

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2015

KLÁRA TOBOLKOVÁ

Mendelova univerzita v Brně
Agromická fakulta
Ústav technologie potravin



Vady sýrů
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
Ing. Doubravka Rožnovská Ph. D.

Vypracovala:
Klára Tobolková

Brno 2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci pod názvem „*Vady sýrů*“ vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....
podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala Ing. Miroslavě Kolářové za odborné vedení, poskytování rad a času, který mi vždy s ochotou věnovala při psaní této práce. Děkuji také mé rodině a přátelům za podporu při studiích.

Abstrakt

Název: Vady sýrů

Cílem bakalářské práce bylo zpracovat literární přehled týkající se problematiky technologických a mikrobiálních vad sýrů. Jsou zde popsány požadavky na mléko pro výrobu sýrů, mlékárenské ošetření a dále rozdělení jednotlivých vad při výrobě. Vady sýrů lze rozdělit na vnější a vnitřní. Projevují se změnou chuti, vůně, barvy, ale i změnou tvaru, povrchu, struktury a konzistence. Mikrobiologické vady způsobují kvasinky, plísně a bakterie. Nejčastěji vady sýrů vznikají při nevhodné jakosti zpracovávaného mléka, nedodržení technologického postupu, při nevhodném skladování a distribuci hotového produktu.

Klíčová slova: mléko, syrovátka, syřidlo

Abstract

Title: Cheese defects

The aim of this bachelor thesis was to develop a literature search of the technology and microbial cheese defects. There are described the requirements for milk cheese production, dairy procedures and distribution of the individual defects in manufacture. Cheese defects can be divided into external and internal. The defects are reflected by changes flavour, aroma, color, but also by change shape, surface and texture. The microbiological defects caused by the yeast, mold and bacteria. Cheese defects are produced in the most inappropriate quality of the processed milk, non technological process, the inappropriate storage and distribution of the finished product.

Keywords: milk, whey, rennet

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	CÍL PRÁCE.....	9
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
3.1	Historie sýrů	10
3.2	Charakteristika sýrů	11
3.2.1	Rozdělení sýrů	13
3.3	Význam mléka pro výživu	14
3.4	Složení kravského mléka.....	14
3.5	Požadavky na mléko pro výrobu sýrů	15
3.5.1	Fyzikální požadavky	17
3.5.2	Chemické požadavky	18
3.5.3	Mikrobiologické požadavky	18
3.5.4	Technologické požadavky	19
3.5.5	Senzorické požadavky	19
3.6	Mlékárenské ošetření	20
3.6.1	Příjem a třídění mléka.....	20
3.6.2	Filtrace	20
3.6.3	Odstředování	20
3.6.4	Tepelné ošetření mléka	21
3.6.5	Homogenizace	22
3.6.6	Chlazení mléka	22
3.7	Technologické vady	22
3.7.1	Úprava mléka před sýřením.....	22
3.7.2	Sýření	23
3.7.3	Zpracování sýřeniny	24
3.7.4	Formování a odkap	25

3.7.5	Solení	25
3.7.6	Zrání.....	26
3.8	Vady sýrů	30
3.8.1	Vady vnější	30
3.8.2	Vady vnitřní	32
3.8.3	Vady vůně a chuti	35
3.9	Mikrobiologické vady sýrů	37
3.9.1	Plísně.....	37
3.9.2	Kvasinky	38
3.9.3	Nežádoucí tvorba plynů	39
3.9.4	Nežádoucí barevné změny sýrů	41
3.10	Nejčastěji se vyskytující vady u jednotlivých skupin sýrů	43
3.10.1	Čerstvé sýry	43
3.10.2	Měkké sýry s mazem na povrchu	44
3.10.3	Vady sýrů s plísní na povrchu.....	45
4	ZÁVĚR.....	46
5	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	47
6	SEZNAM OBRÁZKŮ	51
7	SEZNAM TABULEK.....	52

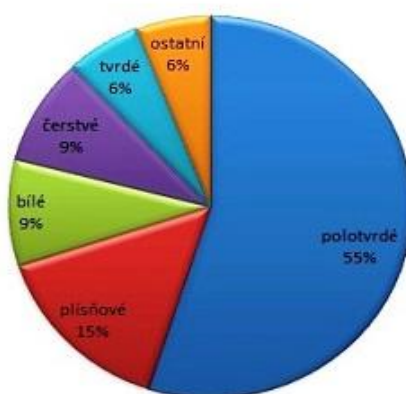
1 ÚVOD

Sýry patří mezi nejdéle vyráběné mléčné výrobky. Svým složením a obsahem jednotlivých živin jsou živící, sytící i ochrannou potravinou. Pro lidský organismus jsou velice důležitým zdrojem nepostradatelných bílkovin. Obsahují všechny esenciální aminokyseliny, které jsou nezbytné pro lidskou výživu.

První sýr byl objeven asijským kočovníkem, který si naplnil jeden ze svých cestovních vaků na vodu mlékem. Kožené vaky byly vyráběny ze žaludků mladých zvířat a obsahovaly živé srážecí enzymy. Tekutinu dnes nazýváme syrovátka a bílým chuchvalcům říkáme sýřenina.

V současnosti je výroba sýrů poněkud složitý technologický proces. Základem je srážení mléka pomocí kyseliny mléčné nebo syřidla. Srážením vzniká bílá sýřenina a syrovátka. Sýřenina se dále upravuje dle druhu sýra a nechává se zrát. Při zrání sýr získává charakteristickou chuť a aroma.

V České republice spotřeba sýrů pozvolna roste a přibližuje se průměrné spotřebě v Evropské unii, která dosahuje přibližně 17 kilogramů na osobu ročně. V posledních letech se konzumace čerstvých a plísňových sýrů zvyšuje. Český zákazník nakupuje především polotvrdé sýry holandského typu, např. eidamy a goudy. Na českém trhu je vysoká obliba tavených sýrů, jejichž průměrná roční spotřeba dosahuje více než 2 kg/os (Štráfěldová, 2014).



Obr. 1 Poměrné zastoupení jednotlivých kategorií sýrů dle konzumace v ČR za rok 2014 (Šustová a Sýkora, 2014)

2 CÍL PRÁCE

- Cílem bakalářské práce bylo prostudovat dostupnou odbornou literaturu týkající se vad, které vznikají při výrobě sýrů.
- Zaměřit se na problematiku technologických a mikrobiálních vad sýrů.
- Popsat konkrétní vady sýrů a možnosti jejich eliminace.
- Získané informace zpracovat formou bakalářské práce.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Historie sýrů

Starověk

Za kolébku prastarých produktů (sýr, chléb a víno) se považuje Střední východ. Pravděpodobně první sýry objevily kočovné kmeny jižní Asie a Středního východu. Před dávnými dobami přišel člověk na to, že mléko savců, hlavně koz, ovcí a krav má velmi vysokou výživovou hodnotu. Mléko se dříve pilo čerstvé. Sýřeniny lidé brali jako doplněk každodenní dávky bílkovin a syrovátku používali na zahánění žízně. Většina historiků kladou počátky domestikace koz a ovcí do období zhruba 10 000 let př. n. l. Krávy byly domestikovány mnohem později (Callec, 2002).

„Umění výroby sýra dovedli k dokonalosti Římané. Ve svých obrovských domech s mnoha místnosti mohli ovlivňovat jednotlivé fáze zrání sýrů” (Callec, 2002, str. 9).

K výrobě sýra používaly různé druhy mléka. Zpracovávalo se mléko především ovčí, kravské a kozí, ale také mléko kobyly a osla, které se dnes používá jen v některých asijských zemích a Rusku (Callec, 2002).

Středověk

Ve středověku se začalo profilovat mnoho současných typů sýrů. V roce 879 vznikl v Itálii sýr gorgonzola, roku 1200 sýr grana a v roce 1579 parmigiano (parmezán). V roce 1070 vznikl francouzský sýr roquefort a cantal. Holandské sýry při procesu zrání ztrácely málo vlhkosti a hmotnosti. V roce 1697 vznikl sýr gouda z Goudy. Ve střední a jižní Evropě se vyráběly zejména jemné sýry s dlouhou dobou zrání (Callec, 2002; Juříček, 2012).

Moderní doba

Významný vliv na mlékárenský průmysl měly Pasteurovy objevy. V Evropě převládá tendence, jejíž příznivci chtějí legislativně potlačit veškerá zdravotní rizika pro spotřebitele. Tudíž se stále zavádějí přísnější hygienická a zpracovatelská opatření (Callec, 2002).

3.2 Charakteristika sýrů

Podle vyhlášky č. 77/2003 Sb. je sýr definován jako „*mléčný výrobek vyrobený vysrážením mléčné bílkoviny z mléka působením syřidla nebo jiných vhodných koagulačních činidel, prokysáním a oddělením podílu syrovátky*”.

Sýry jsou čerstvé nebo prozřálé výrobky získané oddělením syrovátky po koagulaci mléka s různou tučností. Koncentrují v sobě základní složky sušiny mléka (kasein a mléčný tuk). Mléko se začalo zpracovávat na sýry hlavně pro jejich delší trvanlivost. Prodloužení trvanlivosti je založeno na fermentaci laktózy, zejména na kyselinu mléčnou, snížení vodní aktivity a pH, nízkém redoxním potenciálu a přispívá i přidavek soli. Mezi další výhodu zpracování mléka na sýry patří koncentrace nejceňnějších složek mléka (Kadlec a kol., 2002).

Sýr je především tvořen vodou, tuky, sacharidy, bílkovinami a minerálními látkami. Pevné částice (mimo vody) tvoří tzv. sušinu. Čím je vyšší podíl sušiny, tím je sýr chuťově výraznější a tvrdší (Píšová, 2011).

Pro lidský organismus jsou sýry velmi důležitým zdrojem nepostradatelných bílkovin, které obsahují všechny esenciální aminokyseliny nezbytné pro lidskou výživu. Různé druhy sýrů se také vyznačují vysokým obsahem minerálních látek, z nichž první místo zaujímá vápník, který je důležitý pro růst a zdraví kostí a zubů. Mezi další důležité minerálie patří fosfor, hořčík, sodík, draslík a významné stopové prvky (Šustová a Sýkora, 2013).

Tab. 1 *Nutričně významné složky ve 100 g sýru (Šustová a Sýkora, 2013)*

<i>Sýr</i>	<i>Bílkoviny (g)</i>	<i>Tuk (g)</i>	<i>Vápník (mg)</i>	<i>Energie (KJ)</i>
Měkký tvaroh	19,4	0,3	10	417
Tučný tvaroh 40% TVS	14,1	12	73	740
Balkánský sýr	14,7	20,5	400	1000
Tvarůžky	29,9	0,8	130 – 150	540
Hermelín	20,2	20,2	160	1120
Niva	19,9	28,8	550	1550
Eidam 30% TVS	29,1	15,6	800 – 950	1095
Eidam 45% TVS	26	26,1	700 – 740	1435
Čedar	26	31,5	720 – 800	1640
Primátor	27,2	28,8	890 – 960	1557
Tavený sýr 30% TVS	17,7	10,5	–	710
Tavený sýr 70% TVS	11,1	36,4	–	1570

3.2.1 Rozdělení sýrů

Tab. 2 Rozdělení sýrů (Vyhláška č. 77/ 2003 Sb.)

Sýr	přírodní	<i>nezrající</i>
		termizovaný
		<i>zrající</i>
		zrající pod mazem
		zrající v celé hmotě
		s plísní na povrchu
		s plísní uvnitř hmoty
		dvouplísňový
		v solném nálevu, bílý
		extra tvrdý (ke strouhání)
		tvrdý
		polotvrdý
		poloměkký
	měkký	
	tavený	nízkotučný (roztíratelný)
		vysokotučný (roztíratelný)
	syrovátkový	

Tab. 3 Přírodní sýry podle obsahu tuku v sušině (Vyhláška č. 77/ 2003 Sb.)

Sýr	Tuk v sušině (v % hmot.)
Vysokotučný	více než 60,0 včetně
Plnotučný	více než 45,0 včetně
Polotučný	více než 25,0 včetně
Nízkotučný	více než 10,0 včetně
Odtučněný	méně než 10,0

3.3 Význam mléka pro výživu

Mléko patří mezi základní složky výživy člověka a je nejlépe vyváženou potravinou. Prvořadý význam mléko mělo v počátcích civilizace a s vývojem lidské společnosti tento jeho význam stoupá. Organismus člověka potřebuje ke stavbě těla a k zajištění životních funkcí přísun hlavních složek potravy. Mléko obsahuje všechny tyto důležité látky – bílkoviny, cukry, tuky, vitamíny, minerální látky a stopové prvky. Tyto látky jsou v mléce obsaženy ve vyváženém poměru, mají vysokou biologickou hodnotu a jsou snadno vstřebatelné. Zajímavé místo mezi potravinářskými produkty zauímají mléčné výrobky, kterých je několik set druhů. Sýry a tvarohy jsou významnou složkou výživy s natrávenou bílkovinou. Obsahují značné množství vápníku, fosforu i některé další minerální látky, vitamíny a stopové prvky (Teplý a kol., 1979; Samková a kol., 2012).

3.4 Složení kravského mléka

Mléko je sekret mléčných žláz savců vylučovaný v době laktace a je určené k výživě mláďat. Kravské mléko je neprůhledná tekutina, které má bílou nebo mírně nažloutlou barvu a čistě mléčnou, nasládlou chuť. Pro zpracování se používá kaseinové mléko, které pochází od krávy, kozy, ovce i soba (Spreer, 1995; Tuček, 2014).

Mléko se skládá z bílkovin (kaseinové a syrovátkové), lipidů, laktózy, minerálních látek (rozpuštěných a nerozpuštěných), minoritních složek (enzymy, volné aminokyseliny, peptidy) a vody. Kasein se skládá ze čtyř frakcí: α_{s1} kasein, α_{s2} kasein, β – kasein a kapa kasein. Společně tvoří kolem 80 % z celkového obsahu bílkovin (Fox a McSweeney, 2004).

Syrovátkové bílkoviny se skládají ze čtyř typů: β – laktoglobulin, α – laktoalbumin, imunoglobuliny a sérový albumin. Mezi minerální látky patří především K^+ , Ca^{2+} , Cl^- , P^{5+} , Na^+ a Mg^{2+} (Law a Tamime, 2010).

Mléčné tuky jsou látky, které mohou být extrahovány z mléka pomocí nepolárních organických rozpouštědel, jako je ether, benzen, nebo chloroform.

Mléčný tuk tvoří z 97 – 99 % triacylglyceroly. Zbytek tvoří látky rozpustné v tucích, např. cholesterol a fosfolipidy (Walstra, 2006).

Další hlavní složkou mléka je laktóza (mléčný cukr). Skládá se z glukózy a galaktózy, které jsou spojeny β – glykosidickou vazbou. Laktóza je méně rozpustná a má nižší sladivost než sacharóza (Pocedičová, 2011).

Laktózová intolerance

Laktózová intolerance je způsobena neschopností organismu produkovat enzym laktáza, který rozkládá laktózu (mléčný cukr) ve střevech. Enzym laktáza je známý také pod názvem β – galaktosidáza. Mezi příznaky patří především průjem, nadýmání, křeče břicha, nevolnost a bolest hlavy. Laktózovou intoleranci ovlivňují různé faktory, např. etnický původ (nejčastěji ve východní Asii a Jižní Americe), pohlaví a věk (Pocedičová, 2011).

Tab. 4 Složení kravského mléka (McSweeney, 2007; Šustová a Sýkora, 2013)

Složka	%	g/l
Laktóza	4,0 – 5,0	45 – 49
Bílkoviny	3,0 – 3,5	30 – 32
• Kasein	2,2 – 2,8	25
• Syrovátkové bílkoviny	0,5 – 0,8	5,4
Tuk	3,0 – 5,0	32 – 60
Sůl	0,6 – 0,9	10

3.5 Požadavky na mléko pro výrobu sýrů

Při výrobě sýrů je rozhodujícím znakem jakost zpracovávaného mléka, která je dána fyzikálními, chemickými, mikrobiologickými, technologickými a senzorickými vlastnostmi mléka.

Podle nařízení (ES) č. 853/2004 se „syrovým mlékem rozumí mléko produkované sekrecí mléčné žlázy hospodářských zvířat, které nebylo podrobeno ohřevu nad 40 °C nebo ošetření s rovnocenným účinkem“.

Syrové kravské mléko musí pocházet od výrobců, kteří splňují požadavky na produkci a dodávku mléka pro lidskou výživu (Šustová a Sýkora, 2013).

Hygienické požadavky syrového mléka udává EU nařízením č. 853/2004

Syrové mléko musí být získáváno od zvířat:

- *která nevykazují žádné příznaky nakažlivé choroby přenosné mlékem na člověk, které jsou v dobrém zdravotním stavu, nevykazují známky nemoci a netrpí žádnou infekcí pohlavního ústrojí, ani enteritidou s průjmem nebo zánětem vemena,*
- *která nevykazují žádná zranění vemena, jež by mohlo mít vliv na mléko,*
- *kterým nebyly podány nepovolené látky či přípravky,*
- *u nichž byla v případě podání povolených přípravků či látek dodržena ochranná lhůta,*
- *pokud jde o brucelózu, musí syrové mléko pocházet od koz nebo ovcí, které patří do hospodářství, které je úředně prosté nebo prosté brucelózy,*
- *pokud jde o tuberkulózu, musí syrové mléko pocházet od stáda, u něhož jsou prováděny kontroly na tuto nákazu v rámci plánu kontrol schváleného příslušným orgánem.*

Tab. 5 Požadavky pro mléko (Šustová a Sýkora, 2013)

Barva	bílá, případně s lehce nažloutlým odstínem
Konzistence	stejnorodá tekutina bez usazenin, vloček a hrubých nečistot
Chuť a vůně	čistě mléčná bez jiných pachů a příchutí
Obsah tuku	nejméně 33 g/l
Obsah bílkovin	nejméně 28 g/l
Bod mrznutí	$\leq -0,520$ °C
Kyselost (SH)	6,2 – 7,8
Počet psychrotrofních MO	do 50 000/ml
Počet termorezistentních MO	do 2 000/ml
Počet koliformních bakterií	nejvýše 1000/ml
Sporotvorné anaerobní bakterie/0,1 ml	negativní
Celkový počet MO	nejvýše do 100 000/ml
Somatické buňky	do 400 000/ml
Inhibiční látky	negativní

3.5.1 Fyzikální požadavky

Mezi fyzikální požadavky, které se sledují, patří měrná hmotnost, bod mrznutí, bod varu, viskozita, povrchové napětí a vodivost.

Hustota (měrná hmotnost) je charakterizována jako hmotnost na jednotku objemu a je vyjadřována v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ nebo v $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Hustota je výsledkem koncentrace složek v mléce (vody, tukoprosté sušiny a tuku). Hustota čerstvě nadojeného mléka se pohybuje od 1,028 – 1,033 g/cm^3 . Je ovlivněna teplotou, ale závisí také na plemenu dojnice a fázi laktace. Naopak sterilace, pasterace ani homogenizace na hustotu nemají vliv (Snášelová a kol., 2009).

Bod mrznutí je důležitá fyzikální vlastnost mléka používaná k rychlému posouzení technologické neporušenosti směsného syrového mléka. Je významným ukazatelem kvality. Mléko nesmí mít BMM vyšší než $-0,520\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Gajdůšek, 2003; Samková a kol., 2012).

3.5.2 Chemické požadavky

Titrační kyselost mléka je důležitým chemickým požadavkem. Kyselost mléka se vyjadřuje počtem mililitrů roztoku NaOH o koncentraci 0,25 mol/l, spotřebovaných při titraci 100 ml mléka za přídavku fenolftaleinu jako indikátor (Samková a kol., 2012).

Mléko pod 5 je vodnaté, modravé barvy pocházející od dojnice se zánětem vemene. Mléko s kyselostí nad 9 signalizuje, že jde o mlezivo nebo mléko od dojnic s akutním zánětem vemene (Gajdůšek a Klíčnick, 1993).

Aktivní kyselost mléka se pohybuje v intervalu 6,5 – 6,8 pH. Mléko z hlediska koncentrace vodíkových iontů vykazuje neutrální reakci pH. Měření pH se provádí potenciometricky specifickými elektrodami a pH – metr, který je pravidelně kalibrován na hodnoty standardních pufrů – nejčastěji 4,7 a 9 (Samková a kol., 2012).

3.5.3 Mikrobiologické požadavky

Mikrobiologická čistota mléka by měla být pro výrobu sýrů co nejlepší. Sledujeme celkový počet mikroorganismů, především koliformní, termorezistentní a psychrotrofní (Teubner, 1998).

Mléko je svým vyváženým složením živin a vysokým obsahem vody vhodným prostředím pro růst mikroorganismů, které svou činností mohou ovlivnit kvalitu mléka a mléčných výrobků jak příznivě, tak i nepříznivě. V mléce nemohou být přítomny patogenní, toxinogenní mikroorganismy ani jejich toxické produkty (Vlková a kol., 2009; Šustová a Sýkora, 2013).

Mikroorganismy kontaminující mléko lze rozdělit do třech základních skupin (dle Vlkové a kol., 2009):

Termofilní bakterie – nejčastější zástupci způsobující vady mléka jsou druhy *Bacillus stearothermophilus*, *Clostridium thermosaccharolyticum*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a aktinomycety rodů *Thermoactinomyces* a *Thermomonospora*.

Termorezistentní mikroorganismy – mezi tyto mikroorganismy patří některé druhy rodů *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Sarcina*, *Streptococcus* a výjimečně i *Escherichia*. Ze sporulujících mikroorganismů to jsou především druhy *Bacillus cereus*, *Clostridium butyricum*, *Clostridium tyrobutyricum*.

Psychrotrofní mikroorganismy – nejčastěji vyskytující psychrotrofní mikroorganismy jsou gramnegativní tyčinky rodů *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes* a *Aeromonas*.

3.5.4 Technologické požadavky

Kysací schopnost je velmi důležitá technologická vlastnost. Má význam pro posouzení vhodnosti syrového mléka k fermentačním technologiím, ale také pro zjištění přítomnosti reziduí inhibičních látek (RIL), především antibiotik v mléce. Stanovuje se u pasterovaného mléka za použití jogurtové kultury R_X a vyjadřuje se dosaženou titrační kyselostí za podmínek metody (Samková a kol., 2012).

Syřitelnost mléka vyjadřuje schopnost mléka reagovat s přidaným syřidlem a vytvářet gelovitou sraženinu. Faktory, které ovlivňují syřitelnost, jsou především obsah kaseinu a jeho jednotlivých frakcí, velikost a stav kaseinových micel, kyselost a teplota mléka, obsah a formy vápníku a fosforu v mléce (Gajdůšek, 2003).

3.5.5 Senzorické požadavky

Smyslové (senzorické, organoleptické) vlastnosti jsou důležitou součástí výsledné jakosti mléka. Souhrn smyslových znaků hodnotíme senzoričnou analýzou, při níž jsou organoleptické vlastnosti hodnoceny lidskými smysly. Mezi základní smyslové znaky mléka zahrnujeme barvu, konzistenci, vzhled, chuť a vůni (Samková a kol., 2012).

Mléko má sladkou chuť, kterou způsobuje laktóza. Negativně chuť mléka mohou ovlivnit např. látky z krmiva. Čerstvě nadojené mléko má výraznou chuť. Mléko velmi snadno přijímá cizí pachy z vnějšího prostředí (Gajdůšek, 2003).

3.6 Mlékárenské ošetření

Základní mlékárenské ošetření zahrnuje základní technologické operace – příjem, třídění, čištění, filtraci, odstředování, tepelné ošetření, homogenizaci a chlazení mléka (Lukášová a kol., 2001).

3.6.1 Příjem a třídění mléka

Mléko přijaté k mlékárenskému ošetření musí být vytříděno, vyčištěno, odstředěno a zpasterizováno. Množství přijatého mléka se zjišťuje pomocí měřících objemových čerpadel, magneticko-indukčních průtokoměrů nebo podle hmotnosti – vážením na mostních vahách. Při měření množství mléka se současně provádí odběr vzorků odkapem (Lukášová a kol., 2001).

3.6.2 Filtrace

Filtrace je technologická operace, jejímž hlavním cílem je odstranění případných mechanických nečistot z mléka. Rozlišuje se filtrace plochými filtry (zastaralý způsob) a tlaková filtrace rukávcovými filtry (Samková a kol., 2012).

3.6.3 Odstředování

Odstředování patří mezi nejdůležitější fyzikální procesy používané v mlékárenském průmyslu. Základním principem je rozdíl měrné hmotnosti částic suspendovaných v kapalině a spojitě fáze emulze. Při odstředování dochází k rozdělení syrového mléka na odtučněné (odstředěné) mléko a na smetanu (Lukášová a kol., 2001).

3.6.4 Tepelné ošetření mléka

Mléko určené ke konzumu nebo dalšímu zpracování musí být tepelně ošetřeno. Hlavním účelem tepelného ošetření je zničení patogenních a technologicky nežádoucích mikroorganismů a zajištění jeho zdravotní nezávadnosti a údržnosti (Lukášová a kol., 2001).

Druhy tepelného ošetření (Lukášová a kol., 2001; Šustová a Sýkora, 2014):

- Termizace – záhřev při teplotě 63 – 65 °C po dobu 10 – 20 s. Při termizaci se usmrtí většina psychrotrofních a koliformních bakterií. Vzhledem k nízkým teplotám a krátké době působení tento postup není dostačující pro zničení patogenních mikroorganismů.
- Sterilizace – provádí se při teplotě 115 °C po dobu 15 minut.
- Pasterace – pasterační teplota je 72 °C po dobu 16 s.
- UHT (Ultra High Treatment) – záhřev na teplotu 135 – 145 °C po dobu 1 – 10 s.

Způsoby pasterace (Lukášová a kol., 2001):

- Krátkodobá vysoká pasterace – teplota 85 °C po dobu 5 – 8 s.
- Krátkodobá šetrná pasterace – teplota 72 – 74 °C po dobu 30 – 40 s. Používá se pro výrobu sýrů.
- Dlouhodobá (nízká) pasterace – teplota 63 – 65 °C po dobu 20 – 30 minut. Používá se u náročných sýrů jako je např. ementál a moravský bochník.

V ČR se pro mléko používá pasterace při 71 – 74 °C po dobu 20 – 30 s (Lukášová a kol., 2001).

Účinky pasterace (dle McSweeney, 2007):

- zničení patogenních mikroorganismů v syrovém mléce,
- inaktivace některých enzymů,
- částečná denaturace syrovátkových bílkovin.

3.6.5 Homogenizace

Homogenizace mléka se používá ke zmenšení tukových kapének na jednotnou velikost (pod 1 μm). Tím je zabráněno vyvstávání tuku na povrch. K homogenizaci se používají homogenizátory. Homogenizátory jsou vysokotlaká pístová čerpadla, která protlačují mléko úzkou štěrbinou homogenizační hlavy pod tlakem kolem 15 – 25 MPa. Náhlý pokles tlaku a rychlá změna proudění způsobuje rozbití tukových kuliček (Lukášová a kol., 2001; Gajdůšek, 1998).

3.6.6 Chlazení mléka

Hlavním účelem chlazení je zabránit rozvoji kontaminujících mikroorganismů. Mléko po nadojení má teplotu cca 33 °C a je nutné, aby bylo vychlazeno co nejrychleji (do 150 minut po nadojení). Mléko se skladuje v úchovných chladících nádržích nebo tancích. To jsou duplikátorové nádrže vyrobené z nerezové oceli. Duplikátor je plněn chladícím médiem. Pokud mléko není svezeno do 2 hodin po nadojení, musí být zchlazeno na teplotu minimálně 8 °C při denním svozu, při obdenním svozu na teplotu 6 °C. Během přepravy mléka do podniku nesmí teplota zchlazeného mléka přesáhnout 10 °C. Chlazení pod 4 °C je nežádoucí, jelikož namrzání mléka na stěny úchovné nádrže nebo tanku je nepřípustné (Samková a kol., 2012).

3.7 Technologické vady

Základní surovinou pro výrobu sýrů je mléko kravské, ovčí a kozí. Výroba sýrů patří k technologicky nejnáročnějším. Celý technologický proces je prováděn řadou změn téměř ve všech složkách sýrů. Tyto změny podmiňují aroma, chuť a konzistenci finálních výrobků (Gajdůšek a Klíčnick, 1993).

3.7.1 Úprava mléka před sýřením

Sýry jsou vyráběny z čerstvě pasterovaného mléka, ochlazeného na teplotu sýření. Při výrobě sýrů se používá šetná pasterace, při které přecházejí syrovátkové bílkoviny do syrovátky, což umožňuje dosáhnout požadované sušiny sýrů (Lukášová a kol., 2001).

Každý druh sýra má rozdílný obsah sušiny, tuku, resp. tuku v sušině. Tuk v mléce se musí upravit z toho důvodu, aby hotový sýr odpovídal svým složením příslušné normě. Obsah tuku má zásadní vliv na chuťové vlastnosti produktu.

Mléko pro výrobu sýrů je šetrně pasterováno kvůli zachování původních vlastností. Pasterací dochází ke změnám v poměru koloidní a rozpustné formy vápníku a zhoršení syřitelnosti mléka. Pro obnovení syřitelnosti se přidává rozpustný vápník, nejčastěji ve formě chloridu vápenatého nebo mléčnanu vápenatého. Dále se přidává, zejména u tvrdých sýrů, dusičnan draselný, který chrání hlavně dlouhozrající sýry před časným a pozdním duřením. Pasterací je usmrcena většina mikroorganismů, a proto se před sýřením mléka přidávají čisté mlékařské kultury, jejichž úkolem je zajistit optimální průběh všech mikrobiologických procesů v sýrech.

Často se provádí homogenizace mléka za účelem snížením ztrát tuku do syrovátky a rovnoměrného rozložení tuku v sýrech (Gajdůšek a Klíčnick, 1993).

3.7.2 Sýření

Sýření představuje základní výrobní stupeň společný pro všechny druhy přírodních sýrů. Sýření je přidavek vypočteného množství syřidla k upravenému mléku, promíchání a ponechání v klidu až do doby srážení. Působení syřidla závisí na množství obsažených enzymů (síla syřidla), kyselosti, obsah Ca^{2+} iontů, teplotě a případně dalších vlastnostech mléka. Při malých dávkách syřidla je sýřenina křehká a řídká a naopak při vyšších dávkách vzniká tuhá, kožovitá konzistence sýřeniny (Gajdůšek a Klíčnick, 1993).

Sýření probíhá na sýrařské vaně nebo na sýrařském kotli. Za stálého míchání se přidá syřidlo, poté se zasýřené mléko důkladně promíchá a uvede se do klidu. Ukončení sýření mléka poznáme tak, že se vytvoří sýřenina stejnoměrné a porcelánovité hmoty. Sýření probíhá při teplotě 35 °C (Šustová a Sýkora, 2013).

Parametry ovlivňující dobu srážení (Görner a Valík, 2004):

- dávka syřidla,
- teplota mléka,
- kyselost mléka,
- koncentrace Ca^{2+} v mléce,
- ředění mléka vodou.

Jako syřidla se používají specifické proteolytické enzymy, zejména chymozin (získaný z žaludků sajících telat, kůzlat a jehňat) a pepsinová syřidla (z hovězích, vepřových a drůbežích žaludků), anebo v současné době vyráběná mikrobiální neboli vegetariánská syřidla, které mají identické vlastnosti (Šustová a Sýkora, 2013).

3.7.3 Zpracování sýřeniny

Úkolem této fáze je rozkrájení sraženiny na požadovanou velikost, vytvoření sýrašského zrna a umožnění odtoku nadbytečné vody, respektive syrovátky. V sýřenině je vázáno určité množství vody, kterou můžeme rozlišit na vodu volnou, která odtéká samovolně při krájení, nebo vodu kapilární, která se vylučuje při synerezi (smršťování zrna) během míchání a vodu hydratační, která je vázána na částice kaseinu (Šustová a Sýkora, 2013).

Sýřenina se zpracovává na různou velikost zrna (vlašský ořech, lískový ořech, hrášek, kukuřice). Velikost zrna je podle konkrétního druhu vyráběného sýra. Platí, že čím je menší velikost zrna a větší povrch, tím víc se syrovátky vyloučí a je vyšší výsledná sušina sýra. U měkkých sýrů se sýřenina zpracovává na velké zrno, u tvrdých sýrů na menší zrno, které se pro dosažení sušiny dohřívá (Šustová a Sýkora, 2013).

Krájení a drobení sýřeniny se provádí pomocí vodorovných a svislých ocelových nožů a strun (Gajdůšek a Klíčnický, 1993).

Dohřívání je krokem, který se zařazuje navíc pro robustní sýry alpského typu a i u sýrů holandských (gouda, eidam) (Šustová a Sýkora, 2013).

3.7.4 Formování a odkap

Formování má dodat sýru potřebný tvar a velikost. Každý druh sýra má svůj typický tvar (např. koláčovitý, hranolovitý, válcový, bochníkový), velikost a vzhled. Sýřenina se formuje ve speciálních tvarovacích formách, které mohou být kovové nebo plastové a většinou jsou beze dna, aby uvolněná syrovátka mohla dobře odtékat. Sýřenina se do formy nalévá společně se syrovátkou nebo po odtoku syrovátky. Naplněná tvořítka je nutno obracet, aby sýr získal rovný uzavřený povrch (Görner a Valík, 2004; Šustová a Sýkora, 2013).

Během odkapu odtéká syrovátka, a tím dochází ke zvyšování sušiny. Je nutné, aby se při odkapu sýry několikrát obrátily, aby došlo k rovnoměrnému odtoku syrovátky a dosažení nejpravidelnějšího tvaru. Obracení se provádí ručně nebo za pomoci mechanických či pneumatických obrabečů (Šustová a Sýkora, 2013).

Uvolňování syrovátky podporuje (Šustová a Sýkora, 2014):

- snížení pasteračního záhřevu,
- zvýšení obsahu vápenatých solí,
- vyšší teplota sýření,
- vyšší dávka syřidla,
- rychlejší kysání,
- zpracování na menší zrno,
- míchání zrna,
- zvýšení dosoušející teploty dohříváním,
- zvýšený počet obrácení sýrů.

3.7.5 Solení

Solení je důležitou technologickou operací při výrobě sýrů. Sůl má dodat sýru slanou chuť, dále zlepšit konzistenci (strukturu) sýrového těsta, umožnit další odtok syrovátky, zpevnit povrch sýra, zastavit či zbrzdit mléčné kysání a příznivě ovlivnit další průběh zrání. Solením se také potlačuje činnost nežádoucí mikroflóry. Bílé sýry obsahují až 7 % soli, eidamské sýry přibližně 2 % a niva kolem 4 % soli (Kněz a kol., 1969; Görner a Valík, 2004; Šustová a Sýkora, 2013).

Lze rozlišit tři způsoby solení (Kněz a kol., 1969; Gajdůšek a Klíčnick, 1993; Kadlec a kol., 2002):

- Solení v těstě – sýřenina se solí přímo ve vaně nebo při formování.
- Solení na sucho – suchá sůl nebo kaše se roztírá na povrch vyformovaných sýrů.
- Solení v solné lázni – používáný u většiny sýrů. Koncentrace solné lázně je nejčastěji v rozmezí 18 – 22 %. Teplota solení je v rozmezí od 10 – 14 °C po dobu několika hodin až 5 dnů. Doba solení je závislá na velikosti a tvaru sýra a na požadovaném obsahu soli.

3.7.6 Zrání

Zrání je jednou z posledních fází výroby. Sýr získává typickou chuť, vůni, konzistenci a vzhled. Na tomto biochemickém procesu se podílejí hlavně mikrobiální enzymy, enzymy pocházející z mléka a enzymy syřidla. Největším změnám během zrání podléhá laktóza a mléčné bílkoviny, u některých sýrů i tuk a zastoupení solí. Výsledkem proteolýzy (rozkladu bílkovin), lipolýzy (rozkladu tuku) a tvorby aromatických sloučenin je chuť a vůně sýrů. Během zrání dochází k texturním změnám sýrů, které se stávají stejnoměrnější a elasticitější, poněvadž sýrové zrno ztrácí svou strukturu a rozptyluje se v sýrové hmotě. Odpařováním a proteolýzou se ze sýrů ztrácí voda, pH sýru vzrůstá díky enzymové aktivitě (Sýkora a kol., 2014).

Procesem zrání neprocházejí všechny sýry, např. čerstvé sýry, tvaroh a produkty podobného charakteru se po vyjmutí ze solné lázně a vykapání rovnou balí. Existují sýry, které se balí i se syrovátkou, např. mozzarella (Callec, 2002).

Na zrání sýrů se podílejí enzymy syřidla (chymosin, pepsin), nativní enzymy v mléce (plazmin, katepsin D, proteinázy somatických buněk), enzymy startovacích kultur, enzymy z odumřelých buněk a jiné.

Předběžné zrání je charakterizováno přeměnou laktózy na kyselinu mléčnou a současným částečným rozkladem bílkovin. Předběžné zrání probíhá během úpravy mléka, sýření, během zpracování sýřeniny, formování, lisování a solení. Do 24 hodin je nutno dosáhnout požadované hranice kyselosti, tzn. u měkkých sýrů pH 4,8 – 5,0, u tvrdých sýrů pH 5,1 – 5,2 (Sýkora a kol., 2014).

Kyselina mléčná je pufrujícími složkami mléka neutralizována, a jako mléčnan je ve sraženině zachycena. U některých sýrů slouží mléčnan jako substrát pro další kultury v pozdějším stádiu zrání, např. u sýrů ementálského typu při propionovém kvašení. Vedle kyseliny propionové vzniká kyselina octová a CO₂ (je zodpovědný za tvorbu ok v těchto sýrech). Mléčnan může být dále rozkládán i při máselném kvašení za vzniku vodíku, CO₂ a těkavých masných kyselin. Tvorba vodíku vede k popraskání sýrů při tzv. pozdním duření (Kadlec a kol., 2002).

Během vlastního zrání probíhá další rozklad bílkovin na jednodušší látky a také hydrolýza tuků. Bílkoviny jsou rozkládány na jednodušší polypeptidy, dipeptidy a ty na jednotlivé aminokyseliny. Při nevhodném zrání mohou vznikat nežádoucí až škodlivé produkty degradace aminokyselin – amoniak, močovina, kyselina máselná, vodík, biogenní aminy apod. Dále při rozkladu bílkovin vznikají i těkavé mastné kyseliny, které mají vliv na chuť sýra (Šustová a Sýkora, 2013).

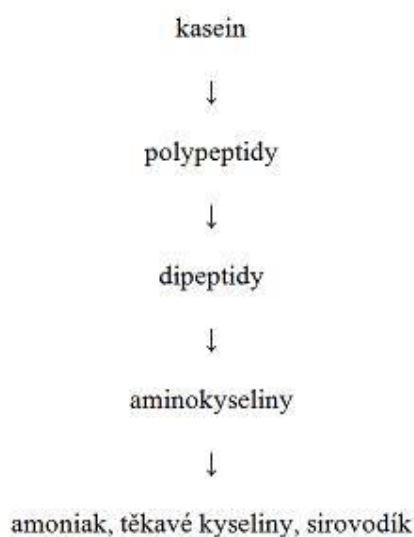
Při zrání rozlišujeme (Zadrazil, 2002):

- zrání v celé hmotě (anaerobní),
- zrání od povrchu (aerobní) působením povrchové mikroflóry.

Mikroorganismy zúčastňující se zrání sýrů (Görner a Valík, 2004):

- zákysové bakterie mléčného kvašení,
- nezákysové bakterie mléčného kvašení,
- propionové bakterie,
- bakterie syrového mazu,
- ušlechtilé plísně,
- kvasinky.

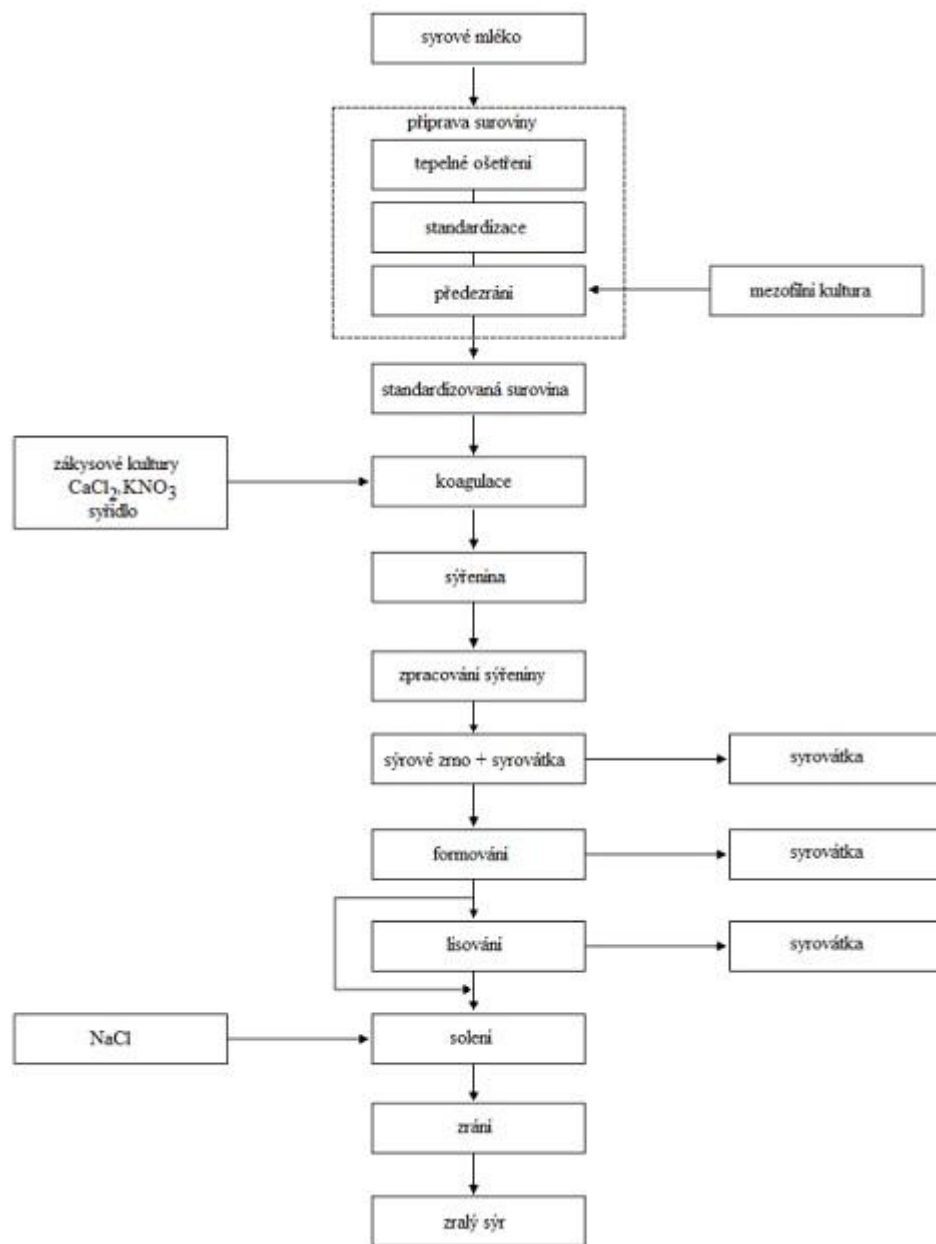
Zrání sýrů probíhá v zracích sklepech či zracích komorách, kde musí být vytvořené pro daný druh sýra optimální podmínky. Sýry se musí během zrání ošetřovat, např. umývat, obracet a kartáčovat. Doba zrání sýrů může být od několika dnů (např. hermelín), týdnů (např. niva) až měsíců (např. ementál), výjimkou je např. parmazán, který zraje nejméně 2 roky (Sýkora a kol., 2014).



Obr. 2 Zjednodušený přehled rozkladu kaseinu při zrání sýrů (Sýkora a kol., 2014)

Biogenní aminy

Představují skupinu aminů, které mají významné fyziologické a farmakologické účinky. Mezi nejznámější biogenní aminy patří histamin, tyramin, putrescin a kadaverin. Slouží jako indikátor zhoršení procesu či nedodržení předepsaného technologického postupu výroby. Jejich výskyt v syrovém mléce je velice sporadický. Zvýšení jejich obsahu je především ve zrácím procesu při výrobě sýrů. Z mléčných výrobků se nejčastěji vyskytují v sýrech. Udává se přibližně 1 g/kg. Legislativně není stanoven limit pro obsah biogenních aminů v sýrech, kromě tyraminu (200 mg/kg sýra). Tvorba biogenních aminů v sýrech je závislá na obsahu aminokyselin a peptidů v mléce, na přítomnosti bakterií schopných dekarboxylace, na pH, koncentraci soli, době zrání a skladování apod. (Černý a kol., 2009).



Obr. 3 Schéma výroby sýra sladkým srážením (Kadlec a kol., 2002)

3.8 Vady sýrů

Nejčastější příčiny snížení jakosti a vzniku vad sýrů jsou (Kněz a kol., 1969; Kopáček, 2013):

- nevhodná jakost zpracovaného mléka,
- používání vadných pomocných látek jako např. syřidla, kultury, sůl, mléčnanu vápenatého, dusičnanu draselného aj.,
- nedodržení nebo používání nesprávného technologického postupu včetně sanitace,
- nevhodné skladování a distribuce hotových výrobků, nedostatečné ošetření sýrů v průběhu zrání,
- mikrobiální i jiná kontaminace,
- jiné příčiny – např. nedostatečné ostré nože sýrařských harf.

Vady sýrů lze rozdělit do 3 skupin (Prokš, 1965; Kopáček, 2013):

- vady vnější – vady obalu, tvaru, povrchu a tvorby kůry nebo mazu,
- vady vnitřní – vady v barvě, dírkování, struktuře a konzistenci,
- vady vůně a chuti,
- vady ve složení – např. když není dodržena garantovaná sušina, tuk, obsah soli apod.

3.8.1 Vady vnější

Vady tvaru

Po špatném zalisování a upravení plachetky vznikají různě pokřivené tvary sýrů. Deformace nastává při nešetrném zacházení a převážení vyrobených sýrů a při nevhodném uložení sýrů v solné lázni a ve zracích sklepech (Lukášová a kol., 2001; Šustová a Sýkora, 2013).

Vady povrchu

Rozpukavý povrch vzniká při ukládání bochníkových sýrů ve vysokých vrstvách, především při přepravě.

Bílá mazovitost kůry v podobě mazu světlé až bílé barvy. Má silně slanou až ostrou chuť. Nejčastějšími příčinami jsou nízká kyselost mléka, nízká teplota při sýření, nevhodná dávka syřidla, nízká teplota při odkapávání a solení.

Roztékavost se projevuje ztrátou tvaru pod kůrou, která se odchlipuje a jádro zůstává tuhé. Příčinou této vady bývá zpracování nakyslého mléka, nízká teplota při sýření nebo příliš měkká a špatně dosoušená sýřenina, nedostatečné solení a vysoká teplota při zrání a skladování sýrů.

Černání a modrání sýrů vyvolává přítomnost železa a mědi, jejichž siričky vznikají vlivem amoniaku a sirovodíku jakožto produktů proteolýzy.

Červenání sýrů v podobě skvrn vzniká působením mikroorganismů produkujících červenavé pigmenty.

Hnědavé zbarvení sýrů může být na povrchu i v těstě. Je způsobeno velkými dávkami dusičnanů přidaných do mléka před sýřením.

Hnědé skvrny, často až černé mohou být způsobeny různými mikroorganismy, např. *P. casei* a *P. bruneoviolaceum*.

Rakovina kůry se nejčastěji vyskytuje u tvrdých sýrů. Na povrchu kůry se objevují měkká místa, která se prohlubují dovnitř a často vznikají dovnitř zasahující trhlinky. Původcem jsou kvasinky a některé druhy plísní (*Penicillium brevicante*). Této vadě lze zabránit pečlivým ošetřováním sýrů, čistotou podložních prken a dostatečnou výměnou vzduchu.

Moučnaté povlaky vyskytující se na kůře tvrdých sýrů tvoří *Scopulsriopsis brevicaulis* var. *glabra*.

Roztočivost způsobuje roztoč sýrový (*Tyroglyphus siro* aj.). Sýry jsou pokryty šedohnědým prachem – trus, pokožky ze svlékání, mrtví roztoči aj. Napadené sýry je nutno odrhnout v silném roztoku soli nebo v roztoku dichloretyléteru či dichlormetyléteru (Prokš, 1965; Kněz a kol., 1969; Lukášová a kol. 2001).

Dále povrch sýra mohou nepříznivě ovlivnit hlodavci ohryzáváním (zejména myši domácí a potkani) a moucha domácí, která naklade vajíčka na vlhký povrch sýrů nebo do prasklin. Důležité je zajistit zrací a skladovací prostory před vnikáním těchto škůdců a tím zabránit těmto vadám (Kněz a kol., 1969).

3.8.2 Vady vnitřní

Vady barvy

Barva sýrů je jedním z nejdůležitějších senzorických znaků. Některé sýry se v těstě přibarvují přírodním barvivem anato, který se získává z rostliny *Bixa orellana*. Barva nebarevných sýrů může být ovlivněna barevnými látkami z krmiva. Na barvu sýrů má vliv i jejich obsah tuku, při vyšším obsahu jsou žlutější, ale také homogenizace mléka, která způsobuje bělejší barvu.

Tvrdé sýry ementálského typu, parmazánu a romano (ovčí sýr) jsou náchylné na vznik tzv. růžových prstenců. Hnědé nebo červené skvrny se vyskytují v některých sýrech ementálského typu. Jejich původci jsou propionobakterie *P. thoenii* a *P. jensenii*. Bílé skvrny a změknutí sýřeniny způsobuje nadměrné množství enterokoků a kvasinek (Görner a Valík, 2004).

Vady struktury, konzistence a dírkování sýrového těsta

Tyto vady jsou způsobené mikroorganismy a patří mezi nejzávažnější vnitřní vady (Kněz a kol., 1969).

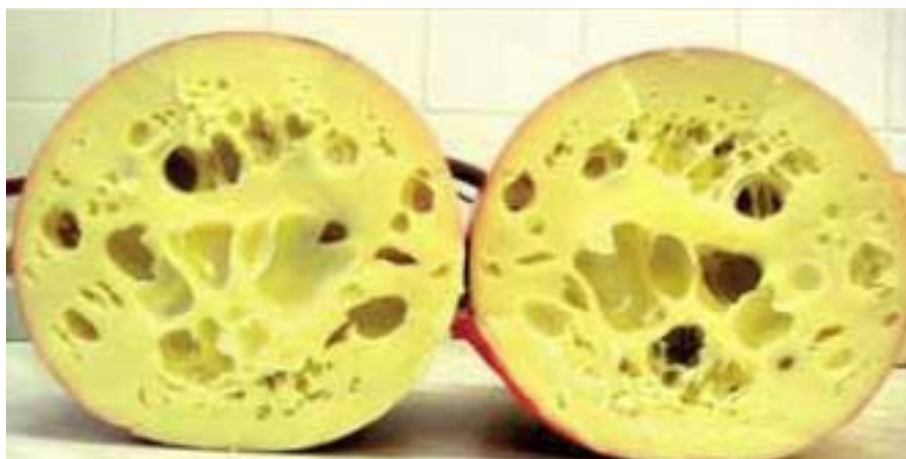
Časné duření vzniká nejčastěji u tvrdých sýrů. Vzniká v prvních dnech výroby v lisu nebo v solné lázni. Příčinou je silná tvorba plynu, která je vyvolaná nejčastěji *Escherichia coli* a *Aerobacter aerogenes*. Časné duření sýrů nastává tehdy, bylo-li mléko nečisté a nedostatečně ošetřené (neúčinná pasterace nebo reinfekce pasterovaného mléka při výrobě sýrů). Časnému duření sýrů dále napomáhá pomalý průběh prokysání sýřeniny během formování a lisování (nevhodná teplota, málo zákyasu nebo oslabená kultura, příliš teplá solná lázeň) (Kněz a kol., 1969; Lukášová a kol., 2001).

Dle konzistence a dírkování vadných sýrů lze rozlišovat dva typy zduřelých sýrů (Kněz a kol., 1969):

- síťovité sýry – značně zduřelé a mají houbovitý vnitřek (při nižším počtu plynotvorných bakterií),
- hnidovité sýry – se projevují velkým počtem malých nebo prostředních oček (velký počet plynotvorných bakterií v mléce, a pak i v sýru).

Pozdní duření se vyskytuje zejména u sýrů s vysokodohřívanou sýřeninou po několika týdnech zrání. Sýry mají tuhé těsto, mdlou chuť a zápach po zvětralém másle. Prevence duření sýrů spočívá především v péči o mikrobiální čistotu mléka k sýření (Lukášová a kol., 2001).

Je vyvoláno bakteriemi máselného kvašení, které se do mléka dostávají při jeho získávání. Bakterie mléčného kvašení se do mléka dostávají s nečistotami, především s částicemi výkalů obsahujících velký počet těchto mikrobů, dále při podávání krmiv, která obsahují bakterie mléčného kvašení (kvašená krmiva, siláže, krmiva průmyslová apod. Pozdní duření vzniká až za několik týdnů po výrobě, kdy jsou podmínky příznivé pro rozvoj sporotvorných mikrobů (vyšší pH sýrů) (Kněz a kol., 1969).



Obr. 4 *Velmi silné pozdní duření sýrů* (Kopáček, 2013)

Vysoká tuhost sýrového těsta bývá způsobena nedostatečným prokysáním sýřeniny. Takové sýry se brzy a rychle otvírají a mají velký počet nahloučených ok. Postupem zrání získávají nečistou a palčivou chuť (Kněz a kol., 1969).

Trhliny v těstě tvrdých sýrů se nejčastěji objevují při zpracování kyselého mléka nebo při použití vysokého pasteračního zahřevu. Příčinou trhlin také může být nešetrné zacházení se sýry při ošetřování.



Obr. 5 *Ořechovitá oka a trhliny v těstě sýra* (Kopáček, 2013)

Slepý sýr je takový sýr, který nemá oka. Tato vada vzniká tehdy, když v sýru nejsou přítomny propionové bakterie produkující CO_2 .

Bílá hniloba tvrdých sýrů se projevuje vznikem bílých, měkkých a zapáchajících ložisek v jádře. Tuto vadu způsobuje *C. sporogenes*, její vznik podporuje ředění syrovátky ve výrobníku vodou, což vede ke snížení produkce kyseliny mléčné.

Tvarohovitost těsta bývá vyvolána překysáním sýřeniny. Sýry mají špatnou chuť a neprokysávají.

Šedá hniloba u tvrdých sýrů se projevuje jako šedé zbarvení těsta působením *Bacterium proteolyticum*.

Nadměrná tvorba ok – velké množství malých oček je výsledkem nadměrně vysokých počtů propionibakterií neboli nedostatek soli a kyseliny v sýru.

Tvorba krystalů mléčnanu vápenatého – je způsobena rozmnožením mléčných bakterií, které nejsou součástí startovacích kultur. Tuto vadu způsobují kmeny rodů *Lactobacillus*, *Leuconostoc* a *Pediococcus*. Vakuovým balením je tvorba krystalů redukována (Lukášová a kol., 2001).



Obr. 6 Malá očka pod kůrou indikují slabé máselné kvašení (Kopáček, 2013)

3.8.3 Vady vůně a chuti

Sýr lze označit za jakostní jen tehdy, když jeho chuť a vůně plně odpovídá charakteru daného druhu. Tyto vady jsou pro konzumenta nejhorší.

Přesolený sýr má ostrou a slanou chuť. Na povrchu má hodně šedobílého mazu a pomaleji zraje. Částečně se dá odstranit omytím vlažnou vodou.

Nedosolený sýr má měkkou konzistenci a nadržuje tvar. Možná upravit dosolením na sucho.

Kyselý sýr – vada způsobená zkrslým mlékem nebo velkým obsahem syrovátky v těstě.

Hořký sýr vzniká z hořkého mléka po nevhodných krmivech nebo nedostatečným rozvojem bakterií mléčného kvašení. Hořká chuť souvisí s proteolytickými pochody, při kterých se tvoří hořké peptidy.

Žluklá chuť se vyskytuje u tučných sýrů a je způsobená zráním ve světlém sklepě nebo uložením na přímém slunečním svitu.

Žluklá, mýdlovitá a zatuchlá chuť – vznikají při špatném průběhu zrání sýrů (nevyhovující teplota, relativní vlhkost vzduchu). Příčinou této vady je často nevyhovující mikrobiální kvalita mléka a sekundární kontaminace mléka či vyrobeného sýru.

Hnilobná chuť vzniká rozkladem bílkovin, především vlivem mikroorganismů, zavlečených do sýrů pomocnými látkami, zejména syřidlem.

Jedovatost sýrů je vzácná vada, která může vzniknout za dosud málo objasněných podmínek při rozkladu bílkovin. Jedovaté sloučeniny mohou přejít z tvořitek (zinek) nebo z obalových folií (arzén, olovo) (Prokš, 1965; Šustová a Sýkora, 2013).

Česneková chuť sýra bývá způsobena krmivem obsahující divoký česnek, balením sýrů do fólie obsahující arzen nebo vysokými dávkami dusičnanu draselného (Kněz a kol., 1969).

Kvasinková vůně je způsobována kvasinkami rodu *Candida* produkující vysoké hladiny etanolu, etylacetátu a etylbutyrátu. Do 6 měsíců se objevuje kažení – sýr má vysokou vlhkost a nízký obsah NaCl (Lukášová a kol., 2001).

3.9 Mikrobiologické vady sýrů

Vady sýrů mohou být způsobeny (Görner a Valík, 2004):

- plísněmi,
- kvasinkami,
- nežádoucí tvorbou plynů,
- nežádoucími barevnými změnami sýrů.

3.9.1 Plísně

Spory plísní se snadno šíří prostředím a pro své klíčení potřebují kromě přiměřené relativní vlhkosti, teploty a živin také dostatečný přístup vzdušného kyslíku. Většina sýrů, pro jejichž zrání není požadovaný vzdušný kyslík, je balena do ochranných folií s inertní atmosférou bránící plesnivění sýrů. Dojde-li k netěsnosti nebo porušení fólie mohou spory plísní pronikat k sýrům, kde se mohou množit především na kyslík méně náročné druhy, např. rod *Penicillium*, který způsobuje modrou plíseň nebo rod *Cladosporium*, který způsobuje černou plíseň. Sýry mohou být kontaminovány dalšími plísněmi rodů *Aspergillus*, *Fusarium*, *Mucor*, *Scopulariopsis* a *Verticillium*. Plísně rodu *Penicillium* společně s bakteriemi rodu *Proteus* způsobují tzv. rakoviny kůry sladkých zrajících sýrů. Ty se projevují měkkými místy na kůře sýrů (Vlková a kol., 2009).

Rod *Aspergillus* je velmi rozšířený. Rozmnožuje se vegetativně pomocí konidií vznikajících v řetězcích z fialid na rozšířeném konci konidioforu. Tento rod se vyskytuje na nejrůznějším materiálu, jelikož je velmi bohatě vybaven enzymy (amylolytickými, pektolytickými a proteolytickými) (Šilhánková, 2002).

V současnosti jsou významnými původci nosokomiálních nákaz a jejich nebezpečí narůstá. Ohroženy jsou zejména osoby se sníženou imunitou a po transplantacích. Přenášejí se především inhalací vzduchu vysoce zamořeného konidiami (Bednář a kol., 1996).

Rod *Fusarium* je v přírodě velmi rozšířený a velmi rozsáhlý. Způsobuje kažení jablek, rajčat, brambor a některé druhy nemoci rostlin. Některé produkují toxiny, které mohou způsobit vážné onemocnění člověka.

Rod *Mucor* zahrnuje více než 100 druhů. Vyskytuje se na různých potravinách, např. chlebu, másle, mase, ovoci a zelenině, na nichž tvoří volně vláknitý, bělavý porost s kulovitými nahnědlými sporangii. Některé druhy mají proteolytické enzymy, proto se vyskytují zejména v mase a mléčných výrobcích.

Rod *Penicillium* je nejrozšířenější a nejrozsáhlejší z plísní. Obsahuje přibližně 150 druhů. Jeho druhy tvoří kolonie se žlutozelenými až modrozelenými konídiemi. Některé druhy plísní vyvolávají alergické reakce u lidí, jiné produkují mykotoxiny.

Pro výrobu plísňových sýrů, např. hermelínu, nivy, slouží *Penicillium roqueforti* a *Penicillium camemberti* (Šilhánková, 2002).

Mykotoxiny jsou toxiny produkované plísněmi tzv. sekundární metabolity. Mohou způsobit akutní toxické, mutagenní, teratogenní a karcinogenní účinky. Aflatoxiny patří k nejnebezpečnějším mykotoxinům, tvořené druhy *Aspergillus flavus* a *Aspergillus parasiticus*. Aflatoxiny se převážně vyskytují na sóje, arašidech a na materiálu dováženém z vlhkých tropických krajín (Šilhánková, 2002; McSweeney, 2007).

3.9.2 Kvasinky

Kvasinky jsou heterotrofní eukaryotní mikroorganismy, které se řadí mezi houby. Dostaly název podle schopnosti většiny druhů zkvašovat monosacharidy, disacharidy a trisacharidy na ethanol a oxid uhličitý. Vzhledem k jejich velikosti je řadíme mezi mikroskopické houby, které můžeme vidět pouze pomocí mikroskopu (Cempírková a kol., 1997).

Některé kvasinky jsou užitečnými, až nepostradatelnými, mikroorganismy při zrání některých sýrů, u jiných sýrů jsou nevídané. Zjištění nežádoucích kvasinek na povrchu zrajících sýrů je zcela jednoduché. K tomu přispívá jejich výrazná metabolická aktivita typická tvorbou CO₂ a alkoholu. Sýry, které jsou kontaminovány kvasinkami, mají kvasničnou chuť a aroma chlebového těsta. Kvasinky mají také lipolytickou aktivitu, proto způsobují žluklou chuť, volné mastné kyseliny mohou esterifikovat s alkoholy a vytvářet ovocnou chuť a vůni. Výskyt kontaminujících kvasinek na povrchu sýrů bývá provázený jeho oslizením. Zdrojem kontaminace bývají především solné lázně, po kterých je nutné sýry dostatečně osušit, poněvadž kvasinky se množí, zejména na površích sýrů s nepřiměřeně vysokou vlhkostí (Görner a Valík, 2004).

Mezi kvasinky nejčastěji kontaminující sýry patří:

Rod *Candida* patří mezi nejrozsáhlejší a nejrozmanitější. Obsahuje kolem 81 druhů. Některé druhy jsou používány k přípravě krmného droždí vyráběného z melasy i různých odpadních materiálů (Šroubková, 1996).

Rod *Geotrichum* obsahuje jediný druh *Geotrichum candidum*, který má bohaté mycelium s artrosporami a bílé sametové kolonie. Tvoří přechod mezi kvasinkami a plísněmi. Vyskytuje se jako častá kontaminace mléčných výrobků, zejména tvarohu a jogurtů, droždí a kysaného zelí (Šilhánková, 2002).

Rod *Pichia* patří mezi rody s nízkými kvasnými schopnostmi. Jeho druhy zkvašují buď jen glukózu, nebo nezakvašují žádný cukr. Nejčastěji se vyskytují jako kontaminace piva a vína, a to především ve špatně uzavřených lahvích, kde tvoří křís (Šroubková, 1996).

Rod *Kluyveromyces* vytváří pseudomycelium a jsou schopny štěpit laktózu. Jsou součástí kefirových kultur. Často se podílejí na kažení ovoce a sýrů (Vlková a kol., 2009).

Dále mezi kvasinky kontaminující sýry patří *Debaryomyces hansenii* a *Yarrowia lipolytica* (Görner a Valík, 2004).

3.9.3 Nežádoucí tvorba plynů

Mezi další vadu sýrů způsobené bakteriemi patří nežádoucí tvorba plynů vedoucí k duření a trhání sýrů. Duření sýrů lze rozdělit na časně a pozdní.

Časné duření vzniká při výrobě v lisu nebo v solné lázni. Příčinou je pomnožení koliformních bakterií *Escherichia coli* a *Aerobacter aerogenes*. Časné duření se vyskytuje jako síťovitost a hnidovitost. Síťovitost se projevuje houbovitostí a většími dutinami, hnidovitost velkým počtem malých dírek (Šustová a Sýkora, 2013).

Pozdní duření se vyskytuje zejména u sýrů, jejichž sýřenina se dohřívá na teploty 52 – 56 °C po dobu 45 minut. Při těchto teplotách jsou plynotvorné koliformní bakterie oslabené a nejsou schopny množení. Vytváří se velké dutiny, které bývají ve skupinách od sebe vzájemně odděleny tenkou blankou těsta. Na pozdním duření sýrů se nejčastěji podílejí sporogenní bakterie rodu *Clostridium* (*C. tyrobutyricum* a *C. butyricum*) (Vlková a kol., 2009; Šustová a Sýkora, 2013).

Z rodu *Enterobacter* je nejrozšířenější druh *Enterobacter aerogenes*. Je velmi rozšířen v přírodě a vyskytuje se ve střevním traktu zdravých zvířat i lidí. Některé kmeny způsobují u hostitelů se sníženou imunitou oportunní infekci. Močová a dýchací soustava bývá nejčastějšími místy infekce (Šilhánková, 2002; Sládková a Hlaváčová, 2011).

Rod *Clostridium* je rozsáhlý a důležitý především z potravinářského hlediska. Příslušníci rodu *Clostridium* tvoří při anaerobní oxidaci sacharidů velké množství plynu (CO₂ a H₂). Nepříznivě se tvorba plynu projevuje např. v sýrařství (duření sýrů), kde jsou klostridie nežádoucí také pro tvorbu nepříjemně páchnoucích sloučenin, zejména máselné kyseliny (Šilhánková, 2002).

Klostridia jsou obligátně anaerobní sporulující bakterie, které jsou nejvíce rozšířené v přírodním prostředí. Produkují jeden nebo více různých typů toxinů, některé z nich způsobují alimentární otravy. Alimentární otravy nejčastěji způsobují toxiny produkované druhy *Clostridium botulinum* a *C. perfringens* a výjimečně druhy *C. barati*, *C. butyricum*, *C. difficile*, *C. sordelli*, *C. sphenoides* a *C. spiroforme* (Jičínská a Havlová, 1995).

Koliformní bakterie patří do čeledi *Enterobacteriaceae*, které zkvašují laktózu. Tato skupina indikátorů fekálního znečištění je velmi významná. Do této skupiny řadíme především druhy rodů *Escherichia*, *Enterobacter* a *Klebsiella* (Cempírková a kol., 1997).

Escherichia coli patří do rodu *Escherichia* a je nejprozkoumanějším mikrobiálním druhem. Zkvašuje cukry (např. glukózu, laktózu) za intenzivní tvorby kyselin a plynu. *E. coli* slouží jako důležitý modelový organismus (Šroubková, 1996).

Kmen *Escherichia coli* 0157:H7 byla poprvé identifikován v roce 1982. Je hlavní příčinou alimentárních onemocnění. Je to velice nebezpečný lidský patogen, především pro malé děti. *E. coli* O157 se často nachází ve stolici zdravého skotu. Na člověka je přenášena prostřednictvím kontaminace potravin, vody, a přímým kontaktem s nakaženými lidmi nebo zvířaty (McSweeney, 2007).

Hlavním rezervoárem bakterie druhu *E. coli* v prostředí prvovýroby je zažívací trakt a stolice hospodářských zvířat. Přítomnost *E. coli* v provozech, v mléce i v mléčných výrobcích se považuje za celkem neškodný indikátor fekálního znečištění, tedy za ukazatel špatné úrovně hygieny a sanitačního režimu (Jičínská a Havlová, 1995).



Obr. 7 Počátek máselného kvašení způsobené klostridiemi (Kopáček, 2013)

3.9.4 Nežádoucí barevné změny sýrů

Barevné změny na povrchu sýrů

Žluté skvrny vyvolávají druhy bakterií *Micrococcus luteus* a *Aspergillus flavus*.

Hnědé skvrny jsou způsobeny nekulturními propionibakteriemi a plísní *Penicillium casei*.

Tmavohnědý až černý povlak způsobuje *Torula dematia* aj.

Bílou hnilobu způsobují bakterie *Clostridium sporogenes* a *C. putrefaciens*, která se projevuje bělavými dobře ohraničenými skvrnami s tmavším středem (Cempírková a kol., 1997; Vlková a kol., 2009).

Barevné změny uvnitř sýrů

Velké bílé skvrny v těstu způsobuje bakterie druhu *Clostridium sporogenes*.

Rezavé skvrny v těstu, především u sýrů s nízkodohřivanou sýřeninou, způsobuje *Lactobacillus plantarum* a *L. brevis*. U sýrů s vysoko dohřivanou sýřeninou tuto změnu způsobuje *Propionibacterium theonii* (Cempírková a kol., 1997; Vlková a kol., 2009).

3.10 Nejčastěji se vyskytující vady u jednotlivých skupin sýrů

3.10.1 Čerstvé sýry

Tab. 6 *Vady čerstvých sýrů* (Kopáček, 2013)

<i>Zjištěná vada</i>	<i>Příčina</i>
Nedostatečné prokysání	špatná smetanová kultura, málo vitální
	nevhodná mikrobiologická jakost mléka
	nízká teplota v sýrárně
Drobivé těsto	silné prokysání sýřeniny, když je teplota v sýrárně příliš vysoká (měla by být 18 – 20 °C)
Nadouvání sýrů	mikrobiální příčina – např. kontaminace kvasinkami nebo bakteriemi skupiny <i>E. coli</i> – <i>Enterobacter aerogenes</i>
Prázdna chuť	nedostatečně prokysané sýry
	nízký obsah aromatických látek
	při vyšší teplotě v sýrárně se mohou aromatické sloučeniny rozkládat a zapříčiňovat prázdnu chuť

Charakteristika čerstvých sýrů

Mezi čerstvé sýry patří především tvaroh, sýr smetanový, krémový a máslový, sýr gervais a termizované sýry, např. Lučina.

Jsou to sýry nezrající, kdy jejich „zrání“ je ukončeno mléčným prokysáním sýřeniny, u některých druhů ještě prosolením. U zmíněných sýrů nenastávají, kromě mléčného kvašení, žádné změny bílkovin, poněvadž se konzumují v čerstvém stavu.

Aby se dosáhlo dobré jakosti těchto sýrů, musí být přítomny bakterie smetanové kultury, které jim dodávají lahodně čistou a smetanově nakyslou chuť. Při výrobě je důležitý správný výběr smetanové kultury (*Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*) s dostatečnou tvorbou diacetylu, který dodává příjemnou vůni (Kopáček, 2013).

Vyznačují se vysokým obsahem vody, který činí 75 – 80 % a jsou určeny k rychlé konzumaci (Callec, 2002).

3.10.2 Měkké sýry s mazem na povrchu

Tab. 7 Vady sýrů s mazem na povrchu (Kopáček, 2013)

Zjištěná vada	Příčina
Duření sýrů	přítomnost bakterií rodů <i>Escherichia</i> a <i>Aerobacter</i> , popř. kvasinek vytvářejících plyn
Bílá mazovitost	porost plísně <i>Geotrichum candidum</i> na povrchu vytvoří peptonizační činností bílý maz a sýr potom neuzraje. Lze tomu zamezit silnějším solením.
	příliš nízká teplota během výroby, solení a zrání
Roztékání těsta	způsobeno činností některých proteolytických mikroorganismů v příliš teplém zracím sklepe.
	slabé solení
	špatné odkapávání syrovátky
	vadu lze řešit tak, že se sýr uloží do chladnějšího sklepa
Povrchové plesnivění sýrů	špatné ošetření povrchů sýrů
	kontaminace zracích sklepů a jejich špatné větrání

Charakteristika sýrů s mazem na povrchu

Do téhle skupiny řadíme především dezertní sýry, limburský sýr, romadúr, pivní sýr, olomoucké tvarůžky a jiné. Pro sýry s mazem je charakteristické zrání od povrchu dovnitř účinkem mikroorganismů povrchové mikroflóry se silnou proteolytickou činností. V primární fázi zrání se používají bakterie smetanové kultury (*Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*), v sekundární fázi zrání, která je důležitější, jsou používány aerobní bakterie „sýrové rouge“ – zejména *Brevibacterium linens* a rovněž asporogenní kvasinky rodu *Torulopsis* a *Candida*. Enzymy, které jsou součástí mikroorganismů, mají schopnost štěpit bílkoviny a tuk. Metabolity s pronikavou vůní a pikantní chutí typickou pro tyto sýry se tvoří rozkladem bílkovin. Pro uplatnění užitečné povrchové mikroflóry je důležité zabezpečit odpovídající klima zracích prostor – teplota 16 – 17 °C, relativní vlhkost vzduchu 95 – 98 % (Kopáček, 2013).

3.10.3 Vady sýrů s plísní na povrchu

Tab. 8 *Vady sýrů s plísní na povrchu* (Kopáček, 2013)

<i>Zjištěná vada</i>	<i>Příčina</i>
Rychlé roztékání těsta	kontaminace sýrů peptonizujícími druhy bakterií, které jsou pro zrání nežádoucí
	nedostatečně odkapané sýry, které pak rychleji zrají a mohou se roztékat
Mazovitost povrchů	vyskytne se v případě, že je ušlechtilá plíseň potlačena mikroorganismy vytvářející bělošedý až bělavý maz
Černání povrchu	není časté – v případě, že se vyskytne, jde o sekundární kontaminaci ve zracím sklepe – např. plísněmi <i>Mucor</i> a <i>Rhizopus</i>
Nadouvání sýrů	sekundární kontaminace plynotvornými bakteriemi (např. rodu <i>Escherichia</i>) nebo kvasinkami

Charakteristika sýrů s plísní na povrchu

Tyto sýry pocházejí převážně ze severní Francie. Camembert a de Brie je typickým zástupcem, u nás pak hermelín, kamadet a jiné. V primární fázi zrání se používají mikroorganismy smetanové kultury. V sekundárním zrání pak dochází k proteolytické činnosti enzymů produkovaných např. plísní *Penicillium camemberti*, *Penicillium caseicolum* a dalších. Dále se mohou uplatňovat kvasinky, např. rodu *Torulopsis* nebo *Geotrichum*. Použité plísně musí zajišťovat svojí proteolytickou a lipolytickou aktivitou správný průběh zrání a rovněž přispívají ke vzniku žádaných chuťových a aromatických látek charakteristických pro skupinu těchto sýrů (Kopáček, 2013).

4 ZÁVĚR

Sýry patří mezi mléčné výrobky, které mohou mít mnoho vad, především na povrchu, uvnitř, v chuti, ale i ve složení. Je nutné dbát na dozor nad surovinou, výrobou, hygienou a jakostí hotového výrobku, a tím můžeme předejít různým komplikacím.

Vysoká kvalita mléka je důležitým předpokladem pro výrobu kvalitního sýru. Je důležité, aby mléko odpovídalo svým složením, vlastnostmi a hygienickými parametry standardním hodnotám a stanoveným požadavkům.

Výroba sýrů patří k technologicky nejnáročnějším a vyžaduje dodržování následujících procesů – pasterace mléka, příprava mléka na srážení, srážení bílkovin, zpracování sraženiny, formování, solení, ošetření a zrání. Při zrání sýr získá typickou vůni, chuť, vzhled a konzistenci.

Mikrobiologické vady jsou způsobovány plísněmi, kvasinkami a bakteriemi. Plísně způsobují např. rakovinu kůry sladkých zrajících sýrů, bakterie způsobují nežádoucí tvorbu plynu vedoucí k duření a trhání sýrů. Mezi kvasinky kontaminující sýry patří především rod *Candida*, který způsobuje kvasinkovou vůni sýru.

Vady sýrů mohou způsobit výrobnímu závodu finanční i hospodářské ztráty a také mohou ovlivnit zájem spotřebitelů o výsledný výrobek. Je nutné, aby sýrař každou vadu, pokud je to možné, včas odhalil a provedl v technologii taková opatření, aby vady utlumil a při další výrobě jim předcházel.

Stejná vada sýrů může mít hned několik příčin. To platí především pro vady, které jsou způsobené nesprávnou technologií. Pečlivá a pravidelná kontrola je nutná pro odstranění výskytu vad u sýrů.

5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BEDNÁŘ, M., FRAŇKOVÁ, V., SCHINDLER, J., SOUČEK, A. & VÁVRA, J. *Lékařská mikrobiologie: bakteriologie, virologie, parazitologie*. 1. vyd. Praha: Marvil, 1996, 558 s.

CALLEC, Ch. *Encyklopedie sýrů*. 1. vyd. Čestlice: Rebo Productions, 2002, 256 s. ISBN 80-7234-225-8.

CEMPÍRKOVÁ, R., LUKÁŠOVÁ, J. & HEJLOVÁ, Š. *Mikrobiologie potravin*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1997, 165 s. ISBN 80-7040-254-7.

ČERNÝ, V., KVASNIČKOVÁ, E., HAVLÍKOVÁ, Š. & KALHOTKA, L. Výskyt mikroorganismů s dekarboxylázovou aktivitou v sýrech. *Mlékařské listy*, 2009, 116, 16 – 18 s.

FOX, P. F., MCSWEENEY, P. L. H., COGAN, T. C. & GUINEE, T. C. *Cheese: chemistry, physics, and microbiology* 3rd ed. Amsterdam: Elsevier academic press, 2004, 617 s. ISBN 0-12263651-1.

GAJDŮŠEK, S. & KLÍČNÍK, V. *Mlékařství*. 2. vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1993, 128 s. ISBN 80-7157-073-7.

GAJDŮŠEK, S. *Mlékařství II*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1998, 135 s. ISBN 80-7157-342-6.

GAJDŮŠEK, S. *Laktologie*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003, 78 s. ISBN 80-7157-657-3.

GÖRNER, F. & VALÍK, L. *Aplikovaná mikrobiológia požívatin: princípy mikrobiológie požívatin, potravinársky významné mikroorganizmy a ich skupiny, mikrobiológia potravinárskych výrob, ochorenia mikrobiálneho pôvodu, ktorých zárodoky sú prenášané požívatinami*. 1. vyd. Bratislava: Malé Centrum, 2004, 528 s. ISBN 80-967064-9-7.

JIČÍNSKÁ, E. & HAVLOVÁ, J. *Patogenní mikroorganismy v mléce a mlékárenských výrobcích*. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1995, 106 s. ISBN 80-85120-47-X.

JUŘÍČEK, A. *Cheese: Historie výroby sýra*. [online]. Cheese Brno, 2012 [cit. 2015-03-02]. Dostupné z: <http://www.mujsyr.cz/o-syrech/obecne-o-syru/historie-vyroby-syra/>.

KADLEC, P., ČEPIČKA, J., ČURDA, L., DOSTÁLOVÁ, J., FILIP, V., MELZOCH, K., PLOCKOVÁ, M., RYCHTERA, M., ŠMIDRKAL, J., ŠTĚTINA, J. & VOLDŘICH, M. *Technologie potravin II*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2002, 236 s. ISBN 978-80-7080-510-2.

KNĚZ, V. & SEDLÁČKOVÁ-PAČOVÁ, H. *Sýry a příprava sýrových jídel*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1969, 196 s. ISBN 04-803-70.

KOPÁČEK, J. *Vady sýrů a faktory, které je ovlivňují*. [online]. Laktos collection, 2013 [cit. 2015-01-30]. Dostupné z: <http://laktoscollection.cz/view.php?cislocianku=2013120025>

LAW, B. A. & TAMIME, A. *Technology of cheesemaking*. 2 nd ed. Chichester: Wiley-Blackwell, 2010, XXV, 482 s. ISBN 978-1-4051-8298-0.

LUKÁŠOVÁ, J., BURDOVÁ, O., HOLEC, J., LINHARTOVÁ, E. & VEČEREK, V. *Hygiena a technologie mléčných výrobků*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2001, 180 s. ISBN 80-7305-415-9.

MCSWEENEY, P. L. H. *Cheese problems solved*. Boca Raton: CRC Press, 2007, 402 s. ISBN 978-1-84569-060-1.

NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) Č. 853/2004 ze dne 30. 1. 2015, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. Oddíl IX: syrové mléko a mléčné výrobky.

PÍŠOVÁ, M. *Složení sýrů*. [online]. Cheese Kladno, 2011 [cit. 2015-01-25]. Dostupné z: <http://www.cheesykladno.cz/syrove-pojmy/slozeni-syru/>

POCEDIČOVÁ, K. Laktózová intolerance a syntéza prebiotik s využitím β – galaktosidázy. *Potravinářská revue*, 2011, 6/2011.

PROKŠ, J. *Mlékařství II*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1965. 365 s. ISBN 04-802-65.

SAMKOVÁ, E., CEMPÍRKOVÁ, R., HANUŠ, O., HASONOVÁ, L., HLAVÁČEK, J., JELEN, P., JEŘÁBKOVÁ, J., KOPÁČEK, J., LUŽOVÁ, T., NAVRÁTILOVÁ, P., SEYDLOVÁ, R., ŠPIČKA, J., ŠUSTOVÁ, K., VORLOVÁ, L. & VYLETĚLOVÁ M. *Mléko: Produkce a kvalita: Vědecká monografie*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2012, 240 s. ISBN 978-80-7394-383-7.

SLÁDKOVÁ, P. & HLAVÁČOVÁ, J. *Speciální mikrobiologie*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita, 2011, 88 s. ISBN 80-7375-558-4.

SNÁŠELOVÁ, J., MOTYČKOVÁ, M. & ZIKÁN, V. Hustota mléka a smetany v závislosti na teplotě a obsahu tuku. *Mlékařské listy*, 2009, 113/114, 18 – 20 s.

SPREER, E. *Milk and Dairy Product Technology*. New York: Marcel Dekker, 1995, 7, 481 s. ISBN 0-8247-0094-5.

SÝKORA, V., KUČTÍK, J. & ŠUSTOVÁ, K. *Farmářská výroba sýrů a kysaných mléčných výrobků XI.: sborník referátů ze semináře s mezinárodní účastí* 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014, 68 s. ISBN 978-80-7375-970-4.

ŠILHÁNKOVÁ, L. *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. 3. vyd. Praha: Academia, 2002, 363 s. ISBN 80-200-1024-6.

ŠROUBKOVÁ, E. *Technická mikrobiologie*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1996, 149 s. ISBN 80-7157-226-8.

ŠTRÁFELDOVÁ, M. *Spotřeba sýrů v ČR roste*. [online]. Český rozhlas, 2014 [cit. 2015-01-24]. Dostupné z: <http://radio.cz/cz/rubrika/zpravy/spotreba-syru-v-cr-roste-pribyva-specializovanych-obchodu>

ŠUSTOVÁ, K. & SÝKORA, V. *Mlékárenské technologie*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita, 2013, 223 s. ISBN 978-80-7375-704-5.

- ŠUSTOVÁ, K. & SÝKORA, V. *Sýrařství. Dělení sýrů*. [online]. 2014 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=2054
- TEPLÝ, M., ČERNÁ, E., HAVEL, F., HLADÍKOVÁ, Z., KOPECKÝ, J., MERGL, M., SUCHÁNEK, B. & VÝMOLA, J. *Mléko a jeho produkce k průmyslovému zpracování*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1979, 371 s. ISBN 07-095-79.
- TEUBNER, Ch., MAIR-WALDBURG, H. & EHLERT, F. *Sýry - velká encyklopedie*. Bratislava: Perfekt, 1998, 255 s. ISBN 80-8046-101-5.
- TUČEK, J. *Mléko a káva*. [online]. 2014 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://www.gastroprofesor.cz/clanek/kava-jako-kategorie/mleko-kava-espresso-milk>
- VLKOVÁ, E., RADA, V. & KILLER, J. *Potravinářská mikrobiologie*. 2. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2009. 168. ISBN 978-80-213-1988-2.
- VYHLÁŠKA č. 77/2003 Sb., Mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje.
- WALSTRA, P., WOUTERS, J. T. & GEURTS, T. *Dairy science and technology*. 2. nd ed. Boca Raton: CRC/Taylor & Francis, 2006, 782 s. ISBN 978-0-8247-2763-5.
- ZADRAŽIL, K. *Mlékařství: (přednášky)*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita a ISV, 2002, 127 s. ISBN 80-86642-15-1.

6 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 *Poměrné zastoupení jednotlivých kategorií sýrů dle konzumace v ČR za rok 2014*

Obr. 2 *Zjednodušený přehled rozkladu kaseinu při zrání sýrů*

Obr. 3 *Schéma výroby sýra sladkým srážením*

Obr. 4 *Velmi silné pozdní duření sýrů*

Obr. 5 *Ořechovitá oka a trhliny v těstě sýra*

Obr. 6 *Malá očka pod kůrou indikují slabé máselné kvašení*

Obr. 7 *Počátek máselného kvašení způsobené klostridiemi*

7 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 *Nutričně významné složky ve 100 g sýru*

Tab. 2 *Rozdělení sýrů*

Tab. 3 *Přírodní sýry podle obsahu tuku v sušině*

Tab. 4 *Složení kravského mléka*

Tab. 5 *Požadavky pro mléko*

Tab. 6 *Vady čerstvých sýrů*

Tab. 7 *Vady sýrů s mazem na povrchu*

Tab. 8 *Vady sýrů s plísní na povrchu*