejprve se hodnotil celkový dojem, čili od barvy, konzistence až po chuť.

K sensorickému hodnocení bylo předloženo 5 druhů vařených sýru ze třetí výroby, které byly uskladněny 7dní v chladicím boxu. Vzorek A reprezentoval sýr s příchutí bazalky, vzorek B reprezentoval sýr s příchutí česneku, vzorek C reprezentoval sýr s příchutí bazalky, vzorek D reprezentoval sýr s příchutí petržele a vzorek E reprezentoval sýr s přidavkem soli.

Tab. 5 Sensorické hodnocení barvy

Barva	Vzorek A	Vzorek B	Vzorek C	Vzorek D	Vzorek E
Vynikající		X			X
Velmi dobrá					
Dobrá	X		X	X	
Nevyhovující					

Tab. 6 Sensorické hodnocení konzistence

Konzistence	Vzorek A	Vzorek B	Vzorek C	Vzorek D	Vzorek E
Vynikající		X			X
Velmi dobrá					
Dobrá					

Nevyhovující	X		X	X	
--------------	---	--	---	---	--

Tab. 7 Senzorické hodnocení vůně

Vůně	Vzorek A	Vzorek B	Vzorek C	Vzorek D	Vzorek E
Vynikající		X			
Velmi dobrá					X
Dobrá	X		X	X	
Nevyhovující					

Tab. 8 Senzorické hodnocení chutě

Chuť	Vzorek A	Vzorek B	Vzorek C	Vzorek D	Vzorek E
Vynikající		X			
Velmi dobrá					X
Dobrá					
Nevyhovující	X		X	X	

10.1 Vyhodnocení

Z pěti vzorků měl nejlepší hodnocení sýr s příchutí česneku a soli. Sýry měly velmi dobrou pikantní sýrovou chuť a vůni bez cizích příchutí. Konzistence těchto dvou výrobků byla jemná, krémovitá a nerušila celkový dojem. U zbylých vzorků sýra byla chuť nahořklá, vůně a barva dobrá a konzistence hrudkovitá a vyvstávala z něj syrovátka.

ZÁVĚR

V literární části je popsána jakost mléka, používané mlékařské kultury pro výrobu tvarohu a vlastní technologická výroba tvarohu jako hlavní surovina pro výrobu vařeného sýra.

Praktická část je vypracována na základě čtyř pokusných výrob. Pro první tři výroby vařených sýrů jsem použil jako základní surovinu tvrdý tvaroh. Tvrdý tvaroh jsem nechal prozrát, a pro urychlení zrání jsem na něj nanesl suspenzi kvasinek *Candida famata*. U takto dozrálého tvarohu z 3. šarže jsem provedl stanovení celkových a rozpustných bílkovin. Ze stanovení obsahu bílkovin jsem zjistil, že ve zralém tvarohu bylo před terminací 24,92% celkových bílkovin a 6,90% bílkovin rozpustných. Rozsah zrání tvarohu se tedy blíží k 30%, takže tvaroh prozrával dobře. Sýry vyrobené z tvrdého tvarohu měly velmi dobrou pikantní sýrovou chuť a vůni bez cizích příchutí. Konzistence těchto dvou výrobků byla jemná, krémovitá a nerušila celkový dojem.

Pro poslední výrobu jsem použil měkký tvaroh. Měkký tvaroh jsem nechal prozrát, a pro urychlení zrání jsem na něj nanesl suspenzi kvasinek *Candida famata*. Sýr vyrobený z měkkého tvarohu měl tekutou konzistenci, nažloutlou barvu a vyvstávala z něj syrovátka. Jeho konzistence byla nevyhovující.

Vzhledem k vlastnostem, hlavně chuťovým, lze předpokládat, že tyto sýry budou konzumovány především labužníky, kteří vyhledávají pikantní sýry. Konzumovat ho lze v čerstvém stavu, vhodnou přílohou je chléb s máslem a jako nápoj pivo. Tento výrobek má všechny předpoklady, aby rozšířil sortiment u nás vyráběných a prodávaných sýrů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Kochkäse(Steirerkäse, glundner). Konsument spezial 50–51.
- [2] ANONYM, Mlékárenská technologie I. [online]. [cit. 2011-05-01, 18:22]. Dostupné z www: <<http://utb.cepac.cz/Screens/Default.aspx>>
- [3] INGR, I. a kol. Zpracování zemědělských produktů. 2. vyd. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně: 2001. 249s. ISBN 80-7157-520-8
- [4] STRMISKA, Josef, et al. Výroba tvarohu a tvarohových specialit: Nové technologie. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1991. 271 s. ISBN 80-03-00481-0.
- [5] FORMAN, L., ČEPIČKA, J. Technologie pro 1. ročník SOU mlékárenská výroba. Praha: 1990. 180s. ISBN 80-7105-009-1
- [6] KNĚZ, V. Výroba sýrů. 2. vyd. Praha: SNTL, 1960. 369s.
- [7] ANONYM, Mlékárenská technologie II. [online]. [cit. 2011-05-02, 18:00]. Dostupné z www: <<http://utb.cepac.cz/Screens/Default.aspx>>
- [8] ZADRAŽIL, Karel. Mlékařství: Přednášky. první. Praha: Nakladatelství ISV, 2002. 127 s. ISBN 80-86642-15-1.
- [9] HRABĚ, Jan, et al. Technologie výroby potravin živočišného původu : bakalářský směr. první. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Academia Centrum, 2006. 180 s. ISBN 80-7318-405-2.
- [10] FORMAN, Ladislav, et al. Mlékárenská technologie 2. druhé. Praha : VŠCHT Praha, 1996. 228 s. ISBN 80-7080-250-2.
- [11] Indra, Z.; Mizera, J. Chemické kontrolní metody pro obor zpracování mléka, první vyd.; 1992.
- [12] Černá, E.; Cvak, Z. Analytické metody pro mléko a mlékárenské výrobky, první vyd.; Praha, 1986.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

EP	Evropský parlament
ES	Evropské společenství
°C	Stupeň Celsia
KTJ	Kolonietvořící jednotky
ml	Mililitr
Kg	Kilogram
g	gram
l	Litr
pH	Aktivní kyselost
SH	Jednotka titrační kyselosti stanovená podle Soxhleeta-Henkela
α	Alfa
β	Beta
%	procenta
$P_{N\text{ roz}}$	Procenta dusíku v rozpustných bílkovinách
$P_{B\text{ roz.}}$	Procenta rozpustných bílkovin
$P_{N\text{ cel}}$	Procenta dusíku v celkových bílkovinách
$P_{B\text{ cel}}$	Procenta celkových bílkovin

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Schéma výroby tvrdého tvarohu

Obr. 2 Schéma výroby měkkého tvarohu

Obr. 3 Schéma úpravy tvarohu

Obr. 4 Schéma výroby vařeného sýra

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Naměřené hodnoty

Tab. 2 Naměřené hodnoty

Tab. 3 pH prozrálých tvarohů

Tab. 4 Sledované hodnoty u výrob

Tab. 5 Sensorické hodnocení barvy

Tab. 6 Sensorické hodnocení konzistence

Tab. 7 Sensorické hodnocení vůně

Tab. 8 Sensorické hodnocení chutě

