

FAKULTA VETERINÁRNÍ HYGIENY A EKOLOGIE
Ústav hygieny a technologie mléka

TECHNOLOGIE MLÉKA A MLÉČNÝCH VÝROBKŮ

Doc. MVDr. Bohumíra Janštová, Ph.D.
Prof. MVDr. Lenka Vorlová, Ph.D.
MVDr. Pavlína Navrátilová, Ph.D.
MVDr. Michaela Králová, Ph.D.
MVDr. Lenka Necidová, Ph.D.
MVDr. Eva Mařicová, Ph.D.

OBSAH

1 SYROVÉ MLÉKO (PRODUKCE, KRITÉRIA A KONTROLA JAKOSTI).....	3
2 PŘEJÍMKA MLÉKA NA FARMĚ, PŘEPRAVA MLÉKA, PŘÍJEM MLÉKA V MLÉKÁRNĚ	10
3 MLÉKÁRENSKÉ OŠETŘENÍ MLÉKA	12
4 KONZUMNÍ MLÉKO A SMETANA	26
5 ZAHUŠTĚNÉ MLÉČNÉ VÝROBKY.....	35
6 SUŠENÉ MLÉČNÉ VÝROBKY.....	42
7 MÁSLA.....	48
8 MLÉKAŘSKÉ MIKROBIÁLNÍ KULTURY	57
9 BIOCHEMICKÉ PROCESY PROBÍHAJÍCÍ PŘI VÝROBĚ FERMENTOVANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ.....	63
10 FERMENTOVANÉ MLÉČNÉ VÝROBKY	68
11 BIOCHEMICKÉ PROCESY PŘI VÝROBĚ A ZRÁNÍ SÝRŮ	82
12 SÝRY.....	91
13 KONCENTRÁTY MLÉČNÝCH BÍLKOVIN	116
14 MLÉČNÉ A SMETANOVÉ MRAŽENÉ KRÉMY	117
15 MODERNÍ TECHNOLOGIE V MLÉKAŘSTVÍ.....	120
16 SANITACE V MLÉKÁRENSKÉM PRŮMYSLU	123
17 VÝZNAM MLÉKA A MLÉČNÝCH VÝROBKŮ VE VÝŽIVĚ ČLOVĚKA.....	133
18 LITERATURA.....	139

Autorský kolektiv

doc. MVDr. Bohumíra Janštová, Ph.D.	kapitoly 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15 (mimo podkapitol 4.5.3., 5.4.3.1., 5.5.3.2., 6.6., 7.7.3.2., 12.10.5., 12.10.6.)
prof. MVDr. Lenka Vorlová, Ph.D.	kapitoly 9, 17
MVDr. Pavlína Navrátilová, Ph.D.	kapitoly 10, 16
MVDr. Michaela Králová, Ph.D.	kapitola 11
MVDr. Lenka Necidová, Ph.D.	4.5.3., 5.4.3.1., 5.5.3.2., 6.6., 7.7.3.2., 12.10.5.
MVDr. Eva Mařicová, Ph.D.	12.10.6.

1 SYROVÉ MLÉKO (PRODUKCE, KRITÉRIA A KONTROLA JAKOSTI)

1.1 HYGIENICKÉ POŽADAVKY NA PRODUKCI MLÉKA A MLEZIVA

Provozovatelé potravinářských podniků, kteří vyrábějí, popřípadě svážejí syrové mléko a mlezivo, musejí zajistit splnění požadavků stanovených legislativou (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ve znění pozdějších změn (Nařízení Komise (ES) č. 1662 /2006 a dalších).

1.1.1 Dojnice

- Syrové mléko a mlezivo musí pocházet od zvířat:
- která nevykazují žádný příznak nakažlivé choroby přenosné mlékem a mlezivem na člověka
- 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 a která nebyla protiprávně ošetřena
- u nichž byla v případě podání povolených přípravků či látek dodržena ochranná lhůta stanovená pro tyto přípravky a látky.

Zejména pokud jde o brucelózu, musí syrové mléko a mlezivo pocházet od:

- krav nebo samic buvolů ze stáda, které je prosté nebo úředně prosté brucelózy
- ovcí nebo koz, které patří do hospodářství, které je úředně prosté nebo prosté brucelózy nebo
- samic jiných druhů, které patří v případě druhů vnímavých k brucelóze ke stádu, u něhož jsou prováděny pravidelné kontroly této nákazy v rámci plánu kontrol schváleného příslušným orgánem.

Pokud jde o tuberkulózu, musí syrové mléko a mlezivo pocházet od:

- krav nebo samic buvolů ze stáda, které je úředně prosté tuberkulózy nebo
- samic jiných druhů, které patří v případě druhů vnímavých k tuberkulóze ke stádu, u něhož jsou prováděny pravidelné kontroly této nákazy v rámci plánu kontrol schváleného příslušným orgánem
- pokud se kozy chovají spolu s kravami, je třeba je prohlížet a vyšetřovat na tuberkulózu.

1.1.2 Hygiena zemědělských podniků vyrábějících mléko a mlezivo

1.1.2.1 Požadavky na prostory a vybavení

Zařízení k dojení a prostory pro skladování a chlazení mléka a mleziva a pro manipulaci s nimi musí být umístěny a konstruovány tak, aby se omezilo riziko kontaminace mléka a mleziva. Prostory pro skladování mléka a mleziva musí být chráněny proti škůdcům, musí

být dostatečně odděleny od prostor, kde jsou zvířata ustájena, a musí mít vhodné chladičí zařízení.

Povrch zařízení, které má přijít do styku s mlékem a mlezivem (nástroje, nádoby, cisterny atd. určené k dojení, sběru nebo k přepravě), musí být snadno čistitelný a případně dezinfikovatelný a musí být udržován v řádném stavu. To vyžaduje použití hladkých, omyvatelných a netoxických materiálů.

Po použití musí být takové povrchy vyčištěny a případně vydezinfikovány. Nádoby a cisterny použité při přepravě mléka a mleziva musí být před dalším použitím vhodným způsobem vyčištěny a vydezinfikovány, a to po každé přepravě nebo sérii přeprav, jestliže mezi vykládkou a následnou nakládkou uplynula velmi krátká doba, v každém případě však minimálně jedenkrát za den.

1.1.2.2 Hygiena personálu

Osoby provádějící dojení a/nebo manipulující se syrovým mlékem a mlezivem musí mít vhodný čistý oděv a musí udržovat vysoký stupeň osobní čistoty.

V blízkosti místa dojení musí být k dispozici vhodná zařízení, která dojičům a osobám manipulujícím se syrovým mlékem a mlezivem umožní omytí rukou a paží.

1.1.2.3 Hygiena během dojení

Mléko je získáno z jedné nebo více důjí, získané úplným vydojením dojnic.

Dojení se musí provádět hygienicky, a zejména je třeba zajistit, aby:

- před zahájením dojení byly struky, vemeno a přilehlé části čisté
- v mléce a mlezivu od každého zvířete byly zkontrolovány organoleptické nebo
- fyzikálně-chemické abnormality, a to dojičem nebo metodou poskytující podobné výsledky a aby mléko vykazující takové abnormality nebylo použito k lidské spotřebě
- mléko a mlezivo zvířat, která vykazují klinické příznaky onemocnění vemene, nebyly použity k lidské spotřebě jinak, než v souladu s pokyny veterinárního lékaře
- byla identifikována zvířata, která se podrobila léčbě, v jejímž důsledku může dojít k přenosu reziduí do mléka a mleziva, a aby mléko a mlezivo od takových zvířat nebylo do konce předepsané ochranné lhůty použito k lidské spotřebě
- koupele nebo postřiky struku byly použity pouze po schválení nebo registraci v souladu s postupy podle příslušné směrnice
- mlezivo bylo dojeno odděleně a nebylo smícháno se syrovým mlékem.

Z mlékárenského ošetření a zpracování se **vylučuje** mléko:

- pocházející od dojnic do 5 dní po otelení (mlezivo nesmí být smíšeno s mlékem)
- pocházející od dojnic, které dojí méně než 2 l nebo u kterých byla změněna frekvence
- dojení po zahájení procesu zaprahování
- z prvních stříků
- s obsahem reziduí inhibičních, pesticidních a kontaminujících látek
- nepříznivě ovlivněné ve složení, vlastnostech a smyslově změněné.

1.1.2.4 Čištění, uchovávání a chlazení mléka po nadojení

1.1.2.4.1 Čištění mléka

Mléko může obsahovat nečistoty pocházející z povrchu těla dojníc, ze vzduchu, krmiva, steliva apod. Čím dříve se tyto nečistoty odstraní, tím méně mikroorganismů se do mléka vyplaví. Mléko se čistí bezprostředně po nadojení, čištění nesmí být žádným způsobem urychlováno.

Čištění je zajištěno *filtrací* nebo *cezením*. Je-li mléko filtrováno, musí být použitý filtr v závislosti na jeho typu vyměněn nebo vyčištěn před vyčerpáním jeho absorpční schopnosti. Používají se rukávové nebo plošné filtry z netkané textilie, které se vkládají do mléčného potrubí nebo nad vtokový otvor. Filtrační kapacita nesmí být překročena, neboť nečistoty zpomalují filtrační rychlost, vyšší tlak usnadní pronikání nečistot do vyčištěného mléka. Další možností je použití kovových filtrů, které jsou opakovaně použitelné.

Cezení přes plachetky je obvykle využíváno při čištění menšího množství mléka na farmách. Plachetky jsou použitelné jednorázově nebo je nutno je prát a sterilizovat. Poklepávání a otrásání sítím s plachetkou má za následek, že zachycené nečistoty se rozpadávají a uvolňují do vyčištěného mléka.

1.1.2.4.2 Uchovávání a chlazení mléka

Bezprostředně po nadojení musejí být mléko a mlezivo uchováno na čistém místě, které je navrženo a vybaveno tak, aby se zamezilo jejich kontaminaci.

Účelem chlazení je zabránit rozvoji kontaminujících mikroorganismů a zachovat původní jakost až do okamžiku jeho spotřeby nebo zpracování.

Mléko po nadojení má teplotu cca 33 °C a je nutné, aby bylo vychlazeno na legislativou předepsanou teplotu co nejrychleji - s chlazením je započato od začátku dojení.

Chlazení probíhá v *mléčnici*, samostatné místnosti oddělené od dojírny i stájových prostor a vybavené chladicími úchovnými nádržemi - *tanky* na mléko. Prostory mléčnice mohou být používány pouze pro činnosti související se zacházením s mlékem. Stěny místnosti musejí být snadno čistitelné, taktéž podlahy položené způsobem usnadňujícím odvod tekutin. V prostorách mléčnice musí být odpovídající větrání a osvětlení a musí být oddělena od veškerých zdrojů kontaminace, jako jsou záchody a hnojiště. U mléčnice je prostor pro uložení sanitálních prostředků a místnost pro čištění a desinfekci dojícího zařízení a nádob na mléko a vhodné sanitární zařízení (šatna, sprchy, WC) pro zaměstnance.

Mléko musí být:

- v případě, že je sváženo každý den, ihned zchlazeno na teplotu nejvýše 8 °C
- v případě, že svoz není prováděn každý den, zchlazeno na teplotu nejvýše 6 °C.

Mlezivo musí být:

- skladováno odděleně
- v případě, že je sváženo každý den, ihned zchlazeno na teplotu nejvýše 8 °C
- v případě, že svoz není prováděn každý den, zchlazeno na teplotu nejvýše 6 °C nebo zmrazeno.

Podstatou chlazení je odvádění tepla z mléka stěnou chladicí úchovné nádrže. Využívá se systému s přímým odparem chladiva nebo s akumulací chladu do ledové vody obtékající plášť a dno nádoby - tato technologie je ekonomická a zejména ekologická.

Ledová voda se vyrábí ve **výrobníku ledové vody**. Energie chladu je akumulována v ledu. Provoz je plně automatický. Výrobník tvoří hranatá dvouplášťová izolovaná nádoba z nerezavějící oceli, uvnitř je umístěn trubkový výparník, který je při provozu zaplaven vodou.

Chladicí úchovné nádrže (tanky), včetně příslušenství, jsou vyrobeny z nerezavějící oceli, s broušeným povrchem na vnější i vnitřní straně. Izolace je provedena polyuretanovou pěnou. Nádrže jsou dvouplášťové, v mezistěně je ledová voda, v horní části rozstřikovací zařízení na sanitaci, jsou opatřeny míchadlem, ve víku je průlez – napouštěcí otvor, v dolní části vypouštěcí zařízení (pro připojení hadice). Obsah nádrží je až 8 000 litrů. Stálá teplota je udržována termostaty.

Sanitace úchovných chladicích nádrží se provádí po každém vyprázdnění. Tekutý sanitační prostředek se dávkuje ručně nebo automatickým dávkovačem tekutého sanitačního prostředku přímo z kanystrů. Sanitace celého zařízení včetně výpustě a uzavírací klapky se provádí automaticky.

Využit je možno také předchlazení mléka zařazením **deskového chladiče** ještě před chladicí úchovné nádrže.

Provozovatelé potravinářských podniků nemusí dodržet požadavky na teplotu chlazení, pokud:

- je mléko zpracováno do 2 hodin po nadojení nebo
- je z technologických důvodů souvisejících s výrobou některých mléčných výrobků nezbytná vyšší teplota a příslušný orgán ji povolí.

1.2 KRITÉRIA PRO SYROVÉ MLÉKO

Kritéria pro nakupovanou surovinu jsou uvedeny v legislativě ES i v české normě. Jakostní hodnocení uplatňované jako podklad při proplácení a zpeněžování mléka je nejsilnějším stimulem dodržení jakostních požadavků a dalšího zvyšování jakosti mléka. Požadavky na jakost mléka se vyvíjejí a přizpůsobují základním trendům vývoje ve výrobě a zpracování mléka.

1.2.1 Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) 853/2004

Současná evropská legislativa stanoví zvláštní hygienická pravidla pro produkci potravin živočišného původu (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, změna Nařízením Komise (ES)1662 /2006).

Provozovatelé potravinářských podniků musí zavést postupy s cílem zajistit, aby syrové mléko splňovalo stanovená kritéria:

Plnění požadavků v případě syrového mléka a plnění stávajících vnitrostátních kritérií v případě mleziva se musí ověřovat na reprezentativním počtu vzorků syrového mléka a mleziva odebraných při namátkových kontrolách v zemědělských podnicích vyrábějících mléko.

Tyto kontroly mohou být prováděny přímo:

- provozovatelem potravinářského podniku, který mléko vyrábí, nebo v jeho zastoupení
- provozovatelem potravinářského podniku, který mléko sváží nebo zpracovává, nebo v jeho zastoupení
- skupinou provozovatelů potravinářských podniků, nebo v jejich zastoupení, nebo
- v rámci vnitrostátního nebo regionálního kontrolního programu.

Provozovatelé potravinářských podniků musí podle platné legislativy ES zavést postupy s cílem zajistit, aby syrové mléko splňovalo následující **kritéria**:

Syrové kravské mléko:

- **Obsah mikroorganismů při 30 °C (na ml) $\leq 100\ 000$ (*)**
(*) Klouzavý geometrický průměr za dvouměsíční období, alespoň dva vzorky za měsíc.
- **Obsah somatických buněk (na ml) $\leq 400\ 000$ (**)**
(**) Klouzavý geometrický průměr za tříměsíční období, alespoň jeden vzorek za měsíc, pokud příslušný orgán neurčí jinou metodiku s cílem zohlednit sezónní variace v úrovni výroby.

Syrové mléko od jiných druhů:

- **Obsah mikroorganismů při 30 °C (na ml) $\leq 1\ 500\ 000$ (*)**
(*) Klouzavý geometrický průměr za dvouměsíční období, alespoň dva vzorky za měsíc.
- Pokud je však syrové mléko od jiných druhů než od krav určeno na produkci výrobků ze syrového mléka postupem, který nezahrnuje tepelnou úpravu, musí provozovatelé potravinářských podniků učinit opatření, jimiž zajistí, aby použité syrové mléko splňovalo následující kritérium: obsah mikroorganismů při 30 °C (na ml) $\leq 500\ 000$ (*)
(*) Klouzavý geometrický průměr za dvouměsíční období, alespoň dva vzorky za měsíc.

Provozovatelé potravinářských podniků musí dále zavést postupy, jimiž zajistí, že syrové mléko **nebude uvedeno na trh**, pokud:

- **obsahuje rezidua antibiotik** v množství, které pro jakoukoli z látek uvedených v příslušném nařízení překračuje hodnoty povolené uvedeným nařízením nebo
- celkový obsah reziduí všech antibiotik překračuje jakoukoli z maximálních povolených hodnot.

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

1.2.2 ČSN 570529 (1993, 1998)

Požadavky na jakost syrového kravského mléka pro mlékárenské ošetření a zpracování uvádí - doporučuje - ČSN 570529 (1993, 1998).

Doporučené znaky jakosti syrového kravského mléka

- **Smyslové znaky jakosti**

Barva bílá, případně s lehce nažloutlým odstínem, konzistence a vzhled – stejnorodá tekutina bez usazenin, vloček a hrubých nečistot, chuť a vůně čistě mléčná bez jiných příchutí a pachů.

- **Fyzikální a chemické znaky jakosti**

Obsah tuku nejméně 33,0 g.l⁻¹, obsah bílkovin nejméně 28,0 g.l⁻¹, pro účely zpeněžování 32 g.l⁻¹, bod mrznutí ≤ -0,515 °C, kyselost mléka stanovená metodou podle Soxhlet-Henkela 6,2-7,8.

- **Teplota mléka**

Jestliže mléko není svezeno do 2 hodin po skončení dojení, musí být zchlazeno na teplotu 4 až 8 °C při denním svozu, nebo na teplotu 4 až 6 °C při obdenním svozu, a při těchto teplotách uchováváno až do svozu.

- **Počet somatických buněk (PBS)** - limit do 400 000 v 1 ml
- **Celkový počet mikroorganismů (CPM)** - limit do 100 000 v 1 ml
- **Inhibiční látky** negativní při použití vědecky uznávaných a prakticky ověřených metod.

Doplňkové znaky jakosti

- **Mikrobiologické znaky jakosti**

Počet psychrotrofních mikroorganismů do 50 000 v 1 ml, počet termorezistentních mikroorganismů do 2 000 v 1 ml, počet koliformních bakterií nejvýše 1 000 v 1 ml, sporotvorné anaerobní bakterie v 0,1 ml negativní.

- **Obsah volných mastných kyselin u mléčného tuku**

13 mol/kg metodou stlukem, 32 mmol/kg metodou extrakčně-titrační

- **Obsah nutričně významných složek**

Vápník 1,2 g.l⁻¹, vitamin A 0,13 mg.l⁻¹, vitamin B₁ 0,32 mg.l⁻¹, vitamin B₂ 1,4 mg.l⁻¹

- **Kysací schopnost jogurtovou kulturou** stanovená metodou podle Soxhlet-Henkela nejméně 25
- **Obsah tukuprosté sušiny** nejméně 8,5 % hmotnosti.

Četnost kontrol jakostních znaků

Následující znaky jsou stanovovány:

CPM nejméně 2x měsíčně, výsledek se vyjadřuje jako klouzavý geometrický průměr za poslední 2 měsíce.

PSB nejméně 1x měsíčně, výsledek se vyjadřuje jako klouzavý geometrický průměr za poslední 3 měsíce.

Rezidua inhibičních látek nejméně 2x měsíčně, vždy souběžně se stanovením CPM.

Bod mrznutí nejméně 1 x měsíčně.

Další znaky jakosti, případně i odlišné hodnoty u doplňkových znaků jakosti, mohou být dohodnuty mezi dodavatelem a odběratelem.

1.3 KONTROLA JAKOSTI MLÉKA

Vyšetření odebíraných vzorků syrového mléka probíhá v akreditovaných laboratořích. Laboratoře jsou zapojeny do tzv. kruhových testů, ověřujících přesnost stanovení jednotlivých vyšetřovaných ukazatelů, zadání a vyhodnocení testů provádějí národní referenční laboratoře. Hlavním předmětem činnosti laboratoří je kontrola kvality nakupovaného mléka - chemické a mikrobiologické analýzy mléka. Výsledky analýz slouží ke kontrole legislativou stanovených bezpečnostních kritérií a jako podklad pro proplácení mléka mlékárnou dodavateli mléka. Laboratoře provádějí také zkoušení vzorků mléka pro potřeby šlechtitelů, chovatelů, výrobců mléka a státní veterinární správu.

Základní vyšetření znaků jakosti mléka dané legislativou a dodavatelsko-odběratelskou smlouvou:

- Stanovení mikroorganismů v syrovém mléce přímým počítáním bakteriálních buněk.
- Stanovení počtu somatických buněk optickou fluorescenční metodou nebo průtokovou cytometrií.
- Stanovení reziduí inhibičních látek vhodnými testy.
- Stanovení složení mléka infračerveným absorpčním analyzátozem.

Další parametry se stanovují podle požadavku dodavatelsko-odběratelské smlouvy nebo podle požadavku zákazníka, například:

- Stanovení bodu mrznutí (kryoskopická metoda, infračervená absorpční spektrometrie).
- Stanovení obsahu močoviny (enzymatická metoda, infračervená absorpční spektrometrie).
- Stanovení obsahu kaseinu, volných mastných kyselin, kyseliny citrónové (infračervená absorpční spektrometrie).
- Mikrobiologické vyšetření kultivačními metodami.

2 PŘEJÍMKA MLÉKA NA FARMĚ, PŘEPRAVA MLÉKA, PŘÍJEM MLÉKA V MLÉKÁRNĚ

2.1 PŘEJÍMKA MLÉKA NA FARMĚ

Doba přejímky syrového mléka je dána svozovým plánem. Mléko přejímá prokazatelně proškolený řidič cisterny, který kontroluje:

- přejímané množství
- teplotu mléka
- smyslové vlastnosti
- kyselost mléka (orientačně indikátorovými papírky).

Při přejímce mléka řidič nebo vzorkař odebírá také vzorky mléka.

Odebrané vzorky mléka musejí reprezentovat celý objem přejímané suroviny, musí být průměrné, což je zajištěno mícháním, a při odběru z více nádrží, ve kterých je mléko skladováno, také poměrné. Míchadlo je součástí úchovné nádrže, popřípadě se při menším objemu mléka použije míchadlo ruční.

Odběr bazénových vzorků **pro mlékárnu** provádí řidič cisterny denně, vzorky jsou odevzdány v příjmové laboratoři mlékárny a slouží především pro případné dohledání reziduí inhibičních látek v případě, že jsou zjištěny v cisternovém vzorku.

Odběr vzorků **pro laboratoř akreditovanou pro rozbor mléka** odebírá vzorkař do vzorkovnic připravených laboratoří. Četnost odběrů vzorků pro vyšetření znaků jakosti je stanovena spolu s těmito znaky legislativou a je dána případně i častěji (a spolu s dalšími požadavky) dodavatelsko-odběratelskou smlouvou mezi mlékárnou a farmáři.

Odběr se provádí

- ručně - naběračkou na dlouhé rukojeti
- **autosamplerem**, zařízením pracujícím na principu odkapu, kdy se po nastavení objemu přejímaného mléka získá průměrný vzorek v potřebném množství.

2.2 PŘEPRAVA MLÉKA

Během přepravy mléka a mleziva musí být zachován chladicí řetězec a při dodání do cílového zařízení nesmí teplota mléka ani mleziva přesáhnout 10 °C.

Přepravce mléka musí být registrován, mezi jeho další povinnosti patří čištění a desinfekce cisterny po jejím vyprázdnění, o čemž pořizuje záznam, který se archivuje.

Dopravním zařízením pro transport mléka a mleziva jsou automobilové cisterny, cisternové návěsy nebo přívěsy.

Cisterny jsou uzavřené nerezové nádrže většinou tvaru zploštělého ležatého válce. Mají objem 8 000-22 000 l mléka a musejí být označeny nápisem „mléko“ nebo „potraviný“. Jsou nechlazené, dvouplášťové či jednoplášťové, izolované (pěnovým polyuretanem, skelnou vatou), případně izolované být nemusejí, pokud délka svozové trasy není příčinou nadměrného zvýšení teploty mléka.

Cisterny jsou jednokomorové nebo přepážkami rozděleny do několika samostatných komor. Cisterny mají uvnitř vlnolamy, které brání pohybu a mechanickému namáhání mléka při jízdě (riziko porušení obalu tukových kuliček a kaseinových micel, tříštění případných nečistot). K výbavě cisterny patří jedno nebo dvě samonasávací čerpadla. Vypouštění mléka z cisterny je řešeno samospádem, alternativně i za využití vlastního čerpadla cisterny. Cisterny jsou vybaveny **průtokoměry** - zařízením na měření množství přejímaného mléka, popřípadě i zařízením na automatický odběr vzorků - **autosamplery**, které zajistí odběr vzorků mléka odkapem probíhajícím po celou dobu čerpání mléka do cisterny.

2.3 PŘÍJEM MLÉKA V MLÉKÁRNĚ

Přejímání mléka z cisteren jednotlivých svozných linek se provádí v **příjmové části mlékárny**. Po příjezdu se kontroluje teplota mléka a odebírá se (nebo předá) cisternový vzorek mléka, který je kontrolován na přítomnost reziduí inhibičních látek (RIL) za použití některého z rychlých testů. Pokud jsou RIL zjištěny (a akreditovanou laboratoří potvrzeny), nemůže být mléko přijato.

Řidič předá do příjmové laboratoře bazénové vzorky mléka, které slouží především k dohledání RIL v případě, že byly zjištěny v cisternovém vzorku mléka. Další vyšetření bazénových vzorků mléka provádí příjmová laboratoř mlékárny po přijetí mléka, obvykle se stanoví titrační kyselost (SH) a další parametry podle potřeb a přístrojového vybavení mlékárny (měrná hmotnost, obsah tuku, bílkovin, kaseinu, termostabilita bílkovin).

Množství přijatého mléka se zjišťuje měřicími objemovými **čerpadly**, **magneticko-indukčními průtokoměry** nebo podle hmotnosti mléka v cisterně na **mostních vahách**.

Každé příjmové místo je vybaveno **čerpádlem**. Přijaté mléko je přečerpáno, pokud je třeba přes deskové chladiče, do zásobních **úchovných tanků**. Úchovné tanky jsou izolované stojaté válcové nádrže s míchadly v několika etážích, s průlezem a stavoznakem, mléko z nich je čerpáno na pasterační stanici.

Provozovatelé potravinářských podniků musí zajistit, aby po přijetí zpracovatelským zařízením bylo

- mléko rychle zchlazeno na teplotu nepřesahující 6 °C
- mlezivo rychle zchlazeno na teplotu nepřesahující 6 °C nebo ponecháno zmrazené a udržováno na této teplotě až do zpracování.

Provozovatelé potravinářských podniků však mohou uchovávat mléko a mlezivo při vyšší teplotě, pokud:

- proces zpracování začne bezprostředně po nadojení nebo do 4 hodin od přijetí ve zpracovatelském zařízení
- příslušný orgán povolí vyšší teplotu z technologických důvodů souvisejících s výrobou určitých mléčných výrobků nebo výrobků z mleziva.

3 MLÉKÁRENSKÉ OŠETŘENÍ MLÉKA ODSTŘEDĚNÍ, TEPELNÉ OŠETŘENÍ MLÉKA, DEAERACE, STANDARDIZACE, HOMOGENIZACE

Podnikem pro ošetření mléka je podnik, závod, popřípadě jiné zařízení, ve kterém je mléko tepelně ošetřeno. Kromě obecných požadavků jsou legislativou stanoveny i zvláštní požadavky na schválení podniku pro ošetření mléka a zpracovatelského podniku.

Mléko ze zásobních tanků přichází na pasterační stanici, kde se provádí jeho základní **mlékárenské ošetření**. To se skládá z **odstředění** (čištění a separace tuku a odstředěného mléka) a **tepelného ošetření** s vychlazením. Dále na pasterační stanici probíhá podle účelu dalšího použití mléka: standardizace obsahu tuku v mléce, deaerace (odvětrávání, dezodorizace) a homogenizace mléčného tuku.

Pasterační stanice jsou vybavené pastéry, odstředivkami, standardizačním zařízením, deaeračním a dezodorizačním zařízením a případně i homogenizátorem. Odstředování a homogenizace jsou včleněny do procesu pasterace.

Nedílnou součástí pasterační stanice jsou čerpadla a potrubí. Potrubí je spojováno šroubovými uzávěry, lze je spojovat i svařováním v atmosféře argonu, kdy vznikne hladký svár, což je výhodné pro zajištění hygieny. Směr toku suroviny je dán nastavením ventilů a klapek, které jsou ovládány ručně či dálkově (pneumaticky, elektricky). Sanitace zařízení a potrubí je prováděna systémem okruhového čištění.

3.1 ODSŤŘEDĚNÍ MLÉKA

Přestože je mléko čištěno již na farmách, provádí se v mlékárnách jeho čištění při přejímce mléka pomocí filtrů a dále pak při odstředování na čistících a odsmetaňovacích **odstředivkách** (separátorech). Kromě všeobecných podmínek musí mít podle legislativy podnik pro ošetření mléka a zpracovatelský podnik v případě potřeby odstředivky nebo jiné vhodné přístroje pro fyzikální čištění mléka.

Odstředování je jedním z nejdůležitějších fyzikálních procesů používaných v mlékárenském průmyslu. Základním fyzikálním principem odstředování je rozdíl měrné hmotnosti částic suspendovaných v kapalině a spojitě fáze emulze. Hnací silou je odstředivá síla v bubnu odstředivky při 6 000-8 000 otáčkách za minutu. Výkon odstředivek se pohybuje v širokém rozmezí od 50 (minimlékárny, farmy) do 25 000 l.h⁻¹. Separace tuku a odstředěného mléka je spojena se současným čištěním mléka, odstraňováním jemnějších mechanických nečistot, určitého podílu mikroorganismů a buněčných částic. Vhodná teplota mléka pro oddělení tuku a kalů od odstředěného mléka je 40-50 °C. Odstředivka je proto běžně zařazena za 1. regenerační sekci pastéru, kde se mléko na tuto teplotu předeheje. Používají se však i teploty 55-65 °C nebo 4-10 °C. Při odstředování se těžší složka mléka - **odstředěné mléko** - soustřeďuje blízko stěny bubnu odstředivky a lehčí tuková složka - **smetana** - je vytlačována směrem do středu, k ose otáčení (tučnost smetany je obvykle 40 %). Těžké částice, jako jsou nečistoty, mikroorganismy nebo buněčné částice, jsou vyneseny odstředivou silou až na stěnu bubnu, kde se soustřeďují jako **kal**.

Ve smetaně po odstředění je 40 % tuku, v odstředěném mléce zůstává tzv. zbytkový obsah tuku (0,01-0,05 %). Jeho množství ovlivňuje:

- *teplota mléka* (nad 45 °C dochází ke zhoršení ostrosti odstředění vlivem mechanického tříštění tukových kuliček)
- *množství přitékajícího mléka* (nesmí přestoupit kapacitu odstředivky)
- *podíl odebírané smetany* (pokud tučnost smetany nepřesáhne 45-50 % hm., odstředování probíhá normálně, nad tuto hodnotu roste tučnost odstředěného mléka a smetana má vysokou viskozitu)
- *otřesy bubnu, množství odstředivkového kalu, přítomnost vzduchu v mléce* (zhoršuje režim proudění mléka v prostorech mezi talíři odstředivky); proto je nutné mléko před odstředěním nechat určitou dobu v klidu bez míchání, dbát na těsnost potrubí, čerpadel a vyloučit nasávání vzduchu do mléka čerpaného do odstředivek (odstředivkový odlučovač vzduchu ve vnitřní části rozvaděče odstředivky).

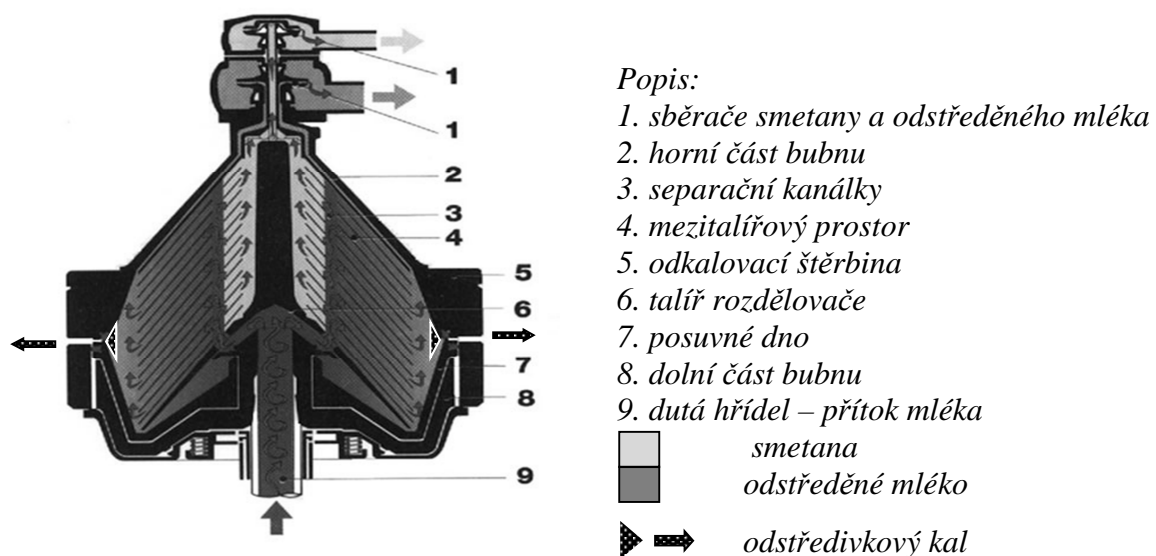
3.1.1 Odstředivka, průběh odstředování

3.1.1.1 Hlavní části odstředivky

Odstředivku tvoří:

- přítokové zařízení
- buben, který se skládá z *rozdělovacího talíře* (rozvaděče mléka), *soustavy talířů* s otvory a se sklonem stěn 45 - 55 ° a *vrchního talíře* bez otvorů
- výtokové zařízení, které slouží k plynulému odtoku oddělených složek, se skládá ze *sběrače smetany* a *sběrače odstředěného mléka*
- průtokoměr (na výtoku smetany)
- tlakoměr a regulační šoupátko pro nastavení potřebného tlaku (na výtoku odstředěného mléka)
- pohon
- stojan.

Obrázek 1: Schéma odstředivky a průběhu odstředování



Zdroj: Bylund, 1995; upraveno

3.1.1.2 Typy odstředivek

Odstředivky jsou obecně konstruovány jako polohermetické a hermetické, diskontinuální a kontinuální.

3.1.1.2.1 Diskontinuální odstředivka

Tato odstředivka umožňuje, zejména v hermetickém provedení, plnit obě funkce, avšak diskontinuita provozu a ruční vyjímání kalu narušuje plynulost provozu, resp. musí být tento člen linky pro základní mlékárenské ošetření mléka zdvojen. Výkon odstředivky je sladěn s výkonem pastéru a dosahuje až $20\,000\text{ l}\cdot\text{hod}^{-1}$. Odstředování se provádí při teplotě kolem $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, při $6\,000$ až $8\,000\text{ ot}\cdot\text{min}^{-1}$. Hustý až pevný kal se vyjímá po 3 až 6 hodinách provozu, lze jej odstranit z odstředivkového bubnu a z prostorů mezi jednotlivými talíři pouze při částečném rozebrání odstředivky, všechny součásti se musejí umýt. Odstředivkový kal totiž brání průchodu odstředěného mléka, které se pak částečně směšuje se smetanou a postupně se snižuje čistící účinek.

3.1.1.2.2 Kontinuální - samoodkalovací odstředivka

Samoodkalovací odstředivka je dnes běžně používaná ve všech mlékárnách, pracuje v kontinuálním provozu. Buben odstředivky je dvoudílný, dolní část je držena tlakem vody v základní pozici. Poklesem dolní části bubnu se za provozu vytváří na dobu méně než 0,5 sekundy obvodová *odkalovací štěrbin*a, kterou je kal „vystřelen“ za tlumeného zvuku do vnějšího sběrače. Současně s kalem je odmrštěno asi 4 až 6 litrů odstředěného mléka. Kal má tekutou konzistenci a oproti kalu z výše uvedeného typu odstředivky je ho podstatně více. Kal je vedlejším živočišným produktem určeným k lidské spotřebě a neškodně se odstraní podle příslušného předpisu (Nařízení ES č. 1069/2009). Při čištění odstředivky se dno samoodkalovací odstředivky otevírá na delší čas, takže je vyprázdněn celý obsah odstředivky. Hermetické provedení tohoto typu odstředivky umožňuje vysokou ostrost oddělení smetany a odstředěného mléka. Odstředivka je zařazena do systému cirkulačního čištění.

Mléko je dopravováno *přívodním čerpadlem* do *dutého hřídele* a odtud do otvorů *rozvaděče*. Vlivem odstředivé síly proniká do *separačních kanálků* a dále do *mezer mezi talíři* (0,3-0,5 mm). Tukové kuličky se v nich oddělují a postupují do středu bubnu na vnější plochu rozvaděče a otvorem ve vrchním talíři do sběrače smetany. Mléčná plazma a nečistoty se pohybují opačným směrem, jsou vrhány do *kalového prostoru* bubnu. Nečistoty se v něm usazují a odstředěné mléko protéká z kalového prostoru nad vrchním talířem do sběrače mléka.

Současné odstředivky bývají doplněny *automatickou standardizací* tuku, kde se směšuje odstředěné mléko se smetanou v požadovaném poměru.

3.1.1.2.3 Další typy a využití odstředivek

Baktofuga

Baktofugace nepatří mezi běžné způsoby odstředování mléka. Je to proces odstraňování bakterií z mléka pomocí odstředivé síly, která je mnohem vyšší, než u odsmetaňovacích odstředivek. Proces probíhá v *baktofugách*. Talíře v bubnu zařízení jsou bez otvorů. Mikrobiologické čištění a rychlost dělení jsou ovlivněny rozdílnou měrnou hmotností, velikostí a tvarem bakterií. Účinnost baktofugace dosahuje 90-95 %, pro sporotvorné bakterie a jejich spory 95-99 %. Ze zdravotního hlediska ovšem nemůže baktofugace nahradit pasteraci.

Mléko se přehřívá na baktofugační teplotu (60-75 °C). V baktofuze jsou těžší komponenty mléka, včetně bakterií, hnány odstředivou silou k obvodu bubnu a jako baktofugát jsou odváděny do sběrače a odtud do odlučovače. Odvětrávaná parovzdušná směs, bohatá na mikroorganismy, se vrací zpět pod příklopem bubnu do odlučovače. Takto se vylučuje možnost bakteriální kontaminace pracovní atmosféry. Baktofugát představuje 1,5-3 % z celkového množství mléka, je převáděn do sterilizátoru a po ochlazení může být navrácen do mléka.

Odstředivky různých konstrukcí se využívají při:

- odsmetanění syrovátky
- výrobě tvarohu
- výrobě vysokotučných termizovaných sýrů
- výrobě bezvodého mléčného tuku
- výrobě kaseinů a koprecipátů.

3.2 TEPELNÉ OŠETŘENÍ MLÉKA

Tepelné ošetření je technologický proces prováděný způsobem, při kterém se použitím různých kombinací teploty a doby působení tepelného záhřevu, jež vykazují rovnocenný účinek, omezuje počet nežádoucích mikroorganismů a zajišťuje zdravotní nezávadnost a prodloužení trvanlivosti mléka a konečného mléčného výrobku. Cílem tepelného ošetření je minimalizace zdravotního nebezpečí vyvolaného patogeny za současných minimálních chemických, fyzikálních a organoleptických změn mléka.

Není-li stanoveno jinak, lze uvádět do oběhu pouze mléko, které bylo získáno od zvířat, jejichž zdravotní stav, způsob chovu a výživy neovlivňují nepříznivě jeho zdravotní nezávadnost, a které bylo **mlékárensky ošetřeno**, jakož i výrobky z tohoto mléka. Požadavek výroby mléčných výrobků z mlékárensky ošetřeného mléka však neplatí, pokud schválený technologický postup vyžaduje se zřetelem na vlastnosti výrobku, aby bylo při jeho výrobě použito mlékárensky neošetřené mléko.

Provozovatelé potravinářských podniků musí zajistit, aby po přijetí zpracovatelským zařízením bylo mléko rychle zchlazeno na teplotu nepřekračující 6 °C a aby tato teplota byla udržována až do zpracování. Provozovatelé potravinářských podniků však mohou uchovávat mléko při vyšší teplotě, pokud ke zpracování dojde bezprostředně po nadojení nebo do 4 hodin od přijetí do zpracovatelského podniku nebo příslušný orgán povolí vyšší teplotu z technologických důvodů souvisejících s výrobou určitých mléčných výrobků.

Provozovatelé potravinářských podniků vyrábějících mléčné výrobky musí zavést postupy s cílem zajistit, aby bezprostředně před zpracováním byl v syrovém kravském mléce používaném pro výrobu mléčných výrobků obsah mikroorganismů při teplotě 30 °C nižší než 300 000 v ml.

Pokud syrové mléko, mléčné výrobky nebo výrobky z mleziva procházejí tepelným ošetřením, provozovatelé potravinářských podniků musejí zajistit, aby toto zpracování splňovalo požadavky platné legislativy.

Mezi základní mlékárenské ošetření nelze zahrnout **termizaci**, způsob ošetření mléka odpovídající účinku při zahřátí na teplotu 57 °C až 68 °C po dobu nejméně 15 sekund. Vzhledem k relativně nízkým teplotám a krátké době působení není tento postup dostatečný ke zničení patogenních mikroorganismů.

3.2.1 Pasterace mléka

Pasterace je proces, při kterém se mléko zahřívá na teplotu do 100 °C. Dochází přitom k devitalizaci vegetativních forem mikroorganismů, zvláště patogenů, redukci počtu spór a k inaktivaci většiny enzymů. Trvanlivost zchlazeného pasterovaného mléka uchovávaného při chladničkové teplotě je omezena na několik dnů.

Pasterace se dosahuje podle platné legislativy (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ve znění Nařízení Komise (ES) č. 1662/2006) ošetřením:

- vysokou teplotou po krátkou dobu, nejméně 72 °C po dobu 15 sekund (tzv. **šetrná pasterace**)
- nízkou teplotou po dlouhou dobu, nejméně 63 °C po dobu 30 minut (tzv. **dlouhodobá pasterace**) nebo

- jakoukoliv jinou kombinací teploty a času vedoucí k rovnocennému účinku, tak, aby bezprostředně po tomto ošetření mléko vykazovalo negativní reakci při testu na alkalickou fosfatázu v případech, kdy je test použitelný.

Mléko musí být bezprostředně po pasteraci zchlazeno na teplotu 6 °C a nižší.

Jako „*vysoká*“ pasterace se označuje zahřátí mléka na teplotu nejméně 85 °C. Konečný výrobek musí vykazovat negativní reakci ve fosfatázovém i peroxidázovém testu.

3.2.1.1 Pasterační zařízení

Vývoj pasteračního zařízení směřoval od kotlových (hrncových) pastérů až po moderní trubkové a deskové pastéry.

- **Kotlový pastér** se používá především v minimlékárnách či na farmách. Jedná se o duplikátorový kotel, ve kterém je mléko ohříváno horkou vodou z mezistěny kotle. Je vybaven míchadlem, teplotním čidlem, regulátorem teploty.
- **Trubkový pastér** se skládá z trubek do sebe koncentricky zasunutých. Mléko protéká v tenké vrstvě ve střední trubce a je zahříváno ze dvou stran. Druhý typ trubkového pastéru je tvořen soustavou trubek, kolem trubky s mlékem jsou trubky s ohřívacím médiem. Trubkové pastéry mají regenerační a chladicí část. Mléko v trubkách proudí laminárně. Nevýhodou pastéru je jeho obtížnější čištění. Trubkové pastéry se používají i pro záhřev mléka teplotou nad 100 °C, při výrobě UHT mléka.
- **Deskový pastér** - deskový výměník tepla - je nejpoužívanějším zařízením na tepelné ošetření mléka. Je využíván k ohřevu i chlazení mléka vzájemnou výměnou tepla - regenerací.

3.2.1.1.1 Konstrukce deskového pastéru

Před deskovým pastérem je zařazena *vyrovnávací nádrž* s plovákem, která reguluje přítok mléka do pastéru.

Základním stavebním prvkem pastéru jsou pracovní *desky* z nerezového ocelového plechu spojené navzájem. Jejich plocha je optimálně tvarovaná, mají vylisovány různě uspořádané výstupky a úzké lomené žlábků, tím se dosáhne turbulentního proudění mléka, rychlejší výměny tepla a dokonalého prohřátí celé vrstvy mléka. Přítok mléka je otvory v rozích desky, kapalina se rozděluje do několika pramenů, opět se spojí a v dalším tahu se opět dělí. Cesty průtoku mléka a ohřívacích a chladicích médií jsou dány sestavením desek. Desky jsou zavěšeny na vodících tyčích a přitlačeny k sobě silnými čely. Jsou těsně spojeny sešroubováním nebo svařenými. Desky jsou seskupeny do sekcí. Jednotlivé sekce - funkční části pastéru - jsou od sebe odděleny mezistěnami, které jsou opatřeny armaturami pro vstup a výstup kapalin. Počet desek je několik desítek až 200.

Deskový pastér je konstruován jako:

- rozebíratelný výměník tepla, ve kterém jsou desky opatřeny pryžovým těsněním po obvodu - těsnění musí snášet teploty i nad 100 °C a nesmí předávat mléku cizí chuť a vůni; provozní teplota je max. 125 °C a přetlak 0,3-1,1 MPa
- svařovaný výměník tepla, ve kterém jsou desky spojeny svářem, materiálem je ušlechtilá ocel (Cr-Ni-Mo), provozní teplota je až 250 °C a provozní přetlak 1-4 MPa.

3.2.1.1.2 Průběh pasterace v deskovém pastéru

Syrové mléko je ohříváno mezi deskami pastéru, tedy nepřímo přes kovovou stěnu, ohřívacím médiem. V prostorách mezi deskami prochází po jedné straně desky zahřívána kapalina a po druhé straně v protisměru ohřívací kapalina. Obdobná situace je i při chlazení mléka.

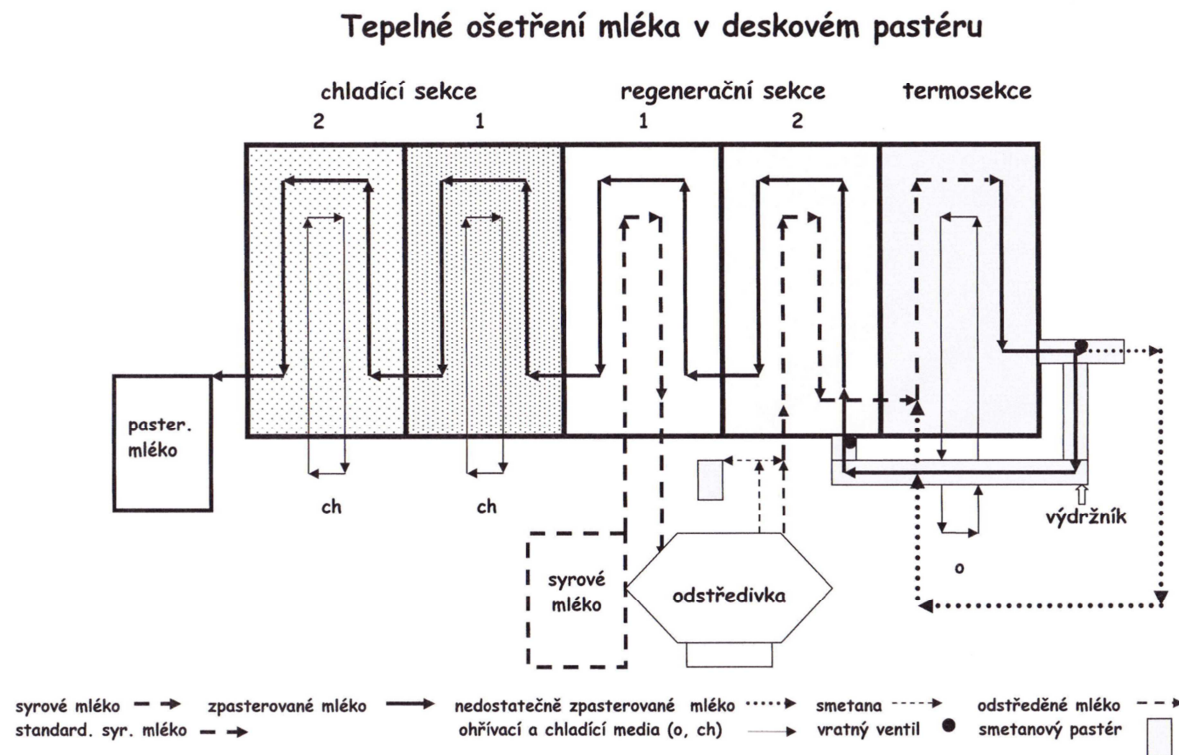
Ohřívacím médiem je (podle sekce) mléko, horká voda nebo pára, chladicím médiem mléko, ledová voda, případně dříve využívaná solanka.

Deskový pastér má obvykle 5 sekcí označovaných jako:

- první regenerační sekce (předehřívání mléka na teplotu vhodnou k odstředění mléka)
- druhá regenerační sekce (předehřívání mléka před vlastní pasterací)
- pasterační sekce (termosektor, termosekce)
- první a druhá chladicí sekce.

Syrové mléko je tlačeno čerpadlem do **první regenerační sekce**, kde dochází k ohřátí již zpasterovaným teplým mlékem na teplotu 40-45 °C. Odtud mléko přechází do samoodkalovací odstředivky. Buď dojde za odstředivkou ke standardizaci mléka (úprava na požadovaný obsah tuku) a je pasterováno standardizované mléko nebo je smetana pasterována na odděleném smetanovém pastéru či ve smetanové sekci pastéru (a případně také homogenizována) a ke standardizaci dojde po pasteraci. V **druhé regenerační sekci** je mléko zahřáto (opět již zpasterovaným mlékem) na teplotu kolem 60-65 °C. V pasterační sekci - **termosekci** - dojde k záhřevu mléka horkou vodou na stanovenou teplotu působící stanovenou dobu. Pokud je třeba teplotu nějakou dobu udržet, je za termosektor začleněn **výdržník**. Odtud zpasterované mléko postupuje zpět do **2. a 1. regenerační sekce** (na opačné straně desek), ohřívá syrové mléko a přitom se samo chladí. Dochlazení probíhá ve dvou **chladicích sekcích** ledovou vodou (dříve se v poslední sekci chladilo solankou).

Obrázek 2: Tepelné ošetření mléka v deskovém pastéru



Zdroj: Janštová, 2011

Prostory a zařízení určené k zacházení se živočišnými produkty za stanovených podmínek, kam patří i pasterační zařízení, musejí být vybaveny spolehlivými přístroji a **čidly pro měření, kontrolu a registraci** požadovaných hodnot.

Zařízení pro kontinuální pasteraci a jiné způsoby tepelného ošetření musí být vybavena **automatickými systémy**, které vylučují možnost nedostatečného zahřátí a zajišťují, aby nedošlo ke smísení tepelně ošetřených a tepelně neošetřených výrobků nebo surovin.

Příslušenstvím pastéru, jak vyplývá z výše uvedeného, jsou:

- automatický regulátor teploty
- automatické bezpečnostní zařízení, které brání nedostatečnému záhřevu mléka
- automatický bezpečnostní systém, který brání smíchání tepelně ošetřeného mléka s mlékem nedostatečně zahřátým
- automatické registrační zařízení.

Automatickým bezpečnostním zařízením, které brání nedostatečnému záhřevu mléka, je teplotní čidlo a vratný ventil, který umožní navrácení nedostatečně zahřátého mléka zpět do procesu pasterace.

Automatický bezpečnostní systém, který brání smíchání tepelně ošetřeného mléka s mlékem nedostatečně zahřátým

Ke smísení tepelně ošetřeného mléka s mlékem nedostatečně zahřátým by došlo při poškození pasteračních desek (bodová koroze, zátěžové korozní trhliny, vibrační korozní trhliny, únavové či statické trhliny). Příčinou může být vysoká koncentrace chloridů z desinfekčních prostředků, provozní voda, zvýšené tlakové síly a rány, vibrace. Obvykle je konstrukčním

preventivním řešením tohoto problému udržování **rozdílu tlaků** na stranách pasteračních desek v regeneračních sekcích, a to tak, že na straně pasterovaného mléka je tlak o 50 kPa vyšší, než na straně syrového zahřívajícího mléka. Toho se dosáhne začleněním čerpadla v 2. regenerační sekci na straně toku pasterovaného mléka. Další možností je využití pastéru se **zdvojenými deskami** (Duo Safety firmy APV či Gemini firmy AlfaLaval). Základním stavebním prvkem těchto systémů je pár po obvodu spojených desek s meziprostorem otevřeným částečně do okolní atmosféry.

Dále je součástí bezpečnostního systému **automatické registrační zařízení** uvedeného bezpečnostního systému nebo postup pro sledování účinnosti systému. Při schvalování podniku však může krajská veterinární správa povolit jiné zařízení s rovnocennými zárukami, týkajícími se výkonu a hygieny.

Údaje získané z registračních teploměrů musejí být opatřeny datem a uchovávány 2 roky, aby mohly být předloženy na žádost orgánů vykonávajících státní veterinární dozor, s výjimkou údajů o výrobcích podléhajících rychlému kažení, pro které tato lhůta může být zkrácena na 2 měsíce po datu použitelnosti nebo minimální trvanlivosti.

3.2.1.2 Chlazení pasterovaného mléka

Proces pasterace mléka končí jeho ochlazením. Dochází k němu kontinuálně v přímé návaznosti na tepelné ošetření. Ochlazením mléka na 6 °C se vytvoří podmínky, kdy prakticky ustává schopnost růstu patogenů a přežívající mikroflóry.

Dříve se používaly pro ochlazování pasterovaného mléka i smetany povrchové chladiče. Mléko (smetana) stékaly po povrchu trubek, v nichž protékala v první části voda a v další části solanka. Velikost plochy, rychlost proudění a teplota ochlazovacího média byly sladěny tak, aby se dosáhlo žádaného ochlazení. Předností tohoto způsobu ošetření bylo snížení intenzity nežádoucích pachů, hlavním nedostatkem pak možnost dodatečné mikrobiální kontaminace z okolí povrchového chladiče.

Mléko i smetana se ochlazují na **deskovém výměníku tepla**. Nejprve se část tepelné energie odnímá pasterovanému mléku v regeneračních sekcích pastéru a vychlazení se provede ledovou vodou v chladičích sekcích. Přednost tohoto způsobu spočívá v dokonalé ochraně pasterovaného mléka před kontaminací ze vzduchu a v zapojení zařízení do cirkulačního systému čištění (CIP).

Pokud se vychlazené mléko ihned nezpracuje, krátce se skladuje v **skladovacích tancích**. Jsou to stojaté nebo ležaté válcovité nádoby, s vypouklými čelními stěnami, jsou nerezové a případně s izolační vrstvou. Tanky jsou opatřeny míchadlem, stavoznakem a uzavíratelným otvorem.

Provozovatelé potravinářských podniků vyrábějících mléčné výrobky musí zavést postupy s cílem zajistit, aby bezprostředně před zpracováním byl ve zpracovaném kravském mléce používaném pro výrobu mléčných výrobků obsah mikroorganismů při teplotě 30 °C nižší než 100 000 v ml.

3.2.3 Další způsoby tepelného ošetření mléka

Ultratepelným ošetřením mléka - UHT (Ultra High Temperature, Ultra High Treatment) a nebo sterilací dojde v mléce k devitalizaci všech mikroorganismů včetně spór a k inaktivaci enzymů. Výsledkem těchto způsobů tepelného ošetření je obchodně sterilní produkt, trvanlivé mléko.

3.2.3.1 Ultratepelné ošetření mléka (UHT)

Podle platné legislativy lze syrové mléko ošetřit i velmi vysokou teplotou (UHT). Toto ošetření zahrnuje souvislý přítok tepla za vysoké teploty po krátkou dobu (nejméně 135 °C v kombinaci s přiměřenou dobou zdržení), aby v ošetřeném výrobku nebyly žádné živé mikroorganismy ani spóry schopné růstu v prostředí aseptické uzavřené nádoby při pokojové teplotě. Tento záhřev dostačuje k tomu, aby výrobky zůstaly mikrobiologicky stabilní po inkubaci při 30 °C 15 dní nebo po inkubaci při 55 °C 7 dní v uzavřených nádobách nebo po jakékoliv jiné metodě prokazující, že bylo použito vhodné tepelné ošetření.

UHT mléko se vyrábí dvojím způsobem - přímým a nepřímým.

Pokud se při výrobě UHT mléka používá přímý styk mléka s párou, nesmí její použití mléko nepříznivě ovlivňovat a nesmí dojít ke změně obsahu vody v takto ošetřeném mléce.

3.2.3.1.1 Přímý ohřev mléka

Předností tohoto systému je, že mléko nepřichází do kontaktu s horkým kovovým povrchem, nenapaluje se a tím se odstraňuje typická vařivá chuť. Výrobek chutná jako čerstvé pasterované mléko.

Přímý ohřev se provádí dvojím způsobem:

- vstříkáváním páry do mléka (uperizace) nebo
- vstříkáváním mléka do páry (palarizace).
- **Uperizace** je způsob kontinuálního UHT mléka, kdy se mléko vstříkem ostré páry pod tlakem 0,36 MPa zahřívá velmi krátce na požadovanou teplotu. Doba záhřevu bývá 1 sekunda s následnou výdrží 3-4 sekund. Před vlastní sterilací je mléko předeštěné na deskovém nebo trubkovém výměníku na teplotu 70-80 °C. Dále je dopravováno vysokotlakou pumpou do injektoru - **uperizátoru**, kde se vstříknutím nasycené páry okamžitě zahřeje na teplotu 135-140 °C a po 3-4 s výdrží se dvoustupňově chladí, nejdříve v expanzní vakuové nádrži, kde dochází k odloučení přidané vody (na 70 °C) a poté v aseptickém výměníku tepla (na 30-25 °C). Homogenizace se provádí až po sterilaci, po výstupu z expanzní nádrže.
- **Palarizace** je způsob podobný uperizaci, probíhá v **infuzní komoře**. Mléko je čerpáno z vyrovnávací nádrže a před vstupem do komory je předeštěné v deskovém výměníku na teplotu kolem 75 °C. V infuzní komoře je umístěna tryska, která středem komory rozpráší mléko do tenkých pramínků v podobě cylindru. Ostrá pára je přiváděna ze stran malou rychlostí proti mléku, které je tak zahříváno šetrně a rychle na sterilační teplotu 143-145 °C po dobu 1 sekundy. Vzduch uvolněný z mléka během záhřátí je odváděn

horní částí komory. Spodní část komory je chlazena vodou z mezistěny, což zajišťuje vytvoření tenké vrstvy kondenzační vody z produktu, který je odváděn z komory. Mléko přichází do výdržníku, kde je udržováno při sterilační teplotě 3-4 sekundy. Pak přechází do odlučovače páry - expandéru, v němž se teplota mléka sníží na 75-73 °C. Odtud je aseptickým čerpadlem převedeno do homogenizátoru a do výměníku, kde se ochladí na teplotu plnění (25-22 °C) a je čerpáno do zásobních tanků.

3.2.3.1.2 Nepřímý ohřev mléka

K průtokovému UHT mléka nepřímým ohřevem se využívají desková nebo trubková zařízení, podobná pasteračním zařízením. Trubková provedení se v praxi využívají častěji, než desková. Nejčastěji se užívají trojitě trubky, které zajišťují maximum přenosu tepla, zvláště pro dosažení vysoké teploty při použití páry.

3.2.3.1.3 Kombinované systémy ohřevu mléka

Kombinované systémy fungují například tak, že deskový pastér je určen k přehřátí a poté je mléko ošetřeno přímým způsobem.

3.2.3.2 Sterilace

Sterilace je proces, při kterém je mléko ošetřeno nepřímým ohřevem v hermeticky uzavřených obalech nebo nádobách na teplotu nejméně 100 °C, přičemž uzávěr musí zůstat neporušený. Dochází přitom k devitalizaci všech mikroorganismů, včetně spór, a k inaktivaci enzymů. Tak je dosaženo obchodní sterility mléka, trvanlivost mléka je při pokojové teplotě několik týdnů. Při vyšetření kontrolních vzorků mléka ponechaného 15 dnů při 30 °C, popřípadě 7 dnů při 55 °C, v neotevřeném obalu nesmí být zjištěna žádná změna.

Sterilace se provádí po naplnění mléka do spotřebitelských obalů (sklo, kov) a jejich hermetickém uzavření. Klasická sterilace mléka v distribučních obalech se prakticky nevyužívá, vzhledem k senzorickým změnám a snížení výživové hodnoty mléka. Nicméně pro malá množství mléka (smetany) se používají skříňové autoklávy, pro větší množství pak velké autoklávy, které mají ležatý buben s pohyblivou vložkou zajišťující kývavý nebo otáčivý pohyb.

3.2.3.2.1 Diskontinuální sterilace

Mléko naplněné do obalů a hermeticky uzavřené se umístí do sterilátoru. Sterilátor se po uzavření naplní do poloviny vodou a je vyhříván parou na sterilační teplotu 110-120 °C po dobu 15-20 minut. Otáčivá vložka uvnitř sterilátoru urychluje přenos tepla a umožňuje stejnoměrné prohřátí obsahu obalů.

3.2.3.2.2 Kontinuální sterilace

Princip závisí na použití tlakového uzavřeného systému, kterým procházejí naplněné obaly ze zóny o nízkém tlaku a nízké teplotě do zóny relativně vysokého tlaku a teploty (sterilační sekce). Potom se sníží tlak a teplota a obaly se ochladí. Příkladem kontinuální sterilace je vertikální sterilace, kdy vlastní sterilační prostor je uzavřen vodním sloupcem. Jeho výška řídí tlak páry, kterou se provádí vlastní sterilace. Tímto vodním uzávěrem, jehož teplota se pohybuje postupně od 10 až do 100 °C, prostupují lahve s předem ošetřeným mlékem (pasterace, homogenizace) kontinuálně do sterilačního prostoru. V parním termosektoru je mléko vystaveno teplotám 115-120 °C po dobu 20-30 minut. První část vodního uzávěru slouží k přehřátí mléka a druhá za sterilační sekci k předchlazení mléka.

3.3 DEAERACE - ODVĚTRÁVÁNÍ

Důležitým technologickým krokem je *odvětrávání smetany*, kterým se smetana zbavuje cizích pachů z okolního nebo zemědělského prostředí, z krve nebo z krmiva. Dalším účelem odvětrávání je zbavení smetany rozpuštěného a dispergovaného vzduchu před pasterací a snížení rizika následných oxidačních změn tuku. Odvětrávání může mít také negativní účinek, a to snížení obsahu přirozených aromatických látek. Princip odvětrání spočívá v odpaření části vody a s ní i podílu pachových látek přítomných ve smetaně.

Odvětrávací zařízení se skládá z odvětrávací *komory*, *čerpadla smetany*, *zařízení k omezení podtlaku* a z *vývěvy*. Smetana se v komoře rozstříkuje směrem vzhůru, naráží na zvlněnou vodorovnou desku a padá celým průřezem nádoby v tenkých praménkách a kapkách ke dnu, kde je plovákem udržována stálá hladina. Současně dochází při teplotě 95 °C a podtlaku 0,08 MPa k intenzivnímu uvolňování par a pachů, které jsou z prostoru pod víkem odsávány vodookružní vývěvou. Horká smetana se ze dna odvětrávací nádoby čerpá do pasterační (resp. regenerační) sekce pastéru.

3.4 STANDARDIZACE

Standardizace znamená úprava obsahu tuku v mléce. Provádí se smísením smetany a odstředěného mléka odebíraných v odpovídajícím objemu z úchovných tanků tak, aby bylo dosaženo požadované tučnosti mléka. Obvykle se používá *standardizační zařízení*.

Při využití *automatizovaného systému in-line standardizace* je tučnost smetany nastavitelná protitlakem na odtahové větvi smetany u odstředivky a proud smetany je následně přidán do odstředěného mléka v požadovaném poměru. Měření tučnosti výsledného produktu se provádí analyzátozem nebo měřením specifické hmotnosti.

3.5 HOMOGENIZACE

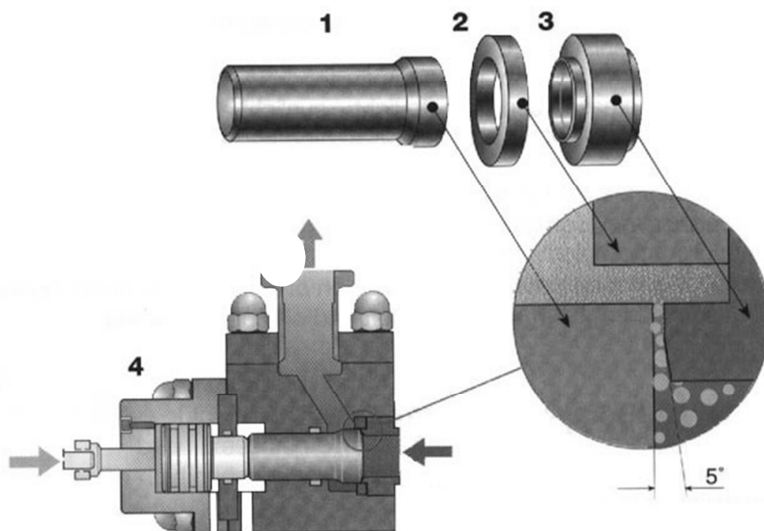
Vyvvstávání mléčného tuku je dáno rozdílnou měrnou hmotností tuku a mléčného plazmatu. Rychlost vyvvstávání tukových kuliček je podle Stokesova zákona úměrná čtverci jejich průměru, velmi drobné kuličky o velikosti 1 μm již nemohou překonat odpor mléčného plazmatu a k povrchu nestoupají. V konzumním mléce a mléčných výrobcích je samovolné vyvvstávání smetany na povrch nežádoucí, proto je prováděna homogenizace mléka s cílem

zmenšení velikosti tukových kuliček (z jedné tukové kuličky o velikosti 6-10 μm vznikne 100-1000 nových). Tím je vystávání smetany u mléčných výrobků zabráněno. Homogenizací se mění i sensorické vlastnosti mléka, vzniká plná chuť a zdání větší tučnosti, než je u nehomogenizovaného mléka. Homogenizace je energeticky náročný proces, proto se homogenizuje obvykle smetana o vhodné tučnosti po odstředění.

3.5.1 Homogenizátor

V mlékárenské praxi se k homogenizaci používají homogenizátory, homogenizace probíhá jako jednostupňová (10-25 MPa) či dvoustupňová (v 1. stupni 15-25 MPa, ve druhém 5-8 MPa). Používají se zpravidla pístové homogenizátory, vysokotlaká pístová čerpadla s výkonem od 250 do více jak 30 000 l. h^{-1} . Základním funkčním prvkem homogenizátoru je upravená ventilová vysokotlaká komora.

Obrázek 3: Homogenizační hlavice



Zdroj: Bylund, 1995; upraveno

Popis: 1. píst, 2. kroužek, 3. sedlo, 4. hlavice

Odstředěná smetana je nasáta do **válce pístového čerpadla**, stlačena a vhněna do **hlavice homogenizátoru** pod tlakem 5-25 MPa. Regulace tlaku je mechanická nebo hydraulická. Vlivem vysokého tlaku se pootevře ventil homogenizační hlavice a vytvořenou úzkou štěrbinou velkou průtokovou rychlostí proudí smetana. Rychlá změna rychlosti a směru proudění a náhlý pokles tlaku způsobují rozbití tukových kuliček. Pro zvýšení homogenizačního účinku se používají dvoustupňové homogenizační hlavice. Obvykle se homogenizace provádí při teplotách 55-65 °C. Při protlačování smetany úzkou štěrbinou homogenizační hlavy (0,1 mm) je rychlost proudění až 250 m.s^{-1} . Vlivem velkých smykových sil se tukové kuličky protahují do tvaru vláken, která se v zápětí přeměňují na řetízky a shluky drobných tukových kuliček (**viskolizace**). Za homogenizační hlavici se řetízky a shluky náhlým poklesem rychlosti (cca na 20 m.s^{-1}) a účinkem vířivého pohybu rozpadnou a rozptýlí v mléčném plazmatu (**mikronizace**).

Původní obal tukových kuliček se při průchodu zařízením stane tenčím nebo se rozpadne, nový obal se vytvoří z povrchově aktivních látek složek mléka - syrovátkových bílkovin, kaseinu. Při nedostatku těchto látek je tvorba filmu nedostatečná. Homogenizace (podle použitého tlaku) má vliv i na kaseinové micely.

Po homogenizaci je tuk snadněji přístupný lipolýze a oxidačním změnám, proto ihned následuje pasteurace.

4 KONZUMNÍ MLÉKO A SMETANA

4.1 KONZUMNÍ MLÉKO

4.1.1 Definice

Konzumní mléko podle legislativy EU (Nařízení EP a Rady (ES) č. 1234/2007) je:

- syrové mléko: mléko, které nebylo zahřáté na více než 40 °C ani ošetřeno jiným způsobem s rovnocenným účinkem
- tepelně ošetřené mléko, které z hlediska obsahu tuku splňuje jeden z těchto požadavků:
 - plnotučné mléko se standardizací: mléko s obsahem tuku nejméně 3,50 % (m/m). Členské státy EU však mohou stanovit další kategorii plnotučného mléka s obsahem tuku nejméně 4,00 % (m/m)
 - plnotučné mléko bez standardizace: mléko s obsahem tuku, který se od doby dojení nezměnil ani přidáním nebo odebráním mléčného tuku, ani smíšením s mlékem, jehož přirozený obsah tuku byl změněn. Obsah tuku však nesmí být nižší než 3,50 % (m/m);
 - polotučné mléko: tepelně ošetřené mléko, jehož obsah tuku byl snížen na úroveň nejméně 1,50 % (m/m) a nejvýše 1,80 % (m/m)
 - odstředěné mléko: tepelně ošetřené mléko, jehož obsah tuku byl snížen na úroveň nejvýše 0,50 % (m/m)
 - pokud mléko obsahuje jiný, než výše uvedený obsah tuku, uvádí se za název výrobku.

Povoluje se pouze:

- *změna přirozeného obsahu mléčného tuku* odebráním nebo přidáním smetany nebo přidáním plnotučného mléka, polotučného mléka nebo odstředěného mléka s cílem splnit požadavky na obsah tuku stanovené pro konzumní mléko
- *obohacení mléka* *přídavkem mléčných bílkovin, minerálních solí nebo vitaminů*
- *snížení obsahu laktózy* *přeměnou na glukózu a galaktózu.*

Změny ve složení mléka uvedené v prvních dvou bodech se povolují, pouze jsou-li uvedeny na obalu produktu nesmazatelným, viditelným a snadno čitelným písmem. Toto označení však nezbavuje povinnosti uvádět výživovou hodnotu podle příslušné směrnice o nutričním označování potravin. Přidávají-li se bílkoviny, musí být jejich obsah v obohaceném mléku nejméně 3,8 % (m/m).

Konzumní mléko musí:

- mít bod mrznutí blízký se průměrnému bodu mrznutí syrového mléka, který byl zjištěn ve sběrné oblasti původu
- mít hmotnost nejméně 1 028 gramů na litr u mléka s obsahem tuku 3,5 % (m/m) při teplotě 20 °C nebo ekvivalentní hmotnost na litr v případě mléka s jiným obsahem tuku
- obsahovat nejméně 2,9 % (m/m) bílkovin u mléka s obsahem tuku 3,5 % (m/m) nebo mít ekvivalentní koncentraci v případě mléka s jiným obsahem tuku.

K výrobě konzumního mléka se používá pouze syrové nebo termizované mléko, které bylo podrobena tepelnému ošetření záhřevem, který omezuje počet nežádoucích mikroorganismů a zajišťuje zdravotní nezávadnost. Konzumní tepelně ošetřené mléko musí vyhovovat

mikrobiologickým požadavkům a nesmí obsahovat farmakologicky účinné látky a obsah veškerých reziduí antibiotik vyšší, než povolené limity nejvyššího přípustného množství. Konzumní mléko je vyráběno jednak jako **mléko čerstvé**, tak lze označit tekuté mléko, které bylo tepelně ošetřeno pasterací nebo vysokou pasterací; doba použitelnosti je několik dní při skladování v chladničce. Druhou skupinu představuje **mléko trvanlivé** (UHT a sterilované v obalu) s použitelností několik měsíců při skladování při běžných teplotách.

Podle způsobu tepelného záhřevu se rozlišuje mléko:

- **pasterované**
- **vysokopasterované**
- **ESL mléko** - Extended Shelf Life (záhřev 125-135 °C 0,5 sekundy, trvanlivost 6 týdnů při teplotě 4-6 °C)
- **ošetřené velmi vysokou teplotou (ultratepelně ošetřené - UHT a sterilované)**.

Konzumní tepelně ošetřené mléko může být uváděno do oběhu, pouze pokud:

- pochází z podniku pro ošetření mléka (registrovaného, schváleného)
- odpovídá stanoveným kritériím
- je kontrolováno
- bylo podrobena konečnému vyšetření
- je označeno
- je provázeno průvodním dokladem.

4.1.2 Technologie výroby konzumního pasterovaného mléka

V průběhu či návaznosti na základní ošetření mléka při stanovených parametrech tepelného ošetření (kap. 3) se provádí **úprava tučnosti mléka** obvykle homogenizovanou smetanou, následuje **plnění, balení a skladování** mléka.

4.2 SMETANA

4.2.1 Definice

Smetana je tekutý mléčný výrobek, ošetřený podle zvláštních předpisů. Obsah tuku ve smetaně je nejméně 10 % hmotnostních, tuk ve formě mléčného tuku v plazmě je získaný fyzikální separací mléka. Smetana ke šlehání obsahuje minimálně 30 % tuku, vysokotučná smetana minimálně 35 %. Tekutou smetanu ošetřenou pasterací nebo vysokou pasterací lze označit jako „čerstvou“. Smetana trvanlivá je vyrobena UHT nebo sterilací.

4.2.2 Technologie výroby pasterované smetany

Výrobní postup zpracování smetany je obdobný jako u mléka. Důležitým technologickým krokem je **odvětrávání smetany** před pasterací. **Standardizací** smetany se docílí požadovaná tučnost. Úprava obsahu tuku se provádí buď přímo v odstředivce nebo se používá k úpravě odstředěné nebo plnotučné mléko. Po standardizaci následuje ohřev na homogenizační teplotu a **homogenizace**. Smetana se **pasteruje** při teplotě vyšší než mléko, obvykle 90-110 °C

po dobu asi 2-10 s. Vyšší pasterační teplota se volí proto, že smetana zpravidla obsahuje více bakterií než syrové mléko a zvýšený obsah tuku snižuje převod tepla a tím i pasterační efekt. Pro pasteraci se používají buď samostatné pastéry nebo pastéry na mléko se smetanovou sekci. Po pasteraci a vychlazení následuje **plnění, balení a skladování** smetany.

4.3 BALENÍ, SKLADOVÁNÍ A DISTRIBUCE PASTEROVANÉHO MLÉKA A SMETANY

Mléko se balí převážně do kartonů a do plastových obalů, méně často do skleněných obalů.

Kromě všeobecných podmínek musí mít podnik pro ošetření mléka a zpracovatelský podnik:

- zařízení pro mechanické plnění a správné automatické uzavírání obalů určených k balení konzumního tepelně ošetřeného mléka a tekutých mléčných výrobků po naplnění
- v případě balení do jednorázově použitelných obalů prostor pro jejich skladování i pro skladování surovin určených k výrobě těchto obalů a v případě balení do opakovaně použitelných obalů zvláštní prostor pro jejich skladování a zařízení pro jejich mechanické čištění a dezinfekci.

První a další balení musí vyhovovat veškerým hygienickým předpisům a musí být dostatečně pevné, aby účinně chránilo výrobky. Plnění tepelně ošetřeného mléka a tekutých mléčných výrobků do obalů, uzavírání obalů a balení musí být prováděno automaticky, při omezené výrobě však může krajská veterinární správa povolit neautomatizované metody uzavírání pod podmínkou, že tyto metody poskytují rovnocenné hygienické záruky. První a další obaly nesmí být znovu použity s výjimkou některých druhů obalů, které mohou být znovu použity po důkladném vyčištění a dezinfekci. Uzavírání musí být provedeno v podniku, ve kterém došlo k poslednímu tepelnému ošetření konzumního mléka nebo tekutých mléčných výrobků, a to bezprostředně po naplnění, pomocí uzávěrů, zajišťujících ochranu mléka proti jakýmkoli škodlivým zevním vlivům, působícím na vlastnosti mléka. Systém uzavírání musí být navržen tak, aby otevření obalu bylo zřejmé a snadno zjištělné.

Pasterovaná mléka a smetany se **skladují, přepravují a uvádějí do oběhu** při teplotě od 4 °C do 8 °C. Zásadou je, aby během výroby, uskladnění a distribuce nebyl přerušen chladírenský řetězec. Trvanlivost pasterovaných tekutých výrobků je za těchto teplotních podmínek několik dní.

4.4 UHT A STERILOVANÉ MLÉKO A SMETANA

Názvem „**trvanlivé mléko**“ nebo „**trvanlivá smetana**“ se označí pouze tekuté mléko nebo tekutá smetana, u kterých bylo dosaženo prodloužení doby trvanlivosti tepelným ošetřením **UHT** nebo **sterilací** a u nichž nedošlo k chemickým, fyzikálním a smyslovým změnám, a které splňují mikrobiologické požadavky zvláštního právního předpisu po provedení zkoušky vzorku v uzavřeném obalu provedené při teplotě 30 °C po dobu 15 dní nebo, v případě potřeby, při teplotě 55 °C po dobu 7 dnů (tzv. termostatová zkouška).

4.4.1 UHT

Při ultratepelném ošetření (UHT) se mléko a smetana zahřívají na teplotu 135 °C po dobu 2-4 sekund nebo se volí teplotně-časové parametry se stejným účinkem. Technologický postup a popis výrobního zařízení je v kapitole 3.7.1.

Trvanlivé mléko je nezbytné balit asepticky do *sterilních obalů*. To předpokládá sterilizaci balicího materiálu, uzavíracích materiálů, plnicích komor, potrubí, tanků, vzduchu, který se používá k udržení přetlaku uvnitř plnicí komory. Plnicí a balicí stroje jsou zařazeny do výrobní linky. Trvanlivé mléko se balí do nevratných obalů typu Tetra Pack, Tetra Brik, Pure-Pack, atd. Obaly jsou několikvrstevné, obsahují vnější a vnitřní polyetylenovou vrstvu, laminovaný papír a hliníkovou folii. Z plošné folie se v baličce formuje hadice, po vytvoření dolního sváru, naplnění mlékem a vytvoření horního sváru, pak krabice.

Ke sterilizaci obalů v balicím systému se všeobecně používají chemické sterilizační prostředky, nejčastěji H₂O₂ (horký, koncentrovaný). Sterilizační efekt H₂O₂ se zvyšuje kombinací s jinými látkami nebo obal může být ještě vystaven sálajícímu teplu nebo účinku infračervených paprsků. Ošetřit obal lze i UV zářením.

Plastové láhve pro druhý způsob balení UHT mléka se formují vyfukovacím zařízením, vnitřek je sterilní, hrdlo je po naplnění mlékem uzavřeno folií a šroubovacím uzávěrem.

Mléko, smetana a mléčné výrobky ošetřené UHT nebo sterilované se *skladují* (několik dní), *přeppravují* a *uvádějí do oběhu* při teplotě do 24 °C. UHT výrobky jsou obchodně sterilní. Použitelnost výrobků je několik měsíců.

4.4.2 Sterilované mléko a smetana

Suroviny (mléko, smetana) jsou naplněny do obalů, hermeticky uzavřeny a ve vhodném zařízení sterilovány. Klasická sterilace mléka v distribučních obalech se, vzhledem k sensorickým změnám a snížení výživové hodnoty mléka, nevyužívá zdaleka tak často, jako ošetření UHT.

4.5 ZMĚNY MLÉKA A SMETANY PŘI TEPELNÉM OŠETŘENÍ

4.5.1 Biochemické změny

4.5.1.1 Biochemické změny pasterovaného mléka

Pasterované mléko si do značné míry zachovává své vlastnosti, má téměř nezměněnou chuť a vůni. Stupeň změn závisí na teplotě a době jejího působení.

- **Bílkoviny**

Tepelné ošetření mléka souvisí s denaturací bílkovin, jednotlivé bílkoviny mléka jsou k teplu různě citlivé. Kasein je relativně tepelně stabilní a v pasterovaném mléce zůstává v nezměněné formě. Syrovátkové bílkoviny jsou jen částečně denaturované, což není na závadu, neboť jejich stravitelnost a využitelnost je lepší, než u přírodní formy.

Syrovátkové bílkoviny denaturují v různém rozsahu v závislosti na pasterační teplotě. Nejvíce labilní je globulin, pak následuje sérumalbumin a beta-laktoglobulin, zatímco alfa-laktalbumin je relativně stabilní. První známky denaturace globulinu se objevují při teplotě 74 °C a době působení 15 s, sérumalbumin a beta-laktoglobulin denaturují při teplotě 84-86 °C. Tepelná nestabilita syrovátkových bílkovin je způsobena nedostatkem fosforu, nízkým obsahem prolinu a vysokým obsahem cystinu a methioninu ve srovnání s jejich obsahem v kaseinu. Denaturované syrovátkové bílkoviny se neoddělují precipitací, ale jsou uloženy na povrchu kaseinových micel. Při zahřátí mléka na teplotu vyšší, než 75 °C, dochází k uvolnění sulfhydrylových skupin aminokyselin s obsahem síry, což způsobuje vařivou chuť mléka. Při krátkodobém zahřátí není tato vůně pozorovatelná. Výsledkem zahřátí mléka nad 80 °C je Maillardova reakce, kdy proteiny reagují s laktózou. Jedním z prvních produktů této reakce je hydroxymethylfurfural (HMF). Koncentrace HMF v mléce umožňuje stanovit intenzitu tepelného záhřevu, v syrovém mléce se HMF nenachází, v pasterovaném mléce je jeho hladina nízká. Změny mléčných proteinů, které nastávají v průběhu pasterace, jsou tak malé, že nenarušují biologickou hodnotu mléka.

- **Mléčný tuk**

Pasterace nemá nepříznivý vliv na nutriční hodnotu mléčného tuku. Účinkem tepla se z hydroxykyselin tvoří lakton, který má příznivý vliv na organoleptické vlastnosti mléka. Pasterace nemá vliv na esenciální mastné kyseliny.

- **Laktóza** není pasteračními teplotami do 80 °C ovlivněna.

- **Minerální látky**

Při zahřátí mléka se celkový obsah Ca a P se v mléce nemění, klesá obsah rozpustného ionizovaného Ca a P, a to v závislosti na intenzitě tepelného ošetření. Tato změna je v pasterovaném mléce velmi malá.

- **Vitaminy**

Řada vitaminů (vitaminy rozpustné v tucích A, D a E a některé z komplexu vitaminů B) není citlivá k pasteračním teplotám, takže nedochází k jejich ztrátám. Thiamin, pyridoxin, kobalamin, kyselina listová a kyselina askorbová jsou k tepelnému ošetření citlivější. Vysoké teploty mají sekundární vliv na ztráty kyseliny askorbové, hlavní příčinou je O₂ rozpuštěný v mléce.

- **Enzymy**

Enzymy jsou různě citlivé k pasteračním teplotám. Mezi termolabilní enzymy patří například lipoprotein lipáza, aldoláza a amyláza. Mezi enzymy s nižší termorezistencí patří alkalická fosfatáza, kataláza, xantinoxidáza a peroxidáza, zatímco kyselá fosfatáza a ribonukleáza jsou rezistentní k vysokým teplotám. Alkalická fosfatáza je inaktivována šetrnou pasterací, peroxidáza zůstává aktivní a k její inaktivaci dochází při teplotě nad 80 °C. Některé enzymy se mohou po tepelném záhřevu reaktivovat (kataláza, peroxidáza a alkalická fosfatáza). V případě alkalické fosfatázy a peroxidázy, jakožto enzymů využívaných při průkazu pasterace mléka, to může způsobit v určitých případech problémy při kontrole pasterace mléka, proto testy musejí být provedeny co nejdříve po pasteraci.

4.5.1.2 Biochemické změny UHT a sterilovaného mléka

Změny základních složek mléka jsou větší, než u pasterovaného mléka. Rozhodující vliv má výška teploty a délka jejího působení.

- **Bílkoviny**

Kasein není UHT procesem denaturován, dochází však ke zvětšení velikosti kaseinových micel. Při UHT ošetření mléka dochází k denaturaci syrovátkových bílkovin. Stupeň

denaturace je větší u nepřímého ohřevu. Denaturace je způsobena hlavně nedostatkem fosforu a malým obsahem prolinu (ve srovnání s kaseinem) a vysokou koncentrací cysteinu s volnými SH-skupinami v beta-laktoglobulinu. Vlivem tepla se vodíkové vazby, které stabilizují trojrozměrnou konfiguraci, rychle poruší. Výsledkem je, že se peptidové řetězce neohnou, tvoří se nové vazby, které nakonec vedou k agregaci neohnutých řetězců. Denaturace syrovátkových bílkovin je doprovázena agregací molekul, což může být způsobeno intermolekulárními disulfidickými můstky nebo aglomerací denaturovaných syrovátkových bílkovin s kaseinem. Dalším výsledkem tepelné denaturace syrovátkových bílkovin je relativně velké množství reaktivních SH-skupin, v závislosti na jejich množství jsou pozorovány ztráty sirmých aminokyselin (cystin, cystein a metionin).

- **Mléčný tuk**

UHT ošetření mléka nevyvolává žádné nebo jen velmi malé změny ve složení mastných kyselin triacylglycerolů. Při dlouhodobém skladování mléka dochází ke snížení obsahu kyseliny olejové, linolové a linoleové, pravděpodobně oxidací. Autooxidací nenasycených mastných kyselin vznikají nenasycené a nasycené aldehydy a malá množství ketonů. Volné mastné kyseliny se tvoří z tukové fáze hydrolytickým štěpením během skladování UHT mléka. Volné mastné kyseliny s krátkým nebo středním řetězcem (C₄-C₁₂) vyvolávají nežádoucí vůni mléka i v malých koncentracích. Hydrolytické pochody jsou způsobeny nedostatečně inaktivovanými bakteriálními lipázami.

- **Laktóza**

Při vysokém tepelném záhřevu a dostatečně vysoké vodní aktivitě dochází k izomeraci laktózy za vzniku disacharidu laktulózy (fruktóza a galaktóza). V zahřátém mléce se vyskytuje ve dvou formách - volné a vázané na aminoskupiny mléčných bílkovin. Je uznávaným indikátorem tepelného ošetření mléka. Obsah laktulózy se využívá při stanovení tepelné zátěže mléka, především k rozlišení mléka UHT a sterilovaného.

- **Minerální látky**

V UHT a sterilovaném mléce dochází ke snížení podílu rozpustného vápníku a fosforu.

- **Vitaminy** rozpustné v tucích, stejně jako riboflavin, thiamin, kys. panthotenová, biocin a niacin, jsou relativně rezistentní k zahřátí, takže při UHT procesu nedochází ke ztrátám. Malé ztráty jsou zaznamenány u vitaminů B₆ a B₁₂, ale zvyšují se během skladování až na 50 %. U kyseliny listové a askorbové se ztráty pohybují od 20 do 100 %.

- **Enzymy**

Většina enzymů je vysokými teplotami inaktivována. V mléce mohou zůstat malé zbytky lipáz, proteáz, amyláz a ribonukleáz.

4.5.2 Smyslové změny a vady mléka a smetany

4.5.2.1 Smyslové změny a vady pasterovaného mléka a smetany

Smyslové vlastnosti mléka se pasterací výrazně nemění. Při použití šetrné pasterace si mléko zachovává podobné vlastnosti jako mléko syrové. Barva pasterovaného mléka je ve srovnání se syrovým mlékem bělejší, to je způsobeno denaturací rozpustných bílkovin a jejich následnou koagulací do částic, které odrážejí světlo, a také homogenizací mléka.

Vařivá vůně a příchut' je výsledkem vzniku volných sulfhydrylových skupin ve formě těkavých složek (např. sirovodík z aminokyselin obsahujících síru). Hlavním zdrojem je beta-laktoglobulin. Intenzita vůně závisí na stupni zahřátí mléka, u šetrné pasterace není tato vada postřehnutelná.

Lipolytická vůně a chut' je způsobena hydrolyzou tuku činností bakteriálních lipáz. Na těchto

změnách se podílejí hlavně volné mastné kyseliny s krátkým řetězcem (kyselina máselná, kapronová, kaprinová, kaprylová a laurová), vůně a chuť je charakterizována jako prázdná, mýdlová, hořká až žluklá.

Proteolytická vůně (nečistá, hořká, hnilobná) je důsledkem štěpení bílkovin katalyzovaného bakteriálními proteázami, hořkou chuť způsobují hořké peptidy.

Oxidační vůně je způsobena oxidací nenasyčených mastných kyselin v mléčném tuku. Je popisována jako kovová, olejová, rybí nebo mýdlová, způsobují ji rozkladné produkty (volné aldehydy a ketony). Oxidace může být katalyzována ionty Cu nebo Fe.

Světlem indukovaná cizí vůně se vyvíjí, když je tuk vystaven působení slunečního světla nebo difuzního denního světla.

Na změnách vůně se podílejí i mikroorganismy svým metabolismem. Vady mohou přecházet do mléka a smetany ze syrového mléka nebo jsou následkem rekontaminace. Vůně je označována jako **ovocná, trpká, nečistá, kovová, sladová, hořká až hnilobná**. Skladování při chladírenských teplotách umožňuje rozmnožování psychrotrofních mikroorganismů, které činností svých lipáz a proteáz vyvolávají **nečistou, hořkou až hnilobnou vůni**. *Pseudomonas fragi* zodpovědný za **ovocnou vůni** je schopen se rozmnožovat při teplotě 5-7 °C, **trpká vůně** je způsobena růstem *Lactococcus lactis*, ale i ostatními druhy tohoto rodu, **sladová vůně** je způsobena *Lactococcus lactis subsp. maltigenes*.

Hrudkovitost je charakterizována přítomností vloček (hrudek) smetany a je vyvolána působením bakteriálních fosfolipáz na membránu tukových kuliček. Původcem těchto změn je většinou *B. cereus*.

Sladké srážení mléka je způsobeno proteolytickou aktivitou mikroorganismů a je charakterizováno tvorbou sraženiny bez změny kyselosti. Původci této vady jsou zástupci rodu *Bacillus* a *Pseudomonas*.

Smetana je zatížena mikrobiální kontaminací více, než mléko. Uplatňuje se určitý ochranný vliv tuku na bakterie, dále nižší specifické teplo smetany, horší přenos tepla smetanou a její vyšší viskozita.

Teplota a kyselost ovlivňuje **viskozitu** smetany, se zvyšováním teploty klesá viskozita, tučnější a kyselejší smetana je viskóznější. Viskozitu zvyšuje také homogenizace. **Šlehatelnost** pasterační záhřev ovlivňuje poměrně málo, zatímco sterilizace a UHT ošetření ji zhoršují silně. Šlehatelnost a stabilitu pěny snižuje i homogenizace.

4.5.2.2 Smyslové změny a vady trvanlivého mléka a smetany

Hnědnutí mléka je způsobeno kondenzační reakcí mezi bílkovinami a laktózou (Maillardova reakce).

Karamelová a vařivá chuť jsou nejčastěji se vyskytující vady. Karamelová chuť je způsobena hydroxykaprinovým laktonem. Příčinou vzniku vařivé chuti a vůně mohou být změny v sirných aminokyselinách, nejčastěji cysteinu.

Cizí vůně a chuť mohou být způsobeny také bakteriálními proteolytickými a lipolytickými enzymy.

Tvorba sedimentu

Při mechanickém a tepelném ošetření mléka mohou vznikat shluky obsahující bílkovinu, tuk, laktózu a anorganické soli, které mohou sedimentovat nebo vyvstávat k povrchu. Stupeň sedimentace se zvyšuje s intenzitou tepelného ošetření.

Gelovatění mléka

Gelovatění a houstnutí podléhá častěji mléko UHT, než mléko sterilované. Mléko se stává viskoznější a může dojít až ke koagulaci s tvorbou gelu. Na gelovatění se mohou podílet i bakteriální enzymy.

4.5.3 Mikrobiologie pasterovaného a trvanlivého mléka a smetany

Iniciální mikroflóra mléka před pasterací je důsledkem jeho kontaminace v mléčné žláze nebo během získávání a transportu mléka. Mikroorganismy se do mléčné žlázy dostávají skrz strukový kanálek (streptokoky, stafylokoky, mikrokoky, bakterie mléčného kvašení, pseudomonády, kvasinky, korynebacteria) nebo při onemocnění mléčné žlázy (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus uberis*, *E. coli*). Do mléka mohou být nemocnými kusy vylučovány humánní patogeny (*Mycobacterium bovis*, *Brucella abortus*, *Coxiella burnetti*, *Listeria monocytogenes* a salmonely). Dalším zdrojem kontaminace mléka může být povrch vemene, dojící zařízení, nádrže na uchovávání mléka, pracovníci, voda a mikroorganismy ze vzduchu (psychrotrofní gramnegativní bakterie: rody *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Enterobacter*, *Cronobacter*, *Klebsiella*, *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Achromobacter* a např. *Alkaligenes*, dále pak *Campylobacter* spp., grampozitivní *Corynebacterium*, *Micrococcus* a sporogenní bakterie *Bacillus* a *Clostridium*).

Některé z těchto bakterií mohou přežívat pasteraci a způsobit kažení mléka. Pro mikrobiální kvalitu pasterovaného mléka má zásadní význam teplota a doba skladování syrového mléka. Množením mikroorganismů na hodnoty 10^5 - 10^6 KTJ/ml vznikají bakteriální metabolity způsobující smyslové změny, které se následnou pasterací neodstraní. Bakteriální lipázy a proteinázy zůstávají aktivní i po tepelném ošetření mléka a výsledkem jejich činnosti je nepříjemný žluklý až hnilobný zápach. U smetany je znám ochranný vliv tuku na bakterie během pasterace. Kažení pasterovaného mléka a smetany je způsobeno množением termorezistentních bakterií ze syrového mléka nebo v důsledku postpasterační kontaminace. K termorezistentní mikroflóře patří nejčastěji sporogenní rody *Bacillus* (zejména psychrotrofní kmeny *B. cereus* a *B. circulans*) a *Clostridium*, dále pak vegetativní buňky rodů *Micrococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Streptococcus* a další. Na postpasterační kontaminaci se podílí nejčastěji gramnegativní bakterie (především č. *Enterobacteriaceae*), které se nachází na povrchu výrobních zařízení, jsou rezistentní k čištění a desinfekci a mohou přežívat např. v podobě biofilmů.

Onemocnění z potravin způsobená patogenními bakteriemi (*Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Listeria monocytogenes*, verotoxinogenní *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Bacillus cereus*, *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*) nebo viry bývají v případě mléka spojována především s konzumací syrového nebo nedostatečně pasterovaného mléka. Účinná pasterace a skladování mléka při chladírenských teplotách je spolehlivou prevencí. *L. monocytogenes* a *Y. enterocolitica* se při postpasterační kontaminaci mohou jako psychrotrofní mikroorganismy v mléce množit i v případě jeho chladírenského skladování. Onemocnění mohou vyvolat termorezistentní stafylokokové enterotoxiny, které se vytvořily v důsledku množení toxinogenních kmenů *S. aureus* v syrovém mléce. Možná je také produkce toxinů v případě některých psychrotrofních kmenů *B. cereus*, jejichž spóry přežily pasteraci.

Mikroorganismy přežívající UHT proces jsou příčinou kažení mléka vzácně. Kažení mléka se projevuje změnou vůně a chuti (nahorklá až hořká), gelovatěním až vysrážením bílkovin,

vady vznikají působením termostabilních proteáz a lipáz. K rekontaminaci UHT mléka může dojít hlavně v důsledku vadných svárů obalového materiálu (mikroporézní otvory ve svárech). Špatná jakost svárů může být způsobena nerovnoměrnostmi v tloušťce použitého materiálu (nerovnoměrné prohřátí sváru), další příčinou mohou být opotřebené svařovací čelisti plnicího a balícího zařízení nebo jejich znečištění.

5 ZAHUŠTĚNÉ MLÉČNÉ VÝROBKY

5.1 DEFINICE

Zahuštěné mléko nebo smetana jsou mléčné výrobky získané částečným odpařením vody ze smetany nebo mléka, ke kterým mohou být přidány smetana nebo sušené mléko nebo obojí, přičemž přídavek sušeného mléka v konečném výrobku nesmí přesahovat 25 % obsahu celkové sušiny.

Zahuštěné mléčné výrobky se vyznačují díky částečnému odstranění vody relativně dlouhou trvanlivostí, dlouhodobou skladovatelností, širokým uplatněním ve výživě lidí.

Zahuštěné výrobky se dělí na:

- zahuštěné mléčné výrobky neslazené
- zahuštěné mléčné výrobky slazené

Kromě toho je zahuštění technologickým předstupněm sušení, na odpaření 1 kg vody je potřeba energie při zahušťování a sušení až 10x nižší, než při přímém sušení.

5.2 POŽADAVKY NA SUROVINU

Mléko určené k zahušťování by mělo pocházet od zdravých dojníc, krmených kvalitním objemovým krmivem a kvalitní siláží, jejíž množství bylo omezeno, jinak dochází k zvýšení viskozity výrobku. Po mikrobiologické stránce se požaduje nízký celkový počet mikroorganismů. Kyselost syrového mléka by neměla přesáhnout 7,2 SH pro slazené výrobky a 7 SH pro neslazené. Dalším důležitým parametrem je termostabilita bílkovin, protože zahušťováním a stoupajícím obsahem sušiny se snižuje odolnost mléčných bílkovin k záhřevu. Zhoršení odolnosti bílkovin je způsobeno zvýšenou koncentrací syrovátkových bílkovin, narušenou rovnováhou bílkovin a minerálních látek, zvýšenou titrační kyselostí, proteolýzou bílkovin, případně technologickými postupy.

5.3 VÝROBNÍ ZAŘÍZENÍ

Odpařování je nejdůležitější část systému výroby zahuštěných výrobků, probíhá na *odparkách*. Podstatou procesu je odstranění potřebného množství vody, aby bylo dosaženo požadované sušiny finálního výrobku. Surovina nemá být vystavována náhlým a velkým teplotním skokům, aby nedocházelo k porušení struktury bílkovin, jejich denaturaci a následnému vypadávání z roztoku a nalepování na plochy odparek.

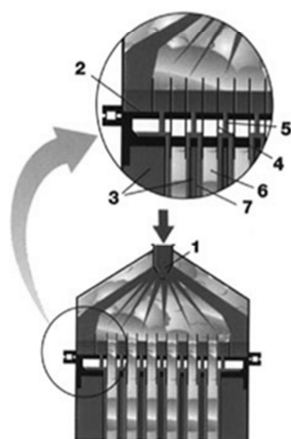
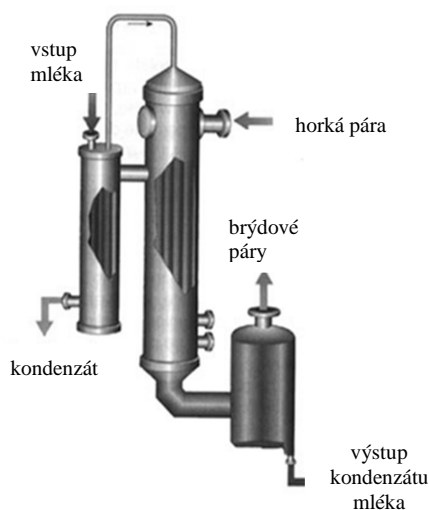
Podle průběhu zahušťování rozeznáváme několik typů odparek:

- odparky s provozem diskontinuálním, např. *kotlové* a *cirkulační*
- odparky s provozem kontinuálním, jednostupňové či vícestupňové *trubkové vakuové odparky s padajícím filmem*.

5.3.1 Vícestupňové vakuové odparky s padajícím filmem

Nejvyužívanějším zařízením na zahušťování mléka jsou v současné době vícestupňové vakuové odparky s padajícím filmem. V těchto odparkách je vytvořením tenkého filmu mléka na vnitřním povrchu dlouhých svislých trubek vyhříváných z druhé strany parou dosahováno rychlého odparu vody z mléka varem za sníženého tlaku.

Obrázek 4: Vakuová odparka s padajícím filmem



1. vstup mléka
2. rozdělovací deska
3. pára k ohřevu
4. koaxiální trubky
5. otvory
6. brýdové páry
7. evaporační trubky
8. výstup kondenzovaného mléka

Zdroj: Bylund, 1995; upraveno

Odparku tvoří těleso odparky, kondenzátor a vakuové čerpadlo.

Těleso odparky se skládá ze soustavy svislých trubek, jejichž vnitřní povrch tvoří odpařovací prostor. **Trubky** jsou obklopeny vnějším topným válcovým prostorem, kde je pára. Dole je topná část odparky připojena na odlučovač, připojený na kondenzátor. Použití vakua snižuje teplotu varu mléka, urychluje zahušťování a redukuje tepelnou zátěž mléka. Pára je přiváděna do horní části válce. Mléko přiváděné do odparky se rozdělí pomocí **rozdělovací desky** do jednotlivých trubek, vytvoří rovnoměrný film na vnitřní stěně trubek a padá gravitací dolů. Rychlost odpařování je ovlivněna délkou a průměrem trubek, rozdílností teploty a úrovní vakua. Při odpařování mléko silně pění, je vytvořena směs páry a mléka a ta se musí zbavit částic mléka, které pára strhává. **Brýdové páry** - odpařená voda z mléka - přecházejí do **odlučovače** (samostatná nádoba), kde se zbavují částic mléka. Z odlučovače páry přecházejí do **kondenzátoru**, kde se ochlazují. Část par je vedena do termokompresoru, kde je stlačována a znovu vrácena do procesu (**TVR odparky**-*Thermal Vapour Recompression*) nebo se využívá mechanické komprese (**MVR odparky**-*Mechanical Vapour Recompression*). Páry jsou znovu využity jako topné médium. Zahuštěné mléko se odtahuje z odlučovače čerpadlem a dopravuje k dalšímu zpracování.

U vícestupňových odparek je zařazeno několik odparek zapojených za sebou, dochází k postupnému zahušťování při teplotách od 75-70 °C (na prvním stupni) do 40- 45 °C (na posledním stupni), přičemž vakuum musí odpovídat teplotě varu mléka na nejnižší teplotě. V jednostupňových odparkách je mléko zahušťováno v několika tazích při stejné teplotě a úrovni vakua.

5.4 ZAHUŠTĚNÉ NESLAZENÉ MLÉKO

U neslazeného zahuštěného mléka lze trvanlivosti dosáhnout pouze tepelným ošetřením sterilací. Jde o 2-2,5x zahuštěné mléko. Obsah mléčné sušiny je nejméně 25 %, celkové sušiny 31 %, tuku 7,5 %.

Jednou z nejdůležitějších podmínek výroby je *termostabilita bílkovin* zpracovávaného mléka. Lze ji částečně ovlivnit přidáním stabilizační soli, která zabrání vysrážení bílkovin při sterilaci. Nejdůležitější složkou mléka ve vztahu k tepelné stabilitě jsou mléčné bílkoviny, ostatní složky jsou důležité, pokud ovlivňují citlivost hlavních bílkovin k teplu. Při sterilaci koaguluje laktalbumin ze 70 % a kasein z 10 %. Laktalbumin ovlivňuje tedy termostabilitu nejpodstatněji, proto i jeho malé zvýšení v mléce je v tomto vztahu významné. Termostabilitu bílkovin mohou ovlivnit i enzymy podobné syřidlu, které vznikají mikrobiální činností. Významný je i požadavek *optimální kyselosti* syrového mléka, mléko o vyšší kyselosti by se sráželo, napékalo na trubky odparky.

5.4.1 Technologický postup výroby

- **Příprava suroviny**

- čištění a odstředění syrového mléka
- pasterace
- standardizace obsahu tuku.

- **Úprava termostability**

Do mléka se přidává *stabilizační sůl* (sekundární fosforečnan sodný nebo Na, K, Ca či soli kyseliny citronové nebo ortofosforečné) v množství 0,5-2,0 kg na 1 tunu zahuštěného mléka.

- **Pasterace**

Mléko se tepelně ošetřuje při teplotě 110-120 °C s výdrží 1-5 minut, v závislosti na kvalitě mléka. Pasteraci v pastéru lze nahradit záhřevem v 1. stupni odparky. K zahuštění je možno použít také mléko ošetřené ultravysokou teplotou.

- **Zahušťování**

Zpasterované mléko se zahušťuje na kontinuálních odparkách na obsah sušiny 31 %.

- **Homogenizace standardizované suroviny**

Zahuštěné mléko se homogenizuje při teplotě 60-70 °C a tlaku 10-18 MPa, tím se zamezí vyvstávání tuku, neboť velikost tukových kuliček je pak kolem 2 μm.

- **Chlazení**

Po homogenizaci se mléko chladí na teplotu 4-6 °C a přečerpává do úchovných nádrží.

- **Plnění a sterilace**

Mléko se plní do plechovek. Před sterilací se provádí standardizace mléka (úprava obsahu sušiny) a zkouška na termostabilitu. V případě potřeby se přidává ještě malé množství stabilizační soli. Sterilace uzavřených plechovek se zahuštěným mlékem se provádí v autoklávech při teplotě kolem 115 °C 15-20 minut, poté se plechovky pozvolna chladí, aby nedošlo k jejich deformaci. Etiketují se, skladují a expedují.

Druhý způsob výroby zahuštěného mléka představuje sterilaci suroviny v trubkových výměnících a aseptické balení do sterilních několikavrstvných obalů.

5.4.2 Fyzikálně chemické změny zahuštěného neslazeného mléka při sterilaci

- **Bílkoviny**

Denaturované syrovátkové bílkoviny vytvářejí stabilní produkt vzájemnou vazbou s kaseinovými micelami. Tento proces zabráňuje agregaci syrovátkových proteinů a precipitaci při sterilaci.

- **Laktóza**

Při sterilaci dochází k tvorbě hydroxymetylfurfuralu. Jeho hydrolyzou vzniká kyselina levulové a kyselina mravenčí, což způsobuje lehký pokles pH výrobku. Kondenzací hydroxymetylfurfuralu vznikají melanoidiny, které způsobují hnědnutí zahuštěného mléka (Maillardova reakce).

- **Minerální látky** nepodléhají výrazným změnám, zahřevem se mění sekundární fosforečnan vápenatý na terciální.

- **Vitaminy**

Obsah vitaminů A, D a E se sterilací nemění. Částečné změny nastávají u vitaminů skupiny B. U vitaminů B₁₂ je zaznamenán značný úbytek, u vitaminu C je úbytek 100 %.

5.4.3 Vady zahuštěného neslazeného mléka

5.4.3.1 Vady fyzikálně-chemického původu

- Příliš *nízká viskozita* způsobuje snadné vystávání tuku, příliš *vysoká viskozita* bývá spojena s částečným vysrážením bílkovin.
- *Usazeniny* na dně plechovek se tvoří, jestliže bylo použito ke stabilizaci velké množství stabilizátoru, zejména citranu sodného. Ten pak tvoří během skladování citran vápenatý, sedimentující na dně plechovek v podobě bílé sraženiny.
- Světle hnědou až *hnědou barvu* lze považovat za důsledek příliš vysoké nebo prodloužené sterilace nebo za důsledek dlouhého skladování při teplotě nad 25 °C.
- Srážení mléka vlivem špatné termostability vede k *vyvločkování* mléka při sterilaci.

5.4.3.1 Mikrobiální vady neslazeného zahuštěného mléka

Mikrobiální vady u **neslazených zahuštěných mléčných výrobků** se vyskytují díky moderním technologiím poměrně vzácně. Růst mikroorganismů umožňují především nevhodné teploty skladování výrobků. Kažení může být způsobeno tepelně rezistentními mikroorganismy pocházejícími ze syrového mléka, což mohou být sporující bakterie např. *B. stearothermophilus*, *B. subtilis*, *B. licheniformis*, *Clostridium sporogenes*, *Cl. butyricum* nebo např. nesporující enterokoky. Při nedodržení sterilačních teplot mohou přežít i vegetativní formy sporulujících bakterií. Neslazené zahuštěné mléčné výrobky mohou být kontaminovány také sekundárně až po ukončení sterilace zpravidla z důvodu netěsnosti obalů. V těchto případech kažení způsobují např. bakterie rodu *Pseudomonas* nebo čeledi *Enterobacteriaceae*.

Pokud se mikrobiální kažení projevuje bombáží, nejčastějšími původci bývají anaerobní sporetvorné mikroorganismy (rod *Clostridium*) nebo některé druhy rodu *Bacillus* vytvářející vodík a oxid uhličitý za současného srážení mléka.

5.5. ZAHUŠTĚNÉ SLAZENÉ MLÉKO A SMETANA

Trvanlivosti u zahuštěných mléčných slazených mlék (smetany) lze dosáhnout pouze přidavkem sacharózy, která vytvoří ve výrobku hypertonické prostředí. U zahuštěného mléka je obsah sušiny mléčné nejméně 28 %, sušiny celkové 75 %, tuku 8 %. Zahuštěná smetana má nejmenší obsah sušiny 26,5 %, mléčné tukuprosté sušiny 11,5 % a tuku 15 %.

5.5.1 Technologický postup výroby

- **Příprava suroviny**
 - čištění a odstředění
 - standardizace obsahu tuku
- **Homogenizace** standardizované suroviny při teplotě 65-70 °C a tlaku 10-18 MPa.
- **Pasterace**

Mléko (smetana) se tepelně ošetřuje při teplotě 110-120 °C, po průtoku výměníkem tepla přechází do vyrovnávací nádrže, kde dochází k poklesu tlaku a teploty, teplota se sníží na teplotu zahušťování. Odtud se mléko (smetana) čerpá do odparky.

- **Zahuštění** mléka (smetany) na obsah sušiny 30-40 % se provádí v odparce.
- **Dohuštění** a přidavek cukerného roztoku až na 75 % sušiny. Přídavek sacharózy musí odpovídat cukernému poměru 60,5 až 64,5 %.

- **Příprava cukerného roztoku**

V malém množství vody o teplotě 80 °C se rozpustí pevný krystalový cukr - sacharóza. Následuje pasterace roztoku cukru při teplotě 95 °C a po vychlazení se sirup nasává přes filtr do dohušťovací odparky k předhuštěnému mléku (smetaně).

- **Chlazení a krystalizace laktózy**

Po zahuštění se mléko (smetana) přečerpává do chladičů. **Chladiče** jsou dvouplášťové nádoby válcového tvaru, opatřené míchadlem a chlazené z mezipláště ledovou vodou. Kromě duplikátorových chladičů se používají ještě chladiče trubkové průtokové nebo vakuové. Zahuštěné mléko (smetana) přecházející z odparky má teplotu 50 až 55 °C, vychlazuje se rychle za intenzivního míchání na krystalizační teplotu 25-30 °C a dále se dochladí na 20 až 22 °C. Při míchání se musí stírat ze stěn chladiče, protože by vytvořila na stěnách izolační vrstvu. Při chlazení kondenzovaného produktu dochází současně ke krystalizaci laktózy. Sacharóza zůstává v roztoku, pokud není překročena hranice obsahu cukrů 64 %. Kondenzované slazené mléko obsahuje 12 až 12,5 % laktózy, vzhledem k obsahu vody musí polovina laktózy vykristalizovat, zbytek zůstává v roztoku. **Krystalizace** laktózy proběhne během asi 2 hodin. Je řízená vnějšími podmínkami (teplotou, intenzitou míchání) a krystalizační násadou - malým množstvím rozemleté laktózy (nejvýše 0,03 % hmotnostních z celkové hmotnosti výrobku). Jsou-li ve výrobku po vychlazení na 22 °C krystaly laktózy o velikosti do 10 μm, je konzistence výrobku hladká, jsou-li krystaly větší, je konzistence moučná, popřípadě i pískovitá.

- **Meziskladování**

Po vychlazení na 22 °C a krystalizaci laktózy se kondenzované slazené mléko přečerpá přes nerezová síta (záchyt případných napálených částic z odparky) do uzavřených úchovných nádrží s míchadly, kde se jednotlivé vary smíchají a tím částečně egalizují. Produkt se zde ponechá do druhého dne při 20 °C, kdy se dokončí krystalizace.

- **Plnění a balení**

Kondenzované slazené výrobky se plní na plničkách do plechovek nebo do tub. Obaly se před plněním sterilizují. Plechovky se plní tak, aby v nich zůstalo co nejméně vzduchu, tím

se vytváří předpoklad uchování jakosti po celou záruční dobu. Naplněné plechovky přicházejí na uzavíračku. Do tub z hliníkového plechu, lakovaných, s potiskem, se mléko plní na tubovacích automatech. Po naplnění se konec tuby na automatu několikrát přehne a vyznačí se výrobní datum. Tuby se vkládají do kartonů opatřených mřížkou, aby se jednotlivé tuby nepoškodily. Výrobky se skladují v suchých větratelných prostorách.

5.5.2 Ostatní zahuštěné slazené mléčné výrobky

K zahuštěnému mléku či smetaně se přidávají vhodné přísady, výrobky jsou ochuceny například kakaem. Karamelové zahuštěné mléko se získá prodlouženým zahřátím.

5.5.3 Vady zahuštěných slazených výrobků

5.5.3.1 Vady fyzikálně-chemického původu

- **Vada viskozity** je nejčastější vada, vyšší viskozita způsobuje *pastovitost* výrobku.

- **Vady konzistence**

Pískovitost je způsobena špatnou krystalizací laktózy. Tato vada může být způsobena také krystalizací sacharózy, k tomu dochází při nedodržení poměru cukru a vody ve výrobku. Při ochlazení mléka dojde k přesycení sacharózy a ta vykrytalizuje ve velkých krystalech.

Nehomogenost je způsobena například zpracováním mléka o vyšší kyselosti, kdy se při pasteraci mohou vysrážet bílkoviny v podobě malých vloček, které přecházejí do zahuštěného výrobku.

- **Vady chuti**

Vady jsou obvykle mikrobiálního původu (chuť ovocná, nakyslá, hořká, kvasničná, po plísních) či vady fyzikálně chemického původu. Chuť lojovitá a žluklá je důsledkem narušení tuku před pasterací, připálená chuť napálením mléka v odparce.

- **Vady barvy**

Přirozená barva slazeného zahuštěného mléka je bílá s lehkým krémovým nádechem. Po delší době skladování, zejména v teple, dochází k tmavnutí až hnědnutí (Maillardova reakce).

U zahuštěné smetany mohou vzniknout vady také při manipulaci se smetanou, zvláště při míchání a čerpání, může dojít k *oddělování tuku*. Další vadou je *oxidace tuku*. Vlivem nízké viskozity výrobku tuk vystupuje k povrchu obalu, kde vytvoří celistvou vrstvu. Tím se naruší homogenita výrobku a oddělený tuk podléhá rychleji rozkladu.

5.5.3.2 Mikrobiální vady slazených zahuštěných mléčných výrobků

V zahuštěném slazeném mléce mají vzhledem k nízké aktivitě vody (0,85) schopnost růst pouze osmofilní a osmotolerantní mikroorganismy. Velmi často se na kažení těchto mléčných výrobků podílí kvasinky tvořící plyn, zvláště r. *Torulopsis*, které kontaminují výrobek ve fázi po pasteraci. Vydutí víček obalů mohou způsobit i koliformní mikroorganismy. Pokud výrobek umožňuje růst aerobní mikroflóry, jsou to právě plísně (r. *Aspergillus*, r. *Penicillium*), jejichž mycelia se mohou objevovat na povrchu výrobku. Tento problém zpravidla souvisí s nedostatečnou hygienou v provozu. Mikrobiální kažení projevující se houstnutím mléka může být doprovázeno lipolýzou a proteolýzou (sýrová vůně) a bývá vyvoláno mikrokoky a bakteriemi r. *Bacillus*. Z patogenních mikroorganismů může

v zahuštěném mléce v důsledku postpasterační kontaminace přežívat *S. aureus*. Zvláště u slazeného kondenzovaného mléka se a_w výrobku blíží limitní hranici pro množení *S. aureus* a tvorba stafylokokového toxinu je v těchto podmínkách inhibována.

6 SUŠENÉ MLÉČNÉ VÝROBKY

6.1 DEFINICE

Sušené mléčné výrobky jsou výrobky ve formě prášku získané sušením. Sušené výrobky představují stabilní produkt s nízkou aktivitou vody, s minimálními organoleptickými změnami a funkčními vlastnostmi přijatelnými pro spotřebitele. Předností těchto výrobků je vysoký hygienický standard a možnost jejich obohacování chuťovými či nutričně významnými složkami. Do sušených mléčných výrobků patří sušená mléka, sušená smetana, sušená syrovátka, sušené podmásli, kaseiny a další.

Trvanlivosti u sušených mléčných výrobků lze dosáhnout pouze procesem sušení. Předstupněm sušení je zahuštění suroviny.

6.2 TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY SUŠENÉHO MLÉKA

Požadavky na mléko se shodují s požadavky na mléko pro výrobu zahuštěných mlék. Mléko se po standardizaci obsahu tuku, případně přidavku ostatních složek, homogenizuje a pasteruje (110-120 °C) a pak zahušťuje na obsah sušiny 45-50 %.

Sušení probíhá v *sušárnách* různého typu. Nejčastěji se používají rozprašovací sušárny, fluidní žlaby, méně často válcové sušárny. Sušení je jednostupňové, dvoustupňové nebo třístupňové. Typy sušení se liší energetickou náročností, množstvím tepla pro odstranění 1 kg vody je 5 000-6 000 kJ v rozprašovací sušárně, 4 000-4 500 kJ pro sušárny s vibrofluidním žlabem, 3 600 kJ pro moderní zařízení s pevným fluidním ložem. Ekonomiku sušení lze zvýšit zvýšením teploty přiváděného vzduchu a do určité míry zvýšením koncentrace vstupního materiálu.

6.2.1 Jednostupňové sušení mléka v rozprašovací sušárně

Rozprašovací sušárnu tvoří ohřívač a rozvod horkého vzduchu, vlastní sušárna s rozprašovacím systémem, odvod suchého produktu ze sušícího prostoru, odlučovací zařízení pro usušený produkt a odcházející vzduch a ovládací a regulační zařízení.

Filtrovaný sušící vzduch se ohřívá v ohřívači - *kaloriferu* - plynem nebo parou. Teplota vzduchu se řídí druhem sušeného mléka, především obsahem tuku. Do sušícího prostoru je vzduch přiváděn přes vzduchové filtry, které slouží k odstranění mechanických nečistot.

Sušící prostor (sušící věž) má tvar válce, případně hranolu. U některých sušáren přecházejí kolmé stěny do konického tvaru. Ve věži je udržován pomocí odsávacích ventilátorů mírný podtlak, který brání úletu prášku sušeného produktu.

Sušící vzduch a zahuštěné mléko jsou přiváděny do věže souproutně nebo protiproutně. Vstupní teplota vzduchu je 160-230 °C, teplota sušeného mléka je 90-60 °C (odpaření vody=ochlazení), což zaručuje jen malé změny složek mléka. Zahuštěné mléko se přivádí potrubím z vyrovnávacích nádrží ke stropu sušárny, kde je rozprašováno pomocí

rozprašovacího zařízení. Rozprašovací zařízení jsou řešena pro jednosložkové nebo dvousložkové rozprašování. Nejčastěji používaná rozprašovací zařízení jsou trysková – **vysokotlaké trysky** nebo rotační - **atomizér**, kdy vysoký tlak, počet otáček ($200-300.s^{-1}$) a malé otvory rozprašovacího zařízení zajišťují rozprášení kapaliny do jemné mlhy. Regulací tlakových poměrů se řídí velikost kapének. Vysoké tlaky mají také homogenizační efekt na tukovou složku. Sušící vzduch a mléko se musí uvnitř sušící věže dokonale promístit. Vzduch musí proudit tak, aby se zamezilo hromadění prášku v některých exponovaných místech sušárny. Při sušení nejprve dochází k prudkému odpaření vody z kapek mléka - vytvoří se pevná částice, pak již proniká vlhkost k povrchu částice pomaleji, proto je výhodnější dvojstupňové sušení.

V rozprašovací sušárně může dojít k požáru nebo výbuchu směsi rozprášené organické hmoty a horkého vzduchu nebo k samovznícení prášku v nánosech na stěnách. Pokud by se teplota zvyšovala až k teplotě kritické, došlo by k doutnání, hoření či výbuchu. Další příčinou problémů může být vada v elektrické instalaci. Jako opatření je instalováno **zařízení k zabránění usazování prášku** na stěnách sušárny: Na vnitřní stěně sušárny je umístěna pomalu se otáčející trubice s tryskami, která tlakovým vzduchem odfukuje nános sušeného mléka ze stěn ke dnu komory, po vnějším obvodu sušárny jsou umístěna elektromagnetická kladiva, která v naprogramovaných časových intervalech údery na stěnu věže odstraňují nánosy prášku. Dále k vybavení patří i **protivýbušné klapky**, které uvolní přetlak nebo **hasicí zařízení** (zastaví se přítok mléka a je rozprašována voda).

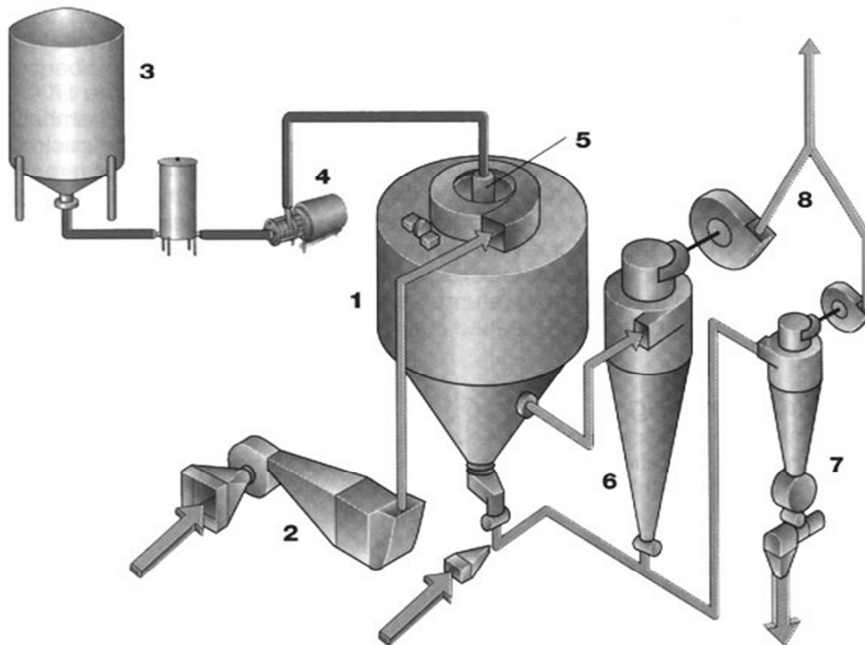
Při **jednostupňovém sušení** usušený prášek padá do transportního žlabu, kde je unášen chladícím vzduchem - pneumatickou dopravou. Do pneumatické dopravy k hlavnímu podílu prášku ústí i výpad prášku z cyklonu (odlučovače). Tvar **cyklonu** je válcovitý s kónickým zúžením dole. Funkce cyklonu spočívá v tom, že je přes něj odtahován využitý sušící vzduch ze sušárny spolu s částí jemného prášku usušeného mléka. Tangenciálním pohybem vzduchu a prášku uvnitř odlučovače dochází k odloučení prášku, rotující sušící vzduch bez prášku je ventilátorem odsát a odchází nahoře otvorem v ose cyklonu do ovzduší. Prášek sklouzne dolů po stěnách, vypadává do pseudopravy a spojuje se s hlavním podílem prášku.

6.2.2 Dvoustupňové a třístupňové sušení

Při **dvoustupňovém sušení** prášek není v sušící komoře dosoušen na konečnou vlhkost (jen cca 5-6 %) a dosoušení probíhá na **vibrofluidním žlabu**, který má na dně šikmý rošt (děrovaný plech), pod který se vhání teplý vzduch. Na roštu se pohybuje tenká fluidní vrstva sušeného materiálu. Prášek je udržován ve vlnosku proudem teplého vzduchu, intenzivnější proudění vzduchu kolem částic zajistí rychlejší přestup tepla. Pohyb fluidní vrstvy materiálu je zajištěn vibracemi celého žlabu. Žlab bývá rozdělen na sekce podle teploty vstupujícího vzduchu, ohřev vzduchu pro jednotlivé sekce je oddělený, odtah vzduchu je společný. Zařízení se používá i k dosoušení nebo chlazení prášku a při výrobě instantních produktů. Systém umožňuje výrobu produktu s většími částicemi a lepší rozpustností (protože se tvoří krystalická laktóza). Sušení je šetrnější a tepelná účinnost je lepší.

Při **třístupňovém sušení** je sušení rozděleno do tří částí, probíhá v sušící komoře (na vlhkost 12-20 %), kde je vestavěno pevné fluidní lože a dosoušení probíhá ve vibrofluidním žlabu.

Obrázek 5: Rozprašovací sušárna



Zdroj: Bylund, 1995; upraveno

Popis: 1. sušící věž, 2. ohřev a filtrace vzduchu, 3. zásobní tank na zahuštěné mléko, 4. čerpadlo, 5. rozprašovací zařízení, 6. cyklon – odlučovač, 7. cyklon transportního systému, 8. ventilátor

6.2.3 Instantizace sušených mléčných výrobků

Pro výrobu rychlorozpustných instantních mléčných výrobků jsou sušárny vybaveny ještě instantizačním zařízením. Aglomerací prášku vznikají porézní částice o velikosti 2-3 mm. Prášek sušeného mléka získaný v sušárně je v *instantizační komoře* zvlhčován parou, vodou či mlékem a dochází k jeho aglomeraci. Vytvořené granule se dosušejí horkých vzduchem ve vibrofluidním žlabu (dvoustupňová aglomerace) a poté jsou ochlazeny.

Další metodou je nedosoušení na konečný obsah vody, což vede ke slepování „prášku“ (jednostupňová aglomerace) nebo využití krystalizace laktózy.

6.2.4 Sušení ve válcové sušárně

Při sušení na *válcové sušárně* jde o kontaktní sušení (přímý styk mléka s vyhřívanou plochou). Odpařování vody probíhá tak, že mléko nebo zahuštěné mléko je vstřikováno na povrch otáčejícího se válce, kde tvoří vrstvu silnou 0,1-1 mm. Válce jsou vytápěné parou. Během jedné otáčky válce se film mléka usuší a suchý se seškrabává z válců nožem. Pára se přivádí dovnitř válce z jedné strany a druhou odchází kondenzát. Sušící teplota na válcích se pohybuje v rozmezí 100-130 °C. Výkon válcové sušárny je závislý na odpařovací kapacitě válce. Provoz válcové sušárny je úspornější. Výrobky mají dobrou mikrobiologickou kvalitu, lépe stabilizovaný tuk, tmavší barvu, ale zhoršenou rozpustnost a nutriční hodnotu.

6.2.5 Skladování a balení sušených mléčných výrobků

Vyrobený prášek je ihned balen do spotřebitelských obalů nebo je skladován před balením v silech. Pro průmyslové zpracování se sušené mléko balí do vícevrstevných pytlů, do sáčků, krabic z vrstvených folií, plechových krabic. Výrobek lze balit také hermeticky, a pro zvýšení trvanlivosti pod inertní atmosférou. Skladuje se v suchých skladech při relativní vlhkosti do 70 % a teplotě do 24 °C.

6.3 PRŮMĚRNÉ SLOŽENÍ SUŠENÝCH MLÉK

Sušené mléka a smetany obsahují maximálně 5 % vody.

Tabulka 1: Tržní druhy sušeného mléka

Sušené mléko	plnotučné	polotučné	nízkotučné	odtučněné
obsah vody (%)	nejvýše 4	nejvýše 4	nejvýše 5	nejvýše 5
obsah tuku (%)	nejméně 26,0	12-14	nejvýše 8	nejvýše 1,5
obsah bílkovin (%)	26,6	29,5	33	34,9
obsah sacharidů (%)	7,2	45,2	49,8	52,0

Zdroj: Vyhláška 77/2003 Sb., 2003

Tabulka 2: Sušené mléčné výrobky

Sušené mléčné výrobky	Tuk % hmot.
Sušená smetana	více než 42,0 včetně
Sušené plnotučné mléko	26,0-42,0
Sušené mléko částečně odtučněné, v tom polotučné	více než 1,5-26,0 včetně 14,0-16,0
Sušené mléko odtučněné	méně než 1,5 včetně

Zdroj: Vyhláška 77/2003 Sb., 2003

6.4 ZMĚNY SUŠENÉHO MLÉKA PŘI SKLADOVÁNÍ

Sušená mléka jsou relativně stabilní výrobky, v nichž jsou zpomalené či znemožněné mikrobiologické a enzymatické procesy a oxidace. Jejich skladovatelnost závisí na obsahu kyslíku, druhu výrobku, podmínkách skladování, obalu.

Laktóza je v dobře uskladněném sušeném mléce s nízkým obsahem vody v amorfním stavu a alfa i beta laktóza jsou v rovnováze. Za normálních teplot nastává rychlá a značná krystalizace laktózy při obsahu vody 6,5 až 7,0 % u plnotučného mléka, u odstředěného při 7,5 až 8,0 %. Krystalizaci laktózy provází obvykle spékání prášku na pevnou hmotu, destabilizace bílkovin, mechanické poškození obalu tukových kapiček a do částic snadněji pronikají kapaliny a plyny.

Mléčné bílkoviny podléhají největším změnám v disperzním stavu u válcově sušeného mléka. Také rozsah denaturace je podstatně vyšší, než u mléka sušeného v rozprašovací sušárně.

Mléčný tuk je v částicích sušeného mléka buď ve formě jemně rozptýlených kapiček v kontinuální fázi amorfní laktózy nebo ve větších shlucích. Amorfní laktóza je těžko prostupná pro plyny, proto představuje dobrou ochranu mléčného tuku před oxidací. Nativní

či mikrobiální lipázy hydrolyzují triacylglyceroly a zvyšuje se obsah volných mastných kyselin, které zejména v povrchových vrstvách podléhají oxidaci. Chemické změny probíhají pomaleji. Autooxidací lipidů vznikají hydroperoxydy, které dále reagují s řadou složek.

Obsah **vody** nemá být v sušeném mléce vyšší, než 4 až 5 %. Při zvýšeném obsahu vody vznikají změny, například vznik prázdné chuti a klišové příchuti, hnědnutí, vzrůst kyselosti prášku a zvýšení podílu nerozpustných bílkovin. Všechny tyto reakce se urychlují při vyšší skladovací teplotě.

6.5 OSTATNÍ SUŠENÉ MLÉČNÉ VÝROBKY

Sortiment sušených mléčných výrobků představují výrobky čistě mléčné či obohacené. Patří sem sušené mléčné výrobky pro kojeneckou výživu, sušené krmné směsi, sušené podmáslí, sušené mléčné kaše, sušené mléčné výrobky - šlehačka, máslo, sýry, sušené směsi pro výrobu zmrzlin. Základem je sušené mléko, ostatní komponenty se přidávají k němu podle receptur.

6.5.1 Sušené mléčné výrobky pro kojeneckou výživu

Pro jejich výrobu se používá syrové kravské mléko. Pro kojence a děti do 1 roku se vyrábí adaptované mléko, pro děti do 3 let sušené plnotučné mléko, dále jsou vyráběny mléčné kaše a výrobky s probiotiky. Výroba musí být oddělena od ostatního provozu. Proces výroby je pod trvalou kontrolou, přísně je hodnocena kvalita mléka i používaných přísad. Výrobky určené pro kojeneckou a dětskou výživu mohou být expedovány pouze na základě kompletního laboratorního vyšetření jednotlivých šarží. Balení je plně automatizováno za použití inertního plynu v hermetické komoře.

6.5.2 Sušené krmné směsi

Příprava vícekomponentních směsí, u nichž základ tvoří sušené mléčné výrobky, se provádí zpravidla dvoustupňovým výrobním postupem. V první fázi se suší natučnělé mléko na rozprašovací nebo válcové sušárně. Do takto usušeného natučnělého mléka se domíchávají ostatní práškovité suroviny. Surovinami jsou mlékárensky ošetřené odstředěné mléko, tuková násada, sušená syrovátka, glycidový doplněk, doplněk rostlinných nebo živočišných bílkovin, doplněk biofaktorů.

6.6 MIKROBIOLOGIE SUŠENÉHO MLÉKA A SUŠENÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ

Proces výroby sušeného mléka přežívá relativně nízký počet mikroorganismů, které v mléce nerostou, mohou však přežívat dlouhou dobu. Vysoké počty mikroorganismů v syrovém mléce se následně odrážejí ve vyšších počtech v mléce sušeném, zvláště je-li v hojném počtu zastoupena termorezistentní sporulující i nesporulující mikroflóra. Přítomny bývají druhy z rodů *Streptococcus*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Clostridium* a *Enterococcus*. Množení bakterií v sušeném mléce brání především nízká a_w . Zvýšení vlhkosti prášku během skladování může umožnit růst plísní, což bývá příčinou občasných nálezů aflatoxinů v sušeném mléce. Výskyt patogenních mikroorganismů v sušeném mléce je obvykle výsledkem sekundární kontaminace výrobku. Patogenní bakterie přežívající v sušeném mléce po dlouhou dobu se po obnovení

mléka stávají plně virulentní. V případě výskytu salmonel jde o sekundární kontaminaci nejčastěji chladícím vzduchem. Dále může být přítomen *Staphylococcus aureus*. Jsou popisovány případy, kdy vyšetřením vzorků sušeného mléka nebyla prokázána přítomnost *S. aureus*, ale prokázány byly termostabilní stafylokokové enterotoxiny, které byly příčinou alimentární intoxikace. Velmi častý může být v sušeném mléce výskyt *Bacillus cereus*, *B. licheniformis* a *B. subtilis*. Spóry těchto bakterií mohou přežít v sušeném mléce mnoho měsíců a po vyklíčení v obnoveném mléce se rychle množí. *Cronobacter sakazakii*, jehož výskyt bývá spojován se sušenou počáteční kojeneckou výživou, způsobuje meningitidy novorozenců s vysokou mírou úmrtnosti (30 – 80 %). Jednou z významných prevencí onemocnění z potravin je v případě sušeného mléka bezprostřední konzumace obnoveného mléka.

7 MÁSLO

7.1 DEFINICE

Máslo je mléčný výrobek obsahující výhradně mléčný tuk ve formě emulze vody v tuku. Je jedním z významných zdrojů tuků ve výživě člověka.

7.2 POŽADAVKY NA MLÉKO PRO VÝROBU MÁSLA

Vhodnost mléka pro výrobu másla je dána složením mléka, především obsahem tuku a jeho vlastnostmi. Vysoký obsah tuku v mléce představuje pro zpracování na máslo vyšší výtěžnost. Složení mléčného tuku a jeho vlastnosti podléhají sezónnímu kolísání a jsou ovlivňovány výživou, zdravím a laktační fází dojníc. Odrážejí se ve změnách v zastoupení mastných kyselin v molekulách mléčného tuku, což se projevuje smyslově v konzistenci vyráběného másla. Požadována je plná a čistá chuť mléka, například nevhodná krmiva mění negativně aroma a chuť másla. Vhodnost mléka ovlivňuje také laktační fáze, s pokračující laktací se zvyšuje obsah vyšších mastných kyselin a vyrobené máslo je pak tužší konzistence; dále obsahuje takové mléko více lipolytických enzymů, které omezují trvanlivost vyrobeného másla. Značný vliv na fyzikální a chemické vlastnosti mléčného tuku mají nenasycené mastné kyseliny, jejich podíly v mléčném tuku jsou různé. Nenasycené mastné kyseliny snadno oxidují vzdušným kyslíkem.

Pro zmáslňování jsou důležité *vlastnosti smetany*, zejména viskozita, která závisí především na kyselosti a tučnosti smetany (tučnější a kyslejší smetana je viskoznější). Se stoupající teplotou se viskozita smetany snižuje. Pasterovaná smetana se vychlazuje mimo jiné proto, aby se zvýšila její viskozita. Smetana získaná vyvstáváním má vyšší viskozitu, než smetana získaná odstředováním.

7.3 SLOŽENÍ MÁSLA

Máslo je polydispersní systém amorfních nebo krystalických triacylglycerolů, krystalických fosfatidů, částíček kaseinu, podmáslí a vody v kontinuální fázi tuku, dále obsahuje karoteny a vitaminy A, D a E. Obsah *tuku* je podle druhu másla 75 až 84 %, voda pochází z plasmy smetany, z vody přidané při praní a hnětení, případně i ze smetanového zákysu a je rozptýlena v kapénkách od 1 do 10 μm . Na rozhraní voda - tekutý mléčný tuk se vytváří membránovitý film. *Vodní fáze* je nositelem chuťových a aromatických látek másla a má význam i pro jeho trvanlivost. Je prostředím pro mikroorganismy a na jejím rozhraní mohou být zahájeny reakce vedoucí k rozkladu tuku. Máslo obsahuje vodu uzavřenou v máselném zrnu, která může být z větší části odstraněna hnětením, dále vodu uzavřenou mezi zrny, v obalech tukových kuliček, rozpuštěnou v tuku a zevně přidanou. Netukové složky, *netuky*, tvoří kolem 2 % a pocházejí z mléka (laktóza, kyselina mléčná, bílkoviny a další dusíkaté látky, soli, vitaminy B a C). Obsah vzduchu v másle kolísá od 0,5 do 10 ml ve 100 g.

7.4 TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY MÁSLA

7.4.1 Ošetření a zpracování smetany na výrobu másla

- **Vysokotučná smetana** na výrobu másla se získává z mléka **odstředováním** v odstředivce, požadovaný obsah tuku ve smetaně pro výrobu másla je 37-42 %. Odstředěnou smetanu je nutno okamžitě zpasterovat.

- **Pasterace smetany** na výrobu másla probíhá při teplotě 90-110 °C. Při pasteraci smetany jde zejména o devitalizaci patogenních a dalších mikroorganismů, inaktivaci enzymů a o uvolnění sulfhydrylových skupin z bílkovinné frakce lipoproteinových obalů tukových kuliček, které působí redukčně a zabraňují oxidaci mléčného tuku. Kromě toho působí tepelný ohřev na fyzikální, chemické a organoleptické vlastnosti smetany a másla. Poměrně rychlý vzestup teploty při pasteraci smetany působí na shlukování tukových kuliček, seskupením těchto kuliček se zmenšují ztráty přechodem tuku do podmáslí při zmáslňování, snižuje se kyselost smetany odparem CO₂ a těkavých kyselin.

- Dalším krokem přípravy smetany je její **odvětrání**, při kterém se ze smetany odstraní rozpuštěný i dispergovaný vzduch. Podstatou odvětrání je odpar části vody, která sebou strhne těkavé látky. Var potřebný k odvětrání se dosahuje snížením tlaku. Odvětrání může mít také negativní účinek - snížení obsahu přirozených aromatických látek z kvalitní výživy dojnice i diacetylu, který v malé míře vzniká ve smetaně před jejím zráním. Intenzita odvětrání se volí podle rozsahu nežádoucího aromatu smetany, obvykle při teplotě 95 °C a podtlaku 20 kPa. Kombinované ošetření smetany ve vakreátorech slouží k pasteraci a odvětrání v jednom zařízení, které pracuje na principu vakuovo-parního injektoru.

- **Chlazení smetany**

Z chladicí sekce pastéru vychází smetana o teplotě 6 °C. Při chlazení pro výrobu másla se musí přihlížet ke správné krystalizaci triacylglycerolů mléčného tuku, na které závisí konzistence a výtěžnost másla. Rychlé vychlazení dává malé krystaly glycerolů a tuhé máslo, kdežto pomalé dává velké krystaly a měkké máslo. Pasterovaná smetana se vychlazuje mimo jiné proto, aby se zvýšila její viskozita.

- **Zrání smetany**

Stloukatelnou se smetana stane zráním. Při zpracování pasterované smetany na máslo se praktikují dva typy zrání - fyzikální zrání se týká především fyzikálního stavu mléčného tuku, při biologickém zrání dochází k biochemickým změnám laktózy.

- **Fyzikální zrání smetany**

Fyzikální zrání smetany ovlivňuje konzistenci másla. Smetana, která projde termosektorem, má vysokou teplotu a triacylglyceroly (TAG) jsou v tukových kuličkách v tekutém stavu. Po vychlazení smetany na teplotu 6-8 °C (volí se podle ročního období a požadované konzistence másla) dochází k tvoření malých krystalů. Vychlazená smetana se přečerpává do uzravačů, kde se při této nízké teplotě udržuje nejméně 2 hodiny, to je dostatečná doba pro vykrytalizování cca 50 % TAG; tím se stane smetana stloukatelnou. Dojde k lepšímu shlukování tukových kuliček a ke zvýšení viskozity, pak se lépe tvoří pěna nezbytná pro tvorbu zrna. Potom se smetana ohřeje na 19-20 °C, po 3,5 hod se zchladí na 16 °C a při této teplotě zraje přes noc. Zahřívání a ochlazení se provádí z mezistěny uzravače. Při zahřátí smetany dojde k překrytalizaci a tvorbě velkých krystalů s relativně malým povrchem. Ve směsi je dostatek volných, krystaly nevázaných podílů. Tento proces má vliv na roztíratelnost másla.

- **Biologické zrání smetany**

Podstatou biologického zrání smetany je mléčné kysání (fermentace), při které vznikají z laktózy kromě kyseliny mléčné i jiné produkty, především baktericidně působící aromatický

diacetyl. Při biologickém zrání dochází i ke zvýšení viskozity a částečnému narušení obalů tukových kuliček, tuk se pak snadněji stlouká. Vhodnou regulací teploty se při biologickém zrání do pH 5,2 dosahuje současně i zrání fyzikální, máslo tím získává specifickou chuť a vůni, současně se zvyšuje i jeho údržnost, neboť potlačením alkaligenní mikroflóry dochází k oddálení projevů kažení. Správné kysání pasterované smetany se zajišťuje inokulací čisté mlékařské kultury ve formě smetanového zákysu. Kultura obsahuje dva typy bakterií: typ mléčného kysání (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* a *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) a typ aromatizující (*Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis* a *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*). Proces biologického zrání smetany je automatizován. Kyselost i teplota se sledují vhodnými čidly v uzrávači, obě sledované hodnoty jsou registrovány. Biologické zrání smetany a automatizace jeho průběhu jsou standardizačními faktory pro výrobu másla vyrovnané jakosti.

- **Úprava smetany barvením**

K zvýraznění žlutavého zabarvení másla se smetana přibarvuje přírodním barvivem červenožluté až oranžové barvy získaným z rostliny *Bixa orellana* (E160b). Připravuje se rozpuštěním v jakostním jedlém oleji, je bez vůně a chuti. Přísada do smetany je 10 až 20 ml na 100 l, v létě asi jedna polovina. Přísada musí být ve smetaně dobře promíchána, aby máslo nebylo skvrnité. Dalším používaným barvivem jsou karoteny.

7.4.2 Způsoby přeměny smetany na máslo

Při zmáslňování se využívají 3 způsoby:

- **Odstřed'ovací způsob**, kdy se smetana o tučnosti 30 až 40 % znovu odstředuje na tučnost 82 %. Po zchlazení a standardizaci obsahu tuku se smetana na transmutátoru přeměňuje v máslo, na chlazených pláštích dojde ke změně fází. Máslo má odlišné složení a vlastnosti v důsledku přítomnosti obalů tukových kuliček.
- **Emulgační způsob**, při kterém se smetana o tučnosti 30-40 % nasatí vzduchem a mechanicky destabilizuje; nejprve se na speciální odstředivce upraví obsah tuku ve smetaně na 86-90 %, následně se tato za chlazení a míchání přemění v máslo - ochladí se na vodorovných válcích. Každý válec má šlehač a nože, které seškrabují tuk namrazený na stěny válce. Máslo vyrobené na tomto principu je často drobivé a může mít viditelné vrtsvení.
- **Zpěnovací (pěnový) způsob**, při kterém máselné zrno vzniká ze smetany při mechanickém otřásání, je-li tuk z části krystalický a z části tekutý. Z původní smetany (typ emulze olej ve vodě) se v průběhu zmáslňování vytvoří máslo (typ emulze voda v tuku), dispergovaný zbytek vodní fáze smetany je v kontinuální tukové fázi.

Pěna se tvoří působením silného mechanického pohybu, na povrchu vzduchových bublin se hromadí bílkoviny a tukové kuličky. Při praskání těchto bublin se tukové kuličky shlukují do větších útvarů, přitom dochází k narušování a odstranění části obalů a tuk se hromadí na rozhraní vzduch-plazma. Proces shlukování pokračuje dále, až shluky dosáhnou velikosti *máselných zrn*. Spojování částic tuku do zrn napomáhají prudké pohyby. Měřítkem pro stloukací schopnost smetany je čas potřebný pro vytvoření máselných zrn a minimalizace tuku v podmásle.

7.4.3 Výroba másla, výrobní zařízení

Dříve se máslo vyrábělo stloukáním sbírané smetany v máselnicích, nyní v mlékárnách diskontinuálně v máselnicích nebo nejčastěji kontinuálně ve zmáselňovačích.

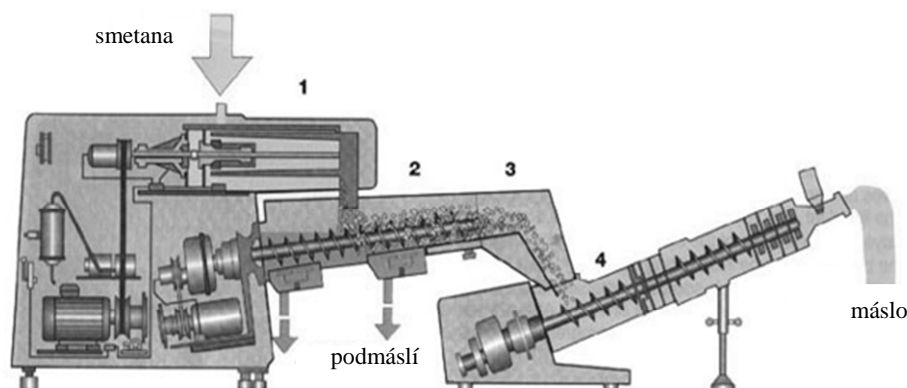
7.4.3.1 Diskontinuální výroba másla v máselnicích

Výroba másla *stloukáním* smetany se provádí v *máselnicích*. Dřevěné máselnice byly nahrazeny kovovými, sudového, krychlového i dvojkuželového tvaru. Součástí máselnice je vozík na máslo, do kterého se máslo vyklopí a přepraví se k balicímu zařízení. Stloukání je podmíněno přepadem smetany na stěny máselnice při otáčení. Máselnice se plní do 40 % objemu, větší náplň snižuje mechanickou sílu a zmenšuje tvorbu pěny. Po zahájení provozu se máselnice zastaví, aby se mohly vypustit uvolněné plyny, to se opakuje vícekrát. Mechanickým zpěněním dojde k popraskání obalů tukových kuliček a ke slepování máselného tuku. Celý proces do vzniku máselných zrn trvá 30-40 minut. Po *vypuštění podmáslí* se provádí pitnou vodou *praní* másla, tím se v másle snižuje obsah tukuprosté sušiny (netuků), kyselin i aromatických látek. *Hnětením* másla se odstraňují zbytky prací vody tak, aby v másle zůstal požadovaný obsah vody a máslo tím získalo po spojení jednotlivých máselných zrn stejnorodou strukturu. Hnětení se provádí při malém počtu otáček máselnice a trvá tak dlouho, až je máslo na řezu suché. Diskontinuální výroba másla se v dnešní době používá pouze ojediněle.

7.4.3.2 Kontinuální výroba másla v kontinuálních zmáselňovačích

Typy těchto zmáselňovačů se liší v jednotlivých součástech, vybavením a výkonem, jejich konstrukce je však v principu stejná. *Kontinuální zmáselňovač* tvoří *kostra zmáselňovače*, *stloukací válec* s rotorem, chlazeným statorem a náhonem, *odlučovací válec* s náhonem, *hnětač* s vakuovou komorou a tunelem pro *čidlo akvametry*. *Příslušenství zmáselňovače* se skládá z ovládacího panelu, spínačů, měřících přístrojů, z deskového chladiče s čerpadlem, z nádrží na podmáslí a prací vodu a z čerpadel.

Obrázek 6: Kontinuální zmáselňovač



Zdroj: Bylund, 1995; upraveno

Popis: 1. stloukací válec, 2. odlučovací válec, 3. a 4. hnětač

Kontinuální výroba másla na základě Fritzova pěnového způsobu se zavedla během druhé světové války. Vyznačuje se vyrovnanou a vysokou jakostí másla, vysokou výkonností, hygienickým zpracováním podmáslí, vysokou výtěžností, energetickou úsporností a dobrou čistitelností zařízení. Zmáselňování probíhá v horizontálním stloukacím válci, ve kterém rotující lišty napěňují smetanu a tvoří máselná zrna. Po odloučení podmáslí se nakonec v hnětači upraví obsah vody a chuť másla přísadkou vody, zákysu, případně soli.

Zralá smetana o tučnosti 37 až 42 % se **přihřívá na stloukací teplotu** (10-15 °C). Teplota stloukání je spolu se správně provedeným fyzikálním zráním nejdůležitějším parametrem výroby.

Smetana se přivádí tangenciálně nebo radiálně do **stloukacího válce**, kde se **zmáselňuje** pomocí stloukacího rotoru s rychlou rotací a pomocí chlazených válců statoru. Otáčejícím se rotorem se smetana prudce dostává na obvod, kde ji na statoru zpracují lišty za současného chlazení na malá máselná zrna a na podmáslí. Výtěžnost másla a obsah vody v něm závisí na ročním období a může se korigovat technickými parametry zmáselňování (frekvencí otáčení rotoru stloukacího válce).

Směs zrna a podmáslí vytéká do **odlučovacího válce**, který je umístěn pod stloukacím válcem, reguluje se zde velikost máselných zrn, která se oddělují od podmáslí.

Odlučování se uskutečňuje na principu vystupování máselného zrna na povrch podmáslí, kombinovaným použitím sít. V dalších sekcích odlučovacího válce se máselné zrno **pere** za účelem snížení netuků. Poslední zbytky podmáslí a prací vody se oddělují při protlačení másla přes síto do hnětače.

Zrno po odloučení podmáslí padá do **hnětacího válce** (hnětače), který tvoří dopravní a hnětací šneky. Máslo se při hnětení protlačuje jedním nebo dvěma páry šneků přes soustavu sít a vrtulek. Hnětení se provádí za vakua, aby bylo do másla zapracováno co nejméně vzduchu a prodloužila se jeho trvanlivost. Při hnětení vzniká homogenní hmota, rozbitím kapének vody vysokou smykovou rychlostí je dosaženo jejich velikostí 1-5 µm, kapénky jsou v másle rovnoměrně rozptýlené. Obsah vody ve vycházejícím nekonečném hranolu másla se měří kontinuálně **akvametrem**, a lze ho regulovat s přesností na 0,05 %. Ze zmáselňovače se máslo tlačí přímo nebo se čerpá hermetickým systémem do balících automatů.

Do másla lze zahrnovat i další komponenty, např. smetanový zákys, oleje, vitaminy. Vyhnětené máslo se přivádí do násypky **formovacích a balících strojů**. Po zabalení má teplotu 12 až 14 °C a musí se ihned předisponovat do chladiřen.

Trvanlivost másla je podmíněna především stavem smetany před pasterací, parametry vlastní pasterace, zráním smetany, vyhnětením másla, kontaminací kovy, technologickým postupem zmáselňování a podmínkami skladování.

Pro běžné **uskladnění** másla na kratší dobu se používají chladiřenské teploty obvykle 2-4 °C. Při dlouhodobém skladování se uchovává máslo při teplotě -18 až -20 °C v mrazírnách. Máslo se skladuje v kartonech nebo v drobném balení. Způsob vyskladnění másla z mrazírny musí být takový, aby pod obalem nevznikl kondenzát vody, jinak hrozí růst plísní. Problémem při skladování másla je oxidace tuku. Oxidace představují řetěz reakcí, které jestliže začaly, nejsou zastaveny ani hlubokými teplotami. Antioxidačně působí ze složek mléka tokoferol za synergického působení kyseliny L-askorbové a citrónové, jistý synergický vliv mají také bílkoviny s volnými sulfhydrylovými skupinami.

7.5 DRUHY MÁSLA

Máselné výrobky jsou ve formě tuhé, tvárné emulze, získané výlučně z mléka. Mohou se však přidávat další látky nezbytné pro jejich výrobu, pokud tyto látky nejsou použity za účelem úplného nebo částečného nahrazení jakékoli mléčné složky.

- **Máslo** je výrobek s obsahem mléčného tuku nejméně 80 %, avšak méně než 90 %, s obsahem vody nejvýše 16 % a s obsahem mléčných netuků nejvýše 2 %.
- **Tříčtvrtětučné máslo** je výrobek s obsahem mléčného tuku nejméně 60 %, avšak nejvýše 62 %.
- **Polotučné máslo (máslo nízkotučné)** je výrobek s obsahem mléčného tuku nejméně 39 %, avšak nejvýše 41 %.
- **Roztíratelný tuk** je výrobek s obsahem mléčného tuku od méně než 39 % do 80 %.
- **Směsné tuky složené z rostlinných a/nebo živočišných tuků** jsou výrobky ve formě tuhé, tvárné emulze, převážně typu voda v oleji, získané z tuhých a/nebo tekutých rostlinných a/nebo živočišných tuků vhodných pro lidskou spotřebu, s obsahem mléčného tuku mezi 10 % a 80 % z celkového obsahu tuku.

V současné české legislativě jsou definovány následující tržní druhy másla:

- **Čerstvé máslo** je máslo do 20 dnů od data výroby
- **Stolní máslo** je máslo skladované nejdéle 24 měsíců od data výroby při teplotě $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ a nižších.
- **Máselný koncentrát** má celkový obsah mléčného tuku vyšší, než 90 % hmotnostních, **máselný tuk** obsahuje více než 99,3 % hmotnostních mléčného tuku, **máslo s přídavkem alkoholu** je složený mléčný výrobek vyrobený z másla, cukru a alkoholického nápoje.
- **Máslo pomazánkové** je výrobek ze zakysané smetany, obohacený sušeným mlékem nebo sušeným podmáslem, obsahující nejméně 31 % mléčného tuku a 42 % sušiny. Vyrábí se z pasterované smetany o asi 40 % tuku a z odtučněného sušeného mléka. Po rozmíchání se tato směs pasteruje a homogenizuje, pak se zakysá smetanovým zákysem a po přídavku emulgátoru a škrobového stabilizátoru, soli, případně zeleniny, koření apod. se promíchá a termizuje při $65\text{ }^{\circ}\text{C}$. Po aseptickém balení do spotřebitelských obalů se vychladí na $6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

K prodloužení trvanlivosti se historicky vyrábělo **solené máslo**, které je v řadě států, nejčastěji severovýchodních, stále běžným tržním druhem másla (s obsahem soli od 0,5-2,5 %). Solení působí nejen na chuť, ale ovlivňuje také obsah vody a tlumí růst mikroorganismů. Přidávání soli se provádí bezprostředně po praní másla. Při hnětení se ztrácí asi polovina soli s vyhnětenou tekutinou.

Přepuštěné máslo se vyrábí tavením másla při teplotě nad $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Po tavení se oddělí vysrážený netukový podíl (sedimentací, dekantací, filtrací, odstředováním) a za vakua se odpaří zbývající voda.

Je vyráběno také **sušené máslo** sprejovým sušením másla nebo vysokotučné smetany.

Bezvodé mléčné nebo máselné tuky mají velmi dobrou trvanlivost a široké uplatnění v potravinářském průmyslu. Odvodněný mléčný tuk lze použít jak v bezvodém stavu, tak i po reemulgaci. Je používán v pekárenském průmyslu, čokoládovnách, při výrobě tavených sýrů, mražených smetanových krémů. V zemích s přebytkem mléčného tuku se již řadu let provádí také **frakcionace mléčného tuku** na frakce, lišící se bodem tání (zastoupení nasycených a nenasycených mastných kyselin). Frakcionace se provádí buď z taveniny nebo frakcionovanou krystalizací mléčného tuku z rozpouštědel. Níže tající frakce s vyšším podílem nenasycených mastných kyselin je používána pro výrobu dietetických

mléčných výrobků. Frakce s vyšším bodem tání je používána v čokoládovnách, při výrobě trvanlivého pečiva, cukrářských výrobků.

Pomazánky s přídavkem rostlinného tuku (nesprávně označovaná jako másla s obsahem rostlinného tuku) jsou vyráběna s přídavkem tuhých tuků, které jsou přidány již do smetany nebo olejů, které jsou zahřeny až do másla při výrobě. Kromě zlepšené nutriční hodnoty mají tyto výrobky nižší cenu ve srovnání s klasickým máslem a lepší roztíratelnost.

Másla se vyrábějí v mnoha tržních druzích o různém složení. Jsou většinou balená po 250 g. Vyrábějí se také jako porcovaná po 10 až 25 g.

7.6 PODMÁSLÍ

Podmáslí je vedlejší produkt při výrobě másla. Je to významná mléčná surovina s důležitými funkčními vlastnostmi (tvorba pěny), které lze využívat v mlékařství i v jiných oborech potravinářského průmyslu. Při pěnovém způsobu výroby másla se získá asi 70 % plazmy ve formě podmáslí. Složení podmáslí je velmi variabilní a závisí na použité technologii zmáslňování a na tom, zda se máslo vyrábí ze sladké či zakysané smetany. Obsah tuku bývá 0,1 až 0,4 % a tukuprostá sušina 8,0 až 8,5 %. Do podmáslí přecházejí fosfolipidy, fosfolipoproteiny, monoacylglyceroly a diacylglyceroly, volné mastné kyseliny, lipoproteiny a další složky. Fosfolipidy podmáslí mají v porovnání s triacylglyceroly mléčného tuku zvýšený obsah esenciálních mastných kyselin. Bílkoviny podmáslí také obsahují více sirmých aminokyselin než mléko. Podmáslí má krátkou údržnost. Velmi rychle se u něho vyvíjí kovová příchut', její vznik se vysvětluje vymizením kyseliny askorbové a oxidací obalů tukových kuliček za vzniku ketonů. Fe a Cu urychlují vznik této vady. Přídavek smetanového zákysu oddaluje i zakrývá tuto vadu, a to produkcí diacetylu, těkavých kyselin a CO₂.

V dřívějších letech byla převážná část podmáslí konzumována zakysaná, jako konzumní podmáslí s 0,3 % tuku nebo šlehané s 1 % tuku.

7.7 VADY MÁSLA

7.7.1 Vady v chuti a v aromatu

Chut' **prázdna** se vyskytuje poměrně často, je provázena nevýrazným, prázdňným aromatem a je způsobena odvětráním smetany. Chut' **nečistě nakyslá** se vyskytuje častěji v období krmení řepou a jejími součástmi, příčinou může být také kysání způsobené koliformní mikroflórou, může ji způsobit i kontaminovaná voda při propírání másla. Na vzniku chuti **sladové** se mohou podílet proteolytické mikroorganismy. Příčinou chuti **karamelové** bývá vysoká pasterace velmi tučné smetany. Chut' **kvasnicová** se vyskytuje častěji v období krmení řepou a řepnými skrojky a také v předjarním období při zkrmování špatně uskladněné píce. Chut' **kovovou** vyvolává přechod kovů z nevhodného nebo opotřebovaného výrobního zařízení do smetany a do másla, vlastní příčinou je oxidace tuku katalytickým působením kovů. Příčinou **olejovité** chuti bývá kvalita siláží v krminu dojníc, překysaná smetana, na níž působí světlo, nebo starší máslařská barva. V másle ze sladké smetany se může projevit asi po 3 týdnech chut' **sýrovitá**, je způsobena rozkladem bílkovin proteolytickou mikroflórou. Z plísni se na vzniku této vady podílí *Oospora lactis*, penicilia a také kvasinky. Příčinou chuti **kyselé** je zpracování nakyslého mléka, překysání smetany nebo zákysu, nedostatečné promytí

máselného zrna. Chuť **krmivová** se projevuje se převážně na podzim a v zimě při zkrmování řepy a jejích podílů a siláže, v období pastvy, vyskytuje-li se v prostoru divoký česnek, pelyněk a jiné rostliny s aromatickými látkami. Příčinou chuti **nahořklé** až hořké je většinou krmivo nebo rezidua čistících a dezinfekčních prostředků v mléce. Chuť **lojovitá** vzniká působením světla na mléčný tuk, původ vady může být též v krmivu. Chuť **škrablavá, zatuchlá, plesnivá** jsou vady způsobené plesnivěním. Chuť **žluklá** je způsobena rozkladem mléčného tuku působením světla a slunečních paprsků. Příčinou chuti **rybinovité** bývá měď a železo ve smetaně, překysání smetany a dlouhodobé skladování, chuti **mýdlovité** rezidua čistících prostředků ve smetaně či silná mikrobiální kontaminace.

7.7.2 Vady v konzistenci a vzhledu másla

Konzistence **drobivá, tvrdá** se vyskytuje v období krmení řepným chrástem a řepnými skrojky a při krmení suchými krmivy v zimě. Příčinou konzistence **moučné** či **pískovité** může být zpracování starší smetany, vada vzniklá prudkým ochlazením se projeví v másle ihned po výrobě, při uskladnění mizí. Konzistence **mast'ovitá** se projeví po konzumaci krmiv s vysokým obsahem kyseliny olejové, dále po dlouhotrvajícím hnětení. **Kapky vody na řezu** másla se vyskytují po nedokonalé hnětení, vzhled **mramorovitý** při nerovnoměrném rozdělení máslařské barvy.

7.7.3 Kažení másla

Po výrobě a hlavně při uskladnění nastávají v másle změny, jejichž příčinou jsou změny chemické nebo aktivita přítomných mikroorganismů. Podle stupně rozvoje těchto změn se jedná o vady v chuti či aromatu nebo o kažení. Působení vlivů je do jisté míry dáno teplotou, při teplotách nad 0 °C mohou převažovat změny podmíněné mikroorganismy, při teplotách pod -12 °C jde o změny chemické. Kažení másla začíná buď ve vodní fázi nebo v tukové fázi.

7.7.3.1 Chemické příčiny kažení másla

Při uplatnění chemických příčin kažení másla jsou změny způsobeny **autooxidací a hydrolýzou tuku**. Štěpení probíhá rychleji u nenasycených acylglycerolů a u glycerolů s nízkomolekulárními kyselinami. Kyseliny s konjugovanými dvojnými vazbami vážou kyslík a přes řadu meziproductů vznikají nenasycené karbonylové sloučeniny nebo aldehydy a ketony. Karbonylové sloučeniny jsou příčinou olejovité chuti másla. Z chuťově výrazných aldehydů jsou to především kapryl-, heptyl- a nonylaldehyd.

7.7.3.2 Mikrobiologické příčiny kažení másla

Přestože moderní výrobní technologie výskyt bakteriálního kažení másla podstatně snížily, stále se s tímto typem kažení můžeme setkat. Vegetativní buňky a jejich enzymy jsou v másle lokalizovány hlavně do vodní fáze, kde je dostatek živin pro růst mikroorganismů. V másle s přídavkem kulturní mikroflóry je růst kontaminující mikroflóry omezen vyšším obsahem kyseliny mléčné ve výrobku.

Bakteriální kažení se zpravidla objevuje 7.-10. den skladování a je provázeno výskytem skvrn na povrchu másla a hnilobným nebo sýrovým pachem a chutí jako důsledkem proteolytické činnosti. Rozklad proteinů je vyvolán bakteriálními enzymy rodů *Flavobacterium* a *Pseudomonas* a probíhá přes polypeptidy, aminokyseliny a amoniak. Aminokyseliny podléhají deaminaci a dekarboxylaci.

Lipolytické kažení másla bývá spojováno s výskytem bakterií rodu *Micrococcus*. Dochází při něm k hydrolytickému štěpení tuků. Uvolněné kyseliny podléhají beta-oxidaci spojené se vznikem ketonicky žluklé chuti.

Významnou skupinou mikroorganismů, která se podílí na kažení másla jsou plísně. Jedná se o rody *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Geotrichum*, *Alternaria* a *Rhizopus*. Také kvasinky se mohou podílet na kažení másla. Je to především *Candida lipolytica*, *Torulopsis* a *Cryptococcus*.

Růst a přežívání patogenů

Máslo vyráběné z pasterované smetany neposkytuje vzhledem ke svým fyzikálně-chemickým vlastnostem příznivé prostředí pro růst a přežívání patogenních mikroorganismů. Přesto jsou v souvislosti s konzumací másla popisovány nákazy způsobené *S. aureus*, *L. monocytogenes* a kampylobaktery. Příčinou výskytu těchto patogenů v másle je kombinace nedostatečné hygieny při výrobě másla a vyšších skladovacích teplot výrobků. *L. monocytogenes* se může pomalu množit i v másle skladovaném při chladírenských teplotách a v mraženém másle přežívá několik měsíců. Bylo prokázáno, že *Campylobacter jejuni* přežívá v másle při 5 °C 13 dní.

8 MLÉKAŘSKÉ MIKROBIÁLNÍ KULTURY

8.1 DEFINICE MIKROBIÁLNÍCH MLÉKAŘSKÝCH KULTUR

Mikrobiální mlékařské kultury jsou mikroorganismy či jejich směsi, které se používají při výrobě fermentovaných výrobků a sýrů. Základními biochemickými procesy, které po jejich inokulaci do mléka probíhají, je štěpení laktózy se vznikem různých metabolitů, při zrání sýrů pak degradační procesy bílkovin a tuků. Bakterie mléčného kvašení se používají při výrobě zakysaného mléka a smetany, acidofilního mléka, jogurtů, výrobků s probiotickými kulturami, kefíru. Speciální sýrařské kultury používané při výrobě sýrů se podílejí také na štěpení mléčného tuku a bílkovin při zrání sýrů a vzniku sensoricky významných a biologicky aktivních látek.

8.2 BAKTERIE MLÉČNÉHO KYSÁNÍ

Bakterie mléčného kysání (BMK) tvoří velkou skupinu čistých mlékařských kultur. Jedná o pravé bakterie mléčného kysání tvořící přirozenou skupinu nepohyblivých, nesporulujících gram pozitivních koků a tyčinek, které fermentují laktózu za fakultativně anaerobních (mikroaerofilních) podmínek a tvoří přitom hlavně kyselinu mléčnou. Mezi BMK patří především zástupci rodů *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*. Vyskytují se v mléce a mléčných výrobcích, na rozkládajících se rostlinách, na sliznicích lidí a zvířat.

Mezi hlavní funkce bakterií mléčného kysání patří funkce **prokysávací**, zejména produkce kyseliny mléčné, **aromatizující**, tj. vznik sensoricky významných složek (diacetyl, acetaldehyd a další) a funkce **dieteticko-léčebná**.

Podle vzniklých produktů se rozlišují BMK:

- **homofermentativní**, které způsobí fermentaci laktózy téměř výhradně na kyselinu mléčnou (nejméně 90 %)
- **heterofermentativní**, kdy při fermentaci laktózy vzniká nejméně 50 % kyseliny mléčné a další látky jako acetaldehyd, diacetyl, kyselina octová, CO₂, ethanol.

V mléce působením vzniklé **kyseliny mléčné** dojde ke koagulaci bílkovin, odštěpení vápníku vázaného na kasein, který se viditelně nesráží, ale bobtná. Ve střevech kyselina mléčná omezuje růst hnilobných bakterií, inhibuje další nežádoucí mikroorganismy, podporuje resorpci vápníku a jeho lepší využití organismem a podporuje také resorpci vitamínů a aminokyselin.

8.3 ČISTÉ MLÉKAŘSKÉ KULTURY A JEJICH KLASIFIKACE

Při výrobě řady mléčných výrobků se používají speciální, většinou komerčně vyráběné, směsi mikroorganismů, tzv. **čisté mlékařské kultury** (ČMK). Jsou popisovány jako specifické bakterie mléčného kysání aj. používané k inokulaci do mléka, jejichž metabolismus vede k vzniku charakteristických mléčných výrobků. ČMK jsou definované, rozmnožování schopné mikroorganismy v sólových či směsných kulturách, selektované podle specifických

vlastností. Základním požadavkem je, aby použité kultury mezi sebou nevykazovaly antagonismus, ale jen metabiózu nebo symbiózu. Většinou se nazývají podle výrobku, k jehož výrobě slouží.

ČMK lze klasifikovat několika způsoby:

8.3.1 Podle složení

Podle složení jsou ČMK označovány jako

- *monokultury* - jeden definovaný kmen jednoho druhu
- *složené kultury* - více definovaných druhů a kmenů
- *směsné kultury* - nedefinované kmeny jednoho či více druhů mikroorganismů

8.3.2 Z mikrobiologického hlediska

Podle obsažených mikrobiálních druhů se člení ČMK na bakteriální, kvasinkové, plísňové a smíšené. Podle tvaru a uspořádání to mohou být koky v párech, dlouhých či krátkých řetězcích, hroznech, nebo jsou to tyčinky izolované nebo v řetězcích či bifidobakterie.

8.3.3 Podle optimální kultivační teploty

Podle optimální kultivační teploty se dělí ČMK na mezofilní a termofilní.

8.3.4 Podle typu použití

Z pohledu technologie mléčných výrobků je nejpraktičtější dělení podle typu použití.

8.3.4.1 Mezofilní kultury

Složení

- *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*
- *Lactococcus lactis* subsp. *cremosis*
- *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*
- *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*
- *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum*.

Tato smetanová kultura je velmi často používaná. Optimální teplota pro růst mikroorganismů kultury je 16-23 °C, inkubační doba 16-20 hodin. Má kysací a aromatvornou schopnost, proteolytická schopnost je, v porovnání např. s termofilními sýrařskými kulturami, malá. Snížením pH mléka na 4,5 a méně se uplatní bakteriostatický až baktericidní účinek. Kultura se vyznačuje tvorbou kyselin, CO₂ a aromatických látek, především diacetylu (CH₃-CO-CO-CH₃). Zdrojem uhlíku pro tvorbu CO₂ a diacetylu jsou citrany mléka (v mléce je asi 1-2 mg/l kyseliny citronové).

8.3.4.2 Termofilní jogurtové kultury

Složení

- *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*
- *Lactobacillus delbruecki* subsp. *bulgaricus*.

Tyto mikroorganismy jsou v symbiotickém vztahu - lactobacily uvolňují proteolýzou bílkovin aminokyseliny, těmi je stimulován růst streptokoků, které stimulují tvorbu kyseliny mravenčí a tím růst a metabolismus lactobacilů. Typ kultury (složení, kmeny) se volí podle požadovaných vlastností výrobků (konzistence, kyselost, lom, táhlovitost). Vlastnosti výrobků lze ovlivnit také kultivačními podmínkami. Optimální teplota inkubace při použití klasické kultury je 40-45 °C, při této teplotě je produkce kyseliny mléčné a koagulace kaseinu, která začíná při pH 5,3 a je ukončena při pH 4,5, dokončena za 3-4 hodiny. Hlavní aromatickou látkou je **acetaldehyd** (20-30 mg/l).

8.3.4.3 Termofilní sýrařské kultury

Složení

- *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*
- *Lactobacillus delbruecki* subsp. *bulgaricus*
- *Lactobacillus delbruecki* subsp. *lactis*
- *Lactobacillus helveticus*
- *Lactobacillus casei*.

Optimální kultivační teplota kultury je 40-45 °C, jen *Lbc. casei* má optimální teplotu 30 °C. Kultura se používá při výrobě sýrů se sýřeninou vysokodohřívanou při teplotě 51-55 °C (ementál, parmazán), termofilního kyselého mléka a měkkých sýrů a tvarohu.

Kromě fermentace laktózy na kyselinu mléčnou má i mírnou proteolytickou aktivitu a spolu s reziduální aktivitou syřidlových enzymů ovlivňují chuť, vůni a reologické vlastnosti sýrů.

8.3.4.4 Kultury propionového kvašení

Jde o bakterie rodu *Propionibacterium* (*P. freudenreichii*, *P. freudenreichii* subsp. *Shermanii*). Jsou náročné na kultivační media, proto se v mlékárně používají k přímému zaočkování mléka. Propionibakterie jsou značně termorezistentní, snesou koncentraci soli v sýru 2-3 %, optimální pH pro růst je 6,5-7,0. Optimální teplota růstu je sice 30-32 °C, ale snesou dohřívání sýřeniny do 55 °C po dobu 1 hodiny. Používají se nejčastěji při výrobě sýrů s vysokodohřívanou sýřeninou a s tvorbou ok v těstě (ementál). Působením propionibakterií vznikají v těstě sýrů pravidelná oka, vytvořená CO₂ vzniklým při fermentaci mléčnanu. Současně vzniká kyselina propionová, octová a z kaseinu uvolněný prolin. Propionibakterie produkují i vitamín B₁₂. V ementálských sýrech žijí v symbióze s bakteriemi termofilního zákysu.

8.3.4.5 *Kultury pro sýry s nízkodohřívanou sýřeninou*

Pro sýry holandského typu (eidam, gouda) se používá mezofilní kultura s proteolytickou aktivitou ve složení:

- *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*
- *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*
- *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* var. *diacetylactis*
- *Lactobacillus casei*
- *Lactobacillus delbruecki* subsp. *lactis*.

Pro sýry čedarového typu se používá speciální **čedarová kultura**, která se vyznačuje odolností vůči soli (6,5 %), velkou termorezistencí (60 °C 30 minut), vyšší optimální teplotou (37 °C) a dobrou proteolytickou aktivitou, což jsou vlastnosti potřebné pro optimální průběh prokysávání mleté a solené sýřeniny (čedarizaci). Používá se *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* a *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* jako základní kultury (bez tvorby ok), na urychlení proteolýzy pak *Lactobacillus helveticus* příp. *Enterococcus durans*.

8.3.4.6 *Kultury pro sýry zrající pod mazem*

Sýry této skupiny jsou charakteristické mazem, který se za aerobních podmínek tvoří na jejich povrchu (romadúr, dezertní, limburgský, krkonošský, pivní sýr).

Kromě základní mezofilní kultury bakterií mléčného kysání se používá tzv. **mazová kultura**.

Složení mazové kultury:

- *Brevibacterium linens*
- *Micrococcus roseus*
- *Torulopsis kandida*
- *Kluyveromyces lactis*
- *Candida utilis*.

Kvasinky za přítomnosti vzdušného kyslíku oxidují organické kyseliny vzniklé při prokysávání, čímž snižují kyselost povrchu sýra k neutrálnímu bodu. Jsou také zdrojem vitamínů skupiny B. *Brevibacterium linens* na odkyseleném povrchu dobře roste, proteolytickými enzymy způsobuje aerobní zrání, tomu napomáhá *M. roseus* i jiné mikroorganismy kultury. Spolu se podílí se na tvorbě aromatu a chuti. *Brevibacterium linens* je přísně aerobní, optimální teplota růstu je 20-30 °C, je halotolerantní (snese až 4 % NaCl). Produkuje inhibující látky proti *Cl. botulinum*, *B. cereus*, *S. aureus*, některým kvasinkám a plísním.

8.3.4.7 *Plísňové kultury*

Plísňové kultury působí změny tuků a bílkovin při zrání sýrů. Štěpné produkty a metabolity přispívají k tvorbě charakteristických vlastností sýrů.

Používají se

- *Penicillium roqueforti*
- *Penicillium camemberti*

- *Penicillium caseicolum*
- *Penicillium nalgiovense*
- *Penicillium viridicatum*
- *Penicillium chrysogenum*
- *Scopulariopsis brevicaulis*
- *Geotrichum candidum*.

Modrozelená plíseň *Penicillium roqueforti* se používá při výrobě sýrů s plísní v těstě (Roquefort, Stilton, Gorgonzola, Niva). Plíseň je méně náročná na přístup kyslíku, ale ten nesmí klesnout pod 5 %, snáší 4-5 % NaCl v hmotě sýra. Tyto vlastnosti umožňují růst v dutinách sýra. Camembertská kultura obvykle obsahuje *Penicillium camemberti* a *P. caseicolum* a používá se při výrobě sýrů s bílou plísní na povrchu, kultura má výraznou proteolytickou a lipolytickou aktivitu.

8.3.4.8 Kvasinkové kultury

Fermentační vlastnosti kvasinek zkvašujících laktózu se používají při výrobě kysaných mlék (kefír, kumys), v sýraštví hlavně pro výrobu sýrů typu roquefort a jako součást mazové kultury (odkyselování, lipolýza). Mléčné kvasinky fermentují laktózu (nikoli však maltózu), fermentují pomalu a snášejí vyšší koncentraci soli a kyseliny mléčné. Například při výrobě sýrů roquefortského typu se používá *Kluyveromyces lactis* a *Torulopsis candida*, které mají pozitivní vliv na vznik aromatických látek (volné těkavé mastné kyseliny, etanol). Kvasinky mazových kultur - *Kluyveromyces lactis*, *Torulopsis candida* a *Candida utilis* - jsou nutné pro oxidaci kyseliny mléčné na povrchu sýrů a tvorbu vhodného prostředí pro růst *Brevibacterium linens*. Kvasinky v kefírové kultuře - *Candida kefyr*, *Kluyveromyces fragilis* - fermentují laktózu.

8.3.4.9 Ochranné kultury

Ochranné kultury, např. směs *Lactobacillus rhamnosus* a *Propionibacterium freudenreichii* spp. (*Shermanii*) svými metabolity při výrobě a uchování výrobky brání před mikrobiální kontaminací kvasinkami a plísněmi.

8.3.4.10 Probiotické kultury

Jsou to bakterie mléčného kysání hlavně rodu *Lactobacillus* (*L. casei*, *L. acidophilus*, *L. rhamnosus*, *L. reuteri*, *L. lactis*, mimo bakterie mléčného kysání se využívají rody *Bifidobacterium* (např. *B. longum* BB536, *B. breve*) a *Enterococcus* (např. *Enterococcus faecium* M 74). Jde o aktivní potravinový doplněk, který má pozitivní účinek na organismus hostitele tím, že zlepšuje složení a způsobuje rovnováhu v jeho střevní mikroflóře. Hlavním místem působení těchto bakterií je střevo, v mléku se rozmnožují pomalu. Ve výrobku jich musí být 10^6 KTJ v 1 ml, protože jen v této a vyšší koncentraci mají ve střevě požadovaný účinek. Obvykle se do výrobku s pravými bakteriemi mléčného kysání dávají přímo v tomto množství.

Probiotické kultury musejí mít následující vlastnosti: nezávadnost, funkčnost, technologickou vhodnost, humánní původ, rezistenci vůči kyselinám zažívacího traktu a žluči, proteolytickým enzymům, lysozymu, dále schopnost přilnavosti a přechodné kolonizace zažívacího traktu.

Působí zmírnění poruch zažívání (léky, stres, špatná výživa), inaktivují bakteriální toxiny, mají pozitivní vliv na kvalitativní a kvantitativní složení střevní mikroflory, tlumí rozvoj hnilobných bakterií a patogenů, zlepšují trávení laktózy a resorpci vápníku, snižují riziko rakoviny střev, zlepšují metabolismus, mají pozitivní vliv na hladinu cholesterolu a stimulují nespecifickou imunitu.

8.4 FORMY MLÉKAŘSKÝCH KULTUR

8.4.1 Přírodní kultury

Přírodní kultury jsou obsaženy například v syrovátce z kotlů po výrobě sýřeniny, která se mísí s maceráty z telecích žaludků (malé sýrárny ve Francii, Švýcarsku, Itálii), mají - nestandardní složení bakterií, které nezaručí požadovaný průběh fermentace, výhodou je větší odolnost vůči fágům.

8.4.2 Komerčně vyráběné kultury

Značně náročnou práci s přípravou zákysů usnadňuje použití komerčně vyráběných ČMK. Výrobce kultur zaručuje standardní kvalitu, aktivitu, růst, metabolismus (glykolýzu, proteolýzu, lipolýzu, tvorbu aromatických látek), definované fyziologické vlastnosti, čistotu, rezistenci vůči bakteriofágům. ČMK lze připravit v několika formách.

- **Tekutá forma** se musí přeočkovávat přes matečnou kulturu až po provozní zákys, mívá 10^{8-9} KTJ v l ml.
- **Sušenou formu** představují kultury, které se suší kryodesikací či lyofilizací - buňky v aktivním stadiu se zmrazí a za sníženého tlaku dojde k sublimaci na vodní páru, která se odsává. Kultury obsahují 10^{9-10} KTJ v l ml, koncentrované až na 10^{11-12} KTJ v l ml, používají se k přímému zaočkování či výrobě zákysu.
- **Mražená nebo hluboko mražená forma.** Při její výrobě se pěstuje kultura v médiu na bázi odstředěného mléka, na konci logaritmické fáze se zkoncentruje, zmrazí, asepticky rozplní do obalů a uchovává při teplotách -40 nebo -196 °C. Po přeočkování do mléka neprocházejí mikroorganismy lag fází a hned začínají fermentovat.

8.5 PROBLEMATIKA BAKTERIOFÁGŮ V ČMK

Při všech mlékárenských výrobcích založených na použití ČMK je třeba mít na zřeteli riziko výskytu **fágů**, které stoupá s koncentrací a specializací kultur. Fágy nejsou schopné se množit bez hostitelských bakterií v růstové fázi. Jsou roznášeny vzduchem, vodou, aerosoly. Kontaminace kultury se projeví jejím oslabením a zpomalením fermentace. Citlivější na napadení bakteriofágem jsou mezofilní kultury, než termofilní. Největší riziko je při výrobách sýrů používajících výhradně mezofilních laktokoků, u výrob založených na použití termofilních streptokoků a laktobacilů je riziko působení bakteriofágů poněkud nižší. Prevencí je výroba v prostorách se sterilním filtrovaným vzduchem, dobré ošetření mléka na zákysy, čištění, dezinfekce zařízení, použití fágorezistentních ČMK, vícedruhových kultur nebo rotace kultur.

9 BIOCHEMICKÉ PROCESY PROBÍHAJÍCÍ PŘI VÝROBĚ FERMENTOVANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ

9.1 ÚVOD

Principem výroby kysaných mléčných výrobků jsou fyzikálně-chemické procesy, jako důsledek působení specifické mikroflóry, zejména na laktose a bílkovinách mléka.

9.2 FERMENTACE LAKTOSY

Stěžejním procesem, probíhajícím při výrobě kysaných mléčných výrobků účinkem kulturních mikroorganismů je rozklad laktosy, čili mléčná fermentace.

Mléčná fermentace je základní biologickou metodou konzervace, jedná se o anaerobní enzymatický proces.

Dle produktů mléčnou fermentaci v principu dělíme na homofermentativní (kyselinotvorné) a heterofermentativní (aromatvorné).

Pokud mikroorganismy štěpí laktosu pouze cestou glykolýzy za tvorby kyseliny mléčné, jedná se o homofermentativní proces. Pokud však mikroorganismy ve fermentaci laktosy používají pentosový cyklus, jedná se o kvašení heterofermentativní, při kterém se vedle menšího množství kyseliny mléčné tvoří kyselina octová (případně ethanol) a případně i oxid uhličitý. Některé mikroorganismy mohou používat obě biochemické cesty.

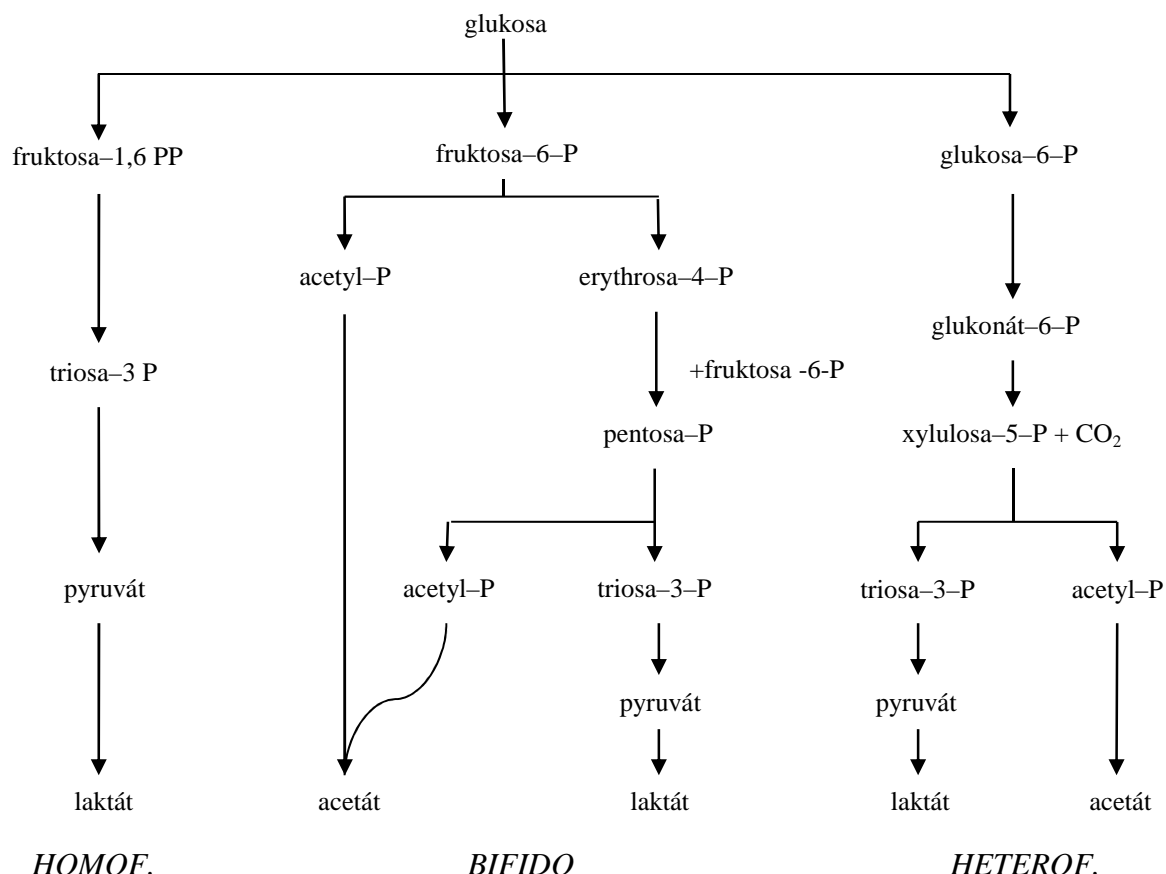
Obligátně homofermentativní mikroorganismy jsou vybaveny enzymy pro glykolýzu včetně *aldolasy*, ale nemají enzymy pentosového cyklu. Mikroorganismy, které jsou obligátně heterofermentativní, jsou vybaveny enzymy pentosového cyklu, ale nemají enzymatickou výbavu pro glykolýzu (*aldolasu*).

Fakultativně homofermentativní mikroorganismy jsou vybaveny enzymy pro obě biochemické cesty. Na obrázku 7 jsou znázorněny biochemické cesty mikroorganismů při štěpení glukosy.

Speciální biochemickou cestu fermentace používají bakterie rodu *Bifidobacterium*.

V závislosti na druhu mikroorganismu se tvoří typ enantiomeru kyseliny mléčné, resp. poměr D- a L-kyseliny mléčné. Fermentovaná mléka obsahují 0,5-0,9 % kyseliny mléčné, výrobky s přívlastkem acidofilní, tj. s kulturou *L. acidophilus* jsou méně kyselé a obsahují 0,5-0,7 % kyseliny mléčné. Jogurty jsou charakteristické nízkým pH 4-4,2 a obsahem kyseliny mléčné 0,7-1,1 %. Kefír obsahuje 0,5-1,0 % kyseliny mléčné.

Obrázek 7: Biochemické cesty přeměny glukosy při jednotlivých druzích fermentace



Zdroj: Belitz et al., 2004

Popis: *HOMOF.* = homofermentativní, *HETEROF.* = heterofermentativní, *BIFIDO* = metabolismus Bifidobaktérií)

Mezi bakterie homofermentativního kvašení je možno zařadit:

- **Rod *Lactobacillus***
 - *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* – (JK=jogurtová kultura)
 - *Lactobacillus lactis*
 - *Lactobacillus helveticus*
 - *Lactobacillus acidophilus*
 - *Lactobacillus jogurti*
 - *Lactobacillus casei*
 - *Lactobacillus plantarum*
- **Rod *Lactococcus***
Lactococcus lactis ssp. *lactis*, ssp. *cremoris*- (SK=smetanová kultura)
- **Rod *Streptococcus***
Streptococcus faecium
- **Rod *Pediococcus***
Pediococcus acidilactici.

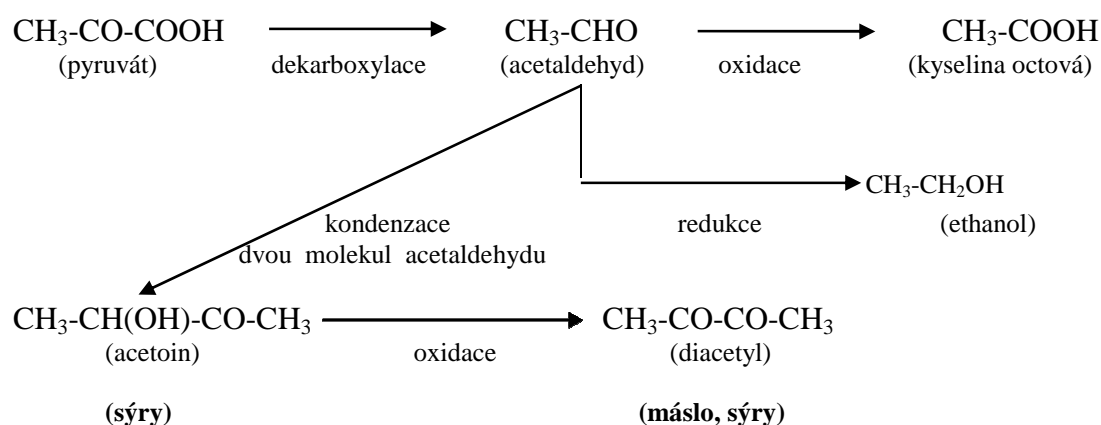
Mezi bakterie heterofermentativního kvašení je možno zařadit:

- **Rod *Lactobacillus***
 - *Lactobacillus fermentum*
 - *Lactobacillus brevis*

- *Lactobacillus hilgardii*
- **Rod *Streptococcus***
Streptococcus salivarius ssp. *thermophilus* – JK
- **Rod *Leuconostoc***
Leuconostoc mesenteroides ssp. *dextranicum*, (pouze D-mléčná)
Leuconostoc mesenteroides ssp. *cremoris*, (pouze D-mléčná) - SK.

Při výrobě fermentovaných mléčných výrobků vzniká široké spektrum výrobků s rozdílnými chuťovými charakteristikami. Na tvorbě aromaticky významných sloučenin se podílí zejména heterofermentativní mikroorganismy. Jejich činností vedle kyseliny mléčné vzniká i kyselina octová a další látky. Zejména meziprodukt pyruvát může být enzymatickou činností karboxyláz metabolizován na další aromatické produkty (viz obrázek 8), mající význam i u dalších mléčných výrobků (sýry, máslo).

Obrázek 8: Možné reakce pyruvátu, probíhající činností karboxylás heterofermentativních mikroorganismů a tvorba sensoricky významných sloučenin

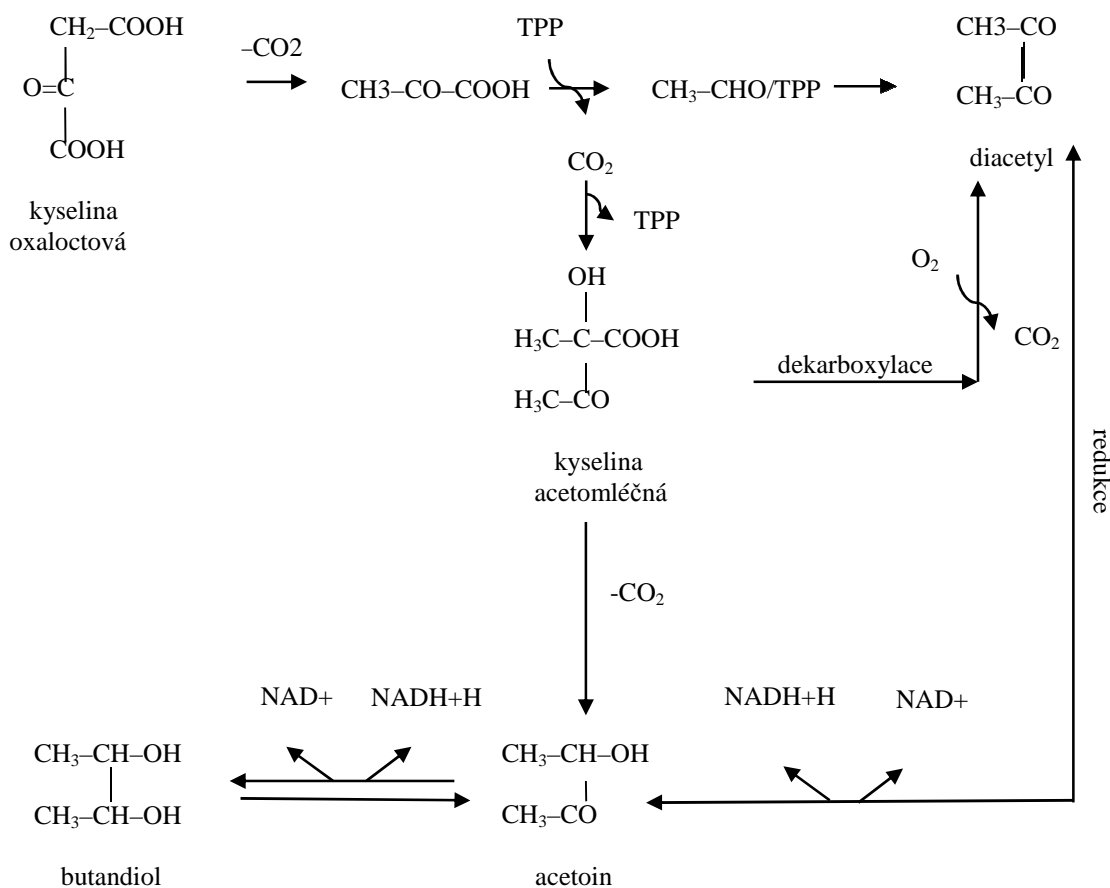
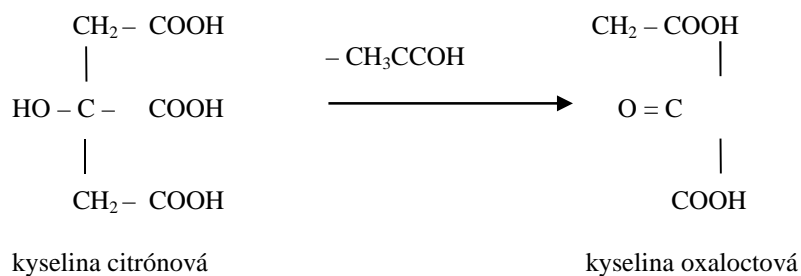


Zdroj: Belitz a Grosch, 1999

9.3 FERMENTACE KYSELINY CITRONOVÉ

Některé streptokoky mléčného kvašení a *Leuconostoc cremoris* mohou fermentovat i kyselinu citronovou v mléce za tvorby řady aromatických látek (viz obrázek 9). K nejdůležitějším aromatickým látkám kysaných mléčných výrobků patří ethanal (acetaldehyd), diacetyl, dimethylsulfid, kyselina octová a mléčná. Významný je také vznikající oxid uhličitý. Pro jakost fermentovaných mléčných výrobků je důležitý poměr diacetyl/ethanal, který se má pohybovat okolo 4, hodnota 3 a méně již souvisí se sensorickými vadami. Pro jogurty je charakteristickou sensorickou látkou ethanal v koncentraci 13-16 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Obrázek 9: Fermentace kyseliny citronové



Zdroj: Belitz et al., 2004

9.4 ETHANOLOVÉ KVAŠENÍ

U některých kysaných mléčných výrobků je využíváno fermentačních schopností kvasinek rodu *Torula*, která spočívá ve schopnosti tvorby ethanolu z glukosy, dle následující reakce:



Kysané mléčné výrobky s obsahem ethanolu jsou kefir a kumis, které pocházejí z Turkestánu. Kefír obsahuje kromě 0,5-2 % alkoholu i významné množství oxidu uhličitého. Kumys, vznikající fermentací kobyliho nebo kozího mléka, obsahuje 1-3 % alkoholu.

9.5 ZMĚNY NA BÍLKOVINÁCH

U kysaných mléčných výrobků mají fermentační procesy laktosy rozhodující vliv na texturní a další sensorické vlastnosti těchto výrobků. Produkci zejména kyseliny mléčné v procesu fermentace postupně dochází ke snížení pH až do izoelektrického bodu kaseinu (pH = 4-5), což vede ke koagulaci kaseinu (= *kyselé srážení*) a vzniku charakteristické jemně gelovité konzistence. V kysaných mléčných výrobcích typu kumis dochází proteolytickou činností kvasinek k vzniku degradačních produktů kaseinu.

9.6 ZMĚNY NA TUCÍCH

Při technologických procesech výroby kysaných mléčných výrobků dochází k minimálním změnám na tukové složce, které spočívají ve zvýšení obsahu volných mastných kyselin.

10 FERMENTOVANÉ MLÉČNÉ VÝROBKY

10.1 ÚVOD

Fermentované (kysané) mléčné výrobky (FMV) je označení pro skupinu mléčných výrobků, která zahrnuje širokou škálu výrobků - jogurtové výrobky, kysaná mléka, kysané podmásli, kefír, kumys, kysané smetany, acidofilní mléka a další výrobky. Obecný název této skupiny mléčných výrobků vychází ze skutečnosti, že surovina pro výrobu fermentovaných mléčných výrobků je inokulována speciální kulturou, která přemění část laktózy v kyselinu mléčnou. Další metabolity vznikající v průběhu fermentace (CO₂, kyselina octová, diacetyl, acetaldehyd) dodávají výrobkům specifickou chuť a vůni. Kultury, které se používají při výrobě kefíru a kumysu produkují i alkohol.

Fermentované mléčné výrobky jsou tradiční mléčné výrobky, které mají bohatou historii a těší se velké oblibě. Obliba fermentovaných mléčných výrobků vychází z následujících charakteristických vlastností výrobků: vynikající sensorické vlastnosti, prodloužená doba trvanlivosti, velmi dobrá stravitelnost, nutriční a fyziologicky prospěšné účinky.

Fermentované mléčné výrobky jsou podle definice uvedené v národní legislativě mléčné výrobky získané fermentací mléka, smetany, podmásli, nebo jejich směsi za použití mikroorganismů mléčného kysání, tepelně neošetřené po kysacím procesu.

10.2 VÝROBA FERMENTOVANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ

10.2.1 Princip výroby fermentovaných mléčných výrobků

Skupina fermentovaných mléčných výrobků zahrnuje širokou škálu výrobků lišících se svým složením, konzistencí, složením bakteriálních kultur použitých při výrobě, technologickým postupem výroby. Kapitola je zaměřena na základní principy postupu výroby FMV.

Fermentované mléčné výrobky obsahují živé buňky bakterií mléčného kvašení, které by měly být přítomné ve finálních výrobcích na konci doby trvanlivosti ve vysokých počtech (řádově 10⁶–10⁹ KJT v 1 g). Splnění tohoto požadavku klade vysoké nároky na jakost suroviny, technologický proces výroby a na dodržení hygienických podmínek během výroby.

10.2.2 Jakost syrového mléka

Mléko pro výrobu mléčných výrobků musí vytvořit vhodné podmínky pro růst bakterií mléčného kvašení (BMK). Mléko musí splňovat požadavky na jakost syrového mléka podle platné legislativy. Negativně působí na kysací schopnost mléka vysoký počet mikroorganismů (CPM) a vysoký počet psychrotrofních mikroorganismů. Psychrotrofní mikroorganismy produkují metabolity, které inhibují růst BMK (mastné kyseliny) a termorezistentní enzymy (lipázy a proteázy) způsobující vady u finálních výrobků. Psychrotrofní bakterie také produkují enzym diacetylreduktázu, která snižuje hladinu diacetylu v FMV. Nežádoucí je příměs abnormálních mlék, která obsahují vysoký počet somatických buněk, vysoké hladiny přirozených antimikrobiálních látek a mají změněný

obsah základních složek. Největší pozornost je věnována přítomnosti reziduí inhibičních látek v syrovém kravském mléce, které působí bakteriostaticky nebo baktericidně na růst BMK a tím zcela znemožňují výrobu FMV. Z hlediska chemického složení je důležitý obsah tukuprosté sušiny, která by měla být vyšší než 8,9 %. Z dalších složek mléka je významný obsah laktózy v mléce, základního substrátu pro BMK a obsah kyseliny citronové, který ovlivňuje obsah diacetylu ve FMV.

Tabulka 3: Přehled různých metod ošetření mléka

Mléčná složka	Metoda
čištění mléka	
<i>nečistoty, somatické buňky, bakteriální buňky</i>	odstředění, baktofugace
zvýšení obsahu mléčných složek	
<i>celková sušina</i>	přídavek plnotučného nebo polotučného sušeného mléka
	přídavek zahuštěného mléka
	zahuštění mléka na vakuové odparce nebo s použitím reverzní osmózy
<i>tukuprostá sušina</i>	přídavek odtučněného sušeného mléka, koncentrované syrovátky, sušené syrovátky
<i>bílkoviny</i>	přídavek kaseinátů, koprecipitátů, syrovátkových bílkovin, koncentrátů syrovátkových bílkovin
	zvýšení koncentrace ultrafiltrací
	selekce mléka s vyšším obsahem bílkovin
<i>tuk</i>	přídavek smetany
snížení obsahu mléčných složek	
<i>tuk</i>	odstředění na odsmetaňovací odstředivce
	zředění plnotučného mléka přídavkem mléka odtučněného
	přímá standardizace obsahu tuku v mléce
<i>laktóza</i>	ultrafiltrace
rozrušení mléčných složek	
<i>tukové kuličky</i>	homogenizace
<i>kaseinové micely</i>	homogenizace
odvzdušnění	
<i>odstranění plynů</i>	odvětrávání a dezodorizace (vakuový dezodorizátor)

10.2.3 Technologie výroby FMV

- **Standardizace, fortifikace**

U suroviny (mléka) se po odstranění nečistot filtrací nebo odstředěním upravuje obsah sušiny, tukuprosté sušiny a tuku podle druhu výrobku. Metody využívané ke standardizaci směsi pro výrobu mléčných výrobků uvádí tabulka 3. Při výrobě některých FMV se k původní surovině přidávají různé aditivní látky za účelem dosažení požadovaných reologických vlastností výrobku. Přídavek stabilizátorů (modifikované škroby, rostlinné gummy, želatina, apod.) snižuje synerezi koagulátu a vylučování syrovátky u finálních výrobků.

- **Homogenizace**

Homogenizace má vliv na reologické vlastnosti výrobku. Rovnoměrné distribuce tuku ve výrobku se dosáhne použitím homogenizace s nižšími a středními hodnotami tlaku (do 20 MPa). Na fyzikálně-chemické vlastnosti proteinů a na strukturu kaseinových micel má vliv homogenizace za vysokého tlaku (20-30 MPa, teplota 65 °C).

- **Tepelné ošetření mléka**

Cílem tepelného ošetření mléka při výrobě FMV je:

- zlepšit vlastnosti suroviny a připravit vhodné prostředí pro růst bakterií mléčného kysání,
- zajistit co nejvyšší viskozitu a tuhost vzniklého koagulátu,
- snížit riziko synereze koagulátu a vylučování syrovátky u finálních výrobků.

Tabulka 4: Vliv tepelného ošetření na jakost suroviny pro výrobu FMV

Druh změny	Vliv na technologii a kvalitu fermentovaného výrobku
mikrobiologická jakost	devitalizace patogenních mikroorganismů snížení počtu mikroorganismů
snížení počtu mikroorganismů, devitalizace fágů, inaktivace enzymů	prodloužení trvanlivosti a zlepšení jakosti výrobků
zlepšení vlastností kultivačního média (mléka)	tvorba látek podporujících růst bakterií mléčného kvašení např. kyseliny mravenčí
	snížení oxidačně-redukčního potenciálu
	inaktivace přirozených antimikrobiálních látek
denaturace syrovátkových bílkovin	zlepšuje konzistenci a viskozitu výrobku a zabraňuje uvolňování syrovátky
tvorba antioxidantů	inhibice oxidace tuku
nutriční	denaturované proteiny jsou snadněji štěpeny enzymy v trávicím traktu
	kasein v žaludku tvoří jemnou sraženinu
	částečná degradace termolabilních vitaminů v závislosti na podmínkách tepelného ošetření

Tepelné ošetření mléka pro výrobu FMV musí zajistit zdravotní nezávadnost suroviny tj. devitalizaci patogenních mikroorganismů a maximální snížení počtu mikroorganismů přítomných v mléce. Neméně důležitá je inaktivace bakteriofágů. Dalším cílem pasterace je inaktivace přirozených antimikrobiálních látek a enzymů (nativních a mikrobiálních). Tepelný záhřev snižuje oxido-redukční potenciál a kyselost mléka. Tepelné ošetření ovlivňuje i konzistenci výrobků. Pro dosažení optimální konzistence finálních výrobků je nezbytné, aby při pasteraci bylo denaturováno více než 80 % syrovátkových bílkovin. Zvýšený stupeň denaturace syrovátkových bílkovin vede ke zvýšení jejich hydrofilních vlastností. Koagulát silněji váže vodu a snižuje se vylučování syrovátky po fermentaci. Denaturované syrovátkové bílkoviny jsou snadněji inkorporovány do dutinek trojrozměrné sítě kaseinových molekul, vzniklý gel má vyšší viskozitu a je tužší. Změny v mléce indukované tepelným ošetřením a jejich vliv na technologii FMV uvádí tabulka 4.

Uvedené požadavky splňuje vysoká pasterace nebo UHT záhřev. Volbu podmínek tepelného záhřevu ovlivňuje také složení suroviny. S rostoucím obsahem tuku a sušiny se zvyšuje

intenzita záhřevu. Příklady podmínek tepelného ošetření, kterými se dosáhne 80-85 % denaturace syrovátkových bílkovin:

- sušina 9,5-12 %: 95 °C, 5 min, nebo stacionární pastérace 80-85 °C po dobu 20-30 min.
- sušina 14 %: 85 °C 5 min, 90 °C 2-3 min, nebo UHT záhřev 130-150 °C 2-4 s.

- **Chlazení na teplotu fermentace a inokulace BMK**

Surovina pro výrobu FMV je u diskontinuálního procesu chlazená přímo ve víceúčelovém tanku, u kontinuálního procesu je mléko chlazené v chladících sekcích pasteru a následně čerpáno do fermentačního tanku. Teplota fermentace a množství inokula se liší podle typu výrobku. Příprava zákysů pro výrobu FMV může probíhat klasickým způsobem přímo v mlékárenském závodě. V laboratoři se kultivují matečná kultura a matečný zákys. Provozní zákys se připravuje v propagační stanici závodu. Náročnou práci s přípravou zákysů nahrazuje v současné době použití koncentrátů čistých mlékařských kultur (zmražené nebo sušené koncentráty).

- **Fermentace a chlazení**

Fermentace může probíhat v závislosti na technologickém postupu dvojitým způsobem.

- **Fermentace probíhající přímo v drobném spotřebitelském balení**, kdy zaočkováná směs se plní přímo do obalů. Do směsi se před plněním do obalu mohou přidávat aroma, přídatné látky, ovocná směs. Naplněné obaly se přemístí do zařízení, kde probíhá fermentace např. zrací tunely, skříně nebo místnosti. Výhodnější jsou zařízení, které mohou pracovat v režimu inkubace/chlazení. Postup je typický pro jogurty s pevným koagulátem. Výrobky po dosažení finální hodnoty pH (4,5) se chladí. Za 30 min. by měla být dosažena teplota 35 °C, během dalších 30-40 minut se koagulát chladí na teplotu 18-20 °C. Výrobky v malém spotřebitelském balení (0,175-0,2 kg) by měly být zchlazeny celkem za 65-70 minut, výrobky ve větším balení (0,5 kg) za 80-90 minut.
- **Fermentace probíhající ve fermentačním tanku**, po jejímž ukončení se koagulát dále zpracovává. Po dosažení finálního pH koagulátu (pH 4,5-4,7) je důležité ukončit fermentaci zchlazením. Chladí se přímo ve fermentačním tanku na teplotu 15-22 °C. Současně je rozrušena struktura gelu šetrným mícháním. Vychlazený koagulát je čerpán do vyrovnávacího tanku, kde setrvává před dalšími operacemi.

- **Plnění do spotřebitelských obalů**

Míchání s ovocným podílem

Ovocné směsi jsou dodávány sterilované ve vratných kontejnerech z nerez oceli. Ovocný podíl se čerpá přímo z kontejneru. U kontinuálního procesu dochází k dávkování ovocné směsi v mísících zařízeních, které se skládají z následujících částí:

- měřicí jednotky pro dávkování ovoce
- měřicí jednotky pro měření přesného objemu koagulátu
- směšovací jednotky.

Plnění

Současné požadavky na uchování jakosti výrobků po co nejdelší dobu si kladou vysoké nároky na hygienu během celého technologického procesu, zejména pak během balení výrobků. Jednou z metod prodloužení trvanlivosti výrobků je plnění na aseptických plničkách. Obaly jsou předem sterilizovány roztokem peroxidu vodíku, který je následně odstraněn horkým vzduchem. Plnění výrobku do obalu probíhá v sekci plničky, kde je přetlak sterilního vzduchu. Plnicí hlavy se sterilizují při teplotách nad 140 °C.

10.3 ROZDĚLENÍ FERMENTOVANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ

Členění výrobků na skupiny a podskupiny podle legislativy uvádí tabulka 5.

Tabulka 5: Členění kysaných mléčných výrobků na skupiny a podskupiny

Druh	Skupina	Podskupina
kysaný mléčný výrobek	jogurt	nízkotučný
		se sníženým obsahem tuku
		smetanový
	jogurtové mléko	
	acidofilní mléko	
	kefír	
	kefírové mléko	
	kysané mléko nebo smetanový zákys	
	kysaná nebo zakysaná smetana	
	kysané podmáslí	
kysaný mléčný výrobek s bifidokulturou		

Fermentované mléčné výrobky můžeme podle biochemických procesů, které probíhají v průběhu fermentace v závislosti na složení použitých kultur, klasifikovat do 3 skupin:

1. Výrobky, u kterých převažuje mléčná fermentace s mezofilními nebo termofilními kmeny bakterií mléčného kvašení.
2. Mléčné výrobky získané kombinací mléčného a alkoholového kvašení s kulturami obsahujícími kvasinky kromě bakterií mléčného kvašení.
3. Výrobky, u kterých během fermentace probíhají biochemické procesy jako u skupiny 1. nebo 2., kultura navíc obsahuje plísně. Plísně nejsou součástí kultur používaných při výrobě fermentovaných mléčných výrobků. Jediným uvedeným zástupcem této skupiny a současně výjimkou mezi fermentovanými mléčnými výrobky je finský mléčný výrobek „viili“. Startovací kultura obsahuje *Geotrichum candidum*.

Fermentované mléčné výrobky můžeme také rozdělit podle použitých mlékařských kultur na dvě základní skupiny:

1. fermentované mléčné výrobky s mezofilními bakteriemi mléčného kvašení,
2. fermentované mléčné výrobky s termofilními bakteriemi mléčného kvašení.

10.3.1 Fermentované mléčné výrobky s mezofilními bakteriemi mléčného kvašení

Mezofilní čisté mlékařské kultury, které se používají pro výrobu této skupiny fermentovaných mléčných výrobků, obecně rostou při teplotách v rozmezí 10-40 °C, s optimální teplotou růstu okolo 30 °C. Mezofilní startovací kultury obvykle obsahují kmeny *Lactococcus lactis*, *L. lactis* subsp. *cremoris*, *L. lactis* subsp. *diacetylactis*, *Leuconostoc lactis*, *L. mesenteroides* subsp. *cremoris* a *L. mesenteroides* subsp. *dextranicum*.

Kmeny *Lactococcus lactis* a *L. lactis* subsp. *cremoris* produkují hlavně kyselinu mléčnou, zatímco *L. lactis* subsp. *diacetylactis* a *Leuconostoc* spp. současně fermentují kyselinu

citronovou a produkují další významné metabolity – CO₂, diacetyl a acetaldehyd, vytvářející specifické aroma výrobků. Startovací kultury se označují jako D-, L- (B), nebo DL (BD).

Fermentované mléčné výrobky s mezofilními bakteriemi mléčného kvašení:

- fermentovaná mléka,
- fermentovaná mléka s táhlovitou konzistencí vyráběná ve skandinávských zemích, při výrobě se využívá speciálních kmenů produkujících dextransy, které působí slizovitou konzistencí výrobku,
- kysané podmásli,
- kysaná mléka se zvýšeným obsahem sušiny,
- fermentovaná mléka s kombinovaným kvašením (např. mléčné a alkoholové kvašení).

10.3.1.1 Fermentovaná mléka

Fermentovaná mléka je společné označení pro různorodou skupinu mléčných výrobků. Startovací kultury používané pro výrobu fermentovaných mlék obsahují homofermentativní mezofilní bakterie mléčného kvašení a kmeny produkující aromatické látky. L- kultura obsahuje pouze bakterie rodu *Leuconostoc* spp., zatímco LD- kultura obsahuje i aromatický kmen *L. lactis* subsp. *diacetylactis*. Finální chuť kysaných mlék by měla být slabě kyselá a mírně štiplavá. Během výroby musí být kontrolována produkce kyseliny mléčné a CO₂.

10.3.1.1.1 Konzumní kysané mléko

Surovinou pro výrobu kysaných mlék je homogenizované pasterované mléko (ošetřené vysokou pasterací při teplotě 90-95 °C s výdrží 3 min.) s obsahem tuku 0,5-3,5 %. Po ochlazení na teplotu 21-23 °C se zaočkuje aromatickou základní kulturou. Směs zraje 16-20 hod do dosažení titrační kyselosti 38-42 podle SH. Zchlazení na 10 °C s promícháním zastavuje fermentační činnost bakterií mléčného kvašení.

10.3.1.2 Kysané podmásli

Surovinou je vedlejší produkt vznikající při výrobě másla-podmáslí. Podmásli, které vzniká při výrobě másla ze sladké nebo zakysané smetany obsahuje z nutričního hlediska velmi cenné látky obsažené v membráně tukových kuliček-fosfolipidy (lecitin) a proteiny. Z technologického hlediska se jedná o produkt s velmi krátkou trvanlivostí, rychle podléhající nežádoucím změnám (oxidace tuku, sensorické defekty).

Surovinou pro výrobu šlehaného podmáslí je podmáslí z výroby másla ze sladké smetany (případně polozakysané smetany) nebo směs mléka a podmáslí. V případě, že je surovinou podmáslí z výroby másla ze sladké smetany, se směs standardizuje (obsah tuku 1%, tps vyšší než 8,9 %) a pasteruje při teplotě 90-95 °C asi 5 min. Po zchlazení na fermentační teplotu se zaočkuje základní aromatickou kulturou (B nebo BD kultura). Směs zraje při teplotě 18-23 °C do dosažení titrační kyselosti 35-40 podle SH (=pH ≤ 4,6). Po promíchání, našlehání a vychlazení se plní do obalů.

10.3.1.3 Kysané smetany

Kysané smetany jsou viskózní výrobky s homogenní strukturou a s jemnou, slabě kyselou chutí. Tržní druhy se liší obsahem tuku. V našich podmínkách se vyrábí následující druhy výrobků:

- kysaná smetana s 12 % tuku,
- kysaná lahůdková smetana s obsahem tuku 40 %,
- kysaná krémovitá smetana.

Čisté mlékařské kultury obsahují *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* a *L. lactis* subsp. *cremoris* a *aromatvorné kmene* *L. lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* a *L. mesenteroides* subsp. *cremoris*, které dodávají výrobku specifickou smetanovou chuť a vůni.

Smetana se nejdříve homogenizuje. Smetany s obsahem tuku 10-12 % se homogenizují při teplotě 60-70 °C a tlaku 15-20 MPa. Smetany s vyšším obsahem tuku (20-30 %) se homogenizují za použití nižších hodnot tlaku 10-12 MPa. Z důvodu ochranného působení mléčného tuku na mikroorganismy jsou smetany ošetřeny vysokou pasterací s teplotou nad 95 °C. Po zchlazení na teplotu 18-23 °C je surovina inokulována kulturou. Zrání probíhá při teplotě 18-23 °C do titrační kyselosti 18-35 podle SH (18-20 hod) podle druhu výrobku. Směs se za stálého míchání ochladí a plní do obalů.

U *kysané lahůdkové smetany* se směs před zaočkováním zahušťuje želatinou (0,6 kg na 1000 l smetany). Po naočkování se směs plní do obalů a proces fermentace probíhá ve spotřebitelském obalu. Při výrobě *kysané krémovité smetany* se směs stabilizuje enzymově odbouraným škrobem, homogenizuje a pasteruje. Pro výrobu těchto výrobků se vyžadují kultury s minimální produkcí CO₂. Zrání probíhá v tancích nebo spotřebitelských obalech.

10.3.2 Fermentované mléčné výrobky s termofilními bakteriemi mléčného kvašení

V mlékárenském průmyslu se termínem „termofilní“ označují mikroorganismy nebo kultury, které vykazují vysokou aktivitu v rozmezí teplot 35-45 °C.

10.3.2.1 Jogurtové výrobky

10.3.2.1.1 Rozdělení jogurtových výrobků

Základní dělení jogurtů vychází z technologického postupu výroby.

- **Jogurty klasické**, s nerozmíchaným koagulátem (set type). Výrobky s pevnou, porcelánovitou až lomivou konzistencí. Fermentace a chlazení probíhá ve spotřebitelských obalech.
- **Jogurty s rozmíchaným koagulátem, krémovité** (stirred type). Výrobky s hustší nebo řidší krémovitou konzistencí podle obsahu sušiny. Fermentace a chlazení probíhá ve fermentačním tanku, koagulát se po ochlazení rozmíchá a plní do obalů.
- **Jogurtové mléko** (jogurtové nápoje, drinking type). Výrobky s tekutou konzistencí, konzumují se jako nápoj.

- **Mražené jogurty** (frozen type) – vyráběné podobným technologickým postupem jako krémovité jogurty, po fermentaci ve fermentačním tanku jsou zpracovány jako zmrzliny a uchovávány v hlubokozmraženém stavu.
- **Koncentrované, zahuštěné** (concentrate type) – výrobky vyráběné na Středním východě, zahuštěné na vyšší obsah sušiny (např. strained yoghurt).

Jogurt je mléčný výrobek vyrobený fermentací mléčných surovin pomocí speciální bakteriální kultury - „jogurtové kultury“. Výrobky nesoucí název jogurt musí obsahovat prosymbiotickou směs bakteriálních kmenů *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*. Výrobek musí mít na konci doby spotřeby nejméně 10^7 živých mikroorganismů v 1 g. Při optimálním složení tradiční jogurtové kultury by měl být zachován poměr tyčinek a koků 1:1 až 1:2, významná převaha jednoho mikroorganismu mění vlastnosti výrobku.

Mikroorganismy jogurtové kultury žijí v symbióze. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* částečně odbourává kasein a uvolňuje aminokyseliny, z nichž zejména valin stimuluje růst *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*. *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* roste zpočátku mnohem rychleji a produkuje větší množství kyseliny mléčné, která okyseluje prostředí a vytváří vhodné podmínky pro růst *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Streptokoky během růstu uvolňují metabolity např. kyselinu mravenčí, která stimuluje růst laktobacilů. Výsledkem symbiózy dvou kmenů, které aktivně metabolizují laktózu na kyselinu mléčnou a další metabolity, je výrobek se specifickými sensorickými vlastnostmi, které jsou odlišné od jiných kysaných výrobků. Jogurt je popisován jako středně kyselý fermentovaný mléčný výrobek s hladkým, viskózním koagulátem a s delikátní oříškovou chutí.

U jogurtů mohou být používány další kmeny bakterií mléčného kvašení (tabulka 6), avšak musí být zachován optimální poměr základních kmenů jogurtové kultury. Doplnkové kultury obsahují druhy zvyšující odolnost jogurtové kultury vůči inhibičním látkám (*Pediococcus acidilactici*) nebo zvyšující dieteticko-léčebné účinky (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*). Vyrábí se např. jogurty s bifido-kulturou, u výrobku je předepsán počet bifidobakterií nejméně 10^6 v 1 g. V některých zemích se vyrábí jogurty s alternativní kulturou, obsahující kromě streptokoků volitelný kmen druhu *Lactobacillus*, jiný než *L. bulgaricus*. Změna kultury musí být deklarována na obalu. V zahraničí jsou tyto výrobky označovány jako „mild yoghurt“ nebo „tangy yoghurt“.

Tabulka 6: Příklady doplnkových kultur při výrobě jogurtů

<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Bifidobacterium adolescentis</i>
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	<i>Bifidobacterium infantis</i>
<i>Lactobacillus reuteri</i>	<i>Bifidobacterium lactis</i>
<i>Lactobacillus casei</i>	<i>Bifidobacterium longum</i>
<i>Lactobacillus gasseri</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
<i>Lactobacillus johnsonii</i>	<i>Enterococcus faecium</i>
<i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>Pediococcus acidilactici</i>
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	<i>Propionibacterium freudenreichii</i>
<i>Bifidobacterium breve</i>	<i>Sacharomyces boulardi</i>

Jogurty se dělí na dvě základní kategorie výrobků: bez přísad (neochucené) a s přísadami (ochucené). Výrobky bez přísad se označují následujícím způsobem: bílý jogurt, plain

yoghurt, yoghurt natur. Národní legislativa stanoví skupiny kysaných mléčných výrobků a jejich podskupiny podle obsahu tuku. Základní hodnoty jsou platné pro neochucené výrobky (tabulka 7). Tabulka 8 srovnává obsah hlavních složek v jogurtech a v mléce.

Tabulka 7: Obsah mléčného tuku a tukuprosté sušiny (tps) u FMV

Druh výrobku	Obsah tuku	Obsah tps
kysaná smetana	nejméně 10,0	
Kysaná mléka včetně jogurtového kysaná mléka odtučněná	nejméně 0,5 méně než 0,5	nejméně 8,0
podmáslí	méně než 1,5	nejméně 7,0
jogurt bílý smetanový	nejméně 10,0	nejméně 8,2
jogurt bílý	nejméně 3,0	
jogurt se sníženým obsahem tuku	méně než 3,0	
jogurt bílý nízkotučný nebo odtučněný	méně než 0,5	

Tabulka 8: Hodnoty hlavních složek mléka a jogurtu ve 100 g

Složka	Mléko		Jogurt			
	plnotučné	odtučněné	plnotučný	se sníženým obsahem tuku	ovocný se sníženým obsahem tuku	řeckého typu
voda [g]	87,8	91,1	81,9	84,9	77,0	77,0
energetická hodnota [kcal]	66	33	79	56	90	115
proteiny [%]	3,2	3,3	5,7	5,1	4,1	6,4
tuk [%]	3,9	0,1	3,0	0,8	0,7	9,1
sacharidy [%]	4,8	5,0	7,8	7,5	17,9	-
Ca [mg.100 g ⁻¹]	115	120	200	190	150	150
P [mg.100 g ⁻¹]	92	95	170	160	120	130
Na [mg.100 g ⁻¹]	55	55	80	83	64	-
K [mg.100 g ⁻¹]	140	150	280	250	210	-
Zn [mg.100 g ⁻¹]	0,4	0,4	0,7	0,6	0,5	0,5

V mléce se před výrobou upravuje obsah sušiny, případně se přidávají aditivní látky. Povolenými přísadami jsou škrob a želatina, které se legislativně posuzují jako potraviny. Pro ochucené jogurty jsou povolena aditiva jako potravinářská barviva, sladidla, stabilizátory, zahušťovadla, která jsou schválená a povolena legislativou. Fermentace standardizované, homogenizované a vysokopasterované směsi probíhá dvěma metodami - *metodou termostatovou*, přímo v obalech - doba inkubace je obvykle 3-3,5 hod při 42-45 °C, s následným dvoustupňovým chlazením koagulátu nebo *metodou tankovou*, fermentace obvykle po dobu 16-18 hod při 30 °C, a/nebo zrání při 30-36 °C po dobu 7-8 hod, následuje chlazení koagulátu.

Jogurty jsou čerstvé mléčné výrobky označené datem použitelnosti. Trvanlivost výrobků se pohybuje většinou od 4 do 5 týdnů od data výroby, za předpokladu dodržení chladírenského řetězce. Jogurty patří celosvětově k nejrozšířenějším fermentovaným mléčným výrobkům a jejich sortiment se neustále rozšiřuje. Inovační možnosti představují

jogurty s probiotickou kulturou, s přidavkem vlákniny, s prebiotiky, obohacené vitaminy, bio-jogurty apod.

10.3.1.2 Fermentované mléčné výrobky s využitím acidofilních a bifidových kultur

Bakterie rodů *Bifidobacterium* spp. a *Lactobacillus* spp. patří mezi probiotické mikroorganismy. Výrobky s obsahem těchto bakterií jsou charakterizované nižším obsahem reziduální laktózy a vyšším obsahem volných aminokyselin a některých vitaminů. Obsahují převážně L(+) kyselinu mléčnou. *L. acidophilus* a bifidobakterie syntetizují kyselinu listovou, niacin, thiamin, riboflavin, pyridoxin a vitamin K. Výrobky s obsahem těchto kmenů vykazují pozitivní dieteticko-léčebné vlastnosti. Terapeutické působení uvedených bakterií je velmi různorodé. Mohou ovlivňovat střevní onemocnění a infekce, vykazují potenciální antikarcinogenní účinky a pozitivně se uplatní hypocholesterolemicky.

Bakterie rodu *Bifidobacterium* spp. a *Lactobacillus* spp. se ve výrobcích většinou nepoužívají samostatně, ale v kombinaci s jinými kmeny BMK. Příčinou je u acidofilní kultury ostře kyselá, štiplavá chuť a u bifidových kultur výrazně octová příchuť.

10.3.1.2.1 Acidofilní mléko

Mléko pro výrobu acidofilního mléka se standardizuje na předepsanou tučnost (0,5-3,5 %) a obsah tps (minimálně 8 %) a homogenizuje se při teplotě 65-67 °C a tlaku 17,4-19,6 MPa. Směs se ošetří vysokou pasterací (95-98 °C 20 s). 9 dílů směsi se ochladí na teplotu 21-23 °C a zaočkuje se smetanovou kulturou. Fermentuje se 15-19 hod do dosažení titrační kyselosti 36-40 podle SH. 1 díl směsi se zchladí na teplotu 37 °C, zaočkuje se acidofilní kulturou a nechá zrát 12-15 hod do dosažení titrační kyselosti 70-90 podle SH. Po ukončení fermentace se oba díly smíchají, homogenizují při nízkém tlaku, vychladí pod 10 °C a plní do obalů. Kyselost finálního výrobku by měla být maximálně 65 ml podle SH.

10.3.1.2.2 Biokys

Vyrábí se z částečně zahuštěné, vysokopasterované homogenizované směsi. 90 % směsi se vychladí na 35 °C a inokuluje směsnou kulturou s kmeny *Bifidobacterium bifidum* a *Pediococcus acidilactici*. Zaočkovaná směs fermentuje 14-16 hod do titrační kyselosti 40-50 podle SH. 10% směsi se při teplotě 28-32°C zaočkuje acidofilní kulturou. Za 14-16 hod po dosažení titrační kyselosti 75 podle SH se fermentace ukončí. Koaguláty se smíchají, vychladí a plní do obalů.

10.3.1.3 Fermentované mléčné výrobky s obsahem BMK a kvasinkovými kulturami

Skupina fermentovaných mléčných výrobků zahrnující kefir, kefírová mléka a kumys.

10.3.1.3.1 Kefír, keřírové mléko

Kefír je jedním z nejstarších fermentovaných mléčných výrobků, pochází z oblasti Zakavkazska. Vyrábí se z kravského, ovčího a kozího mléka. Největší spotřeba je v Rusku asi 4-5 kg na osobu/rok. Konzistence keříru je viskózní, tekutá, mírně napěněná a bílé barvy. Chuť je popisována jako kvasinková, kyselá, mírně alkoholová, osvěžující a mírně šumivá. Typické sensorické vlastnosti dodávají výrobku kyselina mléčná (0,8 %), diacetyl, acetaldehyd, ethanol (1 %) a CO₂. Optimální poměr diacetylu a acetaldehydu je 3:1.

Základem mikrobiální kultury pro výrobu keříru jsou keřírová zrna. Jsou to květáku podobné hručky žlutobílé barvy velikosti hrachu až ořechů, vzniklé nahromaděním příslušných mikroorganismů a produktů jejich metabolismu v mléce. Typická mikroflóra keřírových zrn je složena z kvasinek, laktokoků a lactobacilů typických pro keřírovou kulturu. Z laktokoků a lactobacilů jsou to převážně *Lactococcus lactis* spp. *lactis*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus kefir* a z kvasinek (fermentujících laktosu s minimální tvorbou ethanolu) *Kluyveromyces fragilis* a *Torulopsis kefir*. Kvasinky tvoří 5-10 % keřírové kultury. Od jiných fermentovaných nápojů se kefir liší přítomností kvasinek a odlišným charakterem biochemických pochodů. Kromě homofermentativního i heterofermentativního mléčného kvašení se uplatňuje i kvašení alkoholové.

Kefír obsahuje vyšší koncentrace vitaminů B₁, B₂ a kyseliny folové než mléko. Ve světě je kefir opředen různými mýty o léčivé síle, tvrzeními o nutričních a terapeutických schopnostech. Byly provedeny vědecké studie, které poukazují na následující pozitivní účinky:

- inhibice růstu patogenních mikroorganismů – antimikrobiální aktivita
- stimulace produkce bakteriocinů
- některé kvasinky podporují přežívání probiotických mikroorganismů
- protirakovinné účinky
- kapsulární polysacharidy a lipidy z keřírových zrn jsou pokládány za látky působící proti stresu
- podpora trávení laktózy ve střevech.

10.3.1.3.2 Keřírové mléko

Keřírové mléko se vyrábí ze standardizovaného, homogenizovaného, vysokopasterovaného mléka, které se zakysá keřírovou kulturou a nechá se fermentovat 14-18 hod při 18-22 °C do dosažení titrační kyselosti 36-40 podle SH. Poté se směs zchladí na teplotu nižší než 10 °C a plní do obalů.

Obsah tuku se upravuje na 0,5-6 %. Mléko se homogenizuje (65-70 °C, 17,5-20 MPa) a tepelně ošetří vysokou pasterací (90-95 °C, 5 minut). Po pasteraci se zchladí na teplotu asi 23 °C a zaočkuje se startovací kulturou. Inkubace se skládá ze dvou stádií:

1. Stádium, ve kterém dochází k okyselení výrobku - probíhá fermentace asi 12 hod do dosažení pH 4,5 (35-40 podle SH, 85-100 °Th). Koagulát se promíchá a zchlazením na teplotu 14-16 °C se zastaví další fermentace.
2. Zrání - typická kvasinková chuť se vyvíjí během dalších 12-14 hodin. Po dosažení finálního pH 4,4 se výrobek rychle zchladí na teplotu 5-8 °C.

10.3.1.3.3 Kumys

Kumys je pěnivý nápoj šedo-bílé barvy, osvěžující chuti a charakteristického aroma. Pochází ze stepí střední Asie, kde je již po staletí tradičním nápojem konzumovaným zde žijícími kmeny Tatarů a Mongolů. Kumys se tradičně vyrábí z kobyliho mléka, ale z důvodů snížené dostupnosti kobyliho mléka se později začal vyrábět i z mléka kravského. Rozlišují se různé druhy kumysu podle obsahu kyseliny mléčné a alkoholu. Například kumys označený jako „silný“ obsahuje 1,8 % kyseliny mléčné a 2,5 % alkoholu. Základní kultura pro výrobu kumysu obsahuje bakterie mléčného kvašení *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a kvasinky např. rod *Torula* spp. nebo jiné druhy bakterií. Mikroflóra kumysu může být regionálně odlišná. Při studiu různých vzorků kumysu bylo izolováno 43 druhů bakterií mléčného kvašení a 20 kmenů kvasinek.

Výroba kumysu z kobyliho mléka

Pasterované kobyli mléko se ochladí na 28 °C a přidá se 30 % kultury nebo kumysu z předcházející výroby. Směs se nejdříve inkubuje při teplotě 28 °C za stálého míchání 30-60 min, aby se podpořil růst kvasinek. Pokračuje se v inkubaci za občasného míchání, celková doba inkubace je asi 4 hod. Výrobek se balí do obalů a dále se inkubuje při 20 °C po dobu 2 hod., následuje rychlé zchlazení na 4 °C. Délku zrání je možné přizpůsobit podle typu výrobku-v závislosti na požadovaném množství kyseliny mléčné a alkoholu ve finálním výrobku. U výrobků s nízkými hodnotami uvedených metabolitů je doba zrání 1 den, u výrobků s normálními hodnotami 2 dny a u vysokých hodnot až 3 dny.

10.4 NUTRIČNÍ A FYZIOLOGICKÝ VÝZNAM FMV

Sacharidy

Fermentované mléčné výrobky obsahují kromě laktózy i další sacharidy např. sacharidy z ovocné složky (fruktosa, glukosa, kyselina pektinová, vláknina), stabilizátory na bázi polysacharidů (agar, pektin, karagenany), invertní cukr (směs glukosy, fruktosy a dextriny po částečné hydrolyze škrobu). Sacharidy jsou zdrojem energie. Mléčný cukr laktóza stimuluje gastro-intestinální aktivitu a ve FMV je hlavním substrátem pro vznik kyseliny mléčné a octové při fermentaci, zvyšuje využití fosforu a vápníku. Při výrobě FMV se pouze část laktózy (20-30 %) přemění na kyselinu mléčnou. Částečná fermentace laktózy umožňuje konzumaci FMV lidem trpícím nedostatkem laktasy. Trávení laktózy je podpořeno i mikrobiální laktasou, která se uvolňuje z lyzovaných buněk BMK v trávicím traktu. Galaktosa naopak zvyšuje kapacitu utilizace tuků. Polysacharidy působí jako růstové faktory pro bifidobakterie v tlustém střevě.

Kyselina mléčná

Představuje hlavní finální produkt metabolismu laktosy během fermentace. Ve FMV se obsah kyseliny mléčné pohybuje asi 0,7-1,5 % objemu. V závislosti na použité kultuře vznikají isomery kyseliny mléčné. Pravotočivá kyselina mléčná je plně využita pro syntézu glukózy nebo glykogenu, zatímco levotočivá D (-) přechází do tlustého střeva, okyseluje prostředí a inhibuje růst nežádoucí mikroflóry. U kojenců, vzhledem ke špatné resorpci, může vyvolat acidózu. Kyselina mléčná má fyziologický význam. Je zdrojem energie pro pochody v některých tělních orgánech, je prekursorem pro tvorbu tělní glukosy a glykogenu a stimuluje sekreci zažívacích šťáv. Kyselina mléčná ve FMV zvyšuje využití vápníku, fosforu a železa, podporuje sekreci žaludečních šťáv a působí příznivě na aktivitu pepsinu. Technologický význam spočívá v tom, že pozitivně ovlivňuje texturu mléčných bílkovin a tím

i FMV, snižuje pH a tím inhibuje růst nežádoucích mikroorganismů ve finálním výrobku. Kyselina mléčná příznivě ovlivňuje sensorické vlastnosti FMV a prodlužuje jejich trvanlivost.

Bílkoviny

Bílkoviny ve FMV jsou zastoupeny především mléčnými bílkovinami - kaseiny a syrovátkovými bílkovinami. Obecně je nutriční a fyziologická hodnota bílkovin dána obsahem aminokyselin esenciálních pro člověka, jejich stravitelností a využitelností v lidském organismu. Mléčné bílkoviny jsou plnohodnotné, obsahují všechny aminokyseliny esenciální pro člověka. Mléčné bílkoviny se v přítomnosti kyseliny mléčné sráží ve formě jemných vloček, jsou lépe přístupné enzymům v trávicím traktu a lépe stravitelné.

Lipidy

Obsah mléčného tuku se ve FMV pohybuje 0,1-3,5 % hm. U některých výrobků (např. zakysaná smetana) je obsah tuku vyšší. Z technologických procesů má podstatný vliv na mléčný tuk homogenizace. Dochází ke zmenšení velikosti tukových kuliček a naopak ke zvětšení jejich povrchu. Tukové kuličky jsou více přístupné lipázám produkovaným bakteriemi MK i trávicím enzymům. Lipidy představují vydatný zdroj energie, vhodnou formu hlavní živiny pro rychlou digesti a absorpci, zdroj rychle oxidovatelných mastných kyselin, esenciálních mastných kyselin a vitaminů rozpustných v tucích. Důležitý je pozitivní vliv cholinu na rovnováhu koncentrace cholesterolu v organismu a vysoká využitelnost lipidů v těle v přítomnosti laktosy a bílkovin. U cholinu, vitaminu B₈, byla popsána řada pozitivních účinků na lidský organismus.

Minerální látky

Obsah minerálních látek ve výrobku závisí na obsahu tukuprosté sušiny. Během fermentace se obsah minerálních látek významně nemění. Využitelnost některých prvků ovlivňuje přítomnost kyseliny mléčné. FMV představují důležitý zdroj Ca, P, Fe a dalších minerálních látek.

Vitaminy

Obsah vitaminů se liší v závislosti na použité technologii a na obsahu tuku. FMV představují zdroj vitaminů B₁, B₂, B₆, vitaminu B₁₂, kyseliny pantothenové a vitaminu A. Obsah vitaminů je ovlivněn technologickým zpracováním suroviny. Koncentraci vitaminů ovlivňuje pasterace, fermentace a skladování výrobků. Během tepelného ošetření mléka dochází ke snížení obsahu vitaminů C, B₆, B₁₂ a kyseliny folové. Při fermentaci se obsah některých vitaminů snižuje, naopak obsahy vitaminu A a vitaminů skupiny B se zvyšují.

10.5 MIKROBIÁLNÍ KAŽENÍ FERMENTOVANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ

V případě bakteriálního kažení fermentovaných mléčných výrobků je kombinace použití pasterovaného mléka, startovacích kultur, nízkého pH výrobku a skladování při nižších teplotách spolehlivou prevencí, která brání růstu mikroorganismů. Množení mikroflóry, která kontaminovala výrobek po pasteraci nebo sporotvorných mikroorganismů, se dá očekávat pouze v případě, kdy dochází k velmi pomalému poklesu pH ve výrobcích v důsledku inaktivace startovacích kultur (např. kontaminace bakteriofágy). Pokud jsou fermentované výrobky skladovány při vyšší teplotě, může u nich vlivem proteolytické činnosti startovacích kultur vzniknout nahořklá chuť. Nežádoucí chuť výrobků může také vzniknout např. vlivem rychlého růstu bakterií mléčného kvašení, které nejsou součástí startovacích kultur a kontaminovaly výrobek.

Nejčastější příčinou bakteriálního kažení fermentovaných výrobků jsou kvasinky a plísně. Růst kvasinek doprovázený produkcí CO₂ se projevuje vydutím víčka výrobků. Plísně rostou v podobě viditelných mycelií na povrchu výrobku, případně vytváří tužší povrchovou vrstvu

výrobku. Nejčastěji se jedná o zástupce rodu *Mucor*, dále pak *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Alternaria* a *Penicillium*. U plísní je nežádoucí jejich proteolytická a lipolytická aktivita způsobující pachutě výrobků a případná tvorba toxinů. Výrobky mohou být kvasinkami i plísněmi kontaminovány především prostřednictvím ovocné nebo čokoládové složky, přídavkem cereálií, medu nebo např. ořechů. Dalším zdrojem kontaminace mohou být obaly, vzdušný prach a další ingredience. Účinným opatřením vůči těmto kontaminantům je, kromě hygieny, chlazení pod 10 °C.

Obecně lze říct, že k množení patogenních mikroorganismů v těchto výrobcích nedochází a jejich přežívání je limitováno nízkým pH, vysokou koncentrací kyselin a přítomností inhibičních látek jako jsou bakteriociny. Například kampylobaktery jsou v přítomnosti kyseliny mléčné rychle usmrceny a salmonely jsou inaktivovány již od 1 % obsahu kyseliny mléčné ve výrobku. Studie prováděné s *L. monocytogenes* ukázaly, že bakterie inokulovaná do mléčného výrobku po fermentaci v něm přežívala po dobu 3 týdnů, ale většina buněk byla inaktivována během prvních 12 dní. Průkaz *L. monocytogenes* z fermentovaných mléčných výrobků v tržní síti je ojedinělý. Přestože je *E. coli* v prostředí mléčné fermentace rychle inaktivována, verotoxinogenní *E. coli* O157:H7 je neobvykle tolerantní k nízkému pH a ve fermentovaných mléčných výrobcích může přežívat až 12 dní. Pokud ve fermentovaných mléčných výrobcích přežívají bakterie *S. aureus*, jde o počty nižší než 10^5 KTJ.g⁻¹, při kterých k tvorbě stafylokokového enterotoxinu nedochází.

11 BIOCHEMICKÉ PROCESY PŘI VÝROBĚ A ZRÁNÍ SÝRŮ

11.1 SRÁŽENÍ

K srážení mléka dochází vlivem kysání nebo přidavkem enzymů. Kaseinové micely se seskupují a tvoří gel. Tento proces se vyskytuje při výrobě fermentovaných mléčných výrobků a sýrů.

11.1.1 Sladké srážení (sýření)

Sýření je základní proces, který probíhá u všech druhů přírodních sýrů. Jedná se o nevratnou a rychlou reakci, kdy dochází k proteinové destabilizaci s následnou tvorbou koagula. Průběh sýření je ovlivněn řadou faktorů. Záleží na obsahu ionizované formy vápníku, množství kaseinu, zastoupení jednotlivých frakcí v kaseinové micelle, kyselosti mléka, teplotě, koncentraci a typu syřidla. Nižší pH dovoluje syřidlu (chymozinu) hydrolyzovat více peptidových vazeb (při pH 6,7 přednostně hydrolyzována vazba Phe-Met). Některé další enzymy dávají stejnou reakci, ale často způsobují problémy během zrání sýrů (hořké peptidy).

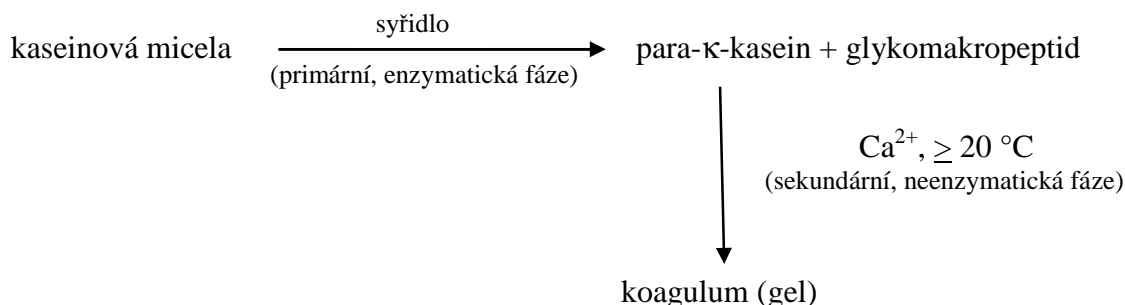
Sýření probíhá ve třech fázích:

- destabilizace kaseinové micely a tvorba para- κ -kaseinu (enzymatická fáze)
- agregace parakaseinových micel v přítomnosti Ca^{2+} iontů a synereze (sekundární fáze)
- zrání sýrů (vliv zbytků syřidla a enzymatické činnosti mikroorganismů)

Pro srážení mléka není potřebné, aby před agregací částic proběhla enzymatická reakce kompletně. Mléko se tedy začíná srážet ještě před kompletním enzymatickým rozštěpením κ -kaseinu.

Působením syřidla je rozštěpeno 80-90 % kaseinu. V první fázi probíhá štěpení peptidické vazby κ -kaseinu mezi 105.-106. aminokyselinou (Phe-Met) za vzniku para- κ -kaseinu (f1 – 105), který zůstává součástí micely a glykomakropeptidu (f106-109) (obrázek 10).

Obrázek 10: Sladké srážení



Zdroj: Lucey, 2003

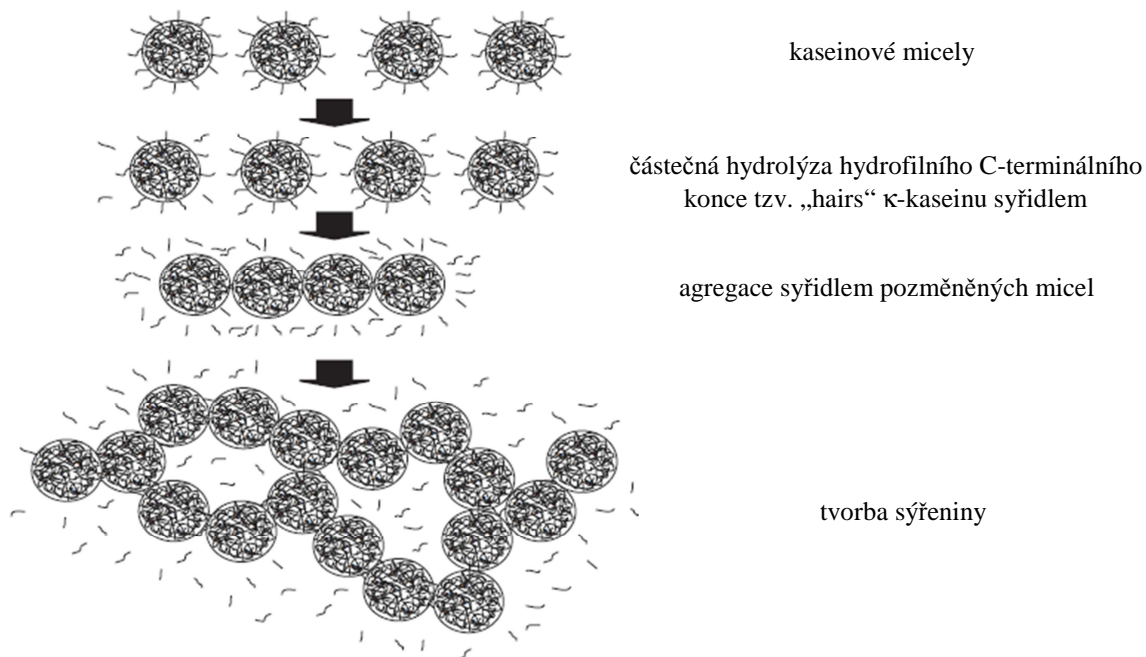
Charakteristika glykomakropeptidu a para- κ -kaseinu je uvedena v následující tabulce 9.

Tabulka 9: Charakteristika glykomakropeptidu a para- κ -kaseinu

glykomakropeptid	para- κ -kasein
<ul style="list-style-type: none"> • ztrácí afinitu k ostatním kaseinovým frakcím • hydrofilní (obsahuje glycidovou část původního κ-kaseinu) • rozpustný v roztocích vápenatých solí a 12% kyselině trichloroctové 	<ul style="list-style-type: none"> • afinita ke kaseinovým frakcím • hydrofóbní • srážení působením vápenatých iontů (není schopný stabilizovat ostatní kaseiny v mléčném séru)

Nastává vysrážení, tj. destabilizace a snížení negativního náboje kaseinových micel, které částečně ztrácejí hydratační obal. V souvislosti s těmito změnami dochází ke snížení viskozity mléka, disagregaci micel a následnému spojování do nových micelárních útvarů. Micely se sníženou odpudivou silou začínají znovu agregovat za současné stabilizace hydrofobními vazbami (obrázek 11). Tyto změny, které již nejsou enzymatického charakteru, probíhají současně s primární fází.

Obrázek 11: Schematické znázornění různých procesů během srážení mléka



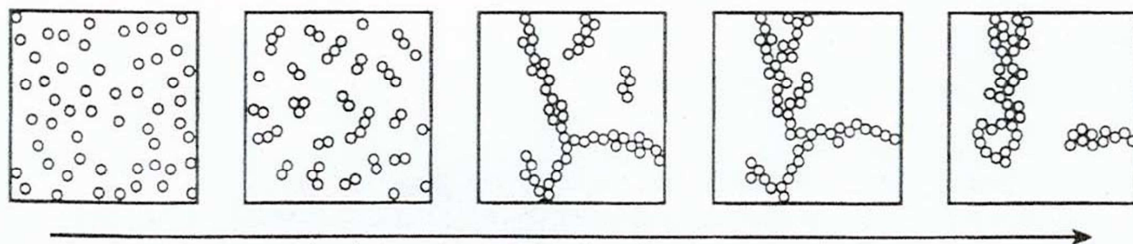
Zdroj: Lucey, 2003

V sekundární fázi probíhá tvorba gelu, kdy se kaseinové micely řadí nejdříve do řetězců, které pak přecházejí v trojrozměrnou mřížku. Tato fáze je možná v případě, že jsou přítomné volné ionty Ca^{2+} a při teplotách nad 8-10 (15) °C. Čerstvě sražené mléko tvoří velmi křehké koagulum, protože počet vazeb uvnitř gelu je velmi malý proto, aby bylo dosaženo mechanické pevnosti. Vápenaté ionty mají dvojitý účinek. Přídavek Ca^{2+} iontů snižuje negativní náboj micel a urychluje agregaci destabilizovaných micel. Dochází k výměně H^+ iontů v kaseinu za ionty Ca^{2+} , snižování pH a tím ke zrychlování flokulace a koagulace. Vytvořením solných můstků dochází k synerezi, vyvolané chemickými přitažlivými silami mezi kaseinovými micelami a vytužování sýřeniny. Synereze je definována jako smršťování

gelu sýřeniny za současného uvolňování syrovátky. Synerezi je možné podpořit krájením sýřeniny, nízkým pH, vápenatými ionty, zvýšením teploty (20-53 °C) a mícháním (obrázek 12).

Primární fázi, průběh koagulace i synerezi je možné urychlit snížením pH a zvýšením teploty.

Obrázek 12: Flokulace parakaseinových micel, tvorba gelu a začátek (mikro) synereze – schématicky



Zdroj: Walstra a kol., 1999

Bylo zjištěno, že κ -kasein je jedinou frakcí atakovanou v průběhu 50 min. Při delší době působení chymozinu pak dochází nejen k štěpení para- κ -kaseinu, ale i α_{s1} - a β -kaseinu. Právě pokračující proteolýza vlivem účinku zbytkové aktivity syřidlového enzymu při tvorbě sýřeniny a v sýrech, je terciární fází koagulace. Probíhá velmi pomalé štěpení, které je v sýrech dále zpomalováno přítomností NaCl (v koncentracích 3-4 %). Rychlost reakcí terciární fáze bude záviset na přítomnosti zbytkového syřidla, jeho substrátové specifitě, proteolytické aktivitě a termostabilitě syřidlových proteas.

Při pasteraci mléka dochází k narušení srážení a prodloužení doby koagulace. Rozsah změn závisí na použité teplotě a době působení. Pasterací dochází ke snížení rozpustnosti vápenatých solí za vzniku nerozpustného fosforečnanu vápenatého. Syrovátkové bílkoviny se stávají nerozpustnými a tvoří komplexy s kaseinovými micelami (např. komplex β -laktoglobulin a κ -kasein, ale také β -laktoglobulin a α -laktalbumin). Přístupnost κ -kaseinu pro působení syřidla se tím snižuje. Snižuje se agregace kaseinových micel, vzniklý gel není dostatečně pevný, v sýřenině se zadržuje větší množství vody, tzn. sýřenina je měkčí a má horší synerezi.

Sladké srážení má ve srovnání s kyselým srážením (viz kapitola 11.1.2.) určité výhody. Při sladkém srážení probíhá koagulace rychleji (minuty) na rozdíl od kyselého srážení (hodiny). Také je pozorována intenzivnější synereze, která pomáhá vyrobit sýry o vyšší sušině.

11.1.2 Kyselé srážení

Kyselé srážení nastává, jestliže je v mléce dosaženo pH isoelektrického bodu 4,6 při teplotě 20 °C. Při tomto pH se sráží všechny kaseinové frakce. Syrovátkové bílkoviny zůstávají v mléčném séru. Vytváří se gel, který je stabilizován vodíkovými můstky, hydrofobními interakcemi a Van der Walsovými silami.

Destabilizace kaseinových micel nastává již při pH nižším než 5,5. Při pH pod 5,2 ztrácí kaseinové micely koloidní kalcium fosfát a tím svoji soudržnost. Při pH 4,6 β - a κ -kasein,

kteřé se uvolnily z micely, získají kladný náboj a reabsorbují se na povrch α_s -kaseinu, který je negativně nabitý. To vede k tvorbě částic odlišných od původní micely. V souvislosti se zmenšením velikosti náboje kaseinu, při dalším snížení elektrického potenciálu, začínají nově vytvořené částice agregovat ve formě řetězců a svazků za tvorby gelu.

Pasterací mléka je narušena rovnováha solí a denaturovaný β -laktoglobulin se váže na povrch kaseinových micel. V důsledku toho se zhořšuje a zpomaluje jejich spojování. Na druhé straně tyto micely lépe váží vodu a při synerezi se ze sraženiny uvolňuje syrovátka.

11.2 ZRÁNÍ SÝRŮ

Zrání sýrů je charakterizováno jako soubor mikrobiologických, biochemických, chemických a fyzikálních procesů, při kterém dochází ke změně složení a struktury sýrů. Vznikají charakteristické sensorické vlastnosti, tj. vzhled, textura, chuť a vůně, které jsou přičítány přeměně laktózy, bílkovin, tuku a v některých sýrech i citrátů.

Enzymy, které se podílejí na zrání sýrů:

- proteolytické enzymy
 - endopeptidasy nebo proteinasy, které hydrolyzují bílkoviny na peptidy
 - exopeptidasy, které štěpí peptidy na menší nebo aminokyseliny (aminopeptidasy, karboxypeptidasy, di a tripeptidasy)
- enzymy rozkládající aminokyseliny produkované exopeptidasami např. dekarboxylasy, deaminasy, transaminasy
- lipasy, které štěpí triglyceridy na volné mastné kyseliny, di- a monoacylglyceridy
- enzymy, které štěpí mastné kyseliny a jejich deriváty např. dehydrogenasy, dekarboxylasy.

Možné zdroje enzymů v sýrech:

- enzymy syřidla, vzhledem k tomu, že jsou přidány do sýrů během výroby a zůstávají aktivní
- endogenní mléčné enzymy hlavně proteinasy a lipoproteinlipasy, které jsou převážně inaktivovány pasterací
- bakterie mléčného kvašení
- mikroflóra na povrchu (např. bílá plíseň, halotolerantní bakterie atd.) nebo uvnitř (modrá plíseň)
- ostatní bakterie, které nepatří mezi startovací kultury, pocházející ze syrového mléka a přežívající pasteraci
- extracelulární proteinasy a lipasy pocházející z psychrotrofních bakterií, rostoucích v syrovém mléce (bakterie jsou obvykle zničeny pasterací, ale mnoho jejich enzymů je termorezistentních)
- rekontaminace mikroorganismy v mléce a nežádoucími mikroorganismy rostoucími na povrchu sýru.

Enzymatickou aktivitu v sýrech ovlivňuje řada faktorů: obsah proteinas, koncentrace aktivátorů plasminogenu, koncentrace inhibitorů aktinu, tepelné ošetření mléka, obsah soli, zrací teplota, pH a distribuce enzymů mezi syrovátku a sýřeninu.

Biochemické procesy, které probíhají v sýrech, můžeme rozdělit do tří fází:

1. Fermentace laktózy bakteriemi mléčného kvašení a tvorba kyseliny mléčné
Rozklad nastává již při formování sýrů, odkapávání a lisování. Úplné vymizení laktózy nastává v prvních dnech zrání. Dochází k uvolnění vápníku z kaseinu za vzniku mléčnanu vápenatého a kaseinátu vápenatého, který bobtná. Zrna sýřeniny se slepují a mění se v homogenní hmotu. Probíhá také přeměna anorganických solí fosforu a vápenatých solí (až 80 %) v rozpustnou formu.
2. Rozklad kyseliny mléčné za vzniku kyseliny propionové, máselné, octové, CO₂, vody a dalších aromatických sloučenin nebo její vazba na rozkladné produkty bílkovin. Podle typu sýra se rozlišuje zrání aerobní (v celé hmotě) nebo anaerobní (od povrchu dovnitř).
3. Proteolýza bílkovin může být také anaerobní (primární zrání) nebo aerobní (sekundární zrání). Proteolýza je u sýrů hodnocena jako rozsah (poměr ve vodě rozpustných N látek k dusíku všech N látek) a hloubka (podíl množství nízkomolekulárních degradačních produktů např. aminokyselin nebo produktů s Mr < 1400 k celkovému N) zrání. Rozsah zrání je značný u měkkých sýrů a hloubka zrání u tvrdých sýrů. U plísňových sýrů probíhá zároveň s velkým rozsahem i značná hloubka proteolýzy bílkovin.

Glykolýza je způsobená živými mikroorganismy, kdežto lipolýza a proteolýza je katalyzována hlavně enzymy (viz výše).

11.2.1 Glykolýza

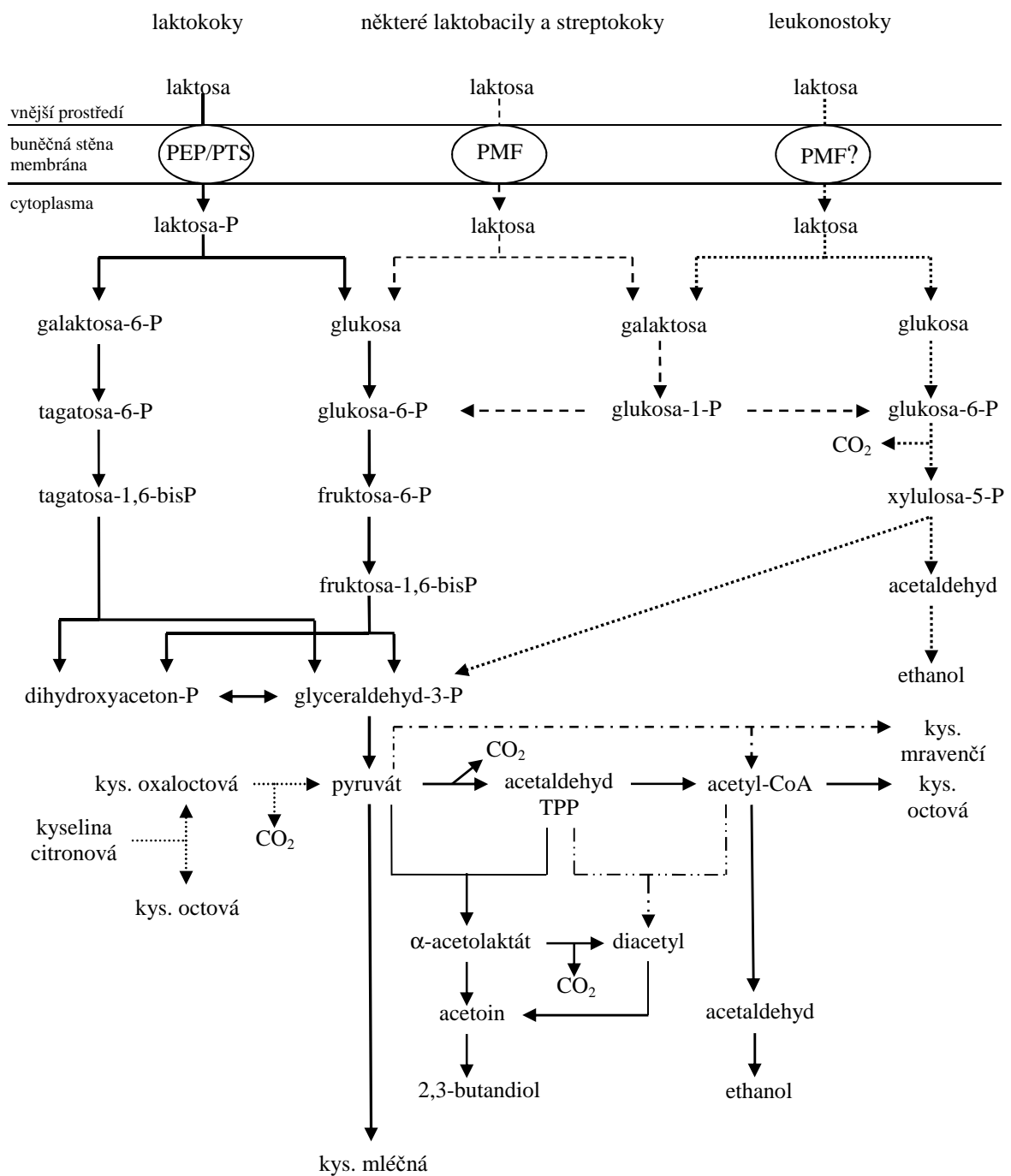
Výroba a zrání sýrů není možná bez bakterií mléčného kvašení. Ve většině případů jsou přidávány do mléka jako startovací kultury. Růst bakterií se v sýrech zastaví při pH např. 5,7. Aktuální pH však závisí od druhu a kmene mikroorganismů. Ačkoliv se růst zastaví, fermentace pokračuje a dochází k poklesu pH. Snížení pH a teploty současně s vyšším obsahem solí zpomalí další pokles pH. Růst většiny bakterií mléčného kvašení se také zpomalí, pokud se nezastaví vlivem působení solí.

Většina (~ 98 %) laktózy je odstraněna se syrovátkou v podobě laktózy nebo kyseliny mléčné. V čerstvém sýru je pak obsaženo okolo 1 – 2 % laktózy (při promývání sýřeniny během výroby sýrů jsou koncentrace okolo 1 %). U mnoha druhů sýrů bakterie mléčného kvašení kompletně metabolizují zbytkovou laktózu v průběhu 12 hod. Kyselina mléčná, která vzniká, brání růstu nežádoucích mikroorganismů.

Mléčné kvašení lze rozdělit na homofermentativní a heterofermentativní. Při homofermentativním kvašení je konečným produktem kyselina mléčná, fermentace probíhá cestou glykolýzy. U heterofermentativního kvašení se tvoří kromě kyseliny mléčné další konečné produkty např. kyselina octová, ethanol, CO₂, diacetyl, acetoin, acetaldehyd.

U heterofermentativních mikroorganismů nejsou přítomné enzymy glykolýzy (aldoláza a triozofosfátizomeráza), proto štěpení laktózy probíhá fosfoketolázovou cestou. Štěpení laktózy je uvedeno na obrázku 13.

Obrázek 13: Schéma metabolismu bakterií mléčného kvašení



Zdroj: Broome et al., 2003; Fox a McSweeney, 1998, upraveno

Popis:

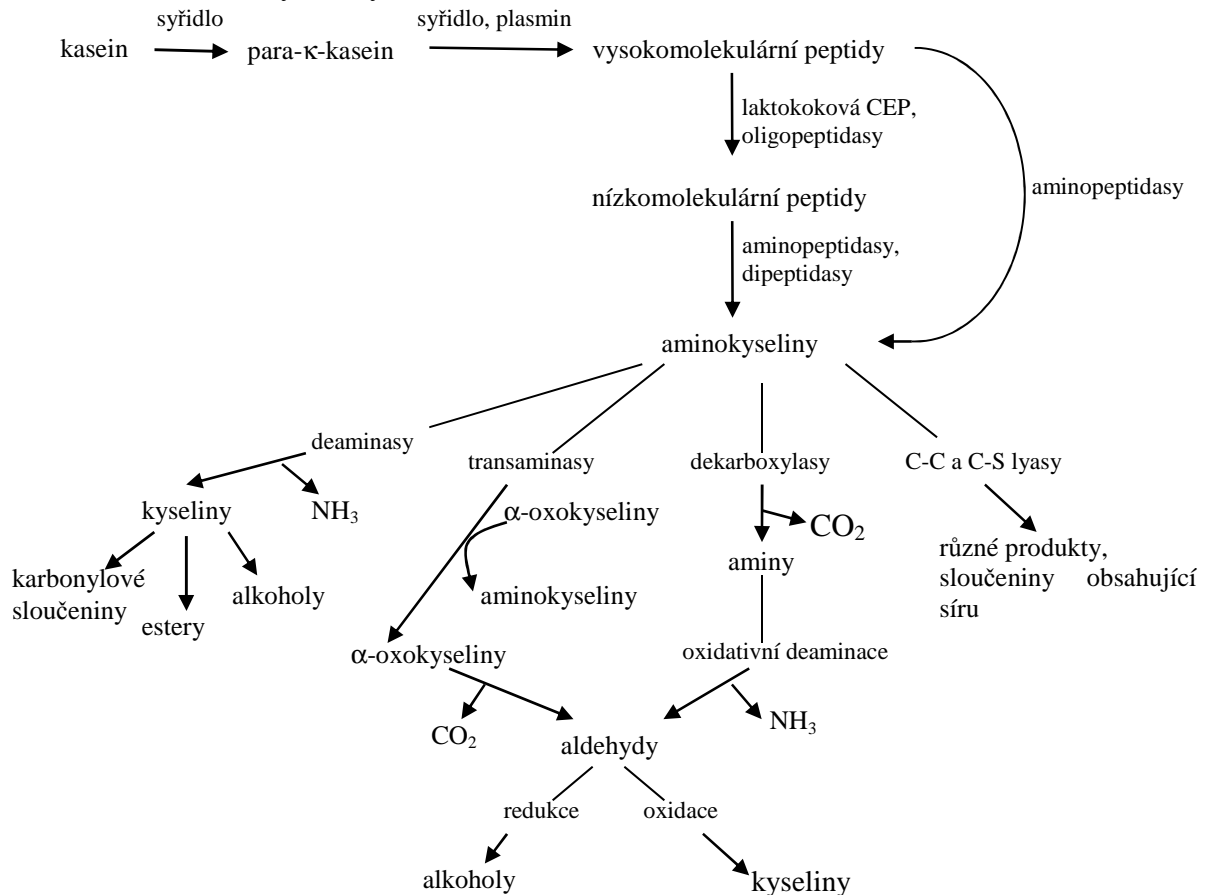
- cesty
- tagatosa a glykolýza
- - - -> Leloir
-> fosfoketoláza
- · - · -> pyruvát formiát lyáza
- pyruvát dehydrogenázový komplex
-> citrátový metabolismus
- · - · -> nejasné

Pozn.: PEP/PTS – fosfoenolpyruvát/fosfotransferázový systém, PMF – proton-motivní síla

11.2.2 Proteolýza

Proteolýza je hlavním faktorem při zrání sýrů. Má vliv na vůni, chuť i texturu. Hlavním stupněm proteolýzy je degradace para- κ -kaseinu zbytky syřidla na polypeptidy, které jsou dále štěpeny bakteriálními protézami a peptidázami (viz kapitola 11.2.) na peptidy a aminokyseliny vstupující do dalších chemických reakcí za vzniku amoniaku, těkavých kyselin, H_2S , CO_2 , biogenních aminů, aldehydů apod. Vliv proteolýzy se projevuje později než glykolýza, obvykle za 10 až 16 dnů. Schéma proteolýzy je uvedeno na obrázek 14.

Obrázek 14: Proteolýza v sýrech



Zdroj: Fox, 2003; Hemme a kol., 1982, upraveno

Pozn.: CEP – cell envelope proteinase

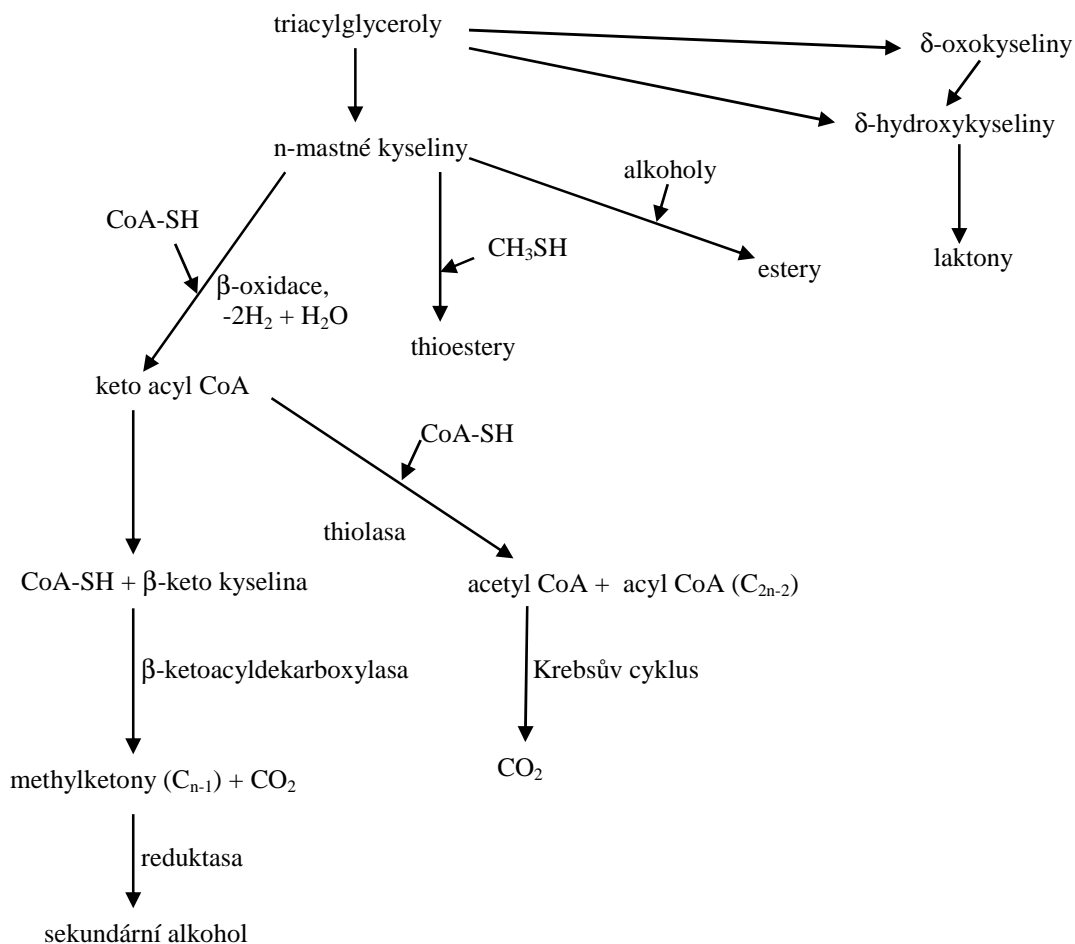
Peptidy, které vznikají, se vyznačují významnými chuťovými vlastnostmi. Jejich vliv na chuť sýrů může být pozitivní nebo negativní, což závisí na jejich kvantitativním zastoupení. Některé peptidy způsobují nežádoucí hořkou chuť. Významnou tvorbou hořkých peptidů se vyznačují některé proteolytické enzymy buněčných stěn některých kmenů rodu *Lactococcus*. K chuti sýrů přispívají i aminokyseliny, např. prolin, který je důležitou složkou chuti sýrů ementálského typu. Hlavním faktorem, který z bílkovin uvolňuje prolin, mají být bakterie z rodu *Propionibacterium*. Významné štěpení aminokyselin probíhá i u sýrů, které zrají působením plísní v těstě nebo na povrchu.

11.2.3 Lipolýza

Nejmenším změnám při zrání sýrů podléhá mléčný tuk. Nevhodné podmínky pro rozklad tuku vytváří absorpční vrstvy kolem tukových kuliček a nízké napětí CO_2 . Lipolytická aktivita je pozorována zejména u druhů sýrů, které se vyznačují vysokým obsahem mikroorganismů štěpících tuk (ro克福ort, gorgonzola, camembert, brie). U těchto druhů sýrů jsou štěpné produkty velmi důležité pro tvorbu charakteristické chuti a vůně. U plísňových sýrů s plísní na povrchu se více uplatňuje jejich proteolytická aktivita.

Plísně *Penicillium roqueforti* a *P. camemberti* produkují značné množství lipáz. Lipázy se podílejí na katalýze hydrolýzy, ale i na syntéze tuku. Při hydrolýze vzniká glycerol a mastné kyseliny. Dalšími chemickými reakcemi vznikají aldehydy a ketony (methylketony) (obrázek 15). Optimum aktivity lipáz je v oblasti pH 5,0 – 5,5 a při teplotách 30 – 35 °C. Nativní lipázy syrového mléka jsou termolabilní, a proto jsou pasterací inaktivovány.

Obrázek 15: Schéma lipolýzy v sýrech



Zdroj: Fox, 2003; Fox a McSweeney, 1998, upraveno

11.2.4 Tvorba plynů

Kulturní bakterie značně ovlivňují přímo i nepřímo další vlastnosti sýrů např. tvorbu ok. Oka mohou tvořit např. laktokoky produkcí CO₂ během fermentace citrátu (viz obrázek 4) nebo *Propionibacterium* (viz obrázek 16).

Obrázek 16: Propionové kvašení



Zdroj: Fox, 2003

Během zrání sýrů dochází v rámci biochemických pochodů k tvorbě plynů, které zůstávají částečně v těstě a částečně unikají. Nejvíce zastoupeným plynem je CO₂ (až 90 %). CO₂ se v sýrové hmotě dobře rozpouští, difunduje jen zvolna a nevyrchává tuhou kůrkou sýra. V sýrovém těstě tak dochází k jeho přesycení, odděluje se od těsta v místech původního spojení sýrových zrn a další tvorba umožní zvětšení vytvořených ok. Mezi další plyny patří amoniak a v menší míře H₂, které snadno difundují a vyrchávají.

U mnoha druhů sýrů může být při máselném kvašení kyselina mléčná metabolizována *Clostridium tyrobutyricum* na kyselinu máselnou (příčina nežádoucí chutě a vůně), CO₂ a H₂ (příčina pozdního duření sýrů). Vznikají i další produkty jako kyselina octová, ethylalkohol, butylalkohol, aceton (obrázek 17).

Obrázek 17: Máselné kvašení



Zdroj: Karakashev a Angelidaki, 2011

Jestliže je zrání příliš rychlé, vytvořený plyn není schopen difundovat a dochází ke vzniku mnoha malých oček, které jsou pak posuzovány jako nejrozmanitější vady sýrů.

12 SÝRY

12.1 DEFINICE SÝRŮ

Sýry jsou mléčné výrobky získané vysrážením mléčné bílkoviny z mléka působením syřidla nebo jiných vhodných koagulačních činidel, oddělením podílu syrovátky a prokysáním.

Výroba sýrů patří k nejnáročnějším mlékárenským technologiím. Během výroby sýrů podléhají všechny složky mléka řadě fyzikálně-chemických i biochemických změn.

Sýry patří z pohledu svého složení k nejhodnotnějším potravinám, z nutričního hlediska jsou plnohodnotnými výrobky obsahujícími esenciální aminokyseliny. Zdrojem využitelné energie jsou bílkoviny a mléčný tuk. Laktóza je obsažena v malém množství, je většinou převedena na kyselinu mléčnou a další produkty kvašení. Velký význam má obsah vápníku v sýrech, což je zcela závislé na technologii výroby jednotlivých skupin sýrů. Čím menší je vliv mléčného kysání při zpracování syřeniny a větší vliv syřidlového (enzymatického) srážení, tím je vyšší obsah vápníku ve výrobku. S obsahem vápníku souvisí i obsah fosforu v sýrech. V tučných sýrech je obsažen vitamin A a D, u všech druhů vitaminy skupiny B.

12.2 POŽADAVKY NA MLÉKO PRO VÝROBU SÝRŮ

12.2.1 Mikrobiologické požadavky na mléko

Pro výrobu sýrů je požadováno mléko s co nejmenším celkovým počtem mikroorganismů, koliformních, termorezistentních a psychrotrofních mikroorganismů, a s převahou kyselinotvorných bakterií nad alkaligenními. Psychrotrofní mikroorganismy jsou problematické díky produkci termostabilních proteolytických a lipolytických enzymů, silnou kontaminací koliformních mikroorganismů je způsobeno časně duření sýrů, spóry *Clostridium tyrobutyricum*, *Clostridium butyricum* a *Clostridium sporogenes* - původci pozdního duření sýrů - jsou nebezpečné pro sýry s dobou zrání nad 1 měsíc při teplotách 18-24 °C.

Počet kontaminujících mikroorganismů, zejména spór, lze snížit pomocí fyzikálních separačních metod, jako jsou baktofugace či mikrofiltrace. U délezrajících sýrů se používají aditiva, např. dusičnan draselný (brání pozdnímu duření sýrů). Lze použít také lysozym se specifickou lýzí bakteriální stěny grampozitivních mikroorganismů, ale nepůsobící na ostatní gramnegativní kontaminující mikroflóru, včetně koliformních mikroorganismů. Použití lysozymu je však příčinou netypického zrání vysokodohříváných sýrů. Další z aditiv s podobným účinkem je například nisin.

12.2.2 Technologické požadavky na mléko

Mléko pro výrobu sýrů musí mít vhodné technologické vlastnosti - kysací schopnost a syřitelnost. Musí pocházet od zdravých dojníc, nejlépe vybraných plemen s vysokým obsahem kaseinu, s rovnováhou minerálních látek, zejména vápníku, hořčíku a fosforu a bez reziduí inhibičních látek.

12.2.2.1 Kysací schopnost mléka

Kysací schopnost mléka (kvasnost mléka) je souhrn vlastností, na kterých závisí aktivita bakterií mléčného kvašení, pro něž je mléko zdrojem substrátů pro výživu a jejichž růst je do jisté míry ovlivňován přístupností živin. Limitujícím faktorem růstu mohou být volné aminokyseliny nebo nízkomolekulární peptidy, fosforečnany, citráty, Mn^{2+} , Mg^{2+} .

V mléce kontaminovaném psychrotrofní mikroflórou a skladovaném při teplotě 4 až 10 °C jsou produkovány termostabilní enzymy - proteázy a lipázy, 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 však konkuruje nejen izoelektrickému srážení mléka kyselinou mléčnou vytvořenou činností čistých mlékařských kultur, ale také působení syřidlových enzymů. Produkty lipolýzy mléčného tuku růstovou aktivitu čistých mlékařských kultur přímo omezují. Vzniklé volné mastné kyseliny zpomalují nebo úplně zastavují prokysávání mléka podle rozsahu lipolytických změn.

Kysací schopnost mléka je ovlivněna negativně i zvýšenými hladinami imunoglobulinů a příčinou porušené kysací schopnosti mléka je také přirozený antimikrobiální systém a rezidua čistících prostředků obsahujících peroxidy, aktivní chlor, případně zbytky čistících prostředků na bázi organicky vázaného jodu. K výraznému porušení kysací schopnosti mléka dochází v přítomnosti reziduí léčiv s antibakteriálním účinkem, jako jsou především antibiotika.

12.2.2.2 Syřitelnost mléka

Syřitelnost mléka je schopnost mléka poskytnout po přidavku koagulačního prostředku sýřeninu. Syřitelnost mléka závisí na neporušeném složení mléka a na obsahu kaseinových bílkovin, jejich složení a genetickém typu. Normální obsah kaseinu 2,6 % je dobrým předpokladem dobré syřitelnosti mléka, zvýšený obsah imunoglobulinů má na syřitelnost negativní vliv. Dále syřitelnost závisí na obsahu minerálních látek a jejich rovnováze s bílkovinami, na formě minerálních látek, tj. rozpustné, ionizované a koloidní a na přirozeném pH mléka, které s těmito faktory přímo souvisí.

Souhrn těchto vlastností je ovlivněn genetickým typem dojnic a fází laktace (mlezivo i mléko starodojnic vykazují zhoršenou syřitelnost). Krmný režim spolu se zdravotním stavem dojnic, které vedou ke sníženým obsahům vápníku, hořčíku, fosfátů, citrátů a k vyšším obsahům Na^+ , Cl^- mají za následek porušenou syřitelnost mléka. Chlazením mléka se porušuje syřitelnost mléka v důsledku změn rovnováhy bílkovin a minerálních látek, zahřevem mléka v důsledku snížení rozpustnosti vápenatých solí za vzniku nerozpustného fosforečnanu vápenatého. Kaseinové frakce, na rozdíl od bílkovin syrovátky, nenedaturují teplem, ale při ohřevu mléka dochází k vzájemné interakci denaturovaného β -laktoglobulinu a κ -kaseinu a to má za následek snížení přístupnosti κ -kaseinu jakožto hlavního substrátu pro působení syřidla. Vzniklý komplex zpomaluje i fyzikálně-chemickou koagulaci mléka po destabilizaci kaseinového komplexu syřidlem. Změny v syřitelnosti mléka lze v technologii výroby sýrů korigovat jen částečně a to úpravou pH mléka před kysáním, přidavkem vápenatých solí a dávkou syřidla. Teploty sýření lze upravovat jen velmi omezeně vzhledem k požadovanému charakteru sýření a k typu vyráběných sýrů.

Při **mastitidách** se mění celkové složení mléka a zvyšuje se obsah somatických buněk, které obsahují komplexní enzymové systémy a jsou příčinou zhoršené zpracovatelnosti mléka. Obsah kaseinu se snižuje až o 0,5 %, obsah laktózy o 0,45 %, naopak stoupá obsah syrovátkových bílkovin z 0,87 % až na 1,98 %, a to především díky zvýšení obsahu bílkovin, které do mléka přecházejí z krve dojnic a nejsou syntetizovány mléčnou žlázou (jedná se o imunoglobuliny a krevní sérumalbumin). Snížení obsahu kaseinových bílkovin má dopad i na výtěžnost výroby sýrů. Další příčiny porušení sýření mléka spočívají ve zvýšeném obsahu rozpustného kaseinu. V normálním mléce zdravých dojnic s vyváženým krmným režimem je kasein obsažen převážně v koloidní formě, v micelách, a to z 96 %. V mléce mastitidních dojnic je až 46 % kaseinu v rozpustné formě. V iontových rovnováhách vzrůstá koncentrace Na^+ z 57 na 105 mg/l, Cl^- z 80 až na 130 mg/l, celkový Ca se snižuje ze 136 mg až na 49 mg a Mg z 18 na 6 mg, rozpustný P z 36 mg na 6,4 mg.l⁻¹. V mastitidním mléce se zvyšuje aktivita nativních enzymů xanthinoxidázy, lysozymu, esteráz a lipáz. Zvýšená lipolýza tuku vede nejen k snížení výtěžnosti, ale souvisí i se zvýšenou lipolýzou v sýrech a vzniku chuťových vad.

12.3 SYŘIDLA

Syřidla jsou důležitou pomocnou látkou při výrobě sýrů. Mají charakter proteolytických enzymů s optimem působení v kyselé oblasti. Vyznačující se vysokou schopností koagulovat mléko. Hlavním požadavkem je, aby jejich substrátová specifita byla velmi úzká. Hlavním substrátem během koagulace je κ -kasein, β -kaseiny nejsou v počáteční fázi sýření štěpeny v měřitelném rozsahu. Ačkoliv mléko lze koagulovat téměř všemi proteázami, pouze omezený počet je vhodný pro výrobu sýrů. Původně se používala výhradně chymozinová syřidla získaná extrakcí ze slezů sajících telat. V současné době se chymozin připravuje také pomocí genetické modifikace, jeho používání však v řadě států není povoleno.

12.3.1 Typy syřidel

Nejvýznamnějšími syřidly jsou aspartátové proteázy. **Chymozin (rennin)** a **chymozinová syřidla** jsou v důsledku nedostatku výchozí suroviny stále ve větší míře nahrazována jinými typy proteáz, především živočišného a mikrobiálního původu. Z živočišných syřidel se používají **hovězí a vepřový pepsin**. V praxi se kombinují s chymozinem, protože samostatný pepsin má řadu nevýhod - vyžaduje delší dobu pro vytvoření sýřeniny, sýřenina nemá potřebnou tuhost, organoleptické vlastnosti sýra jsou horší a enzym je aktivní v kyselejší oblasti - účinnost pepsinu klesá při pH nad 6,5, takže jeho použití je omezeno jen pro výrobu měkkých a kyselých sýrů. Širší uplatnění našla **mikrobiální syřidla**. Z bakterií lze použít *Bacillus subtilis*, jehož syřidlo má však slabší účinnost. Syřidla se průmyslově vyrábějí z plísní *Rhizomucor miehei*, *Mucor pusillus* a *Aspergillus niger* var. *awamori*. Čistý přírodně identický chymozin je produkovaný kvasinkou *Kluyveromyces lactis*. Termostabilita různých syřidel závisí na kyselosti mléka - zvyšuje se s klesajícím pH, jejich inaktivace pak nastává mezi 40-59 °C.

Rostlinná syřidla nehrají v komerční výrobě sýrů prakticky žádnou roli (využívají se zřídka, např. při farmářské výrobě sýrů v jižní Evropě), navíc většinou negativně ovlivní smyslové vlastnosti sýřeniny. Rostlinná syřidla lze získat ze svízele syřišťového, bodláku, kopřivy, jetele, pcháče, fíkovníku, některých druhů artyčoků.

12.3.2 Působení syřidla

Sýření probíhá při teplotách kolem 30 °C, obvykle při 30-33 °C. V **primární - enzymatické - fázi** působení syřidla je chymozinem hydrolyzováno 80-90 % veškerého κ -kaseinu, probíhá jeho částečná a velmi specifická proteolýza rozštěpením vazby mezi Phe-Met (105-106 aminokyselinou). Hydrolýzou κ -kaseinu vzniká para- κ -kasein a glykomakropeptid. Ani jeden z produktů proteolýzy κ -kaseinu není schopen stabilizovat ostatní kaseiny v mléčném séru proti srážení Ca^{2+} , tím se zruší funkce κ -kaseinu jakožto ochranného koloidu ve smyslu stabilizace β -kaseinů proti jejich srážení volnými vápenatými ionty mléčného séra. Současně je snížen negativní náboj kaseinových micel, které částečně ztrácejí vodní obal. Na začátku koagulace dochází nejprve k snížení viskozity mléka částečnou disagregací micel, následuje spojování do nových micelárních útvarů, micely se sníženou odpudivou silou začínají znovu agregovat a polymerovat za současné stabilizace hydrofobními vazbami. Koagulace pokračují v **sekundární - koagulační - fázi**, kdy se dokončí trojrozměrná struktura souvislého gelu; důležitou funkci přitom má hydrofobní para- κ -kasein, který působí jako tmel nově spojených micelárních útvarů. Průběh sekundární fáze je možný jenom v přítomnosti volného vápníku, který snižuje negativní náboj micel a tím zrychluje agregaci destabilizovaných micel. Sekundární fáze pokračuje synerezí, tj. smršťováním gelu, za současného uvolnění syrovátky, což je podpořeno snížením pH, krájením sýřeniny a jejím dohříváním. Řízením koagulace mléka v primární a sekundární fázi se reguluje tuhost sýřeniny, rychlost synereze a tím i obsah a vazba vody v sýřenině a v sýrovém zrně. K tomu slouží volba dávky syřidla, teploty sýření a teploty při dalším zpracování sýřeniny a přídavek CaCl_2 . V **terciální - proteolytické - fázi** pokračuje proteolýza kaseinu účinkem zbytkové aktivity syřidla.

Použití různých typů syřidel v praxi je uvedeno v následující tabulce 10.

Tabulka 10: Použití různých typů syřidel v praxi

Syřidlo	Sýr
chymozin a genově klonovaný chymozin, obsah chymozinu min 75 %	všechny typy sýrů, nejvhodnější pro sýry s dlouhou dobou zrání
syřidlo z hovězích slezů, obsah chymozinu 50-75 %	všechny typy sýrů a tvarohů
hovězí pepsin ve směsi s chymozinem v poměru 75 až 25 %	měkké sýry, nízkodohříváné sýry
vepřový pepsin	měkké sýry a tvarohy
mikrobiální syřidla z <i>Rhizomucor miehei</i>	všechny typy sýrů, mimo sýry zrající nad 6 měsíců
mikrobiální syřidlo z <i>Mucor pusillus</i>	pro výrobu Čedaru s kratší dobou zrání
mikrobiální syřidlo z <i>Endothia parasitica</i>	jen pro výrobu vysokodohříváných sýrů Emental, Sbrinz, Gruyere
kuřecí pepsin max. do 30 % z celk. koagulační aktivity	pro nízkodohříváné sýry zrající při teplotě do 12 °C

12.4 ROZDĚLENÍ SÝRŮ

Sýry dělíme do jednotlivých kategorií podle různých kritérií (tabulky 11-13).

12.4.1 Sortiment

- přírodní sýry
- tavené sýry
- imitace sýrů připravené rekonstitucí složek mléka a mléčných surovin
- analogy sýrů (s náhradou mléčného tuku rostlinnými tuky).

12.4.2 Obsah vody v tukuprosté sušině sýrů

Tabulka 11: Obsah vody v tukuprosté sušině sýrů

Sýr	Voda v tukuprosté sušině sýra (%)
extra tvrdý	méně než 47,0 včetně
tvrdý	47,0-54,9
polotvrdý	55,0-61,9
poloměkký	62,0-68,0 včetně
měkký	více než 68

12.4.3 Tučnost (tuk v sušině, tvs) sýrů

Tabulka 12: Tučnost (tuk v sušině, tvs) sýrů

Sýr	Tvs (%)
vysokotučný	více než 60 včetně
plnotučný	více než 45 včetně
polotučný	více než 25 včetně
nízkotučný	více než 10 včetně
odtučněný	méně než 10

12.4.4 Zrání sýrů

Tabulka 13: Klasifikace přírodních sýrů podle zrání

Sýr	Charakteristika
Sýr nezrající	čerstvý termizovaný
Sýr zrající	na povrchu s mazem na povrchu v celé hmotě
z toho plísňový sýr	s tvorbou charakteristické plísně na povrchu s tvorbou charakteristické plísně uvnitř dvouplísňový

12.4.5 Způsob srážení mléka

Ke srážení mléka dochází buď působením syřidla nebo působením kyseliny mléčné (pH mléka 4,2-4,6, izoelektrický bod kaseinu) nebo působením syřidla a kyseliny mléčné.

Podle toho se dělí sýry na:

- **sladké sýry**, při jejichž výrobě se uplatňuje sladké - syřidlové - srážení, tj. všechny typy tvrdých a polotvrdých sýrů
- **kyselé sýry**, při jejichž výrobě se uplatní jen kyselé srážení; do této skupiny patří průmyslový tvaroh a výrobky z této suroviny jako jsou olomoucké tvarůžky.
- **sýry se smíšeným srážením mléka** vlivem kyseliny mléčné a syřidla (měkké sýry a tvarohy).

Podle způsobu srážení a kyselosti se liší *obsah vápníku* v sýrech, čím větší je převaha syřidlového srážení, tím je vyšší obsah vápníku, čím více převažuje kyselé srážení, tím nižší je obsah vápníku (například měkký tvaroh má obsah vápníku 101 mg, měkké sýry 254-634 mg, sýry nízkodohříváné 635-690 mg a sýry vysokodohříváné 850-887 mg ve 100 g sýra).

12.4.6 Druh zvířete

Podle druhu zvířete, jehož mléko je pro výrobu sýrů použito, se sýry označují jako ovčí (kapitola 12.8.), kozí atd. Sýry mají specifické vlastnosti, především smyslové, dané vlastnostmi mléka. Při výrobě sýrů se zužitkují i vzniklé vedlejší produkty.

12.5 ZÁKLADNÍ POSTUP PŘI VÝROBĚ SÝRA

Základní technologie výroby všech druhů sýrů je podobná a relativně malé změny procedur ve výrobě se projevují velkými rozdíly ve finálních výrobcích. Výroba nezrajících sýrů je jednodušší a kratší (viz tabulka 14).

• Přírava mléka před sýřením

Sýry se vyrábějí z pasterovaného mléka, pro vybrané sýry, především dlouhozrající, se však ve světě používá také syrové mléko.

K tepelnému ošetření mléka se používá *šetrná pasterace*, pro sýry s nejvyšší požadovanou sušinou ementálského typu teplota 71-72 °C, max. 74 °C s výdrží 15-20 sekund, pro nízkodohříváné sýry 74-78 °C. Při šetrné pasteraci syrovátkové bílkoviny nenedaturují a netvoří komplex s kaseiny, tím zůstává κ -kasein přístupný pro působení syřidla. Syrovátkové bílkoviny přecházejí do syrovátky, což umožňuje dosáhnout požadovanou sušinu sýrů.

V mléce připraveném pro výrobu sýrů je *standardizovaný obsah tuku* mléka tak, aby byl u hotových sýrů dosažen požadovaný obsah tuku v sušině.

Aby se obnovila syřitelnost zhoršená pasterací a zlepšila kvalita sýřeniny, přidává se k mléku *chlorid vápenatý* v množství max. 200 g/1000 l mléka nebo mléčnan vápenatý. Pasterací totiž dochází, v důsledku změn rozpustné a koloidní fáze minerálních látek, ke zhoršení syřitelnosti mléka. Porušená syřitelnost je zjišťována při obsahu celkového vápníku pod 110 mg/100 ml

mléka, ionizovaného vápníku pod 1,0-1,75 mg/100 ml mléka, celkového fosforu pod 90 mg/100 ml mléka a rozpustného fosforu pod 5 mg/100 ml.

Na ochranu před pozdním duřením sýrů se u dlouhozrajících sýrů přidává KNO_3 (průměrně 100 g/1000 l) nebo jiný vhodný prostředek. Redukce spór *baktofugací* umožní omezit či vypustit přídavek KNO_3 . Osvědčilo se i zaočkování skladovaného pasterovaného mléka ochrannou dávkou smetanové kultury (0,01-0,05 %) a ponechání do druhého dne (tzv. *předezrání*). Tím dojde k úpravě mikroflóry mléka, což má vliv na průběh sýření a zrání sýrů.

Připravené mléko se napustí do sýrařského výrobníku, kde probíhá sýření a zpracování sýřeniny. *Sýrařský výrobník* je nerezová dvouplášťová nádoba s krytem, o obsahu 3 000 až 12 000 litrů. V horní části je umístěn nosník s pohonem a otočné rameno k pohonu krájecího zařízení - harf. Výrobníky jsou válcové stojaté, modernější válcové ležaté nebo dvouválcové „Duble O“, které mají oproti jiným typům výrobníků výhodu v dokonalejším zpracování sýřeniny (krájení, menší tvorba sýrového prachu aj.).

Mléko se zahřeje na teplotu sýření 30-33 °C, výjimečně vyšší, pokud se mléko zpracovává bezprostředně po pasteraci, na tuto teplotu se vychladí.

Nezbytným předpokladem výroby sýrů je přídavek *čistých mlékařských kultur* a *syřidla*. Čisté mlékařské kultury se ve formě průměrně 1 % zákysu či ve formě kultur k přímému zaočkování za stálého míchání přidají 30-45 min před sýřením k mléku.

- **Sýření**

Sýření představuje základní výrobní krok, probíhá ve výrobníku při teplotě 30-33 °C po přidavku syřidla, promíchání a ustálení mléka, je dokončeno za 40-60 minut. Tvorba koagula - *sýřeniny* - je výsledkem proteinové destabilizace. Na průběh sýření a kvalitu sýřeniny má rozhodující vliv *teplota* (optimální teplota je závislá na typu syřidla), *koncentrace syřidlového enzymu* (nízké dávky tvoří sraženinu měkkou, příliš vysoké dávky tuhou a v obou případech dochází ke ztrátám tuku a bílkovin) a *kyselost mléka*, která je na počátku sýření optimálně 6,2-6,5 pH (7,2-8,2 SH) podle druhu vyráběného sýra (zvýšením kyselosti se podpoří synereze a tím i žádoucí zvýšení sušiny sýra).

- **Zpracování sýřeniny**

Zpracování sýřeniny zahrnuje řadu operací zajišťujících tvorbu sýrového zrna vhodného pro následné formování sýra a oddělení syrovátky. Obsah syrovátky v sýřenině je důležitý pro zrání sýra. V syrovátce jsou obsaženy základní součásti mléka, které jsou živným substrátem pro mikroorganismy. Řízený rozklad základních součástí sýra závisí velkou měrou na obsahu syrovátky v sýřenině.

Po vytvoření sýřeniny dochází k *synerezi* tj. stahování sýřeniny do sebe a k vypuzování vody a v ní rozpustných látek (syrovátky), při krájení sýřeniny uvolňování syrovátky a synereze pokračují ve velké míře. Synereze je rychlejší při vyšší teplotě, čehož se využívá při výrobě tvrdých sýrů s dohřívanou sýřeninou, které mají vyšší obsah sušiny. *Krájení a drobení sýřeniny* se provádí v sýrařském výrobníku soustavou plochých nebo strunných nožů, uložených v rámu (*harfy*), které se otáčejí v různých výškových rovinách. Sýřenina se krájí a drobí na různou velikost *zrna* (obilka, vlašský ořech, fazole, lískový ořech atd.), tučnější sýry vyžadují drobnější zrno, méně tučné větší. Je-li sýřenina málo pevná, třítí se na větší množství *sýrařského prachu*, který odchází do syrovátky, čímž se snižuje výtěžnost.

Po rozkrájení sýřeniny následuje **vypouštění syrovátky a vymíchání**, tím se zrno ztužuje. Doba míchání ovlivňuje konečný obsah sušiny sýrů. Odvádění syrovátky ze sýrového zrna má velký význam, dochází k poklesu jeho pórovitosti a ke zvýšení obsahu bílkovin v zrnu. Odvede-li se syrovátka příliš rychle z povrchových vrstev zrna, dochází ke zhuštění povrchové plochy a vnitřek zrna je v důsledku vysokého podílu tekutiny houbovitý. Správně k formování připravené zrno má stejnou strukturu v povrchové vrstvě i uvnitř.

Dohřívání sýřeniny na určitou teplotu se volí u polotvrdých a tvrdých sýrů. Čím vyšší je teplota, tím více se vyloučí syrovátky ze zrna. Provádí se zvolna za stálého míchání, ohřívá se z mezistěny výrobničku. Podle výše použité teploty se dělí sýry na sýry s nízkodohřívanou sýřeninou (34-37 °C) a vysokodohřívanou sýřeninou (48-55 °C). Výdrž při teplotě dohřívání představuje **dosoušení**, kterým se dosáhne požadované sušiny sýra.

Praní zrna při výrobě některých typů sýrů (eidam, gouda) se reguluje obsah laktózy a tím míra prokysání. Protože se k praní používá teplá voda, současně se sýřenina i dohřívá.

U všech sýrů je rozhodující dodržování standardního časového harmonogramu zpracování, včetně průběhu teplotní a kyselostní křivky.

- **Lisování, odkapávání a formování** dává sýru tvar a velikost. Lisováním se sýřenina zbavuje většiny syrovátky.

U měkkých sýrů se praktikuje lisování sýrů vlastní vahou a samovolné odkapávání syrovátky, obracení umožňuje rovnoměrný odtok syrovátky ze sýrů.

Tvrdé a polotvrdé sýry se lisují v **lisovacích vanách** obdélníkového tvaru pneumaticky, vzduchovými pryžovými polštáři a lisovacími deskami. Lisovací vana je opatřena **tvořítka** podle požadovaného tvaru sýra (bochník, blok, cihla aj). Tvořítka k formování sýrů jsou kovová nebo plastová, s perforací, kterou je umožněn odtok syrovátky. Moderní linky jsou vybaveny samostatným předlisovacím zařízením a vlastní lisovací vanou. Lisováním a odtokem syrovátky se sýrová zrna spojí a vytvoří sýrovou hmotu. Lisuje se postupně se zvyšujícím tlakem 0,005-0,04 MPA. Při lisování nesmí dojít k předčasnému uzavření povrchu sýrů, naopak nedolisované a neuzavřené povrchy jsou místem k pronikání kontaminující mikroflóry, přežívající v solných lázních. Syrovátka se po lisování odvádí do sběrné nádrže, většinou se zahušťuje a následně suší.

Tabulka 14: Průměrný časový harmonogram zpracování sýřeniny

Výrobní fáze	Měkký sýr	Eidamský sýr
	(minuty)	
Sýření	40	30
Krájení	15	15
Odpouštění syrovátky	-	5
Míchání	10	15
Přídavek vody	-	15
Dosoušení	-	60
Celkem zpracování	65	140
Vypouštění	10	10

Zdroj: Forman, 1994

- **Solení sýrů**

Solení sýrů je nezbytná operace u všech druhů sýrů. Při solení dochází ke zpevnění povrchu, regulaci obsahu vody a úpravě chuti sýrů.

Většina sýrů se solí v *solné lázni*. Při solení dochází k difúzi soli do sýrů, ze sýrů uniká do lázně syrovátka obsahující kyselinu mléčnou, syrovátkové bílkoviny, soli. Koncentrace solné lázně bývá 16-23 % NaCl, doba solení několik hodin až 1 - 5 dnů. Požadavkem je vhodný difusní spád, pH lázně musí odpovídat pH prokysaného sýru (pro tvrdé sýry pH 5,2, pro měkké pH 4,8-5,0). Teplota lázně musí odpovídat typu sýra a stupni prokysání. Teplé lázně mají teplotu mezi 18-20 °C, studené 10-12 °C. Solením při vyšších teplotách, než odpovídá typu a prokysání sýru, vzrůstá obsah soli jen do určité hranice, povrch sýrů se uzavírá prstencem soli a uvnitř sýrů zůstává uzavřená syrovátka.

Solné lázně je třeba regenerovat, mikrobiologicky čistit filtrací, ohřevem, a upravovat jejich kyselost.

Dalšími možnostmi je *solení na sucho* - na povrch, kdy se suchá sůl nebo solná kaše opakovaně roztírá po povrchu sýrů nebo *solení do těsta*, kdy se suchá sůl přidává do rozkrájené či pomleté sýřeniny před formováním a výsledkem je rovnoměrné prosolení sýra během krátké doby.

Nasolené sýry se ponechají 1-2 dny *oschnout* a pak se přepravují do zracích sklepů balené do folií či nebalené.

- **Ochrana povrchu sýrů při zrání**

Sýry zrají ve zracích foliích, pod plastovými nátěry nebo bez obalů. Při použití folií či nátěrů je vyloučena povrchová kontaminace, především plísněmi, a snižují se ztráty vysycháním během zrání. Zrání ve foliích je méně pracné, dobře mechanizované a ztráty při zrání jsou minimální. Pro nízkodohříváné sýry se používají teplem smrštitelné fólie polyvinylchlorid-polyvinylidenchlorid (Cryovac, Saran), pro sýry ementálského typu se používají vícevrstvé fólie typu PE-PAD-EVA. Jakost sýrů je ovlivněna propustností folií pro CO₂, při fermentaci zbytků laktózy se plyn hromadí v hmotě sýra a tak vznikají vady jako trhliny, síťovitost, nepravidelná oka, okrajové dírkování.

Další možností ochrany je plastifikace sýrů - nanášení nátěru plastických hmot.

- **Zrání sýrů**

Zrání představuje souhrn změn způsobených enzymatickou činností mlékařských kultur a syřidlových enzymů. *Předběžné zrání* probíhá při zpracování mléka a sýřeniny, formování a solení. V této době je potřebné dosažení správného průběhu kysání s rozkladem laktózy a dosažení požadované kyselosti. V průběhu *hlavního zrání* dochází ke změnám téměř všech složek mléka. Zrající sýr obsahuje velké množství látek, které přispívají pozitivně i negativně k chuti a vůni. Chuťové komponenty zahrnují peptidy a aminokyseliny, volné mastné kyseliny, metylketony, estery mastných kyselin, dimetylsulfid, acetaldehyd, diacetyl, alkoholy.

K vlastnímu zrání dochází ve *zracích sklepech*. Sklepy bývají vybaveny klimatizační jednotkou včetně rozvodu filtrovaného vzduchu, teploty ve sklepech musejí být účinně regulovány v časovém režimu. Obecně se využívá dvou druhů zracích sklepů, jsou to teplé kvasné sklepy s teplotou 20 až 26 °C a relativní vlhkostí vzduchu 90 % a chladné sklepy zrací s teplotou 10 až 15 °C a relativní vlhkostí vzduchu 80 až 100 %. Ve sklepech se sýry ukládají na police v kovových stojanech. Během zrání je nutno sýry ošetřovat, některé druhy se ošetřují speciálně, např. Niva se propichuje. Sýry uložené na policích se musejí také

obracet, aby se nedeformovaly a měly stejnou pokožku. Obracením sýrů se dosahuje rovnoměrného zrání a vysychání sýrů. Sýry zrající pod mazem se omývají a tím se současně roztírá maz a uzavírají póry v pokožce sýrů. Tvrdé sýry ementálského typu se musejí pravidelně omývat, aby jejich povrch nebyl narušen případným růstem nežádoucích plísní.

12.6 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH SKUPIN SÝRŮ

Sýry tvoří širokou skupinu výrobků odlišujících se zpracováním sýřeniny, způsobem zrání, složením a samozřejmě sensorickými vlastnostmi. Výroba sýrů má v některých zemích dlouholetou tradici, proto se používají i názvy jako sýry typu švýcarského (ementál), holandského (eidam, gouda), anglického (čedar), italského (parmezán) atd. Běžně se sýry dělí na měkké a tvrdé nebo podle základních technologií výroby a zrání, některé sýry však přesně zařadit nelze, resp. patří současně do více skupin.

12.6.1 Měkké sýry

Měkké sýry mají měkkou, soudržnou popř. až drobivou konzistenci. Při výrobě se sýřenina po krájení nepřihřívá, nedosouší, při odlučování syrovátky se sýry nelisují, resp. lisují se vlastní vahou. Dělí se na sýry nezrající a zrající.

12.6.1.1 Měkké sýry nezrající

Po vysrážení mléka, pokrácení sýřeniny a odkapání syrovátky se zformované sýry solí. Do této skupiny patří sýry tvarohové, sýry smetanové, nezrající sýry s pařeným těstem typu Mozzarella a bílé sýry v solném nálevu. Sýry se označují někdy také jako čerstvé, ovšem označením „nezrající“ (angl. unripened cheeses) se vyloučí problém termínu čerstvosti sýrů (angl. fresh cheese).

Nezrající sýry se dělí do dvou skupin: **Čerstvý sýr** je nezrající sýr, tepelně neošetřený po prokysání. Podstatou prodloužení trvanlivosti tvarohových a smetanových čerstvých sýrů je termizace (tepelné ošetření po ukončení kysacího procesu k potlačení či zastavení aktivity přítomné mléčné mikroflóry až do teploty 80 °C), výsledkem jsou **sýry termizované**.

- **Tvarohové sýry** mají základ v tvarohové surovině bez soli (typ žervé) nebo se solí. Sýry mají minimálně 40 % tuku v sušině. Nevýhodou je jejich krátká trvanlivost.
- **Smetanové sýry** mají obsah tuku v sušině 55-65 %. Při výrobě se používá kombinované srážení mléka, přičemž převládá srážení syřidlové. Sýřenina se nalévá do tvořítek, kde při obrácení odkapává syrovátka. Krátké solení rozkrájených porcí zpevňuje povrch sýrů.
- **Bílé sýry v solném nálevu**. Z technologického hlediska jde o sýry nalévané, lisované nebo pařené. Tyto sýry mají bílou barvu a vysoký obsah soli. Uchovávají se v plechovkách nebo balené v solném nálevu o koncentraci NaCl 12-16 %.
- **Nalévané sýry** jsou charakteristické vrstvenou hmotou. Sýřenina se nalévá do tvořítek, která se obracejí za odkapávání syrovátky. Sýry prokysané na kyselost 80-90 SH se krájí, solí 1-2 hodiny, vkládají do plechovek a zalévají solným nálevem.
- **Lisované sýry** se vyrábějí podobně, sýřenina se však vypouští do předlisovací vany, kde se krátce předlisuje s mříží, která rozdělí sýřeninu. Lisování jednotlivých kusů se provádí po zabalení do plachetek v lisu 20-30 minut, sýry se pak vybalí, solí v solné lázni, kde zároveň dokysávají na průměrnou kyselost 70 SH. Pak se skládají do plechovek, zalévají nálevem a uzavřou. Těsto sýrů je celistvé.
- **Pařené sýry** - srážení je obvykle syřidlové, prokysaná sýřenina se po rozkrájení zpracovává v pařících strojích, dochází k jejímu záhřevu na 70-80 °C (stane se tvárnou), prohnětení a formování do různých tvarů.

12.6.1.2 Měkké sýry zrající

Jsou to sýry, u kterých po prokysání došlo k dalším biochemickým a fyzikálním procesům. Podle způsobu zrání se dělí na sýry zrající pod mazem, sýry zrající s charakteristickou plísní na povrchu a sýry zrající s charakteristickou plísní v těstě.

- **Měkké sýry zrající pod mazem**

Při výrobě těchto sýru se rovnoměrně rozkrájené zrno vypouští na odkapový pás, který je dopraví oddělené od syrovátky do soustavy formovacích trubíc. Zrno se vlastní vahou spojí v souvislou sýrovou hmotu, ze které krájecí nože odřezávají jednotlivé kousky, ale lze použít také tvořítka. Sýry odkapávají na paletách, které se několikrát obracejí, což probíhá v komorách s regulovanou teplotou, vlhkostí a prouděním vzduchu. Po solení v první fázi zrání při teplotě 19-20 °C a relativní vlhkosti (RV) 90 % se povrch sýrů ošetří mlhovým postříkem kvasinkovou kulturou *Candida mycoderma*. Postup vede k rychlému zvýšení pH do neutrální oblasti, což zabraňuje nárůstu nežádoucích plísní a vytváří podmínky pro rozvoj mazové kultury. Během zrání se sýr ošetřuje solným roztokem a mazovou kulturou *Brevibacterium brevis* (nástríkem nebo namáčením). Sýry zrají při teplotě 14-16 °C a relativní vlhkosti 95 % 10-14 dnů.

Olomoucké tvarůžky, česká specialita, tvoří samostatnou skupinu měkkých sýrů zrajících pod mazem. Jedná se o typické kyselé sýry vyráběné z průmyslového (nesýřeného) tvarohu z odtučněného mléka. Tvaroh se pomele, uloží do betonových nádrží, prosolí a při teplotě 15-17 °C zraje 1-6 měsíců. Po úpravě obsahu sušiny na 36-38 % se skrápí mazovou kulturou, následuje jeho mletí, drcení, formování a sušení. Během sušení při teplotě 20-30 °C po 2-4 dny a při RV 80 % narůstá kvasinková mikroflóra a tvoří podmínky pro růst mazové kultury *Brevibacterium brevis*. Praním pitnou vodou se následně odstraní kvasinková mezikultura. Po rolování zrají syrečky 72 hodin při teplotě 17-21 °C. Balí se v 1/3 zralosti, dozrávají 7 dní při 10 °C.

- **Sýry s tvorbou charakteristické plísně na povrchu**

Jsou to měkké sýry vyrobené bez dohřívání sýřeniny, bez lisování, slabě solené (3,5 % NaCl). Povrch sýra je rovnoměrně porostlý bílou plísní *Penicillium camemberti*. Konzistence sýra ve stadiu konzumní zralosti je jemná, máslovitá, bez jádra, sýr má „žampionovou“ chuť a vůni.

Kysání mléka a sýřeniny probíhá za pomoci mezofilního zákysu obsahujícího *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* a *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*. Zákys se přidává k mléku zahřátému na 30 °C v množství 0,5-1 %. Kysání probíhá při této teplotě asi 1 hodinu. Potom se přidává syřidlo, sýření probíhá za teploty 31-33 °C. Sýřenina se následně krájí, drobí a plní do tvořítek. Naplněná tvořítka se v rámech obracecího zařízení obracejí a tím dochází k rovnoměrnému odkapávání syrovátky. Kysání pokračuje při teplotě 20-25 °C do druhého dne, kdy je dosaženo kyselosti sýra 4,8-4,6 pH. Prokysání do této hodnoty je důležité, protože se tak umožní začátek růstu kvasinkové a bakteriální kultury, která se uplatní v počáteční fázi zrání sýra. Tyto mikroorganismy spolu s bakteriemi mléčného kvašení přispívají k tvorbě aromatu a textury sýrů, které nakonec dotváří plíseň *Penicillium camemberti*. Metabolismus *P. camemberti* způsobuje štěpení bílkovin a tuků, vzniklé volné mastné kyseliny podléhají oxidační dekarboxylaci za vzniku metylketonů.

Po zformování, prokysání a vytvoření pevné konzistence se sýry ručně nasucho nebo v solné lázni solí. Sýry po solení a naočkování kulturou plísně začínají zrát. Zrání probíhá v prostorách s teplotou 12-15 °C a relativní vlhkostí 80-85 %, přitom se sýry opět musejí

obracet, aby přístup vzduchu ze všech stran umožnil rovnoměrný porost plísně, který se objevuje po pěti dnech a roste intenzivně 12-14 dní. V době zrání, především na začátku, rostou na povrchu sýrů kvasinky, které mohou při nadměrném nárůstu zpomalit až znemožnit růst plísně. Po dvou týdnech hlavního zrání se sýry balí a uchovávají při teplotě 5 °C, aby mohlo probíhat „pomalé zrání“.

- **Sýry s tvorbou charakteristické plísně uvnitř**

Dominantní plísní, která způsobuje zrání těchto sýrů, je druh *Penicillium roqueforti*. Plíseň prorůstá přes těsto sýrů, protože je málo náročná na vzdušný kyslík. Je poměrně odolná vůči vyšší koncentraci soli. Sýry musejí mít otevřenou strukturu, jednak z důvodu ulehčení výměny CO₂ vzniklého fermentací laktózy, jednak pro umožnění přístupu vzduchu (kyslíku). Pro tyto účely se sýry v určité fázi výroby propichují jehlami, vpichové dráhy zlepšují výměnu plynů. Pokud je struktura sýra málo pórovitá, modrozelená plíseň roste pouze v dráze vpichu. Vzniklý maz se z povrchu sýrů musí oškrabovat, aby ústí vpichu neucpával.

Sýry s plísní v těstě se vyrábějí obvykle z homogenizovaného mléka. Drobné tukové kuličky pak mají větší reakční povrch, proto v nich rychleji probíhá žádoucí lipolýza a ostatní reakce vyvolané enzymy plísně. Pro primární anaerobní zrání se plnotučné mléko zakysává mezofilní bakteriální kulturou obsahující *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *biacetylactis* a *Leuconostoc* spp. Dále se toto mléko zaočkuje spórami plísně *Penicillium roqueforti* v množství 10³ až 10⁴ spór v 1 ml. Plísňová kultura se přidává do mléka před sýřením, příp. i do zrna. Mléko se sýří se při teplotě 30-31 °C asi 60 minut. Sýřenina se krájí a drobí na zrno velikosti vlašského ořechu. Za mírného pohybu sýřeniny se odpouští syrovátka. Zrno se poté formuje za teploty 21-27 °C, zformované sýry se nechávají několik dní odkapávat, přičemž má zfermentovat všechna obsažená laktóza. Přitom dochází ke kysání a dosažení pH 4,8-4,9. Sýry se solí 3 dny po sobě na sucho nebo v solné lázni 2 dny, jsou značně slané, s obsahem 4-8 % NaCl. Podstatné pro růst plísní je dosažení vhodné konzistence sýra s dutinkami, napomáhá se propichováním sýrů systémem jehel. Sýry zrají ve sklepích při teplotách 12-14°C, RV 96-97 % a dozrávají při 8-10 °C. Celková doba zrání je obvykle 3 týdny, ale u některých druhů až 4 měsíce. Sýry se vyznačují typicky modrozeleným žilkováním a pikantní chutí. V době zrání vznikají v důsledku lipolýzy volné mastné kyseliny, ty se oxidační dekarboxylací mění na metylketony, které mají významný vliv na aroma sýrů. K celkovému aromatu přispívají dále sekundární alkoholy, metyl a etylestery mastných kyselin a produkty proteolýzy bílkovin.

12.6.2 Pařené sýry

Skupina zahrnuje sýry i z jiných skupin, vzhledem k speciální výrobě jsou zde uvedeny i samostatně. Pro pařené sýry je charakteristické, že mírně prokysaná sýřenina do pH 5,0-5,2 se zpracovává v horké vodě a tím se stává plastickou. Vylisovaná a prokysaná sýřenina se krájí na kousky o velikosti 2-3 cm, ty se dopravují do pařicího stroje, padají do perforovaného bubnu ponořeného do vody o teplotě 80-85 °C, kde sýřenina změkne a zvláční. Přidáním soli do pařicí lázně se také vysolí. Z napařené hmoty se pak tvarují kousky, pásy, nitě. Mezi tyto sýry patří parenica, korbáčiky i italská Mozzarella. Výrobky lze i udit, a to i několik hodin při teplotě udícího kouře kolem 30 °C, při vyšší teplotě by se sýry roztékaly.

12.6.3 Tvrdé sýry

12.6.3.1 Sýry s nízkodohřívanou sýřeninou

Sýry eidamského typu

Holandská místa původu dala název sýrům Eidam (Edam) a Gouda. Sýry se vyrábějí ve tvaru koule, bochníku, bloku, mají různou tučnost i smyslové vlastnosti. Sýry mají jemně nakyslou sýrovou chuť a ojedinělá menší oka. Charakteristické pro jejich výrobu je sýření s přidavkem smetanového zákysu při teplotě 30-33 °C a praní zrna za účelem snížení obsahu laktózy, tím se reguluje kyselost a vlastnosti sýrů (pružnost, chuť). Sýřenina se s prací vodou přihřívá na 34-40 °C. Podíl odpuštěné syrovátky je 20-40 % z celkového objemu mléka, přidavek vody je 50-80 % z odpuštěné syrovátky. Po vypuštění zrna na vany se provádí předlisování 20-30 min s tlakem 0,005-0,020 MPa, za vlastní lisování se považuje dalších 30 minut při postupně zvyšovaném tlaku do 0,040 MPa. Sýry zrají v obalu. Minimální doba zrání je 5 týdnů, typická chuť a vůně se však projevuje až po 2 měsících.

Sýry typu Čedar

Původem jsou tyto sýry z Velké Británie s názvy podle místa původu Cheddar, Chester, Leicester, Derby a Gloucester. Nejznámějším typem je samotný Čedar, sýr s nízkodohřívanou sýřeninou a s vysokým stupněm prokysání během jejího zpracování, tzv. *čedarizací*. Při výrobě se přidává do mléka vyšší procento smetanového zákysu (až 2 %), dále se přidávají termofilní kultury *Str. durans*, *L. lactis*, *L. helveticus* a *L. casei* v množství 0,02-0,03 %. Čedarizuje se při teplotě 32-33 °C 2-4 hodiny. Vypuštěné zrno se při teplotě dosoušení kolem 40 °C předlisuje v blocích, které se překládají, krájejí na menší hranoly, přitom probíhá prokysávání a odkapání syrovátky. Prokysaná sýřenina se pak mele na kousky, které se promíchávají se solí (2-5 %). Prosolené zrno se plní do forem vystlaných mulem a lisuje se. Farmářské sýry jsou ve tvaru válce (až 30 kg), průmyslově vyráběné jsou ve tvaru bloku. Sýry se balí do voskových zracích obalů nebo fólií a zrají v chladném sklepě 5 až 12 měsíců.

12.6.3.2 Sýry s vysokodohřívanou sýřeninou

Sýry ementálského typu

Původ sýra je ve švýcarském údolí řeky Emme, originál se vyrábí ze syrového mléka. Ementál je sýr bochníkového tvaru s mírně vyklenutými plochami, o váze kolem 40-50 kg. Kůra sýra je suchá, těsto pevné vláčné, s oky průměru 0,5-1,5 cm. Chuť a vůně sýra jsou mandlově nasládlé, čisté, jemné, obsah soli v sýru 1-1,2 %. Technologie výroby je náročná, výrobu charakterizuje vysoká teplota dohřívání a dosoušení zrna. K zakysání se používá smetanová kultura a termofilní kultura *Str. thermophilus* a *L. helveticus*. Pro tvorbu ok se přidává *propionová kultura*. Sýření probíhá při teplotě 31-33 °C a sýřenina se dohřívá při teplotě 50-53 °C. V této fázi se uplatňuje *Str. thermophilus*, který vytváří podmínky pro *L. helveticus*, který převládá teprve v druhé polovině lisování. Zalisování pro dokysání sýrů probíhá zpravidla do rána příštího dne. Dobře prokysaný sýr nemá po 24 hodinách žádnou laktózu. Sýry zrají bez obalu a dozrávají za 3-6 měsíců. Vlastní zrání má několik fází, postupně probíhá ve sklepě chladném (10 °C, 3-4 týdny), předkvasném (12-14 °C), kvasném (22-25 °C), kde se tvoří typická oka, a znovu v chladném, kde probíhá 2-3 měsíce vlastní zrání. V průběhu zrání se sýry omývají, kartáčují a obracejí, postup otírání sýra (tvorba ok) a zrání se kontroluje poklepem a vývrty. Pokud je žádoucí, aby sýr neměl velká oka, z důvodu

vhodnosti k porcování a také z důvodu zjednodušení výroby, lze sýry ponechat zrát při jedné teplotě 12-14 °C.

Sýry typu *Moravský bochník*

Technologie výroby Moravského bochníku je podobná jako u ementálu. S ohledem na hmotnost bochníku (12-25 kg) je možno použít nižší teplotu dohřívání sýřeniny, 48-50 °C. Sýry se vyrábějí ve formě bloku a zrají ve folii z plastu při teplotě 12-14 °C, mají pevné pružné těsto, malé množství ok (nebo žádná), jejich nasládlá chuť je málo výrazná. Používají se na plátkování nebo jako tavírenská surovina.

12.6.4 Tvarohy

Tvarohy (kyselé sýry) jsou nezrající sýry získané kyselým srážením, které převažuje nad srážením syřidlovým. Rozdělují se na:

- ***tvarohy s výhradně kyselým srážením***, tj. bez přídavku syřidla. Takto se vyrábí tvaroh na strouhání a tvaroh průmyslový, který se používá jako základní surovina při výrobě kyselých tvarohových sýrů a syrečků
- ***tvarohy se srážením smíšeným***, kdy převažuje srážení působením kyseliny mléčné a částečně se uplatňuje syřidlo.

12.6.4.1 Technologie výroby tvarohu

Základní ošetření mléka pro výrobu tvarohu a sýrů je obdobné jako pro ostatní mlékárenské výrobky. Speciální úprava mléka spočívá hlavně v různých teplotních a časových parametrech tepelného ošetření, v přídavku vápenatých iontů, v použití čistých kultur a v některých případech také v přídavku syřidlových enzymů.

- **Tepelné ošetření mléka a přídavek CaCl_2**

Pasterace mléka určeného k výrobě tvarohů a sýrů je závislá na jejich druhu. Pro tradiční výrobu ***měkkého a tvrdého tvarohu*** se používá vysoká pasterace mléka při teplotě 85 °C např. po dobu 15 až 20 sekund. Při vyšší teplotě dochází ke zvýšené denaturaci bílkovin syrovátky, které přecházejí do sraženiny, čímž se zvyšuje výtěžnost a také vazba vody.

Pro výrobu ***měkkého tvarohu s odloučením syrovátky na odstředivce*** se používá pouze šetrná pasterace mléka při teplotě 74 až 75 °C s výdrží 20 až 40 sekund.

Tvaroh z vysokopasterovaného mléka lépe váže vodu a má vyšší nutriční hodnotu. Toho se využívá při výrobě ***termotvarohu***, kde je pasterace mléka zvýšena na 82 až 92 °C s výdrží 5 až 6 minut.

- **Úprava mléka, srážení**

CaCl_2 se při výrobě tvarohu přidává jen výjimečně, v dávce max. 5 až 10 g $\text{CaCl}_2/100$ l mléka. Důvodem přídavku CaCl_2 je zlepšení syřitelnosti a lepší oddělení tvarohoviny od syrovátky podporou synereze.

Měkký a průmyslový tvaroh se vyrábí z odstředěného mléka. Tučný tvaroh se v tradiční výrobě vyrábí z mléka s upravenou tučností a při odstředovacím způsobu výroby dodatečným přídavkem smetany k tvarohu z odstředěného mléka.

Kyselost mléka má být vyšší (7,5-8,0), protože se používají ke srážení syřidla pepsinová s optimem účinku při vyšší kyselosti. Nízkou kyselost mléka lze zvýšit přídavkem 0,8 - 1% ***smetanového zákysu*** nebo se mléko k výrobě tvarohu předkysává. Používá se mezofilní smetanová kultura, mohou být použity i jogurtové kultury či kultura ABT (*Lbc. acidophilus*, *Bifidobacterium* spp., *Streptococcus salivarius* subsp. *termophilus*).

K *syření* se při výrobě klasického tvarohu i při výrobě tvarohu odstředováním používá převážně pepsin, případně chymosin.

12.6.4.1.1 Výroba jednotlivých druhů tvarohu

- **Výroba měkkého tvarohu klasických způsobem**

Vedle čistých mlékařských kultur se ke srážení používá i syřidlo. Odstředěné mléko se po pasteraci při 85 °C 15-25 sekund zaočkuje 0,5-1 % zákysu při teplotě 20-25 °C, po předkysání 2-4 hodiny (SH 8,0-8,4) se zasýří a nechá prokysat 5-10 hodin do kyselosti 22-24 SH, Tvarohovina se pokrájí a nechá dále kysat (celkem až 18 hodin), pak se vypouští do pytlů - tvarožníků. Ty se naskládají do vany. Jejich překládáním se lisováním vlastní vahou a odtokem syrovátky dosáhne sušiny 25 %.

- **Výroba měkkého tvarohu odstředivkovým způsobem**

Při tomto způsobu výroby se odlučuje syrovátky od tvarohoviny na odstředivce. Mléko se pasteruje při teplotě 74-75 °C 20-40 sekund a po zaočkování a předkysání se přidá pepsinové syřidlo. Prokysání do titrační kyselosti 36-40 SH trvá 18-20 hodin. Odstředěním tvarohové sraženiny na tvarohářské odstředivce se vyrábí tvaroh o sušině 20 %, pro dosažení 25 % sušiny je nutno jej dolisovat nebo před odstředěním tvarohovinu ohřát na 40-42 °C s výdrží 30 minut. Konzistence tvarohu je krémovitá, při nedostatečném vychlazení uvolňuje syrovátku.

- **Výroba termotvarohu**

Při výrobě termotvarohu se používají vyšší pasterační teploty mléka (86 °C 5-6 minut), čímž se dosáhne zadržetí bílkovin syrovátky v tvarohu (denaturované bílkoviny se jednak navazují na kaseinové micely, jednak zadržují vodu v tvarohu). Po zaočkování čistými kulturami, přídatku syřidla, srážení a prokysání se tvarohovina odstředuje při teplotě 40-44 °C.

- **Výroba tvrdého tvarohu**

Tvrký tvaroh má sušinu 32 %, kyselost kolem 120 SH. Vyrábí se pro přímý konzum či k dalšímu zpracování. Má tvrdou strouhatelnou konzistenci (tvaroh na strouhání). Vyrábí se dvoutepelným nebo jednotepelným způsobem. U *dvoutepelného způsobu* se k pasterovanému odstředěnému mléku o teplotě 22-30 °C přidá CaCl₂, 0,5-1,0 % smetanového zákysu, nechá se prokysat 14-18 hodin, sraženina se pokrájí, dohřeje na 38-42 °C a přepustí do tvarožníků nebo do lisovací vany s perforovanými tvořitky, kde se lisuje. Při *jednotepelném způsobu* se mléko zakysává při vyšší teplotě (32-38 °C), při dosažení kyselosti 22-24 SH se začne míchat do dosažení kyselosti syrovátky 22-27 SH, a po odpuštění části syrovátky se napustí do lisovacích van. Po lisování se mele a chladí.

- **Výroba průmyslového tvarohu**

Výroba průmyslového tvarohu je stejná, jako při výrobě tvrdého tvarohu, ale vylisovaný tvaroh se rozemele, naplní po vychlazení a utěsnění do polyetylenových pytlů, posype na povrchu solí (prevence oklihnutí), uzavře a uloží do chladírny do doby expedice. Konzistence je hrudkovitá, kyselost je 120-160 SH.

Tvaroh se vyrábí s různým obsahem tuku jako **tučný** (tvs více než 38 %), **polotučný** (tvs 15 -25 %), **nízkotučný** nebo **jemný** (tvs méně než 15 % vč.), **odtučněný měkký** či **tvrdý** (tvs méně než 5 % vč.).

Tvaroh se často **termizuje**, čímž se ničí mléčné bakterie a prodlužuje jeho trvanlivost. Z tvarohu je vyráběna řada výrobků jako *tvarohové dezerty* a *smetanové krémy* (tvaroh, smetana, cukr, kakao, příchutě). Při výrobě *termizovaných tvarohových dezertů* se připravená směs tvarohu, smetany, ovocných či zeleninových součástí, aromat, barviv a stabilizátorů šetrně zahřeje za míchání na teplotu kolem 70 °C a plní do obalů.

12.7 SYROVÁTKA

Při výrobě sýrů a tvarohů vzniká jako vedlejší produkt tekutina - **syrovátka**. Její složení závisí na složení mléka a technologii výroby sýrů. Obsahuje syrovátkové bílkoviny (cenné pro vysoký obsah sirných aminokyselin), laktózu, minerální látky a látky vznikající při výrobě sýrů (kyselina mléčná). Dále syrovátka obsahuje 0,1-0,5 % tuku, vitamin B a C a část sýrového prachu.

Při kyselém srážení odštěpuje kyselina mléčná z kaseinového komplexu vápník a vzniká mléčnan vápenatý, který přechází do syrovátky. Při sladkém srážení zůstává vápník vázaný na kasein. Oba typy syrovátky se liší kyselostí a označují se jako sladká a kyselá syrovátka (tabulka 15).

Tabulka 15: Složení syrovátky

Ukazatel (%)	Sladká syrovátka (sýry)	Kyselá syrovátka (tvarohy)	Syrovátka z výroby kaseinu
sušina	5-7	5-7	5-7
popel	0,6	0,7	0,7
bílkoviny	1,0	1,0	1,0
laktóza	4,9	4,5	4,5
tuk	0,3	0,1	0,1
pH	6,5-6,6	4,8-5,0	4,4-4,6

Zdroj: Lukášová, 2001

12.7.1 Využití syrovátky

Tekutou či zahuštěnou syrovátku lze využít ke krmení hospodářských zvířat i k dalšímu zpracování jako celek či její jednotlivé součásti, které se pak využijí ve výživě lidí, ve farmaceutickém průmyslu či k technickým účelům.

Sladká syrovátka je surovinou pro výrobu italského *sýra Ricotta*. Po zahřátí syrovátky dojde k vysrážení syrovátkových bílkovin a jejich jemná měkká sraženina se dále zpracovává na čerstvý měkký sýr.

Ze syrovátky lze vhodným zařízením - odstředivkou či rotačním sítem - získat tuk, tzv. "*syrovátkové máslo*" používané např. při výrobě tavených sýrů.

Při *výrobě laktózy* se syrovátka záhřevem na 92-95 °C deproteinuje, zahušťuje, následně proběhne krystalizace laktózy a její úprava. Odstranění bílkovin lze provést také ultrafiltrací, kdy se bílkoviny získají jako koncentrát a laktóza je spolu s minerálními látkami obsažena

v permeátu, který se zpracuje obdobně, jako při prvním způsobu zpracování (zahuštění, krystalizace laktózy, úprava).

Po ionexovém odsolení (úprava chuti) a po hydrolýze se syrovátka použije k výrobě **syrovátkových nápojů**.

Většinou se **syrovátka zahuštěná na odparkách** či **reverzní osmózou** zpracuje na **sušenou syrovátku**. Surovátku lze sušit přímo nebo po úpravě. Jedním ze způsobů úpravy před sušením je demineralizace, kterou se ze syrovátky odstraní minerální látky a tím se syrovátka stane technologicky lépe zpracovatelnou.

K demineralizaci se používá elektrodialýza - membránový proces umožňující separaci látek. Hnací silou procesu je gradient elektrického potenciálu. Surovátka se dělí na diluát (odsolenou syrovátku) a koncentrát.

Sušená syrovátka je hygroskopická, stykem se vzduchem přijímá vlhkost, spéká se a tvrdne, což je způsobeno přeměnou laktózy z amorfni nestálé formy na stabilní monohydrát laktózy. Zařazením krystalizace laktózy u zahuštěné syrovátky a sušením v rozprašovací sušárně s vibrofluidním žlabem se dosáhne nehygroskopického výrobku. Sušení sladké syrovátky je obdobné jako sušení odtučněného mléka, sušení kyselé syrovátky je obtížnější, vzhledem k lepivosti způsobené přítomnou kyselinou mléčnou.

12.8 OVČÍ SÝRY

Z ovčího mléka se vyrábí za použití syřidla a smetanové kultury **ovčí hrudkový sýr**. Vzniklá sýřenina se v syrovátce ručně tvaruje do hrudky, která se vloží do formy či do plachetky, nechá se odkapat a tři dny prokysávat. Ovčí hrudkový sýr je i surovinou pro další zpracování.

Bryndza je přírodní bílý roztíratelný zrající sýr vyrobený mletím uzrálého hrudkového sýra. Hrudkový sýr 3-5 dní zraje, pak se očistí ořezáním zaschlé kůry, lisuje se, drtí a mele, mísí a solí.

Při výrobě **parenice** se hruška vloží do nádoby s teplou vodou (60-70 °C), roztírá se dřevěnou lopatkou o vnitřní stěnu nádoby, až vznikne jemné těsto. To se stlačováním rukama zbaví vody, vytahuje se a překládá. Vytáhne se z něj stuha, která se po nasolení v lázni svine ze dvou stran do plného „S“ převáže nití či řetízkem. Po oschnutí se může udit dýmem z tvrdého dřeva.

Oštiepok je polotvrdý sýr pařený či nepařený, uzený nebo neuzený.

Jako vedlejší produkt při výrobě ovčího hrudkového sýra vzniká **sladká syrovátka**, která zůstává ve výrobníku po vyndání hrudkového sýra a označuje se jako "nevarka".

Sladká žinčica se získá zahřátím sladké syrovátky po výrobě hrudky. Při zahřátí na 90 °C se mléčné bílkoviny vysrážejí a vytvoří povrchovou vrstvu. Pevná vrstva se naběračkou posbírání a promíchá. Žinčica je mírně sladké chuti s mandlovou příchutí. Kyselost sladké žinčice je asi 6,5 SH. **Kyselá žinčica** se vyrobí ze sladké žinčice po vychladnutí přirozeným prokysáním, má kyselost kolem 35 SH.

Urda je označovaná jako albuminový sýr, získá se stejným způsobem jako sladká žinčica, ale vysrážená bílkovina se nasbírání do plachetky, ze které se vytlačí syrovátka a zavěsí se k odkapání.

Zváranica je zbytek v nádobě při výrobě sladké žinčice nebo urdy. Používá se ke krmným účelům nebo se pije jako tzv. tenká žinčica.

12.9 TAVENÉ SÝRY

12.9.1 Definice

Tavené sýry vznikají technologickou tepelnou úpravou přírodních sýrů za přídavku tavicích solí. Upravené přírodní sýry se s přísadami zahřívají na teplotu kolem 85 °C (také až 120 °C) za stálého míchání. Tavení v závislosti na teplotě má pasterační, případně sterilizační účinek. Roztavená hmota se horká balí a vychlazuje v obalech.

12.9.2 Princip vzniku tavených sýrů

Běžně nelze zahřívát přírodní sýr na teplotu tavení bez rozvrstvení hmoty na vysrážené bílkoviny na dně, vodní fázi ve střední části a tuk na povrchu. Proto se při tavení přidávají k přírodním sýrům tavicí soli, které rychle rozpouštějí bílkoviny a zamezují jejich srážení tím, že vážou určitý podíl vápníku ze sýra. Principem výroby tavených sýrů je výměna vápenatých iontů v surovině sodíkovými, případně draselnými ionty tavicích solí. Tím je omezena vazba vápenatých iontů na bílkovinu a je možné dosáhnout záhřevem krémové konzistence bez koagulace. Dále tavicí soli emulgují tuk, který je při míchání rovnoměrně rozptýlen do taveniny a také upravují pH.

12.9.3 Suroviny pro výrobu tavených sýrů

Hlavní surovinou jsou *přírodní sýry*, přísadami tavicí soli, smetana, máslo, rostlinné tuky, sušené mléko a podmásli a další komponenty (zelenina, uzeniny, koření, ochucující látky).

Pomocnou a nezbytnou látkou jsou *tavicí soli*, které ovlivňují ve výrobku rozsah výměny vápenatých iontů, pH, krémování, barvu, konzistenci, chuť i trvanlivost. Obsah tavicích solí ve finálním výrobku nesmí přesáhnout 3 %. Jako tavicí soli se používají sodné a draselné soli kyseliny fosforečné a citronové, kyselé či zásadité, od roku 1929 se začaly využívat polyfosfáty. Obvykle se využívají citráty s rozsahem pH 5,0-5,7 pro výrobu sýrů s tužší konzistencí, fosfáty (6,0-6,3 pH) pro výrobu roztíratelných sýrů. Fosfátové tavicí soli mají definovaný obsah P₂O₅, který je sledován. Nejčastěji využívané polyfosfáty jsou produkty kondenzace orthofosforečanů v lineární formě. Při výběru druhu tavicí soli záleží na druhu suroviny - přírodního sýra, jeho struktuře a zralosti (se zvyšující se zralostí sýrů klesá dávka tavicí soli), dále na požadovaných vlastnostech vyráběného taveného sýra, podmínkách tavení, chlazení a balení.

12.9.4 Technologie výroby tavených sýrů

- **Příprava surovin k tavení**

Vybrané přírodní sýry se očistí, nakrájejí se na bloky, které se rozdrobí a melou na mlecích soupravách (válnové mlýny, koloidní mlýnky, kutry). Podle receptury se naváží pomleté sýry a přidají se ostatní přísady. Pro lepší vlastnosti sýra se přidává i tzv. nátavek, část taveniny po předchozím tavení.

- **Tavení sýrů**

Tavení probíhá v *tavičkách* nebo v *kutrech* s ohřevem. Připravená surovina s přísadami s v kotli uzavře víkem opatřeným míchadlem a směs se zahřívá za pomalého míchání a podtlaku, vznikajícím odsáváním par - vývěva vytváří podtlak 0,04-0,05 MPa. Taví se podle druhu sýra při teplotě kolem 85 °C, doba tavení je 10-15 minut. Při použití duplikátorových kotlů se obsah tavičky ohřívá přímo (parou) a zároveň z duplikátorového pláště tavičky.

Na dalším přídatném zařízení lze provést i sterilaci taveniny při 120 °C, čímž se odstraní případné sporotvorné mikroorganismy a prodlouží trvanlivost, ovšem konzistence výrobku je teplotou do jisté míry ovlivněna.

Vzniklá tavenina musí být hladká, s požadovanou viskozitou a dalšími vlastnostmi, nesmí uvolňovat kapénky tuku, nesmí se rozpadat ani lepit na obal.

Horká tavenina se nalévá do *formovacích a balících strojů*. Teplota taveniny před balením by neměla klesnout pod 75 °C, aby nebyla poškozena konzistence sýrů. Zároveň se teplem ošetří obalový materiál.

Po zabalení se sýry vychladí, chlazením se ovlivňuje konzistence sýra. Při teplotě nad 25 °C probíhá i tzv. krémování; čím pomaleji se sýry chladí, tím je jejich konzistence tužší.

Vliv na konzistenci sýra má vztah sušiny a tuku, pH sýra (sýr s nižším pH má pevnější konzistenci), množství nátavku (malá část taveniny z předchozí výroby ji příznivě ovlivní), typ a stupeň prozrání přírodního sýra k tavení, a režim chlazení tavených sýrů.

12.9.5 Dělení tavených sýrů

Tavené sýry se *podle obsahu tuku v sušině* (tvs) dělí na vysokotučné (60-70 % tvs), plnotučné (45-55 % tvs), polotučné (40- méně % tvs) a nízkotučné (do 20 % tvs). Podle *použitých surovin* se dělí na jednodruhové (převažuje jeden druh sýra) a směsné. Podle *použití ochucovacích přísad* na neochucené a ochucené.

Výrobky označené jako *tavené sýry* mají obsah laktózy max. 5 %. Výrobky, kde je přidána další přísada mléčného původu – sušená syrovátka, mají obsah laktózy nad tuto hodnotu a označují se jako *tavené výrobky*.

12.10 VADY SÝRŮ

Vady sýrů jsou spojeny buď se zpracováním nevhodných surovin nebo s porušením technologické a hygienické kázně.

12.10.1 Vady povrchu sýrů

Vady tvaru se vyskytují jako deformace vzniklé při nesprávném lisování a při nešetrném zacházení s mladými sýry, **rozpukaný povrch** je následkem ukládání bochníkových sýrů ve vysokých vrstvách. Příčinami **bílé mazovitosti kůry** jsou nízká kyselost mléka, nízká teplota sýření, nevhodná dávka syřidla, nízká teplota při odkapávání a solení, tato vada bývá spojena se silně slanou až ostrou chutí. **Roztékavost** se projevuje ztrátou tvaru pod kůrou, která se odchlípuje, jádro zůstává tuhé. Příčinou bývá zpracování nakyslého mléka, nízká teplota při sýření, příliš měkká a špatně dosoušená sýřenina, nedostatečné solení nebo vysoká teplota při zrání a skladování sýrů. **Černání a modrání** sýrů vyvolává měď a železo, z nichž vznikají za přítomnosti NH_3 a H_2S tmavé sirníky. **Červené skvrny** vznikají působením mikroorganismů produkujících červenavé pigmenty, stejně tak hnědé skvrny jsou způsobené různými mikroorganismy. **Hnědavé zabarvení** sýrů na povrchu (i v těstě) bývá způsobeno velkými dávkami dusičnanů přidaných do mléka před sýřením. **Rakovina kůry** vyvolaná některými kvasinkami se u tvrdých sýrů projevuje vznikem měkkých míst, která se prohlubují směrem do jádra. Při **napadení sýrů roztočem** jsou sýry pokryty šedohnědým prachem (trus, pokožka ze svlékání, mrtví roztoči), z **kvasinek** se vyskytují nejčastěji *Candida* spp., *Kluyveromyces marxianus*, *Geotrichum candidum*.

12.10.2 Vady sýrů v nákroji

Časně duření vzniká nejčastěji u tvrdých sýrů již v prvních dnech výroby, projevuje se v těstě jako **sítovitost** - těsto je prostoupeno většími bublinami a má sítovitý charakter, nebo jako **hnidovitost** - těsto má velký počet velmi malých i středních dírek. Příčinou je silná tvorba plynu vyvolaná nejčastěji pomnožením koliformních mikroorganismů. Toto duření většinou pokračuje i ve sklepech, protože mnohé kmeny této skupiny mohou zkvašovat i kyselinu mléčnou. Vznik vady je podporován pomalým prokysáváním sýřeniny při formování a lisování (například nevhodná teplota, málo zářiviny nebo oslabená kultura, příliš teplá solná lázeň). **Pozdní duření** postihuje po několika týdnech zrání téměř výhradně sýry s vysokodohříváním sýřeninou. Projevuje se tvorbou četných velkých dutin. Sýry mají mdlou chuť a zápach po zvětralém másle. Příčinou vady jsou klostridia máselného kvašení (*Clostridium butyricum*, *Clostridium tyrobutyricum*), které jsou schopné kromě laktózy zkvašovat i mléčnan v sýru. **Trhliny v těstě tvrdých sýrů** se objevují při zpracování kyselého mléka nebo při použití příliš vysokého pasteračního zářevu. Jako **slepý sýr** se označuje sýr, v jehož těstě se netvoří oka pro nedostatek propionibakterií, naopak **nadměrná tvorba malých ok** je výsledkem nadměrně vysokých počtů propionibakterií, který svědčí o nedostatku soli a kyseliny v sýru. **Bílá hniloba tvrdých sýrů** se projevuje objevením se bílých, měkkých a zapáchajících ložisek v jádře, vadu způsobuje *Clostridium sporogenes* a její vznik podporuje ředění syrovátky ve výrobníku vodou, což má za následek snížení produkce kyseliny mléčné.

12.10.3 Vady tvarohu

Pokud není chuť a vůně typická, označují se výrobky jako *nezralé*. Vada vyplývá z nedostatečné kyselosti. Při nadměrné aktivitě mlékařských kultur naopak mají výrobky příliš *ostrou a kyselou chuť*, to s sebou nese i odchylky v konzistenci. Ložiskovité či difúzní šedomodré až černé *zbarvení* vzniká reakcí stop kovů a síry ze sirných aminokyselin nebo růstem barevných kolonií mikroorganismů.

12.10.4 Vady tavených sýrů

Nadměrná krémovitost bývá způsobena nadměrným přidavkem nátavku a použitím nevhodných tavících solí. *Oddělování tuku* je způsobenou nevhodně sestavenou směsí sýrů, nízkou dávkou tavících solí, *pískovitost* se projevuje tvorbou krystalů, což může způsobit vysoká teplota či délka tavení nebo nadměrná dávkou tavících solí. *Lepení sýrů na obalovou folii* je způsobeno vysokým obsahem vody v sýru, nedostatečně krémovitou konzistencí, nevhodným průběhem chlazení nebo hodnotou pH vyšší, než 6,2. *Dírkovitost* může být vadou mikrobiální nebo vznikne při uzavření vzduchu v tavenině, při nízké úrovni vakua v tavičce nebo při špatné funkci plničky a baličky.

Vady chuti vznikají při použití nevhodných surovin nebo při nevhodných parametrech tavení, chuť je pak zatuchlá, nažluklá, vařivá, prázdná.

12.10.5 Kažení sýrů

Příčinou mikrobiálního kažení sýrů mohou být bakterie nebo plísně a kvasinky. Typ kažení závisí na vlastnostech jednotlivých druhů sýrů. Výsledkem mikrobiálního kažení jsou vizuální a organoleptické změny na povrchu nebo uvnitř sýrů.

Růst **plísní** v sýrech je nežádoucí s výjimkou kulturních druhů nezbytných pro zrání. Kažení způsobené plísněmi se projevuje zatuchlým zápachem, skvrnami a roztékavostí výrobků. Nejčastěji se vyskytují rody *Aspergillus* a *Penicillium*. Některé druhy plísní jsou schopné růst i při nízkých teplotách (4-10 °C). Kontaminaci výrobků plísněmi lze předejít dodržováním hygieny v průběhu výroby a zvláště pak v průběhu zrání (filtrace vzduchu, používání ultrafialového světla). Svůj význam má i vakuové balení sýrů nebo použití modifikované atmosféry.

Výskyt plísní je nežádoucí vzhledem k možnosti produkce **mykotoxinů**. Mykotoxiny se však do sýrů mohou dostat také prostřednictvím mléka jako důsledek zkrmování plísněmi kontaminovaného krmiva. V případě aflatoxinů není jejich množství v mléce nijak ovlivněno pasteračním procesem, a přestože se během zrání a skladování jejich obsah snižuje, 50 % zůstává v sýrech. Nejen plísně, které kontaminovaly výrobek, mohou produkovat mykotoxiny. Z kulturních plísní je riziko produkce mykotoxinů známé například u *P. camembertii* (kyselina cyklopiazonová) a *P. roquefortii*. Produkce mykotoxinů bývá ovlivněna teplotou skladování. Aflatoxiny produkované *A. flavus* nebo *A. parasiticus* se v čedaru nevytváří při teplotách pod 7 °C.

Kvasinky mohou způsobit kažení čerstvých sýrů. Vada se projevuje během skladování tvorbou plynu a změnou chutě a vůně výrobku. U zrajících sýrů kvasinky způsobují produkci slizu na povrchu výrobků.

Růst **bakterií** způsobujících kažení sýrů může být omezen kombinací nízkého pH (4,5-5,0), nízké aktivity vody, nízkého obsahu kyslíku a často vyšší koncentrace soli ve výrobku. Množení kontaminující mikroflóry je potlačeno zvláště u sýrů, kde jsou v technologii výroby využity startovací kultury. Mléčné kultury využívají při zrání laktózu, která je pak nedostupná pro kontaminující mikroorganismy. Proto se na kažení zrajících sýrů podílí mikroorganismy schopné využít kyselinu mléčnou nebo produkty štěpení bílkovin (plísně, kvasinky, anaerobní sporetvorné bakterie jako např. *Clostridium butyricum*).

Na kažení sýrů se mohou podílet gram negativní psychrotrofní bakterie (*Pseudomonas* spp., *Alkaligenes* spp., *Achromobacter* spp., *Flavobacterium* spp a některé koliformní druhy). Výrobky jsou často těmito bakteriemi kontaminovány prostřednictvím solných lázní. Výsledkem jejich činnosti je hořká chuť výrobku, hniloba, žluklý pach, roztékavost nebo produkce slizu na povrchu sýrů. Bakterie čeledi *Enterobacteriaceae* a někdy i zástupci rodu *Bacillus* bývají uváděni jako původci již zmíněného časného duření sýrů, které se projevuje charakteristickou síťovitostí výrobku v důsledku tvorby plynu. Pozdní duření sýrů je vada typická nejčastěji pro sýry typu gouda, ementál nebo čedar a souvisí s výskytem spor *Clostridium butyricum*, *C. tyrobutyricum* a *C. sporogenes*, které přežily pasteraci. Kontaminace mléka těmito bakteriemi je často sezónní záležitostí (vyšší výskyt *C. tyrobutyricum* v zimě) a souvisí s jejich výskytem ve zkrmovaných silážích. Pro potlačení růstu klostridií byla úspěšně použita přírodní antimikrobiální látka nisin produkovaná kmeny *Lactococcus lactis*. Příčinou duření 3-6 týdněného čedaru mohou být laktobacily, které nejsou součástí startovací kultury. Vlivem produkce plynu jsou v sýru vytvořeny nepravidelné bubliny.

V předchozích kapitolách již byly zmíněny vady sýrů projevující se barevnými změnami v podobě bílých, žlutých hnědých, červených, rezavých a černých skvrn. Příčinou mohou být jak bakterie (např. enterokoky, laktobacily, *Propionibacterium* spp., pseudomonády), tak kvasinky a plísně (např. *Aspergillus niger*).

Patogenní mikroorganismy v sýrech

Příčinou mnoha hlášených nákaz vyvolaných bakteriemi *Listeria monocytogenes*, patogenními sérotypy *E. coli*, salmonelami a *Staphylococcus aureus* byla konzumace sýrů. Zvláště rizikovou potravinou jsou sýry vyrobené ze syrového mléka. Významnými bariérami proti přežití a množení bakterií jsou nízká skladovací teplota, přítomnost startovacích kultur, nízká hodnota pH, vyšší množství NaCl a nízká aktivita vody.

Velmi obávanou bakterií s vysokou úmrtností je v případě sýrů *Listeria monocytogenes*. Jde o psychrotrofní bakterii s ubikvitárním výskytem. Může být přítomna v syrovém mléce, ale sýry bývají kontaminovány zpravidla po pasteraci mléka během výroby v důsledku nedostatečné hygieny a sanitace. Rizikovou potravinou z hlediska výskytu *L. monocytogenes* jsou plísně zrající sýry. Růstem kulturních plísní na povrchu zrajících sýrů typu camembert se zvyšuje hodnota pH na 6-7. V kombinaci s vyšší aktivitou vody výrobku, teplotou zracích komor (8-12 °C) a delší dobou zrání jsou vytvořeny podmínky umožňující množení *L. monocytogenes* na počty přesahující infekční dávky. Ke stejnému procesu může dojít i během zrání sýrů s plísní uvnitř těsta (niva) nebo u měkkých sýrů zrajících pod mazem (Olomoucké tvarůžky). Proto je povinností výrobců u těchto rizikových potravin určených k přímé spotřebě vyloučit přítomnost *L. monocytogenes* ve stanoveném množství před expedicí do tržní sítě. Účinnou prevencí se jeví přídavek mikroorganismů produkujících bakteriociny (rod *Pediococcus*). Stejně významnou prevencí listeriózy je uchovávat sýry při chladírenské teplotě po celou dobu skladování, dodržet dobu použitelnosti a vyvarovat

se konzumace zmíněných typů sýrů u rizikových skupin obyvatel (těhotné ženy a další osoby se sníženou imunitou).

Výskyt salmonel a enteropatogenních (EPEC) nebo enterohemorhagických (EHEC) kmenů *E. coli* je možný především u sýrů vyrobených ze syrového mléka, ale i jako důsledek post-pasterační kontaminace výrobků.

U syrového mléka je relativně běžný výskyt nízkých počtů *S. aureus*, vzácností není kontaminace sýrů *S. aureus* během výroby a zpracování, zvláště u těch výrobků, kde je vysoký podíl ruční práce. Stafylokokové enterotoxiny (SEs) vyvolávající alimentární intoxikaci se vytvoří v sýrech, kde počty kmenů *S. aureus* schopné SEs vytvářet přesáhnou počty 10^5 KTJ.g⁻¹. Množení *S. aureus* umožňuje především skladovací teplota vyšší než 10 °C a vyšší pH sýrů.

12.10.6 Biogenní aminy v sýrech

Biogenní aminy v potravinách

Biogenní aminy (BA) hrají důležitou roli v metabolických procesech u živých organismů. V potravinách jsou obsaženy zejména u fermentovaných potravin. U potravin nefermentovaných však obsah BA (zejména putrescinu a kadaverinu) je považován za indikátor kažení a závad ve zpracování potravin. V případě vysokého příjmu BA potravou organismus konzumenta nestačí degradovat BA přirozenými metabolickými procesy a dochází k intoxikaci BA.

Toxikologie BA

Nejčastěji sledované BA pro jejich toxické působení jsou histamin, tyramin a 2-fenylethylamin. Histamin obsažený v potravě je příčinou tzv. scombroid poisoning, kdežto tyramin je příčinou migrén a krizí z vysokého tlaku. Konzumace potravin s vysokými obsahy BA může významně ohrozit zdraví pacientů užívajících antidepresiva a dalších rizikových skupin jako jsou astmatici a malé děti. Obecně se přijímá, že obsah histaminu 100 mg.kg⁻¹ potraviny může způsobit intoxikaci a 100 - 800 mg.kg⁻¹ tyraminu tzv. reakci na sýr.

Tvorba BA v sýrech

Sýry představují ideální prostředí pro tvorbu biogenních aminů (BA). BA vznikají převážně dekarboxylací volných aminokyselin za katalýzy bakteriálních dekarboxyláz. Pro jejich tvorbu je nutná přítomnost volných aminokyselin, bakterií produkujících dekarboxylázy aminokyselin a podmínek, při nichž bakterie mohou růst a syntetizovat dekarboxylázy. Dekarboxylázy aminokyselin se u bakterií příliš nevyskytují, ale schopnost tvořit BA byly popsány pro mikroorganismy z čeledi *Enterobacteriaceae*, laktobacilů a *Enterococcus* spp. Mikroorganismy obsahující dekarboxylázy mohou být součástí přirozené flóry potraviny nebo do potraviny mohou být vneseny formou kontaminace. Koncentrace volných aminokyselin jak v původní surovině, tak i v sýru jsou tak nízké, že působením dekarboxyláz by vzniklo netoxické množství BA. Podmínkou tvorby BA v sýrech je proto proteolýza kaseinu.

BA a zrání sýrů

Při zrání sýrů se BA vytváří nejvíce v období, kdy nárůst koncentrací mikroorganismů je největší. Z technologických podmínek jsou při zrání sýrů limitujícími faktory pro vznik BA

teplota, pH a koncentrace soli. Zvýšení teploty a zvýšená hodnota pH při zrání vedou k vyšším koncentracím aminů v sýru. Vysoká koncentrace soli obecně brzdí tvorbu BA. Čím déle se sýr skladuje při vyšších teplotách, tím více BA obsahuje.

Obsah a profil BA v sýrech

Obsahy aminů se významně mění nejen podle typu sýra, ale i v rámci jednoho typu. Sýry obvykle obsahují jednotky až stovky mg.kg^{-1} histaminu, tyraminu, kadaverinu a putrescinu, jednotky až desítky mg.kg^{-1} 2-fenylethylaminu a malá množství tryptaminu. Obsahy BA mohou výjimečně dosáhnout až gramových množství na kg sýra, což závisí na řadě podmínek, zejména na ošetření výchozí suroviny a technologických faktorech.

Při sledování profilu BA byly nejvyšší obsahy BA nalezeny u tvarůžků ($3\ 013\ \text{mg.kg}^{-1}$) a ostatních měkkých zrajících sýrů. Vysoké hodnoty byly nalézány i u sýrů s vysokodohřívanou sýřeninou a u sýrů plísňových zejména tzv. modrých sýrů. Pokud se týká jednotlivých BA tak nejvyšší hodnoty tyraminu byly nalezeny u sýrů s vysokodohřívanou sýřeninou a u měkkých zrajících sýrů. Vysoké hladiny putrescinu ($597\ \text{mg.kg}^{-1}$) a kadaverinu ($1\ 000\ \text{mg.kg}^{-1}$) byly stanoveny zejména u měkkých zrajících sýrů a sýrů plísňových. Velmi vysoké hodnoty byly stanoveny u sýrů se senzorickými defekty tj. až $1\ 860\ \text{mg.kg}^{-1}$ kadaverinu.

Hygienické zhodnocení konzumace sýrů

Na podkladě získaných profilů BA a toxikologických dat nelze doporučit ke konzumaci rizikovým skupinám osob měkké zrající sýry a sýry s vysokodohřívanou sýřeninou případně plísňové sýry, naopak lze doporučit sýry s krátkou skladovací dobou a jemnou chutí, jako jsou sýry smetanové a termizované měkké sýry.

13 KONCENTRÁTY MLÉČNÝCH BÍLKOVIN

Do kategorie bílkovinných koncentrátů jsou zařazeny výrobky s obsahem bílkovin vyšším než 80 %, vyrobené z odtučněného mléka. Členění bílkovinných koncentrátů je dáno způsobem výroby, vlastnostmi a jejich dalším použitím. Po výrobě a před dalším zpracováním mají formu sušených prášků, granulí, v menší míře formu roztoků, gelů nebo past. Podle způsobu výroby a základních vlastností je však lze například rozdělit na dvě základní skupiny: rozpustné a nerozpustné bílkovinné koncentráty.

13.1 NEROZPUSTNÉ BÍLKOVINNÉ KONCENTRÁTY

- **Kyselý kasein** je srážen z mléka zvýšením jeho kyselosti, resp. snížením pH. Získaný koncentrát obsahuje prakticky pouze kaseinovou frakci mléčné bílkoviny. Má technické využití a v potravinářském průmyslu je surovinou pro výrobu kaseinátů. Při přímém použití může být využita jeho nutriční hodnota a bobtnavé vlastnosti.
- **Sladký kasein** je srážen z mléka působením syřidel, především na bázi chymozinu, pepsinu, případně jiných. Obsahuje pouze kaseinovou frakci mléčné bílkoviny. Je převážně používán pro technické účely pro výrobu umělé rohoviny nebo v potravinářském průmyslu.
- **Koprecipitáty** jsou koncentráty obsahující všechny bílkoviny (kasein, sérové bílkoviny), které jsou sráženy vysokoteplým záhřevem. Používají se v potravinářském průmyslu, kdy se uplatňuje jejich bobtnavost a nutriční hodnota, která je ve srovnání s kaseinem vyšší, vzhledem k vyšší nutriční hodnotě obsažených syrovátkových bílkovin.

13.2 ROZPUSTNÉ BÍLKOVINNÉ KONCENTRÁTY

- **Kaseináty** vznikají rozpuštěním kaseinu, podle druhu v různých zásadách, solích případně kyselinách, tyto roztoky jsou nakonec většinou sušeny. Mají široké uplatnění v mnoha oblastech potravinářského průmyslu, především pro své schopnosti vázat vodu, emulgovat tuk, tvořit pěnu (nášleh) a pro svou nutriční hodnotu.
- **Koncentráty rozpustné** vznikají obdobně jako kaseináty, ale rozpouštění nerozpustného koprecipitátu je ve srovnání s přípravou kaseinátů obtížnější. Jejich použití je obdobné použití kaseinátů, emulgační schopnost vždy nemusí dosahovat schopnosti kaseinátů.
- **Koncentráty mléčných bílkovin** jsou získané pomocí membránových procesů, především ultrafiltrací odtučněného mléka. Obsahují jak kasein, tak syrovátkové bílkoviny. Při ultrafiltraci syrovátky koncentrát obsahuje pouze syrovátkové bílkoviny. Ultrafiltrací získané koncentráty jsou obvykle sušeny. Obsahují bílkovinu v méně denaturované formě než koncentráty získané tepelným či chemickým vysrážením, za předpokladu šetrného tepelného ošetření mléka a šetrného sušicího režimu. Jsou značně rozpustné a mají určité emulgační, vazebné a pěnicí schopnosti, ale ve srovnání s kaseináty a koprecipitáty mají vyšší obsah laktózy a minerálií.

14 MLÉČNÉ A SMETANOVÉ MRAŽENÉ KRÉMY

Mražený krém (MK) je výrobek získaný přípravou vhodné směsi a jejím zmrazením snížením teploty na $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Směs je emulzí mléčného tuku v plazmatu skládajícího se z koloidního roztoku bílkovin a pravého roztoku cukru a minerálních látek ve vodě, obsahuje látky chuťové, aromatické, emulgátory a stabilizátory, případně rostlinný tuk. Tekutá směs se pasteruje, filtruje, homogenizuje a po fyzikálním zrání zmrazuje za současného intenzivního šlehání, čímž se značně zvětší objem krému. Našlehání je 70-110 %.

Mražený krém je označen jako mražený krém mléčný, pokud obsahuje mléko (obsah mléčného tuku nejméně 2,5 % hm., tukuprostá mléčná sušina nejméně 6 % hm.), smetanový (obsah mléčného tuku nejméně 8,0 % hm.).

14.1 SUROVINY PRO VÝROBU MK

Základní surovinou pro výrobu MK je mléko a smetana, jejichž součástí se podílejí na vzniku charakteristického výrobku a pomocné látky.

- **Mléčný tuk** ovlivňuje vůni, chuť a strukturu a podílí se na stabilitě struktury MK. Nejlepším zdrojem mléčného tuku je smetana. Dodává směsi dobrou šlehatelnost, požadovanou chuť a vůni. Dále se používá máslo, mražená smetana a rostlinné tuky (mražený krém s rostlinným tukem). Tukové kuličky smetany se částečně shlukují, a to je velmi důležité pro udržení tvaru a suchosti hmoty. Homogenizací se shlukování výrazně snižuje, příčinou jsou velmi malé kuličky tuku potažené bílkovinnou membránou. Proto je nutné používat emulgátory, které usnadní shlukování, ke kterému dochází v průběhu mražení.
- **Mléčná bílkovina** působí jako emulgátor, podílí se na vazbě vody a pomáhá udržovat „nášleh“ při mražení. Jako zdroj bílkovin se používá pasterované mléko, zahuštěné neslazené mléko, sušené mléko, sladké sušené podmásli.
- **Sacharidy** zajišťují sladkou chuť. Mají vliv na konzistenci, nášleh, teplotu mražení a tání směsi. Chrání vodní fázi MK před zmrazením celého podílu i při velmi nízkých teplotách, což zlepšuje konzistenci výrobků. Nejčastěji se používá sacharóza, méně často fruktózový nebo glukózový sirup, případně laktóza.
- **Emulgátory** snižují povrchové napětí, usnadňují tvorbu emulze a vytvořenou emulzi stabilizují. Tím se dosáhne zlepšení šlehatelnosti směsi a jemné struktury. Používají se emulgátory na bázi monoacylglycerolů.
- **Stabilizátory** vážou značné množství vody, tvoří ve vodě koloidní roztoky. Mléko sice obsahuje přirozené stabilizační látky (mléčné bílkoviny, lecithin, fosfáty a citráty), ale při výrobě MK se běžně přidávají stabilizátory, například agar, algináty, želatina, arabská guma, karagenan, lecithin, pektin, karboxymethylcelulóza. Stabilizátory zlepšují konzistenci a pružnost a snižují rychlost tání.

14.2 TECHNOLOGIE VÝROBY MRAŽENÝCH KRÉMŮ

Technologie výroby sestává z následujících výrobních stupňů:

- **Příprava základní směsi**

Suroviny se mísí ve směšovací nádrži opatřené míchadlem. Nádrž je duplikátorová, takže v ní lze během rozpouštění směs zahřívát, popřípadě i pasterovat. Nejdříve se za intenzivního

míchání mísí tekuté složky základní směsi - mléko, smetana, sirup, rostlinné oleje. Při teplotě 35 °C se rozpouští sušené mléko. Prášková želatina se mísí se stejným množstvím sacharidů a přidává se do směsi teplé asi 50 °C, lze ji přidávat do směsi rovněž po nabobtnání nebo ve formě roztoků. Emulgátor, máslo a mražená smetana se přidávají do směsi při teplotě nad bodem tání tuku (přibližně 45 °C).

- **Tepelné ošetření směsi**

Tepelné ošetření základní směsi spočívá v pasteraci, která se provádí v duplikátorových nádobách za stálého míchání nebo se používá kontinuální pasterace při 75-85 °C (i vyšších) po dobu 15 až 20 sekund, prováděná na deskových pastérech.

- **Homogenizace směsi**

Na pasteraci navazuje homogenizace, provádí se při teplotách od 60 do 80 °C. Účelem homogenizace základní směsi je zvýšit stabilitu tukové emulze roztrháním tukových kuliček. Provádí se v homogenizátorech, homogenizační tlak se řídí obsahem tuku ve směsi a jeho druhem. Před homogenizací se směs filtruje, aby nerozpuštěné částice z použitých surovin nezneškodily výrobek a nepoškodily strojní zařízení.

- **Chlazení a zrání směsi**

Po homogenizaci se směs zchlazuje v deskových chladičích na teplotu 2-4 °C a napouští do zracích tanků. Nízká teplota se udržuje po dobu, kdy probíhá několik hodin fyzikální zrání směsi.

- **Ochucování**

Ochucující přísady se přidávají do mražených krémů před zmrazováním nebo až po opuštění výrobku.

- **Zmrazování a našleh směsi**

Základní směs se částečně zmrazí a současně se do ní našlehá potřebné množství vzduchu. Tím se přemění v našlehanou polotekutou hmotu, vhodnou pro další tvarování a ztužování chladem. Zmrazování a našlehávání se provádí na výrobnících, *freezerech*, které tvoří trubkový plášťem chlazený stíraný chladič, na jehož vychlazený vnitřní povrch je nanášena základní směs, která je současně se zmrazováním seškrabována pomocí nožů upevněných na otáčející se hřídeli chladiče. Zmrazování směsi trvá 5-10 sekund. Zmražený krém opouští výrobek v polotekutém stavu. Jeho výsledná teplota se reguluje podle způsobu dalšího zpracování, tuhý krém určený pro tvarování a lisování má teplotu -7 °C, měkký krém pro plnění do kelímků -2 až -3 °C. Čerstvě zmražený krém má jemnou konzistenci, je polotekutý a velmi chutný. Voda je z 35 až 38 % ve formě drobných ledových krystalků, zbývající část vody je vázána na sušinu výrobku. Našlehaná směs vytváří četné přepážky uzavírající vzduch, které jsou zpevněny tukovými kuličkami a krystalky ledu. Přepážky mají být co nejtenčí, aby v nich bylo co nejméně zbývající vody, která vykrytalizuje při dalším snížení teploty při ztužování. Tato druhá krystalizace probíhá v klidu na krystalech vytvořených při zmrazování. Čím menší jsou konečné krystaly vody, tím je výrobek jemnější a jakostnější. Velikost krystalů vody a konzistenci MK ovlivňují stabilizátory a dobře homogenizovaný tuk. Čím je směs tučnější, tím menší krystaly se tvoří. Bublínky našlehaného vzduchu mají být rovnoměrně rozptýleny a mají mít velikost 60 až 100 μm. Velké bublinky způsobují křehkost, hrubost, příliš malé pak tuhost výrobku. Objem našlehaného vzduchu je ovlivňován celkovou sušinou směsi a jakostí stabilizátoru. Soli vápníku našleh snižují a zpomalují průběh šlehání, citráty a fosfáty našleh výrazně zvyšují a zkracují dobu šlehání.

- **Formování, balení a ztužování**

Zmražená a našlehaná směs se ihned formuje a balí. Existují tři způsoby formování a balení: plnění polotekutého krému do obalů a ztužení, plnění krému do forem, ztužení a balení, formování hluboko mraženého krému a balení. Mražené krémy pro přímou spotřebu se plní do kelímků a kornoutů nebo se tvarují ve formičkách. Tvarování probíhá tak, že se mražený

krém z výrobníku plní do formiček pomocí plnicího zařízení při teplotě asi $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, ke tvarování krému dochází za pohybu formiček v solankové lázni o teplotě $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dále se vsazují držátka. Ztužuje se na vnitřní teplotu $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ohřevem formiček oplachem teplou solankou $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ se vytvarovaný výrobek odtaví.

14.3 Mikrobiologie mražených mléčných a smetanových krémů

Mikroflóra před tepelným ošetřením základní směsi mražených krémů je představována bakteriemi, které vstupují do výrobního procesu spolu s hlavními surovinami: mlékem, smetanou, sušeným mlékem atd. Pokud se v mražených krémech vyskytne mikroflóra nebo toxiny (např. mykotoxiny) netypická pro mléčné výrobky, příčinou bývají kontaminované suroviny jako např. čokoláda, ovoce, ořechy, které jsou obvykle přidávány do směsi po pasteraci.

Bakterie mohou být příčinou **kažení** mražených krémů, avšak možný je výskyt i **patogenních mikroorganismů**. Pasterací směsi je devitalizovaná většina bakterií podílejících se na kažení finálních výrobků s výjimkou sporotvorných psychrotrofních mikroorganismů (r. *Bacillus*). Bylo prokázáno, že směs na výrobu mražených mléčných krémů lépe chrání mikroorganismy před účinky tepla než mléko, což zdůrazňuje význam dodržení teploty a doby tepelného ošetření. Správně mražené výrobky neposkytují vhodné prostředí pro růst mikroorganismů. Mikroflórou způsobující kažení potravin jsou tedy kontaminovány výrobky především ve výrobních krocích, které následují po pasteraci směsi, proto je nezbytné provádět obzvláště důkladně čištění a dezinfekci zařízení za pasterací a používat ingredience s vysokou mikrobiologickou kvalitou. V prevenci mikrobiálního kažení mražených krémů je dále důležité dodržet požadovanou teplotu směsi mezi pasterací a mražením.

Pokud jsou příčinou onemocnění z potravin mražené krémy, zpravidla se jedná o výrobky vyrobené z nepasterovaného mléka. Často jde o doma vyrobené mražené krémy obsahující nepasterované mléko, smetanu nebo vejce a nedostatečně tepelně ošetřené nebo kontaminované během výroby.

Salmonely mohou v mraženém krému přežít po dlouhou dobu. Příčinou jejich výskytu v těchto výrobcích je nesprávně provedená nebo žádná pasterace, postpasterační kontaminace nebo použití syrových vajec. Jedna z největších nákaz v USA způsobených r. *Salmonella* popsána v roce 1994 byla způsobena křížovou kontaminací pasterované směsi, ke které došlo v transportních tancích používaných na přepravu syrových vajec, protože směs nebyla následně repasterována.

Přestože se *Listeria monocytogenes* množí při nízkých teplotách, je relativně odolná působení vyšších teplot a je schopna přežít při teplotě $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 14 týdnů bez snížení počtu životaschopných buněk, bývají tyto potraviny příčinou listeriózy jen sporadicky. Příčinou občasných nálezů *L. monocytogenes* v mražených mléčných výrobcích je zpravidla postpasterační kontaminace.

Prostřednictvím rukou a sliznic pracovníků může dojít ke kontaminaci mražených krémů *Staphylococcus aureus*. Ten ale nepřežívá pasteraci, nemnoží se při nízkých teplotách a produkce stafylokokových enterotoxinů není možná při teplotách do $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

V mražených krémech byl zaznamenán i výskyt *B. cereus* vzhledem ke schopnosti spor přežít pasteraci. Byla popsána i nákaza způsobená verotoxinogenními kmeny *Escherichia coli* (VTEC), a to především díky velmi nízké infekční dávce.

15 MODERNÍ TECHNOLOGIE V MLÉKAŘSTVÍ

Tradiční technologické postupy používané k výrobě potravin jsou založené na využití teplot s cílem zajistit zdravotní nezávadnost a určitou trvanlivost výrobků. Použití vysokých teplot však přináší některé negativní jevy, jako je ztráta některých vitamínů, esenciálních živin a změna smyslových vlastností (vařivá vůně).

Ve snaze zajistit nejen zdravotní nezávadnost, ale také biologickou hodnotu potravin, byly vyvinuty netermální technologie: vysokotlaké ošetření, použití pulsního elektrického pole, intenzivních světelných pulzů, záření a membránových filtrací.

15.1 VYSOKOTLAKÉ OŠETŘENÍ POTRAVIN

Praktické využití vysokého izostatického tlaku pro potraviny vychází ze dvou základních principů - je to *Le Chatelierův princip* (všechny jevy doprovázené zmenšením objemu jsou vysokým tlakem urychlovány a naopak) a *zákon o šíření tlaku v kapalinách* (tlak se šíří konstantně všemi směry v celém objemu stlačeného vzorku). Hlavním cílem vysokotlakého ošetření je destrukce mikroorganismů. Účinek vysokého tlaku závisí na velikosti a době expozice, druhu mikroorganismu, teplotě procesu a prostředí, v němž se mikroorganismy vyskytují. Citlivost mikroorganismů k účinkům vysokého tlaku je různá. Účinek spočívá v inaktivaci enzymů a poškození DNA, RNA ribozomů v buněčné stěně mikroorganismů, způsobených náhlými změnami objemu buňky a denaturací proteinů membrán a buněčné stěny. Vysoký tlak má značný vliv také na bílkoviny mléka, při použití nižších tlaků jsou procesy denaturace vratné, nad 300 MPa již nevratné. Vysoký tlak působí také na enzymy, jejich aktivita se snižuje. Různé enzymy mohou sloužit jako indikátor intenzity ošetření vysokým tlakem. Dále vysoký tlak urychluje, iniciuje a zesiluje v závislosti na parametrech procesu krystalizaci mléčného tuku a zvyšuje viskozitu smetany.

Vysokotlaké zařízení tvoří tlaková nádoba, generátor tlaku, regulace teploty a zařízení pro manipulaci s výrobky. Technologie vysokých tlaků se aplikuje buď přímým působením zařízení na kapalnou potravinu, která je poté asepticky balena na klasickém zařízení nebo se aplikuje na předem zabalenou potravinu, hermeticky uzavřenou ve flexibilním obalu, kdy je tlak přenášen nízkostlačitelnými kapalinami, jako je voda nebo olej. Vysokotlaké ošetření se provádí pod tlakem 300-1000 MPa při teplotě místnosti nebo nižší. Tlak v potravinách zvýší teplotu jen nepatrně. Doba ošetření je 2-30 minut.

Střídavé působení vysokého a nízkého tlaku destrukci mikroorganismů zvýší.

15.2 PULZNÍ ELEKTRICKÉ POLE

Pulzní elektrické pole je aplikováno na tekuté potraviny ve formě krátkých pulzů s trváním přibližně několik mikrosekund až milisekund, přitom dochází k inaktivaci mikroorganismů a enzymů. Zevní elektrické pole indukuje elektrické potenciálové diference v buněčné membráně známé jako transmembránový potenciál. Jakmile transmembránový potenciál dosáhne kritické hodnoty, objeví se póry v buněčné membráně a tím se zvýší její propustnost. Mikrobiální inaktivace se zvyšuje při zvyšování síly elektrického pole, počtu mikroorganismů a iontové síly media.

Výrobní zařízení k zajištění pulsního elektrického pole vysoké intenzity sestává z řady součástí, z nichž základní jsou zdroje energie, komora pro vlastní ošetření potravin,

vysokonapěťový pulzátor, zařízení pro aseptické balení a další. Komory jsou důležitým prvkem zařízení a jsou statické nebo kontinuální.

15.3 APLIKACE SVĚTELNÝCH PULSŮ

Při aplikaci světelných pulsů při sterilizaci potravin a balícího materiálu se jedná o využití intenzivních krátce trvajících pulsů širokospektrého „bílého“ světla. Technologii světelných pulsů lze využít hlavně pro sterilizaci nebo redukci počtu mikroorganismů na povrchu obalů, výrobního zařízení a potravin. Materiál, který je takto ošetřován, je vystaven přinejmenším jednomu pulsu světla o hustotě energie v oblasti 0,01 až 50 J.cm⁻². Délka pulsu se pohybuje od 1 μs do 0,1s. Záblesky jsou aplikovány rychlostí 1-20 za sekundu. Krátké záblesky širokospektrého bílého světla lze využít k inaktivaci širokého okruhu mikroorganismů, včetně bakteriálních a plísňových spór.

Systém pro generování světelných pulsů sestává z energetické jednotky a lampové jednotky. Energetická jednotka generuje vysoké napětí, vysokoproudé pulsy nutné k nabití lamp. Vysoké napětí je používáno k nabití kondenzátoru. Jakmile je kondenzátor nabitý, elektrická energie se převede do lamp. Lampová jednotka sestává z jedné nebo více lamp naplněných inertním plynem. Je připojena k energetické jednotce vysokonapěťovým kabelem. Vysoký proud prochází inertním plynem v lampě a emituje intenzivní světelné pulsy. Záblesková frekvence je usměrňována podle druhu ošetřeného materiálu.

15.4 MEMBRÁNOVÁ FILTRACE

Membránová filtrace je tlakem řízený separační a koncentrační proces, ve kterém se složky daného potravinářského výrobku rozdělují membránou na dva proudy: permeát a retentát. Permeát obsahuje kromě vody složky, které prošly membránou, naopak retentát obsahuje složky, které byly membránou zadrženy. Jde o čistě mechanický postup. Existují 4 základní typy membránových filtrací

15.4.1 Reverzní osmóza

Reverzní osmóza je považována za silně koncentrující metodu. Membrány užívané pro reverzní osmózu propustí v podstatě pouze vodu, kromě vody prochází velmi malé množství nízkomolekulárních složek (anorganické soli, nebílkovinné dusíkaté látky, organické kyseliny). Membrány mohou být různého tvaru i uspořádání, v mlékárenském průmyslu se používají nejvíce membrány deskové v rámu (organické), membrány spirálově vinuté (organické) a membrány trubkové (organické a keramické).

15.4.2 Nanofiltrace

Při nanofiltraci jsou používány poněkud více otevřené membrány, prochází jimi více anorganických solí, nebílkovinných dusíkatých látek, organických kyselin a také laktóza. Filtrovaná kapalina je tedy koncentrována a zároveň demineralizována a delaktózována.

15.4.3 Ultrafiltrace

Ultrafiltrace je koncentrační a frakcionační proces. Lze použít různé membrány umožňující prostup molekul o molekulové hmotnosti mezi 1 000 a 200 000.

15.4.4 Mikrofiltrace

Při mikrofiltraci se užívají ještě více otevřené membrány, tj. velikost pórů membrán je 0,1-5 mikrometrů. Mikrofiltrace se používá hlavně pro frakcionaci proteinů (malé velikosti pórů) a pro čištění a odstraňování bakterií (větší velikosti pórů).

15.4.5 Přehled aplikací membránových filtrací v mlékárnách

Přehled aplikací membránových filtrací v mlékárnách je uveden v tabulce 16.

Tabulka 16: Přehled aplikací membránových filtrací

Úprava mléka	- odstranění bakterií - standardizace mléka a zahuštění mléčných bílkovin - frakcionace kaseinů
Výroba sýrů	- snížení bakterií a spór v mléce - koncentrace sýrařského mléka
Zpracování syrovátky	- koncentrace syrovátkových bílkovin - frakcionace syrovátkových bílkovin - demineralizace syrovátkových bílkovin

16 SANITACE V MLÉKÁRENSKÉM PRŮMYSLU

16.1 ÚVOD

Povinností výrobce je vytvořit a dodržovat takové podmínky při výrobě potravin a manipulaci s nimi, kterými zabezpečí, že potraviny, které se dostanou ke spotřebiteli, budou bezpečné ze zdravotního hlediska a použitelné k danému účelu. Nezbytným základem při výrobě a zpracování potravin je pochopení a realizace požadavků správné výrobní praxe (GMP) a správné hygienické praxe (GHP), specifických pro určitý výrobek, komoditu nebo typ výroby. Požadavky GMP a GHP představují absolutní minimum z hlediska řízení rizik spojených se zdravotní nezávadností potravin. Požadavky GHP zahrnují:

- hygienický design a konstrukci prostor pro výrobu a zpracování potravin
- hygienický design a konstrukci strojního vybavení
- čisticí a dezinfekční procedury (sanitační program)
- obecné hygienické praktiky zabezpečující hygienickou kvalitu potravinářských surovin, hygienické provádění manipulace s potravinami, hygienu pracovníků včetně zabezpečení pravidelného hygienického vzdělávání.

Procesy čištění a dezinfekce jsou nezbytnou součástí výroby potravin a účinnost těchto operací vysoce ovlivňuje kvalitu finálních výrobků. Podmínkou pro účinný sanitační program je splnění podmínek vysokého hygienického standardu ve výrobním závodě (výrobních prostor a technologických zařízení). Efektivní sanitační program nemůže v žádném případě nahradit nebo skrýt základní nedostatky v hygienickém designu a konstrukci výrobních prostor a technologických zařízení. Sanitační program tvoří plán čištění a dezinfekce všech používaných strojních zařízení a výrobních prostor, návod na jeho provádění, záznamy o kontrolách a ověřování účinnosti zvolené metody čištění a dezinfekce.

16.2 SANITACE

Sanitace v potravinářství představuje komplex činností, kterými se v provozu a jeho okolí zajišťují požadavky vyplývající z hygienické a protiepidemické péče o potraviny. Komplex činností zahrnuje následující procesy: čištění, dezinfekci, dezinfekci a deratizaci.

Užší pojem v některých případech označuje zajištění mechanické a mikrobiální čistoty prostředí a ploch, které přicházejí do styku s potravinami během zpracování, skladování, transportu apod.

16.2.1 Čištění

Pracovní postup, kterým se odstraňují z čištěného povrchu nečistoty, tj. nejrůznější látky organického a anorganického původu. Na vyčištěném povrchu nesmí být jakékoliv senzoricky nebo fyzikálně a chemicky prokazatelné nečistoty. Čištění je součástí sanitačních opatření a má bezprostřední vliv na výsledky desinfekce.

16.2.1.1 Druhy nečistot

Třídění nečistot má význam pro určení obtížnosti a způsobu odstranění nečistoty a dále pro výběr vhodného čisticího prostředku. Dále je nutné přihlídnout k charakteru technologického procesu, který může ovlivnit vlastnosti nečistot např. nečistoty přischlé nebo připálené k povrchu (nápeky v pastéru), případně se mohou vyskytovat kombinace povlaků s různým složením na povrchu (např. mastnota s povlakem mléčného kamene).

V nečistotách pocházejících z mléka se nejčastěji vyskytují:

- Mléčný cukr laktóza - dobře rozpustná ve vodě, snadno se odstraňuje, zkaramelizovaná laktóza se odstraňuje obtížněji.
- Mléčný tuk - špatně rozpustný a emulgovatelný ve studené vodě a studených kyselých a alkalických prostředcích. Dobře se odstraňuje horkými alkalickými prostředky. Působením teplých alkalických roztoků se tuk roztaví, emulguje, štěpí se na mýdlo a glycerin. Vzniklá mýdla usnadňují další čištění.
- Mléčné bílkoviny - špatně rozpustné ve vodě, v kyselém prostředí denaturují. Dobře rozpustné v alkalických prostředcích. Bílkoviny se působením alkalických čisticích roztoků při teplotách 40-70 °C rozpouštějí, přecházejí jako sodné soli do čisticího roztoku nebo peptonizují. Horká voda a horký čisticí roztok je denaturují.
- Minerální látky - odstraňují se kyselými čisticími prostředky.

16.2.1.2 Účinky čisticích prostředků

• Mechanický účinek

K odstranění nečistot je kromě chemického účinku zapotřebí dosáhnout mechanického účinku roztoku. Pohybem roztoku se nečistoty rozruší a roztok odnáší nečistoty z místa působení. Mechanické účinky se zabezpečují turbulentním prouděním roztoků, přidávkem abraziv, tlakovými postřiky, rotujícími kartáči, ultrazvukem, cirkulací nebo pohybem předmětů v roztoku.

• Fyzikálně - chemický účinek

Vazba nečistot na povrch zařízení je dána fyzikálně-chemickými vlastnostmi povrchu a nečistoty, tvarem a velikostí částic nečistoty, adsorpcí k povrchu, porézností povrchu. Čisticí roztok musí přijít do velmi těsného styku s čištěnou plochou, a proto je žádoucí, aby měl co nejnižší povrchové napětí.

• Emulgační a dispergační schopnost

Nečistoty uvolněné z čištěných ploch chemickým nebo mechanickým působením čisticích prostředků je třeba udržet v roztoku v takové formě, aby se znovu neusazovaly - ve formě jemné suspenze, solu nebo emulze. Dobrou dispergační schopnost mají především povrchově aktivní látky a v menší míře některé anorganické látky, které podporují tvorbu micel (fosforečnany, křemičitany).

Emulgační schopnost dodávají roztokům hlavně povrchově aktivní látky. Podporují ji i některé anorganické sloučeniny - křemičitany a fosforečnany.

• Desinfekční účinek

Částečného desinfekčního účinku se zpravidla dosahuje při použití většiny čisticích roztoků. Zejména alkalické čisticí roztoky mají při vyšších teplotách a vyšším pH (nad 12) poměrně silné desinfekční účinky. Samotné čištění však nezajišťuje **desinfekci znečištěných ploch, tj.** odstranění nečistot včetně usmrcení nebo omezení růstu mikroorganismů. Toho lze dosáhnout pouze aplikací vhodných a dostatečně účinných roztoků desinfekčních látek nebo působením fyzikálních činitelů.

Podle chemického složení čisticího roztoku se postupy dělí na zásadité (pH 8,5 a vyšší), kyselé (pH nižší než 5,5) a neutrální (pH 5,5 až 8,5). Podle teploty (t) dělíme postupy čištění na studené (t nižší než 30 °C), teplé (35 °C-65 °C) a horké (t vyšší než 75 °C). V potravinářských závodech se používá nejčastěji mokré čištění.

16.2.1.3 Vlastnosti čisticích prostředků

K hlavním žadáným vlastnostem účinného čisticího roztoku patří následující vlastnosti:

- rychle a dokonale rozpustné ve vodě při požadované teplotě
- bez korozivních účinků na čištěné povrchy
- schopnost rozpouštět zbytky organických i anorganických nečistot
- snadná oplachovatelnost vodou
- schopnost dispergovat pevné částice a udržet je v roztoku
- dobrá smáčivost
- komplexotvornost
- stabilita při skladování a při aplikační koncentraci
- biodegradabilní - důležité při zpracování odpadních vod
- jednoduchá aplikace
- cenová dostupnost a ekonomická únosnost
- desinfekční účinnost.

16.2.1.4 Čisticí prostředky, složení

Čisticí prostředky obsahují řadu látek s různým významem a účinností:

- **alkálie a kyseliny**
- **komplexní fosfáty**, které působí jako sekvestrační látky, zvyšují smáčivost, mají pufrační schopnost, mají emulgační a dispergační účinky, tj. zamezují tvorbě vloček a stabilizují nečistoty v roztoku
- **sekvestrační přísady** – látky, které tvoří komplexy s Ca, Mg a kovovými ionty a změkčují vodu, k těmto látkám patří fosfáty, deriváty organických aminů, kyselina vinná, citronová, glukonová
- **povrchově aktivní látky (tenzidy, smáčedla)** snižují povrchové napětí, podporují tvorbu micel, zvyšují smáčecí a emulgační účinnost, dispergaci. Používají se anionaktivní látky, kationaktivní a neionogenní látky
- **inhibitory koroze** snižují korozivní účinek čisticích roztoků. Inhibitory tento účinek odstraňují nebo zpomalují např. křemičitany
- **komplexotvorné látky** sloučeniny schopné udržet v alkalickém prostředí Ca ionty v roztoku, snižují nebezpečí vysrážení vápenatých solí: ethylendiaminotetraoctová kyselina (EDTA), soli glukonové kyseliny, heptonové kyseliny a polyfosfáty
- **látky snižující tvorbu pěny**

16.2.1.5 Faktory ovlivňující účinnost čisticích prostředků

Účinnost čištění ovlivňuje řada faktorů:

- tvrdost vody
- koncentrace roztoku

- teplota
- kontaktní doba působení
- druh nečistot
- mechanické vlivy.

16.2.2 Desinfekce

V potravinářství - soubor opatření vedoucí ke zničení původců infekce (patogenních mikroorganismů) a k maximálnímu snížení množství ostatních hygienicky a technologicky nežádoucích mikroorganismů s pomocí fyzikálních, chemických nebo kombinovaných postupů. Při výrobě potravin je důležité, aby došlo k devitalizaci všech patogenních mikroorganismů a počet ostatních mikroorganismů se snížil na takovou úroveň, která nemůže ohrozit zdraví spotřebitele a ovlivnit jakost a trvanlivost potravin.

Při desinfekci se zachovává dvouetapový postup - desinfekce bezprostředně navazuje na čištění, případně lze oba procesy spojit při použití desinfekčních přípravků s mycími a čistícími vlastnostmi (použití kombinovaných přípravků).

Průběh desinfekce je ovlivňován řadou vnějších a vnitřních faktorů. Použitý desinfekční prostředek a jeho koncentrace jsou důležité, ale jen dílčí faktory. Nelze opomenout vnější faktory – vliv prostředí, chemické vlastnosti dezinfikovaného předmětu, teplota, pH, vlhkost prostředí, ochranný účinek organických látek.

Přežívání mikroorganismů kromě vnějších faktorů závisí i na vnitřních faktorech, kterými jsou např. stáří, růstová fáze a druh mikroorganismu, jeho rezistence aj.

Jednotlivé desinfekční prostředky se mezi sebou liší různým stupněm účinnosti na jednotlivé druhy nebo skupiny mikroorganismů, na některé neúčinkují vůbec. V rámci mikrobiální populace existuje i různá rezistence vůči desinfekčním prostředkům.

16.2.2.1 Mechanismus mikrobicidního účinku desinfekčních látek

Mechanismus účinku desinfekčních látek obecně:

- denaturace bílkovin (alkálie, kyseliny, alkoholy, fenoly, vyšší teploty)
- blokáda a oxidace $-SH$; $-NH_2$ a $-OH$ skupin (soli těžkých kovů, formaldehyd, aktivní chlór a další oxidační prostředky)
- působení na funkci buněčných membrán, změnou povrchového náboje buněk, narušením permeability buněčné stěny (tenzidy)
- inaktivace nebo inhibice enzymů
- rozrušením buňky mikroorganismů
- mutace genů buňky a ztráta schopnosti rozmnožovat se
- dehydratace buňky.

16.2.2.2 Rozdělení desinfekčních látek

Nejdůležitější skupiny desinfekčních látek:

16.2.2.2.1 Halogeny

- sloučeniny s aktivním chlórem (chlorové desinfekční prostředky)
- jodové preparáty
- deriváty bromu a fluoru.

16.2.2.2.2 Povrchově aktivní látky

- silné alkálie - louhy
- kyseliny
- alkylační činidla
- cyklické sloučeniny
- alkoholy a étery
- oxidační činidla
- kombinované sloučeniny.

16.2.2.3 Faktory ovlivňující účinnost desinfekce

- druh desinfekční látky, její účinnost
- obsah aktivní látky v desinfekčním roztoku
- čas působení
- pH prostředí
- teplota desinfekčního roztoku
- množství a druh nečistot - ochranný vliv prostředí
- počet a druh mikroorganismů na povrchu desinfikovaného předmětu
- rezistence mikroorganismů.

16.3 SANITAČNÍ POSTUPY

Sanitační postup je kombinací působení fyzikálních a chemických činitelů, obvykle je tvořen dvěma procesy, čištěním a desinfekcí. Tyto procesy zajišťují očistu výrobních prostor a zařízení odstraněním ulpělých nečistot postupem čištění a následnou devitalizaci kontaminujících mikroorganismů desinfekčním postupem. Sanitační postup zahrnuje několik samostatných na sebe navazujících operací. Většinou je jednoduchý, zahrnuje cirkulaci vody, čistících a dezinfekčních přípravků v čistícím okruhu. Obecně se při sanitaci používá klasický pětistupňový způsob, nebo zkrácený třístupňový způsob.

Prvním krokem musí být pečlivé a dokonalé odstranění zbytků potravin nebo surovin ze zařízení. V prvovýrobě mléka a v mlékárnách se odstraňují zbytky mléka vytlačáním stlačeným vzduchem nebo výplachem malým množstvím studené vody. První výplachy se nesmí dostat do odpadních vod - používají se např. ke krmení.

16.3.1 Základní pořadí operací

16.3.1.1 Klasický způsob

Postup:

- odstranění hrubých nečistot z výrobního prostoru nebo ze zařízení určeného k asanaci
- výplach vodou (studenou nebo vlažnou)
- čištění čistícím roztokem (uplatňuje se mechanický, chemický a tepelný účinek roztoku)
- druhý oplach studenou nebo teplou vodou, k odstranění detergentu a nečistot uvolněných při čištění
- aplikace roztoku dezinfekčního prostředku a jeho působení po dobu, která zajišťuje jeho spolehlivý účinek
- závěrečný oplach vodou.

Tento postup je časově náročný. V praxi je často aplikován kombinovaný způsob čištění využívající kombinované čistící preparáty s dezinfekčním účinkem.

16.3.1.2 Zkrácený způsob

Postup:

- odstranění hrubých nečistot z výrobního prostoru nebo ze zařízení určeného k asanaci
- výplach vodou
- čištění a dezinfekce kombinovaným přípravkem
- výplach vodou.

16.3.2 Příklad čistícího plánu pasterační stanice

Praktický příklad sanitačního postupu pasterační stanice v mlékárenském závodě:

Desinfekce se provádí denně před začátkem provozu. Desinfekce se provádí cirkulací vody s přídatkem (do cca 10 000 l vody) 1,8-2,0 l chlornanu sodného po dobu 10-15 min. Následuje výplach pitnou vodou.

Čištění se provádí po ukončení provozu. Čištění následuje po výplachu vodou cirkulací v okruhu pastéru roztokem 1-1,5% NaOH (11-11,5 pH) při teplotě 70-75 °C po dobu 30-40 min. Po ukončení louh vypláchneme vodou do neutralizační nádrže.

Kyselé čištění provedeme roztokem 0,5-0,75% HNO₃ při teplotě 60-65 °C po dobu 20-30 min. Samoodkalovací odstředivka je součástí pastéru a její čištění probíhá zároveň s pastérem.

Čištění provádí obsluha pastéru, zodpovídá za dodržení čistících postupů. Kontrolu provádí vedoucí provozu, vedoucí výroby.

16.4 MECHANIZACE A AUTOMATIZACE SANITAČNÍCH POSTUPŮ

16.4.1 CIP

Uzavřený automatizovaný systém čištění, označovaný jako CIP (Cleaning in Place) je charakterizován tím, že čisticí roztoky proudí vhodně uspořádaným souborem zařízení, které je propojeno do uzavřeného okruhu a napojeno na centrální jednotku. Centrální jednotka (stanice) se skládá z jednoho nebo více zásobních tanků pro čisticí roztoky, horkou, případně i studenou vodu a z ovládacího panelu, z něhož se řídí program vlastního čištění a dezinfekce. Čištění probíhá po ukončení výroby a po odstranění zbytků výrobků z výrobního zařízení. Je zajištěno turbulentním prouděním čisticího roztoku po stanovenou dobu. Používá se pro čištění potrubí a těch částí zařízení, která umožňují vytvoření filmu čisticího prostředku a jeho stékání po stěnách. Uzavřené nádoby, tanky apod. napojené v CIP se čistí s pomocí čisticích *rozstřikovacích hlavic* mechanicky.

Typy hlavic jsou:

- ***Pevně zabudované rozstřikovací hlavice (koule)***

Jsou perforované s různým tvarem a počtem otvorů. Nemají pohyblivé části, jsou samočistitelné, mají značnou spotřebu kapalin.

- ***Rotační rozstřikovací zařízení***

Mohou být buď jednoduchá nebo mohou rotovat v různých rovinách. Jednoduché rotační zařízení s tryskami rozděluje proud kapaliny proti stěně po obvodu tanku, využívají se u tanků s horizontálními míchadly. U tanků s vertikálními míchadly se používají vícerotační zařízení, mají různé uspořádání, vedle horizontálního pohybu se uplatňuje i pohyb vertikální.

- ***Hlavice nerotující***

Pohybující se např. kývajících, posuvných.

- ***Čisticí disky***

Mohou být použity pouze ve vertikálních tancích, zejména bez mechanických míchadel. Čisticí roztok je rozdělován z okraje disku proti stěnám tanku. Zařízení mají velkou spotřebu vody.

16.4.1.1 CIP postupy

16.4.1.1.1 CIP s jedním použitím roztoků

Roztoky se používají pouze pro jedno čištění a mají nízkou koncentraci aktivních složek. Hlavním znakem systému je, že pro každou operaci se používají čerstvé chemikálie.

16.4.1.1.2 CIP s opakovaným použitím roztoků

Po cirkulaci se použité roztoky vracejí do zásobního tanku a znovu se uplatňují při čištění okruhů. Roztoky se používají co nejdéle, aby se snížily náklady. U systému CIP s opakovaným použitím roztoků je třeba pro každý roztok zajistit samostatný tank, pokud se používá horká voda, pak je zapotřebí tank i pro ni.

16.4.1.1.3 CIP s decentralizovaným opakovaným použitím (CIPAL)

Systém kombinuje a využívá optimální charakteristiky systému CIP s jedním a vícenásobným použitím roztoků. Na střediscích jsou umístěny malé jednotky, které jsou zásobovány roztoky z centrální stanice, pro skladování těchto roztoků. Po skončení cirkulace v decentralizované jednotce se roztok vrací zpět do tanku pro centrální skladování. Některé decentralizované systémy využívají k prvnímu výplachu recirkulovaný roztok obsahující malé množství chemikálií, který se pak odvádí do odpadu.

16.5 KONTROLA ÚČINNOSTI SANITACE

16.5.1 Senzorické metody

Při pravidelných sanitačních kontrolách ve výrobě je třeba se zaměřit i na senzorické hodnocení sanitačních operací. Zrakem lze zjistit tvorbu usazenin, mléčného kamene, povlaků, koroze materiálů, změnu barvy materiálů. Čichem je zjistitelný rozklad nečistot na nedostatečně vyčištěných plochách a ve zbytcích výplachových vod. S pomocí hmatu lze zjistit maz, mastný povrch a drsnost povrchu. Změny barvy materiálů, inkrustace a filmy nečistot jsou důsledkem špatně zvolených detergentů, nebo celého sanitačního postupu. Zbytky vody v zařízení zvyšují riziko kontaminace výrobků.

16.5.2 Fyzikálně - chemické a chemické metody

V praxi je kontrola je zaměřena na:

- stanovení aktivní látky v dezinfekčním prostředku
- stanovení koncentrace aktivní látky v používaném dezinfekčním prostředku
- průkaz chemického dezinfekčního prostředku na povrchu dezinfikovaných předmětů.

16.5.3 Mikrobiologické metody

16.5.3.1 Stanovení mikrobiální kontaminace metodou stěrovou

Princip metody:

Mikroorganismy kontaminující vyšetřovaný předmět se setrou sterilním tamponem a převedou do ředícího roztoku nebo do tekuté živné půdy.

Kultivují se za podmínek optimálních pro zjišťovaný druh mikroorganismů.

16.5.3.2 Stanovení mikrobiální kontaminace otiskem na živnou půdu

Princip metody:

Mikroorganismy kontaminující vyšetřovaný povrch se přímým otiskem přenesou na vhodnou živnou půdu, na níž se dále kultivují. K tomuto účelu slouží mikromisky s nalitou živnou půdou, která převyšuje okraj misky a vytváří otiskový polštářek.

16.5.3.3 Stanovení mikrobiální kontaminace výplachovou metodou

Princip metody:

Kontrolovaná nádoba se vypláchne sterilním univerzálním ředidlem nebo sterilním tekutým médiem a výplach se kultivuje. Nádoby nebo obaly, v nichž zůstávají po umytí zbytky mycích nebo výplachových vod nebo kondenzáty, se kontrolují kultivací těchto zbytků.

16.5.3.4 Komerčně vyráběné testovací soupravy využívané k rychlé provozní kontrole stanovení mikrobiální kontaminace

16.5.3.4.1 Hygicult

Princip metody:

Testovací souprava určená k monitorování mikrobiální kontaminace v potravinářském průmyslu. Skládá se z plastické destičky pokryté oboustranně kultivačním médiem, ukotvené ve víčku sterilní nádoby. Odběr vzorků a inokulace se provádí přímo ponořením do testovaného materiálu, otiskem testované plochy nebo stěrem. Po následné kultivaci v inkubátoru se výsledky snadno vyhodnocují porovnáním četnosti kolonií na testu s modelovou tabulkou.

16.5.3.4.2 Otiskový mikrobitest

Princip metody:

Náhrada klasické kultivace na Petriho miskách kultivací v prouzcích papíru, používaných pod názvem mikrobitest. Mikrobitest je nasycen živnou půdou, má známou nasávací schopnost a je uložen v hermeticky uzavřeném sáčku z polyetylenu. Sáček je dále uložen v obálce z černého světlo nepropouštějícího papíru.

16.5.3.4.3 Petrifilm destičky

Petrifilm jsou destičky potažené živnými médii a sloučeninami tvořícími gel. Tyto destičky se inokulují 1 ml naředěného vzorku a inkubují.

16.5.4 Rychlé metody

16.5.4.1 Direct epifluorescence method

DEM – destičky ze stejného materiálu, z jakého je zhotovena kontrolovaná sekce zařízení, se vkládají na jednotlivá místa do potrubí apod. na určitou dobu a po vyjmutí se zjišťuje přítomnost a počet adherujících mikroorganismů na povrchu destičky epifluorescenční mikroskopií.

16.5.4.2. Luminiscenční techniky - ATP Bioluminescence

Luminiscenční techniky představují nejrychlejší metody vhodné k detekci organické kontaminace, tedy i mikrobiální kontaminace.

Princip metody:

ATP (adenosintrifosfát) je přítomen ve všech živých organismech včetně mikroorganismů. ATP je součástí bioluminiscentní reakce u světlušek. Při této reakci dochází k uvolňování světelné energie. Při použití substrátu a enzymu získaného ze světlušek-luciferinu/luciferázy může být detekována přítomnost ATP na základě uvolňující se světelné energie, která je měřena s pomocí luminometru. Výsledek se vyjadřuje v RLU jednotkách, výsledky jsou k dispozici okamžitě a metoda má široké spektrum použití.

17 VÝZNAM MLÉKA A MLÉČNÝCH VÝROBKŮ VE VÝŽIVĚ ČLOVĚKA

17.1 NUTRIČNÍ VÝZNAM MLÉKA

17.1.1 Úvod

Mléko a mléčné výrobky jsou významnou součástí diety zejména evropské populace a obyvatel Severní Ameriky, kde představují pokrytí 20-30 % bílkovin stravy, cca 15 % lipidů a asi 80 % vápníků z potravy.

Obecný význam mléka ve výživě člověka je možné shrnout do následujících bodů:

- jedna z nejlépe vyvážených potravin
- vynikající zdroj vápníku
- detoxikační vliv při otravách
- dobře stravitelná potravin
- dobrý substrát pro kulturní mikroorganismy
- jednotlivé komponenty mléka se mohou využít i zvlášť
- v mléce přítomná kyselina orotová snižuje hladinu LDL cholesterolu.

17.1.2 Bílkoviny mléka

Bílkoviny mléka jsou vedle bílkovin vejce plnohodnotné, což se týká jak kaseinů, tak syrovátkových bílkovin. Kromě toho se řada bílkovin mléka vyznačuje dalšími biologickými funkcemi. Biologická hodnota mléčných bílkovin je vyšší, než u masných a vegetabilních bílkovin.

17.1.2.1 Kasein

Kasein představuje majoritní bílkovinu v mléce přežvýkavců a minoritní v mléce monogastrů. Kasein se vyznačuje komplikovanou kvartérní strukturou. Z hlediska zastoupení aminokyselin (AMK) je plnohodnotnou bílkovinou (má dostatek esenciálních aminokyselin, hlavně lysinu), má však nižší biologickou hodnotu než syrovátkové bílkoviny, protože je deficitní na sirmé aminokyseliny cystein, resp. cystin a methionin.

17.1.2.2 Syrovátkové bílkoviny

Množství syrovátkových bílkovin se u mlék savčích druhů příliš neliší. U mléka přežvýkavců tvoří cca 20 % z celkového množství bílkovin a kvantitativně jsou minoritní, u mlék monogastrů je tomu naopak.

Syrovátkové bílkoviny se vyznačují vyšší biologickou hodnotou než kasein pro obsah cystinu. Vysoká dostupnost esenciálních AMK má potenciální roli v prevenci stresu a řady onemocnění. Vysoký obsah větvených AMK (valin, leucin, isoleucin) má význam

ve stimulaci syntézy proteinů. Vysoký obsah cysteinu je limitující pro syntézu glutationu (GSH), jehož hlavní role spočívá v působení proti toxickým a mutagenním agens. Dostatečné zastoupení tryptofanu je významné z pohledu prekursoru serotoninu. Z dalších bioaktivních molekul je možno jmenovat další, jako např. laktoferin, imunoglobuliny a enzymy.

17.1.3 Laktosa

Disacharid laktosa, systematickým názvem 4-O- β -D-galaktopyranosyl-D-glukopyranosa, je z pohledu potravin unikátním sacharidem, který je schopna syntetizovat pouze mléčná žláza a tím je limitován její přirozený výskyt v mléce a mléčných výrobcích.

Její vlastnosti jsou, v souladu s jejím základním posláním v mléce, velmi zajímavé. Sladkost laktosy je výrazně menší, než je tomu u monosacharidů, ze kterých se skládá. V porovnání se sacharosou je její sladkost pouze čtvrtinová. Proto, i když je v mléce obsažena v relativně vysokém procentu, mléko není sladké. Mláďata savců v době mléčné výživy metabolizují laktózu jako jediný sacharid. Další významné fyziologické funkce laktosy spočívají v umožnění využití vápníku a fosforu z potravy a v aktivaci motility střev. Laktosa je méně kariogenní než ostatní jednoduché sacharidy.

Laktosa je redukuující sacharid, a proto za optimálních podmínek (zejména teplota) ochotně vstupuje do Maillardovy reakce. Vzniklé melanoidiny mohou sensoricky ovlivňovat barvu, vůni i chuť, zejména sterilovaných mléčných výrobků. Další reakcí laktosy za zvýšené teploty je epimerace za vzniku laktulose (4-O- β -D-galaktopyranosyl-D-fruktofuranosa). Ve větším množství se nachází v mlécích sterilovaných, kde její obsah může činit až 1 %. Drobná změna v molekule glukosy vede k významným změnám v dietetických účincích. Laktulosa kromě toho, že je indikátorem tepelného ošetření mléka, je také jako lék produkována ve světě v množství 20 000 tun ročně. Je růstovým faktorem pro bifidobakterie a řadí se tedy mezi významná probiotika. Díky enzymorezistentní β (1 \rightarrow 4) glykosidické vazbě ve své molekule je nekalorická. Současně vykazuje laxativní účinky a používá se v případě léčby systémové encephalopathie. Laktulosu lze používat jako potravinářskou přísadu do široké škály výrobků.

17.1.4 Nesnášenlivost mléka

Na tomto místě je třeba zmínit možnou nesnášenlivost některých nutrietů mléka. Tato oblast je často zneužívána v neprospěch mléka, avšak je třeba říci, že možná nesnášenlivost existuje u všech potravin. Nesnášenlivost se v principu dělí na alergii a intoleranci.

17.1.4.1 Alergie

Nepříznivou odezvu organismu na potraviny je možno rozdělit na toxickou a netoxickou reakci s abnormální klinickou odpovědí organismu. Alergií je nazývána odpověď organismu zprostředkovaná vždy imunitním systémem na rozdíl od potravinové intolerance. U potravinových alergií zprostředkovaných IgE je možno, zejména podle klinických příznaků, definovat dvě formy alergické reakce. Potravinové alergické reakce mohou mít různou manifestaci v lokalizaci, v časovém horizontu i ve vážnosti příznaků, které představují širokou škálu projevů od těch nejjednodušších až po anafylaktický šok. První forma se projevuje již krátce po narození a v ranném dětství. Senzibilizace je vyvolána reakcí

v gastrointestinálním traktu a manifestuje se nejčastěji jako atopická dermatitida. Z dalších možných forem projevů alergie je zánětlivé poškození střevní mukosy a/nebo postižení respiračního traktu, zejména bronchokonstrikcí.

Alergeny představují širokou skupinu látek, antigenních molekul, vyskytujících se v potravinách. Většina alergenů jsou proteiny. Epitopy potravinových alergenů mají různou terciální a kvarterní strukturu. Jejich definování však není jednoduché, protože jejich konformace může být během potravinářských technologií modifikována.

Také v mléce jsou hlavními alergeny bílkoviny. Mohou to být kaseiny (nejčastěji α_{s1} -kasein), ale i syrovátkové bílkoviny (β -laktoglobulin, ale i α -laktalbumin).

17.1.4.2 Intolerance

Další možnou nesnášenlivostí nutrietů mléka, je intolerance laktosy. Není odpovědí imunitního systému, i když některé z projevů mohou být identické s projevy alergie.

Principem je různý stupeň malabsorbce laktosy. Fyziologicky je v organismu mlékem přijatá laktosa hydrolyzována v jejunu (ale i duodenu a ileu) na glukosu a galaktosu enzymem *laktasou* (β – *galaktosidasou*). Snížená nebo absentující aktivita tohoto enzymu vyvolá projevy intolerance (abdominální bolesti, žaludeční křeče, bolesti hlavy, nevolnost, flatulence, průjem).

Různé typy intolerance laktosy je možno rozdělit následovně:

- vrozená deficiencie *laktasy* (již u novorozenců nízká aktivita nebo inaktivní)
- vrozená toxická deficiencie *laktasy* (vstřebává se intaktní laktosa - toxicita na játra a ledviny)
- primární laktosová deficiencie (u většiny populace)
- sekundární laktosová intolerance.

Prevalence intolerance laktosy je charakteristická vazbou na etnické skupiny (střední Evropa 10-20 %, Japonsko, Čína, Thajsko 70–100 %, Asie, Afrika 60-80 %, skandinávské země 1-5 %) a věku.

Vyvolávající dávka jeví velkou variabilitu. Jestliže není kompletní absence laktasy, je akceptováno 250 ml mléka denně.

17.1.5 Mléčný tuk

Primární funkce tuku v mléce je uspokojení energetických požadavků novorozence. Proto je možno sledovat jeho rozdílný obsah v závislosti na druhu a jeho životních podmínkách.

Mléčný tuk je významným zdrojem esenciálních mastných kyselin, lipofilních vitaminů a aromatvorných látek. Tak jako u všech potravin živočišného původu, i mléko je zdrojem cholesterolu.

Mléčný tuk je charakterem tukem nasyceným, pro který je specifický vysoký obsah těkavých mastných kyselin, tj. máselné, kapronové, kaprylové a kaprinové, které obvykle chybějí v ostatních tucích (8-9 %). Vysoká nasycenost mléčného tuku, z hlediska dětské populace metabolicky výhodná, pro dospělou populaci znamená riziko negativního ovlivnění

LDL-cholesterolu. Naopak však bylo prokázáno, že nižší pH, mastné kyseliny s krátkým řetězcem a vitamin D snižují proliferaci kolonocytů v tlustém střevě, a tím se podílí na prevenci karcinomu tlustého střeva.

V mléce ženském, na rozdíl od mléka kravského, jsou zastoupeny i protektivní nenasycené MK z řady omega-3, dokosahexaenová (DHA) a likosapentaenová (EPA). Naproti tomu mléko kravské je zdrojem konjugované kyseliny linolové (CLA). CLA vzniká bacherovou fermentací. Její množství je 2-37 mg.g⁻¹ tuku s tím, že vyšší obsah je zjišťován sezónně pastvou. CLA je významnou protektivní sloučeninou, a proto je součástí některých potravních doplňků a předmětem zájmu vědeckého zkoumání. Z účinků ověřených na zvířecích modelech je možno jmenovat účinky antimutagenní, antikarcinogenní (tumor mléčné žlázy), antiatherogenní, antidiabetogenní, antialergenní, účinky imunomodulační a podporující tvorbu kostní hmoty.

Ve srovnání s ostatními potravinami živočišného původu je obsah cholesterolu v mléce nízký a činí kolem 0,3 % z celkového obsahu lipidů. 1 g mléčného tuku doprovází 2,2-4,1 mg cholesterolu.

17.1.6 Vitaminy

V mléčném tuku jsou obsaženy vitaminy rozpustné v tuku **A, D, E, K**. Mléko je považováno za významný zdroj vitamínu A (1 litr mléka saturuje 50 % doporučené denní dávky (DDD)) a za chudý zdroj vitaminů D, E, K. Obsah vitamínu D je v mléce nízký, proto se v některých regionech světa mléko povinně fortifikuje (např. Severní Amerika).

Z vitaminů rozpustných ve vodě jsou v mléce zastoupeny vitaminy **B, C, H**. Mléko je významným zdrojem vitamínu B₂ (riboflavinu), jeden litr mléka pokryje doporučenou denní dávku. Mléko je také významným zdrojem vitamínu H (biotinu), jeden litr mléka pokryje 60 % DDD.

17.1.7 Minerální látky

Mléko je zejména významným zdrojem zejména vápníku, fosforu, hořčíku, draslíku a zinku.

17.1.7.1 Vápník

Nejčastějším onemocněním kostí u světové populace je osteoporóza, která má za následek fragilitu kostí. V první řadě jsou postiženy ženy po menopauze a mužská populace vyššího věku. Prevalence je vyšší u bílé rasy než u černé a asiátů. Nárůst kostní hmoty je spojen s prvními třemi dekadami života. Proces stárnutí je naopak spojen u lidské populace s úbytkem 1 % kostní hmoty za rok. V těle je 99 % všeho vápníku lokalizováno v kostech a zubech. Proto je nezbytná pozitivní vápníková bilance. Význam mléka jako vynikajícího zdroje vápníku spočívá nejen v jeho vysoké koncentraci (1 200 mg.l⁻¹ mléka, DDD = 800 mg), ale i ve vysoké dostupnosti z mléka, která činí cca 30 %. Z ostatních zdrojů, bohatých na vápník (špenát, sezam, minerální vody) je využitelnost jen cca 10 %. Využitelnost vápníku z mléka je umocňována přítomností vitamínu D, příznivým poměrem k bílkovinám (v mléce je poměr 36:1(mg:g), což je příznivější než doporučený poměr 20:1 a k draslíku.

17.1.7.2 Hořčík, fosfor

Mléko je významným zdrojem hořčíku, jeden litr mléka pokryje jednu třetinu doporučené denní dávky (DDD) a fosforu, DDD je pokryta příjmem cca 250 ml mléka.

17.1.7.3 Draslík

Hraje významnou roli v ochraně proti renálním ztrátám vápníku. Mléčná žláza selektivně zakoncentrovává draslík (na rozdíl od sodíku) a v mléce je poměr K/Na optimální. Pravidelný příjem mléka má významný vliv na naplnění DDD pro draslík, 1 litr mléka představuje 75 % DDD.

17.1.7.4. Zinek, železo, měď, jod

Mléko je významným zdrojem zinku, 1 litr mléka pokryje DDD ze 40 %. Co se týká obsahu železa, mědi a jodu, 1 litr mléka pokryje DDD cca z 25 % (Fe), z 12 % (Cu) a z 25 % (I).

17.2 NUTRIČNÍ VÝZNAM MLÉČNÝCH VÝROBKŮ

17.2.1 Bílkoviny

Co se týká proteinů, jsou mléčné výrobky významným zdrojem bílkovin. Biologická hodnota těchto proteinů se ještě v mléčných výrobcích zvyšuje v průběhu inkubace, zrání a skladování tvorbou AMK a peptidů.

Kysané mléčné výrobky (KMV) navíc obsahují mikrobiální buňky startovacích kultur ve vysokých počtech, jejichž dusík je organismem využíván a jejichž štěpením v gastrointestinálním traktu (GIT) se zvyšuje obsah dostupných AMK (methionin, lysin, cystin). KMV jsou vhodné pro dětskou a starší populaci, protože jemná a měkčí sraženina kaseinu v těchto výrobcích je lépe stravitelná, než je tomu u mléka.

17.2.2 Laktosa

Mléčné výrobky nabízí řešení většiny případů laktóзовé intolerance. Vlivem fermentace dochází ke snížení obsahu laktosy u KMV o 20-50 %. Navíc některé kmeny přidávaných laktobacilů (*L. acidophilus*) mají schopnost adaptace v zažívacím traktu a produkce *laktasy*. Některé studie ukazují, že laktosa z KMV je lépe tolerována než laktosa z mléka. U vyzrálých tvrdých sýrů je situace zcela příznivá, protože laktosa je rozštěpena kompletně.

17.2.3 Mléčný tuk

Studie neprokázaly významný rozdíl pro organismus člověka v tucích z mléka a mléčných výrobků. V mléčných výrobcích však stoupá obsah volných mastných kyselin.

17.2.4 Minerální látky

V KMV se zvyšuje využitelnost vápníku a fosforu o 7-11 %. Důvodem je lepší využitelnost díky přítomné kyselině mléčné a také díky bioaktivním peptidům, které vznikají v GIT štěpením kaseinu *trypsinem* a které mění solubilitu minerálií v tenkém střevě.

17.2.5 Vitaminy

V některých mléčných výrobcích dochází díky mikroorganismům (např. *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii*) k zvýšení obsahu vitamínu B₁₂. U KMV dochází díky mikroorganismům ke zvýšení obsahu kyseliny listové.

17.2.6 Další pozitivní účinky mléčných výrobků

Některé mikroorganismy startovacích kultur rozkládají nitrosaminy v trávicím traktu (zvl. laktobacily). U probiotických mikroorganismů, např. u *L. acidophilus* je prokázáno, že inhibují množení patogenních a hnilobných bakterií v tenkém střevě produkcí organických kyselin a stopového množství H₂O₂ a navíc produkují bakteriociny, které se uplatňují v inhibici celé řady patogenních mikroorganismů v GIT.

U KMV jsou mikroorganismy startovacích kultur (zvl. rody *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*) schopné redukovat aktivitu fekálních enzymů (např. *glukoronidasy*), které hrají významnou roli v některých prekancerózních stavech.

18 LITERATURA

- BELITZ, H. D., GROSCH, W. *Lehrbuch der Lebensmittelchemie*. Berlin: Springer-Verlag, 1992. 1059 pp.
- BELITZ, H. D., GROSCH, W., SCHIEBERLE, P., BURGHAGEN, M. M. *Food Chemistry*. Berlin: Springer-Verlag, 2004, 1070 pp.
- BHUNIA, AK. *Foodborne microbial pathogens. Mechanisms and pathogenesis*. 1st ed. New York: Springer Science+Business Media, LLC, 2008, 276 p.
- BROOME, M. C., POWELL, I. B., LIMSOWTIN, G. K. Y. Starter cultures: Specific properties. In *Encyclopedia of dairy sciences*. Vol. 1. 1st ed. New York: Academic Press, 2003, p. 269-275.
- BYLUND, G. *Dairy processing handbook*. Lund: Tetra Pack Processing Systems, ABS-221 86, 1995, 436 p.
- ČERNÁ, E., MERGL, M., VINDYŠ, L. *Sanitace při výrobě mléka a mléčných výrobků*. Praha: SNTL a ALFA, 1984, 192 s.
- ČSN 57 0529: *Syrové kravské mléko pro mlékárenské ošetření a zpracování*. Praha, Český normalizační institut, 1993, 6 s.
- ČSN 57 0529: *Syrové kravské mléko pro mlékárenské ošetření a zpracování*. Praha, Český normalizační institut, 1998, 1 s.
- ČSN 56 9609. *Pravidla správné hygienické praxe-mikrobiologická kritéria pro potraviny. Principy stanovení a aplikace*. Praha: Český normalizační institut, 2008, 39 s.
- DRDÁK, M., STUDNICKÝ, E., MÓROVÁ, E., KAROVIČOVÁ, J. *Základy potravinářských technologií*. 1. vyd. Bratislava: Malé Centrum, 1996, 512 s.
- DRIESSEN, F. M., PUHAN, Z. Technology of mesophilic fermented milk. In *Bulletin of IDF N°227*. Brussels: IDF, 1988, p. 75-81.
- FERNANDES, R. *Microbiology handbook*. Vol. 1: Dairy products. 1st ed. Leatherhead: Leatherhead Food International Ltd., 2009, 175 p.
- FORMAN, I., HUŠEK, V., PLOCKOVÁ, M., SNÁŠELOVÁ, J., ŠTÍPKOVÁ, J. *Mlékárenská technologie II*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 1994, 217 s.
- FOX, P. F. Biochemistry of cheese ripening. In ROGINSKI, H., FUQUAY, JW., FOX, PF. In *Encyclopedia of dairy sciences*. Vol. 1. 1st ed. New York: Academic Press, 2003, p. 320-326.
- FOX, P. F., McSWEENEY, P. L. H. *Dairy chemistry and biochemistry*. 1st ed. London: Blackie Academic & Professional, 1998, 478 p.
- GAJDŮŠEK, S. *Mlékařství II*. 1. vyd. Brno: MZLU v Brně, 1993, 142 s.
- GAJDŮŠEK, S. Základní principy čištění a dezinfekce. In *Čištění a dezinfekce v prvovýrobě mléka*. 1. vyd. Brno: Pobočka Moravský svaz vědeckotechnických společností a poboček Agronomické fakulty MZLU Brno, 1996, s. 12-16.
- GAJDŮŠEK, S., KLÍČNÍK, V. *Mlékařství*. 2. vyd. Brno: VŠZ Brno, 1993, 129 s.
- GÖRNER, F., VALÍK, Ľ. *Aplikovaná mikrobiológia požívateľín*. 1. vyd. Bratislava: MALÉ CENTRUM, 2004, 528 s.
- GRIEGER, C., HOLEC. J. *Hygiena mlieka a mliečnych výrobkov*. Bratislava: Príroda, 1990, 397 s.
- HAVLOVÁ, J.; JIČÍNSKÁ, E., HRABOVÁ, H. *Mikrobiologické metody v kontrole jakosti mléka a mlékárenských výrobků*. Praha: ÚZPI, 1993, 243 s.
- HAYES, P. R. *Food Microbiology and Hygiene*. London: Elsevier Science Publisher LTD, 2000, 516 s.
- HEMME, D., BOUILLANNE, C., METRO, F., DESMAZEAUD, M. J. Microbial catabolism of amino acids during cheese ripening. *Science des Aliments*, 1982, vol. 2, p. 113. In CHUMCHALOVÁ, J., ŠVIRÁKOVÁ, E., GIESOVÁ, M., PLOCKOVÁ, M. Význam

fermentovaných mléčných výrobků ve výživě člověka. *Mlékařské listy - Zpravodaj*, 2001, 66, s.18-20.

CHUMCHALOVÁ, J., ŠVIRÁKOVÁ, E., GIESOVÁ, M., PLOCKOVÁ, M. Význam fermentovaných mléčných výrobků ve výživě člověka. *Mlékařské listy - Zpravodaj*, 2001, 65, s. 21-22.

KALÁČ, P., GLÓRIA, M. B. A. Biogenic amines in cheeses, beers and sauerkraut. In Dandriofosse,G, (Ed). *Biological aspects of biogenic amines, polyamines and conjugates*, 1st ed.Trivandrum, India. Transworld Research Network, 2009, p. 267-309.

KAROVIČOVÁ, J., KOHAJDOVÁ, Z. Review. Biogenic Amines in Food. *Chem. Pap.*, 2005, vol. 59, p. 70-79.

KEREKRÉTY, J. *HACCP- teória a prax*. Bratislava: Potravinokonzult, 2000, 216 s.

KOMPRDA, T. Biogenic amines and polyamines in fermented foodstuffs of animal origin. *Veterinárství*, 2005, vol. 55, p. 646-650.

KOROLEVA, N. S. Technology of kefir and kumys. In *Bulletin of IDF N°227*. Brussels: IDF, 1988, p. 96-100.

WALSTRA, P., GEURTS, TJ., NOOMEN, A., JELLEMA, A., van BOEKEL, MAJS. *Dairy technology. Principles of milk properites and processes*. 1st ed. USA: Marcel Dekker, Inc., 1999, 727 p.

KARAKASHEV, D., ANGELIDAKI, I. Emerging biological technologies: Biofuels and biochemicals. In CHRISTENSEN, TH. *Solid waste technology and management*. 1st ed. UK: Blackwell Publishing, Ltd., 2011, p. 636-650.

LUCEY, JA. Rennet coagulation of milk. In ROGINSKI, H., FUQUAY, JW., FOX, PF. In *Encyclopedia of dairy sciences*. Vol. 1. 1st ed. New York: Academic Press, 2003, p. 286-293.

LUKÁŠOVÁ, J., BURDOVÁ, O., HOLEC, J., LINHARTOVÁ, E., VEČEREK, V. *Hygiena a technologie mléčných výrobků*. 1. vyd. Brno: VFU Brno, 2001, 180 s.

KRÉBES, T., SÁSIK, M. *Sanitácia v potravinárstve A-Z*. Bratislava: ALFA Bratislava a SNTL Praha, 1978, 188 s.

MAIJLA, L., EEROLA, S. Biogenic amines. In ROGINSKI, H., FUQUAY, J. W., FOX, P. F.(ed.), *Encyclopedia of Dairy Science*. 1st ed.London: Academic Press, 2003, p. 156-162.

McLANDSBOROUGH, L. *Food Microbiology Laboratory*. 1st ed. New York, USA: CRC Press LLC. 2005. 179 p. ISBN 0-8493-1267-1

MISTRY, V. V. Fermented liquid milk products. In HUI, Y. H. *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering*. Vol. 1. Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group, 2006, p. 66-1 – 66-9.

NAUTH, K. R. Yogurt. In HUI, Y. H. *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering*. Vol 1. Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group, 2006, p. 152-1 - 152-15.

NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 852/2004 ze dne 29. dubna 2004 o hygieně potravin. *Úřední věstník Evropské unie*, 2004, L 139, s. 317-337.

NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienické předpisy pro potraviny živočišného původu. *Úřední věstník Evropské unie*, 2004, L. 139, s. 14 -74.

NAŘÍZENÍ EVROPSKÉ KOMISE (ES) č. 1662/2006, kterým se mění nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. *Úřední věstník Evropské unie*, 2006, L 320, s. 1-10.

NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1237/2007 ze dne 22. října 2007, kterým se stanoví společná organizace zemědělských trhů a zvláštní ustanovení pro některé zemědělské produkty („jednotné nařízení o společné organizace trhů“). *Úřední věstník Evropské unie*, 2007, L 399, s. 107-114.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 ze dne 21. října 2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě a o zrušení nařízení (ES) č. 1441/2002 (nařízení o vedlejších produktech živočišného původu. *Úřední věstník Evropské unie*, 2009, L. 300, s. 1-33.

NAVRÁTILOVÁ, P. Čištění a dezinfekce v potravinářském průmyslu. Brno: VFU Brno, 43 s.

NOVOTNÁ, J. *Zhodnocení systému HACCP v mlékárně s velkou kapacitou*. Atestační práce, VFU Brno, 2004, 102 s.

PROVAZNÍK, K., CIKRT, M., KOMÁREK, L. *Manuál prevence v lékařské praxi*. VIII. Základy hodnocení zdravotních rizik. Praha: Fortuna, 2000, 158 s.

PUHAN, Z. Treatment of milk prior to fermentation. In *Bulletin of IDF N°227*. Brussels: IDF, 1988, p. 66-74.

ROGINSKI, H., FUQUAY, J. W., FOX, P. F. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Vol I. London: Academic Press, London, 2003, p. 558.

ROGINSKI, H., FUQUAY, J. W., FOX, P. F. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Vol. 2. New York: Academic Press, 2003, p. 1018-1063.

STANDAROVÁ, E., BORKOVCOVÁ, I., VORLOVÁ, L. The occurrence of biogenic amines in dairy products on the Czech market. *Acta Sci. Pol., Medicina Veterinaria*, 2008, vol. 7, p. 35-42.

ŠTÍPKOVÁ, J. Zakysané mléčné výrobky a nápoje-spotřebitelský fenomén. *Potravinářská revue*. 2010, č. 2, s. 9-12.

ŠTÍPKOVÁ, J. Historie průmyslové výroby kysaných výrobků-jogurtů-od nového produktu z 30. let 20. století k dnešku. *Potravinářská revue*. 2007, č. 3, s. 19-23.

TAMINE, A. Y., ROBINSON, R. K. Technology of thermophilic fermented milk. In *Bulletin of IDF N°227*. Brussels: IDF, 1988, p. 82-95.

VIEIRA, E. R. *Elementary food science*. 4th ed. USA: Chapman & Hall, 1996, p. 224-244.

WALSTRA, P., GEURTS, T. J., NOOMEN, A., JELLEMA, A., van BOEKEL, M. A. J. S. *Dairy technology. Principles of milk properties and processes*. 1st ed. USA: Marcel Dekker, Inc., 1999, 727 p.

ZADRAŽIL, K. *Mlékařství*. 1. vyd. Praha: ČZU Praha a ISV, 2002, 125 s.

WALSTRA, P., et al. *Dairy science and technology*. 2nd edition. CRC Press, 2006. 782 p.

VOTAVA, M. *Lékařská mikrobiologie obecná*. Brno: NEPTUN, 2001, 245 s.

VYHLÁŠKA 77/2003 ze dne 6. března 2003, kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje. *Sbírka zákonů České republiky*, 2003, 24 s.

VYHLÁŠKA 124/2004 ze dne 9. března 2007, kterou se mění vyhláška č. 77/2003 Sb., stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje. *Sbírka zákonů České republiky*, 2004, 11 s.

<p>Autoři:</p> <p>Název:</p> <p>Ústav:</p> <p>Počet stran:</p> <p>Vydání:</p> <p>Povoleno:</p> <p>Podpořeno:</p> <p>Vydavatel:</p>	<p>Doc. MVDr. Bohumíra Janštová, Ph.D. Prof. MVDr. Lenka Vorlová, Ph.D. MVDr. Pavlína Navrátilová, Ph.D. MVDr. Michaela Králová, Ph.D. MVDr. Lenka Necidová, Ph.D. MVDr. Eva Mařicová, Ph.D.</p> <p>Technologie mléka a mléčných výrobků</p> <p>Ústav hygieny a technologie mléka</p> <p>141</p> <p>1.</p> <p>Rektorátem VFU Brno</p> <p>Projektem OPVK reg. č. CZ.1.07/2.2.00/15.0063</p> <p>Veterinární a farmaceutická univerzita Brno</p>
--	--

ISBN 978-80-7305-637-7