

Použití čistých mlékářenských kultur při výrobě zakysaných výrobků

Radka Nedopilová

Bakalářská práce
2008



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav potravinářského inženýrství
akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Radka NEDOPILOVÁ**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Použití čistých mlékářenských kultur při výrobě
zakysaných výrobků**

Zásady pro vypracování:

1. Historický původ fermentovaných výrobků.
2. Charakteristika čistých mléčných kultur.
3. Využití a význam probiotických kultur.
4. Technologický postup výroby tvarohu, jogurtů, acidofilního mléka a kefíru.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. TEPLÝ, M. a kol. ČMK – Výroba, kontrola použití. 1.vyd. Praha: 1984. SNTL. 250s.

2. ŽIŽKA, B., MARTINKOVÁ, Z. Mikrobiologie pro čtvrtý ročník SPŠ mlékárenské. 1. vyd. Praha: 1980. SNTL. 150s.

3. FORMAN, L. a kol. Mlékárenská technologie II. 1.vyd. Praha: VŠCHT, 1996. 150s. ISBN 80-7080-250-2

4. OBERMAN, H., LIBUDZISZ, Z. Microbiology of fermented foods. Second addition, Edited by Brian J.B.Wood. London: Published by Blackie Academic and Professional, an imprint of Thomson Science. 1998. 1000s. ISBN 0-7514-0216-8

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jana Růžičková, Ph.D.

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

16. listopadu 2007

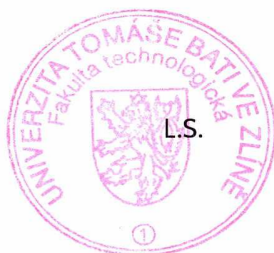
Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2008

Ve Zlíně dne 12. května 2008



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je seznámení s čistými mlékárenskými kulturami a jejich využití v potravinářském průmyslu (zejména mlékárenském). Náplní je popis a charakterizace bakterií mléčného kvašení, které se aplikují při výrobě zakysaných mléčných výrobků. Následuje stručný výklad technologie výroby vybraných druhů mléčných výrobků v návaznosti na dnes vyhledávané výrobky s probiotickou kulturou z důvodu pozitivního vlivu na celkový metabolismus člověka.

Klíčová slova: Bakterie mléčného kvašení, Fermentace, Probiotika, Technologie, Mléko

ABSTRACT

The aim of a bachelor work is to familiarise yourself with clean dairy cultivations and their use in the food industry (mainly dairy). It contains a description and characterization of the lactic fermentation bacteria which is applied when producing dairy sour products. The next step is a brief explanation of a technology production of selected dairy products in line with probiotic dairy products that are sought after at present, having a positive effect on the human metabolism.

Keywords: Lactic acid bacteria, Fermentation, Probitics, Technology, Milk

Poděkování

Chtěla bych poděkovat Ing. Janě Růžičkové, Ph.D. za odborné vedení a cenné připomínky, které mi poskytovala v průběhu vypracování bakalářské práce.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka.

Ve Zlíně: 28.5.2008

.....

Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	8
1 HISTORICKÝ PŮVOD ČISTÝCH MLÉKAŘSKÝCH KULTUR	9
1.1 VÝVOJ OD PŘÍRODNÍCH ZÁKYSŮ K ČISTÝM MLÉKAŘSKÝM KULTURÁM.....	9
1.2 DEFINICE A VÝROBCI ČISTÝCH MLÉKÁRENSKÝCH KULTUR	11
2 CHARAKTERISTIKA ČISTÝCH MLÉKÁRENSKÝCH KULTUR	13
2.1 VÝZNAM ČMK.....	13
2.1.1 Zdravotní význam ČMK.....	13
2.1.2 Technologický význam ČMK	13
2.1.3 Ekonomický význam ČMK.....	14
2.2 FUNKCE ČMK.....	14
2.2.1 Kysací funkce	14
2.2.2 Zrání	16
2.2.3 Dieteticko-léčebná funkce.....	16
2.3 ROZDĚLENÍ KULTUR	19
3 ZÁKLADNÍ DRUHY KULTUR	21
3.1 SMETANOVÁ KULTURA	21
3.1.1 Kultivace	22
3.1.2 Znaky kultury	23
3.1.3 Charakteristika jednotlivých druhů smetanové kultury.....	23
3.2 JOGUTOVÁ KULTURA	26
3.2.1 Kultivace	27
3.2.2 Znaky kultury	27
3.2.3 Vlastnosti ideální jogurtové kultury	28
3.2.4 Charakteristika jednotlivých druhů základní jogurtové kultury	29
3.3 ACIDOFILNÍ KULTURA.....	30
3.4 BIFIDOVÁ KULTURA.....	30
3.5 KEFÍROVÁ KULTURA.....	32
3.5.1 Kultivace keřírové kultury.....	32
3.5.2 Znaky kultury	33
3.5.3 Keřírová zrna.....	33
3.5.3.1 Kultivace keřírových zrn	33
3.5.3.2 Znaky keřírových zrn	34
3.6 PROBIOTIKA, PREBIOTIKA, SYNBIOTIKA	35

4	TECHNOLOGIE VÝROBY	39
4.1	VÝROBA JOGURTU	39
4.2	VÝROBA ACIDOFILNÍHO MLÉKA	41
4.3	VÝROBA KEFÍRU	42
4.4	ČMK PRO VÝROBU TVAROHU	43
4.5	VÝROBA TVAROHU	44
	ZÁVĚR	47
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	48
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	51
	SEZNAM OBRÁZKŮ	52
	SEZNAM TABULEK	53

ÚVOD

Pojem „mikroorganismy“ vzbuzuje u neodborné veřejnosti zpravidla nepříjemné pocity pro jejich souvislost s onemocněními. Při hlubším zamyšlení si však uvědomují, že jsou bakterie i užitečné při výrobě potravin a koneckonců i nepostradatelné při udržování biologické rovnováhy v přírodě. Posláním této práce je objasnit úlohu a význam čistých mlékárenských kultur v potravinářství. Nejčastěji se v potravinářství setkáváme s bakteriemi, plísněmi a kvasinkami.

Bakterie jsou převážně heterotrofní, žijí z organických látek a využívají je (odbourávají, fermentují, oxidují) na stavbu buňky a získání energie různými metabolickými drahami. Produkty metabolismu mohou být pro člověka užitečné (kyselina mléčná, etanol, aromatické látky aj.), ale i škodlivé (biogenní aminy, toxiny bakterií).

V klasické monografii Dána Orla - Jensena (1919) pojednávající o bakteriích mléčného kvašení se říká: „Pravé bakterie mléčného kvašení tvoří velkou přirozenou skupinu nepohyblivých, nesporulujících G^+ koků a paliček, které fermentují sacharidy za fakultativně anaerobních (mikroaerofilních) podmínek a tvoří při tom hlavně kyselinu mléčnou“ [1]. Tato koncepce bakterií mléčného kvašení je platná v podstatě dodnes.

Bakterie mléčného kvašení se vyskytují v mnoha přírodních stanovištích, nejen v mléku a fermentovaných mléčných výrobcích. Nacházejí se v potravinách s ostatními skupinami bakterií a vlivem fermentačních procesů mohou být určitým stupněm biologické konzervace potravin.

Během procesu fermentace je část přítomné laktosy přeměněna na mléčnou kyselinu. Současně vznikají v závislosti na použité kultuře karbonylové sloučeniny, těkavé mastné kyseliny, aminokyseliny, etanol, oxid uhličitý a některé sekundární metabolity. Vzniklá kyselina mléčná zamezuje růstu škodlivých nežádoucích bakterií snížením pH výrobku, avšak vytváří vhodné prostředí pro růst kvasinek a plísní, které nejčastěji způsobují mikrobiální vady fermentovaných výrobků, pokud vzniknou podmínky umožňující kontaminaci výrobků.

Čisté mlékárenské kultury nemají výrazné proteolytické a lipolytické vlastnosti, ale tvoří z bílkovin štěpné produkty (peptidy, aminokyseliny), které slouží jako lehce využitelný zdroj dusíku. Všechny tyto metabolity v součinnosti s dalšími faktory udělují výrobkům charakteristické organoleptické a dietetické vlastnosti příslušného produktu.

1 HISTORICKÝ PŮVOD ČISTÝCH MLÉKAŘSKÝCH KULTUR

1.1 Vývoj od přírodních zákysů k čistým mlékařským kulturám

Pro celý mlékárenský průmysl a jeho rozvoj měl objev čistých mlékařských kultur dalekosáhlý význam. Již v prvním období používání čistých mlékařských kultur (ČMK) se ve výrobě mléčných výrobků projevíly velké přednosti ve srovnání s používáním zákysů přírodních. Především byla odstraněna závislost jakosti mléčných výrobků na více nebo méně příznivém složení přírodní mikroflóry mléka používaného k výrobě. Tím se zabránilo dřívějšímu značnému kolísání jakosti výrobků, které bylo způsobeno proměnlivým složením přírodní mikroflóry. Používání ČMK pak vytvořilo předpoklad pro pasteraci mléka, a tím i zajištění zdravotní nezávadnosti mléčných výrobků. Dále byly vytvořeny podmínky pro zavádění výroby speciálních sýrů i mimo oblast jejich původní domoviny s typickou mikroflórou a umožnilo se rozšíření zakysaných mléčných nápojů i mimo území jejich lidové výroby. Používání čistých mlékařských kultur se pro tyto své přednosti rozšířilo do všech zemí s vlastním mlékárenským průmyslem a zakotvilo také v našem mlékařství [1].

Využívání přirozené mikroflóry mléka při přípravě mléčných výrobků má již velmi dlouhé trvání. Účinku „divoké“ (přirozeně přítomné) mikroflóry syrového mléka, která obsahuje i bakterie mléčného kvašení, jež se do něj dostaly přirozenou cestou kontaminace, se využívalo dávno před vznikem prvních mlékárenských závodů, a to nejdříve při domácí a později živnostenské výrobě kysaných mlék, másla a kyselých a později i sladkých sýrů. Ovšem výrobky tímto způsobem získané měly malou trvanlivost a značně kolísavou jakost. Příčinou bylo zejména velmi odlišné složení přírodní mikroflóry syrového mléka (vlivem podmínek jeho výroby, získání, ošetření a uskladnění) i obsah nežádoucích sporotvorných a hnilobných bakterií. Tyto faktory měly vliv také na rozmnožení původní mikroflóry syrového mléka v době od získání mléka až po jeho použití k přípravě mléčných výrobků. Tato aplikace přírodní mikroflóry do syrového mléka se při výrobě jednotlivých druhů domácích mléčných výrobků tehdy ovšem zakládala jen na dlouholetých zkušenostech získaných pozorováním účinků této přírodní mikroflóry v různých podmínkách [1].

Je proto pochopitelné, že v tomto období primitivní mlékařské výroby se nejlepší druhy národních mléčných výrobků vyráběly v oblasti s dobrou krmivovou základnou, kde se

dojnice volně pásly a pohybovaly na zdravém vzduchu, což ovlivnilo příznivě i přírodní mikroflóru syrového mléka. Mléčné výrobky z těchto oblastí, většinou horských, a zejména národní typy zakysaných mlék, domácí selské máslo a sýry měly vždy vynikající pověst (např. švýcarský ementál, francouzský roquefort a camembert, italský parmazán, holandská eidamská cihla a gouda, slovenská bryza, parenica, oštepok, české tvarůžky aj.).

Tato situace trvala až do roku 1886, kdy kodaňský profesor Storch izoloval a sestavil smetanový zákys k výrobě másla. K průkopníkům mlékařské mikrobiologie v první polovině 20. století patří dále Švýcar Freudenreich, Dán Orla-Jensen a u nás Vladimír Pavlák a Otakar Laxa. Od těchto začátků prodělala technika výroby čistých kultur a jejich aplikace v mlékárenské výrobě velký rozvoj [1].

U nás se začaly používat čisté mlékařské kultury v posledních letech 19. století. Jako první se používaly dánské kultury, později i další zahraniční kultury. Současně byly pokusně sestavovány kultury z místních kmenů. Například Dr. Pavlák v mlékařské a sýrařské škole v Kroměříži izoloval od roku 1910 na 85 kmenů bakterií a z nejlepších pak sestavoval originální čisté kultury [2].

Významný krok vpřed znamenalo založení vývojového závodu generálního ředitelství mlékárenského průmyslu v Praze-Vokovicích v roce 1949, který v první fázi zajistil rozmnožování dovážených zahraničních kultur a jejich expedici do všech mlékáren v ČSSR. Později byly získány vlastní originální kultury. Tyto kultury, vypěstované z domácích zdrojů a dodávané našim mlékárnám již od roku 1954, umožnily závodům přejít od funkce rozmnožovny k funkci skutečné výroby vlastních kultur. Tím se mlékárenský průmysl zbavil závislosti na zahraničních producentech kultur. Hlavní výhodou však je, že kultury domácího původu vykazují při používání v našich podmínkách lepší výsledky než kultury zahraniční, pocházející ze zcela jiného prostředí, např. z mléka vysokohorských oblastí (Švýcarsko) nebo z přímořských, nížinných (Dánsko) [2].

Používání čistých mlékařských kultur proto dává možnost rozvinout výrobu kvalitnějších mléčných výrobků s přihlédnutím k jakosti naší průměrné suroviny, tj. mléka, které je našim mlékárnám zemědělskými závody dodáváno [1].

1.2 Definice a výrobci čistých mlékařenských kultur

Čisté mlékařské kultury jsou výrobní prostředky klíčového významu. Přítomností a činností mikroorganismů (MO) v surovině vznikají biochemické a i fyzikálně chemické procesy, které jsou základem jednotlivých výrobních odvětví mlékařenského průmyslu. Mikrobiologie umožnila i na tomto poli určení a všestranné zkoumání mikroorganismů, které se uplatňují v mlékařské výrobě. Prozkoumala dříve neznámé příčiny jejich příznivých účinků na zrání suroviny i jednotlivých výrobků a na vytváření chuťových vlastností, konzistence a vůně a umožnila využití takto získaných poznatků k zdokonalení výrobní technologie.

Pojem „čisté mlékařské kultury“ je však nutno si vykládat pouze technicky. Nejde totiž o čisté kultury v pravém slova smyslu tohoto pojmu, ani o absolutní druhovou čistotu kultur, ale o jejich pojmové odlišení od dříve používaných přírodních kyšek neznámého mikrobiologického složení. Čisté mlékařské kultury jsou složeny ze známých a žádoucích druhů MO. Směsné kultury obsahují i několik druhů MO obvykle různých druhů bakterií mléčného kvašení nebo jiných užitečných bakterií, kvasinek či plísní. Jednotlivé druhy čistých mlékařských kultur, tj. i monokultury, mohou však být složeny z více různých kmenů tohoto druhu. Směsné kultury jsou pak definovány za účelem, kterému v mlékařské výrobě slouží, a mikrobiologickým složením, tj. druhy MO nebo charakteristickou skupinou MO, které má obsahovat živné prostředí příslušné čisté kultury v rozmnoženém a živém stavu.

Z tohoto hlediska si dobyly světové pověsti zejména dánské, švýcarské, německé, francouzské laboratoře pro výrobu ČMK. Z dánských jsou nejznámější kultury Flora Danica (Det Danske Syrivaskka Laboratorium, Odense), Hansen (Hansenovy laboratoře na výrobu čistých mlékařských kultur a syřidel, Kodaň), Jørgensen (Jørgensenovy laboratoře, Kodaň) a další dánské laboratoře (Blauenfeldt a Twede, Ryman a Lowngreen).

Nejvíce se však u nás používala vedle Hansenových kultur dánská smetanová kultura Flora Danica, která byla dodávána mnoho let přímo našim jednotlivým mlékařským závodům. Po druhé světové válce nebyly již v zásadě tyto přímé dodávky zahraničních laboratoří našim mlékárnám obnoveny a na místo výroben zahraničních nastoupily výroby tuzemské.

Čisté mlékařské kultury se u nás začaly v menším rozsahu vyrábět již dávno před druhou světovou válkou. Nejznámější z těchto pokusů o tuzemskou výrobu, resp. rozmnožování čistých mlékařských kultur byly soustředěny kolem mlékařských škol - kroměřížské (Pavláček), plzeňské (Rosam), Vysokého učení technického v Praze (Laxa). Pracemi posledně jmenovaného - Laktologického ústavu ČVUT v Praze, a to jakostí i uplatněním na tuzemském a v malé míře i zahraničním trhu, vyvrcholil tento dílčí úsek vývoje výroby čistých mlékařských kultur [1].

Výrobce a dodavatelem ČMK tuzemské výroby byl Vývojový závod mlékárenského průmyslu, generální ředitelství (Praha - Vokovice). Základem byly originální československé kultury, sestavené z kmenů izolovaných z domácích zdrojů. Označovaly se názvem Laktoflora.

Dnes je hlavní firmou Christian Hansen - dánská firma, dále Milcom a.s., Danisco, Texel, DSN - OK servis, Marschal Division (USA, Francie), Wiesby (Dánsko, Německo) [3].

2 CHARAKTERISTIKA ČISTÝCH MLÉKÁRENSKÝCH KULTUR

2.1 Význam ČMK

2.1.1 Zdravotní význam ČMK

Čisté mlékárenské kultury nesmí být patogenní. Umožňují výrobu mléčných potravin z pasterovaného mléka, a tím se zaručuje i jejich zdravotní nezávadnost. Význam ČMK je však daleko širší. Je prokázáno, že ČMK mají dieteticko - léčebné účinky na metabolismus člověka. Jde především o zvýšení výživné hodnoty výrobků, u nichž dochází k přeměně bílkovin mléka na stravitelnější formy. Některé mikroorganismy produkují vitaminy, jimiž obohacují prostředí. Bakterie mléčného kvašení obsažené v ČMK tvoří mléčnou kyselinu, která tlumí rozvoj škodlivé hnilobné mikroflóry. V tomto směru jsou zvláště významní mikroby se schopností implantace v lidském střevním traktu zejména v tlustém střevě. Podobný účinek mají antibiotika produkovaná některými kmeny mléčných kultur [1, 4].

2.1.2 Technologický význam ČMK

Bez ČMK nevyrobíme žádné standardní mléčné výrobky. Pasterací se zničí nejenom patogenní zárodky, ale také mikroby technologicky významní. Technologicky užitečné MO se zavádějí do pasterovaného mléka, tím se zajistí žádané biochemické procesy, nutné k dosažení specifických vlastností jednotlivých výrobků. S těmito biochemickými procesy souvisejí:

- a) **Fyzikálně chemické změny a rozklad bílkovin, tuků** - především koagulace mléčné bílkoviny působením mléčné kyseliny, která vzniká činností BMK. Je to základní proces, který probíhá všude tam, kde se uplatňují tyto bakterie.
- b) **Tvorba ochranných látek** - projevuje se různě u jednotlivých kultur. Ochranný účinek má především mléčná kyselina inhibující škodlivou alkaligenní mikroflóru. Dále to jsou látky redukující povahy, které zamezují autooxidaci mléčného tuku, a některá antibiotika, potlačující rozvoj nežádoucí mikroflóry.
- c) **Vlastní zrání mlékárenských výrobků** - chemické změny základních složek mléka (laktosy, bílkovin a tuku). Vzniká charakteristická konzistence, chuť a vůně výrobků.

Je obtížné postihnout všechny činitele mající vliv na zvýšení jakosti mlékárenských výrobků působením mikroorganismů obsažených v ČMK. Jejich funkce se prolínají, kombinují, doplňují, a tak vzniká komplex působení ČMK typický pro každý druh mléčných výrobků [1, 2].

2.1.3 Ekonomický význam ČMK

Čisté mlékařské kultury se dnes uplatňují v nejdůležitějších výrobních úsecích mlékárenského průmyslu (výroba zakysaným mléčných výrobků, sýrů, tvarohů).

Používání ČMK dává předpoklad k dosažení dobré, standardní jakosti výrobků. Snižuje se zmetkovitost ve výrobě a zvyšuje se hospodárnost výroby. ČMK umožňují také rozšiřování sortimentu výrobků [2].

2.2 Funkce ČMK

Důležité jsou kultury pro výrobu fermentovaných mléčných výrobků, mléčných nápojů a specialit vůbec. Patří k nim především několik vybraných variet kultury jogurtové, dále kultura pro výrobu acidofilního jogurtu, tzv. bijogurtu, kultura pro výrobu acidofilního mléka, keřírová a smetanová [1].

Základní funkce ČMK jsou:

- a. Kysací funkce
- b. Zrání
- c. Dieteticko-léčebná funkce

2.2.1 Kysací funkce

Kysací funkce ČMK spočívá v tvorbě mléčné kyseliny, vytvářené v mléce účinkem bakterií, čímž vzniká kyselé prostředí. Pro prokysávací činnost se nyní prosazují mezofilní streptokoky mléčného kvašení. Jako doplňkové se mohou přidávat heterofermentativní streptokoky mléčného kvašení.

Diskutuje se zejména nejvýhodnější složení kysacích kultur. Zda aplikovat monokultury nebo směsné kultury.

Předností monokultur je především dlouhodobá neměnná aktivita a vyrovnaná produkce mléčné kyseliny. Je to neocenitelná vlastnost při nasazení těchto kultur do automatizované výroby, která se uplatňuje zejména v Anglii, USA, Austrálii a na Novém Zélandě. Nevýhodou monokultur je jejich náchylnost k napadení bakteriofágem. K potlačení tohoto nebezpečí se volí kmeny odolné proti bakteriofágům a na každý den se použijí jiné kmeny, ovšem stejného druhu a vlastností. Uplatňují se také zmrazené koncentráty, které se v mlékárnách nepřeočkovávají.

Směsné kultury se sestavují ze dvou nebo i více kmenů buď stejného druhu, nebo častěji ze dvou nebo více druhů. Přednost směsných kultur ve srovnání s monokulturami je v menší citlivosti na bakteriofágy. Rezistence ve směsných kulturách se získala a stále se udržuje neustálým stykem s fágy, protože se ve směsných kulturách a zákysech často vyskytují některé kmeny jako nositelé fágu. Při napadení jednoho kmene převezme jeho funkci jiný, tvořící součást směsné kultury, takže se může u těchto kultur projevit dočasné snížení aktivity zákysů, jejich totální selhání je však velmi vzácné. Směsné kultury mají i další výhody v obvykle širším tepelném spektru a v plnější chuti a vůni, kterou často výrobkům dodávají. Nevýhodou těchto kultur je, že původní složení směsné kultury se při častějším přeočkování v kolísavé jakosti mléka těžko udrží. Převažuje obvykle jeden z kmenů, ale také u kultury složené z několika druhů se mění jejich poměrné zastoupení. Proměnlivost vnitřního složení směsných kultur lze odstraňovat jen opakovaným skládáním z původních kmenů nebo druhů v krátkých časových obdobích [1, 5].

Důležitou funkcí ČMK je tvorba ochranných látek, kterými kultury zasahují do vzájemného poměru v mikroflóře a zabraňují rozvoji typických škůdců mléka a mléčných výrobků. Rozlišujeme ji podle druhu kultur. Ochranný účinek bakteriálních kultur je dán již tvorbou kyselin, zejména mléčné kyseliny, která zvyšováním kyselosti výrobku zabraňuje rozvoji četných škodlivých bakterií, zvláště peptonizujících. Kromě toho bakterie mléčného kvašení (BMK) vytvářejí redukující látky (tím zabraňují autooxidaci tuku) a antibiotika (potlačující vývin nežádoucí mikroflóry). Z těchto látek byl podrobněji prostudován nisin, potlačující i mimo jiné klostridia máselného kvašení. Přidáním ČMK se zajistí převaha a rychlý rozvoj užitečných BMK, které zabrání vývinu a škodlivému působení nepříznivé mikroflóry mléka [1].

2.2.2 Zrání

Zrání mléčných výrobků záleží na působení ČMK změnami chemickými, změnami koloidního stavu a vytvářením žádoucí struktury. Průběh zrání výrobků je vyjádřen jejich chutí, vůní, konzistencí i vzhledem. Pro zrání jsou rozhodující ty MO čistých kultur, které se uplatňují v jednotlivých fázích zrání.

Při fermentativním pochodu zrání se mění většinou základní složky mléka, tj. mléčný cukr, tuk i bílkoviny. Prakticky se v této funkci uplatňují ČMK při zrání sýrů, kdy enzymy vzniklé rozmnožením ČMK při výrobě rozkládají bílkovinu v první fázi na albumosy a peptony a ty pak v druhé fázi na peptidy a aminokyseliny, popřípadě ještě dále až na nežádoucí amoniak.

Základní biochemické procesy, které probíhají při zrání sýrů činností MO použitých sýrařských kultur, je možno rozdělit na:

- ✓ Rozklad mléčného cukru činností bakterií mléčného kvašení za tvorby mléčné kyseliny.
- ✓ Oxidace mléčné kyseliny - při zrání některých měkkých a kyselých sýrů.
- ✓ Rozklad bílkovin - ovlivňuje chuťové i konzistenční vlastnosti jednotlivých druhů sýrů.
- ✓ Rozklad mléčného tuku - při výrobě některých druhů sýrů.

Z toho vyplývá, jak důležitý je kvalifikovaný výběr kultur, což se týká na prvním místě základních kultur s prokysávací funkcí. Rozhodující není jen počet MO v kultuře, ale kysací mohutnost, tj. schopnost kultury produkovat v pasterovaném mléce v určitém časovém úseku mléčnou kyselinu. Kultura má nejvyšší kysací schopnost hned po koagulaci, udržuje se ještě asi dvě hodiny a potom klesá [1, 3].

2.2.3 Dieteticko-léčebná funkce

Mléko má ve výživě důležitý význam jako potravina působící proti civilizačním chorobám a vlivům životního prostředí. Zejména důležité jsou v tomto směru některé ČMK, hlavně bakteriální. Obecně, pokud se týká výživné stránky mléčných výrobků vyráběných za použití ČMK, jde o přeměnu bílkovin mléka ve stravitelnější formy a o tvorbu vitamínů, zvláště vitamínů skupiny B, produkovaných činností MO kultur [4].

Dietetická a léčebná funkce ČMK spočívá v tvorbě mléčné kyseliny a schopnosti implantace v lidském střevním traktu. Tlumí vývin škodlivé hnilobné mikroflóry. Dále z hlediska léčivého je u určitých mlékařských kultur nutno zdůraznit tvorbu antibiotik. V tomto směru se činnost ČMK v posledních letech blíže objasňuje. Dokonce se MO některých kultur uplatňují i při tvorbě krevního barviva (hemoglobinu), jak bylo prokázáno při používání acidofilního mléka. V současné době probíhá prudký vzestup přímého léčivého využívání ČMK s hlavní složkou *Lactobacillus acidophilus*. Ve formě sušených koncentrátů, v prášku, granulcích nebo tabletách se používají zejména k léčení řady chorob trávicího ústrojí, např. chronické zácpy, funkcionálních průjmů, antibiotických kolitid apod. [6]. Příznivý vliv střevních laktobacilů na zdraví člověka je zřejmý. Je však přitom třeba vzít v úvahu některé podmínky. Především je třeba mít příslušné kultury k dispozici v dostatečném množství a za přiměřenou cenu [1].

Další důležitá funkce čistých kultur spočívá v dieteticko-léčebných účincích mléčných nápojů a výrobků získaných zakysáním sladkého mléka ušlechtilými čistými kulturami bakterií mléčného kvašení. Ve srovnání se sladkým mlékem se fermentované mléčné výrobky vyznačují významnými dieteticko-léčebnými účinky, které lze charakterizovat těmito schopnostmi:

1. Proteolytický účinek BMK - natrávení bílkovin. Mléčná bílkovina (kasein) jemně vyvločkuje, a tím získá lepší stravitelnost a resorpci. Na trávení bílkovin působí příznivě i snížení kyselosti žaludečních šťáv a na trávení vůbec pak zvýšené vyměšování trávicích sekretů (slin, žluče, žaludečních šťáv a střevního sekretu).
2. Lipolýza a uvolnění mastných kyselin - ovlivňují příznivě stravitelnost a absorpci mléčného tuku.
3. Odstranění alergické reakce - vyvolané nativními bílkoviny nebo mléčným cukrem (laktosou), jehož obsah se účinkem bakterií mléčného kvašení podstatně snižuje.
4. Zvýšená retence důležitých prvků, např. fosforu, vápníku, železa v lidském těle. Biosyntézou probíhající při procesu zrání zakysaných mlék se zvyšuje obsah některých vitamínů skupiny B, stabilizovaných díky nižšímu pH zakysaných mlék.
5. Tlumivý nebo ničivý účinek BMK proti patogenním MO a v některých případech mají i vlastnosti antivirové.

Na základě nových poznatků získaných u nás i v zahraničí lze připustit ničivé účinky kysaných mléčných výrobků na patogenní MO. Pravdou je, že patogenní MO v zakysaných mléčných výrobcích ztrácejí svou životnost v krátké době. Ve sladkém mléce přežívají týdny, často i měsíce. Tento účinek není způsoben jen vlivem mléčné kyseliny vytvářené MO čistých mlékárenských kultur. Je to v první řadě účinkem antibiotických a jiných produktů látkové výměny těchto ušlechtilých MO. K podpoře tohoto tvrzení lze uvést řadu konkrétních případů.

Brucella abortus vydrží ve sladkém mléce i několik měsíců, ale v kysaných mléčných výrobcích hyne do jednoho dne. Také virus slintavky hyne v kyselém prostředí (již do pH 5,8), a proto se ušlechtilé zakysané mléčné výrobky nemohou stát ani při epidemii slintavky a kulhavky nositelem infekce. Ale i salmonely, zárodky tyfu a úplavice aj. vydrží velmi krátkou dobu v acidofilním mléce, kefiru a jogurtu, a naproti tomu dlouho dobu ve sladkém mléce zbaveném zahřátím kyselinotvorné mikroflóry. To platí v zásadě i o tuberkulózní tyčince *Mycobacterium tuberculosis*, kterou zvláště intenzivně potlačují druhy *Propionibacterium* a speciální kvasinky [7, 8].

Z antibiotik produkovaných BMK jsou kromě diplokokcinu a hlavně nisinu (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*) jako potravinářsky využívaná důležitá zvláště ta, která produkují laktobacily. V první řadě *Lbc. acidophilus* (acidophilin, lactocidin), jež se vyznačují antimikrobiální aktivitou vůči enteropatogenním a sporotvorným bakteriím i virům a *Lbc. plantarum* (lactolin). Antibiotika dále produkují i některé kmeny *Lbc. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a některé druhy kvasinek zkvašujících laktosu. Prokázaná antimikrobiální činnost BMK nesporně nabízí nové možnosti léčebnému využívání zakysaných mléčných výrobků ušlechtilými bakteriemi mléčného kvašení [1].

Závěrem lze říci, že BMK tvorbou různých antibiotik, ale i dalších látek s inhibičním účinkem (mléčná kyselina a octová kyselina, peroxid vodíku, D-leucin aj.) vykazují antimikrobiální aktivitu zejména vůči enteropatogenním bakteriím, sporotvorným MO, ale i virům.

V zahraničí i u nás jsou dieteticko - léčebné účinky ČMK, resp. z nich připravených kysaných výrobků vysoce ceněny, což v kombinaci s prodlouženou trvanlivostí a přitažlivými chuťovými vlastnostmi hodnotu kysaných mléčných výrobků ještě zvyšuje [1].

2.3 Rozdělení kultur

Kultury rozdělujeme dle následujících hledisek:

Podle mikroorganismů obsažených v kulturách rozlišujeme:

- Kultury bakteriální
- Kultury kvasinkové
- Kultury plísňové
- Kultury směsné

Podle účelu, k němuž kultury slouží:

- Kultury smetanové - univerzální, dále máslařská, obsahující speciální smetanové druhy mléčných streptokoků a kultura k sýrařským účelům
- Kultury pro zakysané mléčné výrobky
- Kultury pro výrobu sýrů a tvarohu (viz kap. 4.4)

Podle substrátu:

- × Pěstované ve mléce
- × Pěstované v tekuté živné půdě - speciální mazová kultura
- × Pěstované na tuhém substrátu (pečivo, kroupy)

Podle počtu MO:

- Monokultury - jednodruhové - jednokmenové
- Složené kultury - více definovaných druhů/kmenů
- Směsné - nedefinované kmeny jednoho nebo více mikroorganismů

Podle optimální teploty:

- Mezofilní 30 °C
- Termofilní 45 °C

Účinnost kultur závisí na řadě podmínek, které musí být splněny během jejich přípravy, pěstování a použití. Týkají se zejména [2]:

- ✓ Výběru mléka
- ✓ Úpravy mléka
- ✓ Pěstování čistých mlékařských kultur
- ✓ Uchovávání kultur

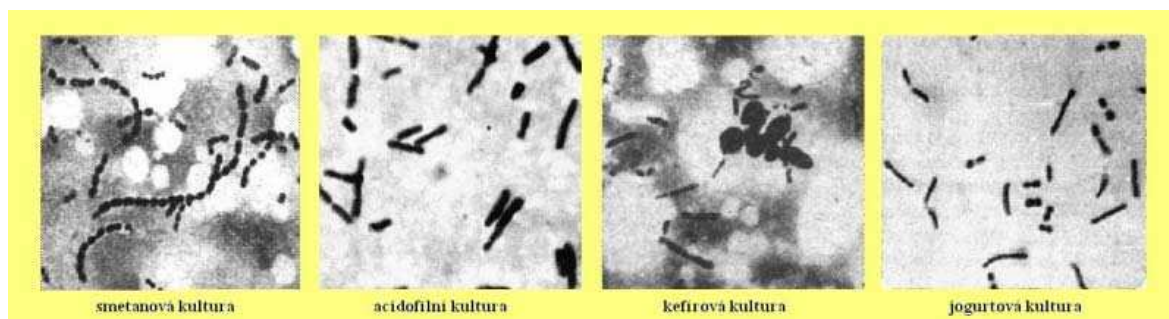
Požadavky na jakost mléka se řídí nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. Syrové kravské mléko určené k výrobě konzumního tepelně ošetřeného mléka nebo mléčných výrobků musí vyhovovat:

- Celkový počet mikroorganismů (CPM) při 30 °C < 100 000 KTJ/ml - stanovuje se jako geometrický průměr za dobu 2 měsíců s min. 2 vzorky měsíčně.
- počet somatických buněk v 1 ml kravského mléka < 400 000 - stanovuje se jako klouzavý geometrický průměr za dobu 3 měsíců s min. 2 vzorky měsíčně [9].

ČMK mají v mlékárenském průmyslu klíčový význam, protože na nich závisí jakost výrobku za předpokladu, že je použita vhodná surovina a dodržován technologický postup výroby [2].

3 ZÁKLADNÍ DRUHY KULTUR

Mezi základní kultury řadíme kulturu smetanovou, jogurtovou, acidofilní, bifidovou a keřirovou Obr. 1).



Obr. 1 U nás nejpoužívanějších kultury: smetanová, acidofilní, keřirová a jogurtová [10]

3.1 Smetanová kultura

Název smetanová kultura neodpovídá širokému spektru mlékárenské výroby, ve které se kultura používá. Je to v každém směru kultura základní, určená k výrobě celého sortimentu kysaných mléčných výrobků, ať již nápojových nebo tvarohových a sýrových, a dále k výrobě másla.

Smetanová kultura (Obr. 1) je kultura směsná, skládající se z různých diplokoků a streptokoků mléčného kvašení. Optimální poměr aromatických a kyselinotvorných bakterií v kultuře je 9:1. Charakteristickou chuť a vůni základního zákysu tvoří mléčná kyselina a diacetyl, ale i menší množství octové a propionové kyseliny a dalších složek [1].

V kultuře jsou obsaženy druhy:

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

3.1.1 Kultivace

Médium je vybrané čerstvé mléko nebo obnovené. Mléko se pasteruje v Kochově hrnci (Obr. 2) při 98 °C 1 hodinu. Po pasteraci se mléko ochladí na kultivační teplotu a očkuje se 1 % matečné kultury. Je-li tato kultura udržována v aktivním stavu (pravidelné přeočkování jednou za 24 hodin) je dávka 1 % plně dostačující. Kultivace probíhá při 21 - 23 °C, i když se odlišuje od optimální teploty růstu jednotlivých kmenů v kultuře. Smetanová kultura je směsná mezofilní kultura. Vyšší kultivační teplota působí na konzistenci kultury zákysu stejně nepříznivě jako vyšší procento očkovaní matečným zákyssem. Doporučená teplota působí příznivě i na udržení optimálního vzájemného poměru bakterií. Rovněž se snižuje možnost ztrát vyprodukovaného diacetylu [1].



Obr. 2 Kochův parní sterilizátor [11]

Doba zrání základního zákysu při dodržení procenta očkovaní a kultivační teploty je 16 - 20 hodin. Začátek koagulace mléka nastává po 8 až 10 hodinách. Šestnáctihodinová kultivace zaručuje maximální rozvoj mikroflóry, optimální zvýšení obsahu mléčné kyseliny a zachování poměru jednotlivých druhů mikroflóry. Trvanlivost základní kultury je omezená. Při oslabení kultury je nutné kulturu oživit, tedy použít při prvním přeočkování zvýšené procento inokula (do 2 %) a prodloužit kultivační dobu. Jestliže ani

v tomto případě není dosaženo dobrého výsledku, je lépe kulturu vyřadit. Po druhém až třetím přeočkování by měla kultura získat všechny znaky jakostní kultury. Splnění všech uvedených kultivačních podmínek vytváří předpoklad pro dosažení plné čisté chuti i husté, kompaktní konzistence zákysu [10].

Po ukončení kultivace je nutné smetanovou kulturu rychle vychladit a do použití uchovat v chladničce při teplotě asi 5 °C. Při této teplotě produkují MO další mléčnou kyselinu, i když v menším množství. Z tohoto důvodu se doporučuje přeočkovávat kulturu jednou za 24 hodin, aby nedocházelo k deformaci buněk vlivem mléčné kyseliny a tím i k degeneraci kultury [3].

3.1.2 Znaky kultury

Po dokončeném zrání kultury se nesmí oddělovat viditelné množství syrovátky. Při kultivaci v plnotučném mléce je tuková vrstvička ostře oddělena od koagulovaného mléka. Výsledná titrační kyselost se pohybuje v rozmezí 40 - 45 SH. Kultura se posuzuje při teplotě 10 °C. Dobrá jakostní kultura má jemnou, ale hustou konzistenci. Po promíchání se má na stěnách nádoby tvořit celistvý smetanový film, který se po dobu jedné minuty nemění [1].

3.1.3 Charakteristika jednotlivých druhů smetanové kultury

Lactococcus lactis subsp. *cremoris*

Představuje součást smetanové (základní) kultury, určené k výrobě kysaných nápojových, tvarohových a sýrových výrobků a k výrobě másla a sýrů. Patří mezi mezofilní streptokoky mléčného kvašení, které jsou vedle kmenů *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* důležitým producentem především L(+) mléčné kyseliny. Některé kmeny jsou schopny vytvářet malé množství aromatických látek. Pro optimální funkčnost smetanové kultury se doporučuje při skladování kultur dodržet větší podíl kmenů *Lactococcus cremoris* (40 %) a to vzhledem k jeho pomalejšímu rozmnožování a rychlejší degeneraci [5, 12].

Všeobecné podmínky kultivace:

- *Živné médium*: Čerstvé sterilní nebo obnovené mléko
- *Očkovací dávka*: 1 %

- *Kultivační teplota*: 30 °C
- *Kultivační doba*: 16 - 18 hod
- *Závislost na kyslíku*: fakultativně anaerobní
- *Titrační kyselost*: 32 - 38 SH, pH 4,8 - 5,1
- *Reologické vlastnosti*: chuť čistá, smetanová, konzistence hustá
- *Mikroskopický obraz* (barveno methylenovou modří): většinou G⁺ koky, diplokoky, kratší i delší řetízky

Lactococcus lactis subsp. *lactis*

Monokultury kmenů *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* tvoří součást kyselinotvorné složky všech typů základních smetanových kultur, používaných v mlékárenské výrobě. Uplatňují se samostatně, ale i v kombinaci s dalšími kmeny bakterií mléčného kvašení. Tvoří mléčnou kyselinu, některé kmeny i malé množství aromatických látek, jiné pak nisin (antibiotikum). Doporučený podíl těchto kmenů ve směsných kulturách se pohybuje okolo 30 %. Všechny tyto kmeny jsou součástí mikroflóry základních smetanových kultur a používají se při výrobě speciálních mléčných výrobků [5, 12].

Všeobecné podmínky kultivace:

- *Živné médium*: Čerstvé sterilní nebo obnovené mléko
- *Očkovací dávka*: 1 %
- *Kultivační teplota*: 30 °C, inhibice při 45 °C
- *Kultivační doba*: 16 - 18 hod
- *Závislost na kyslíku*: fakultativně anaerobní
- *Titrační kyselost*: 32 - 40 SH, pH 4,6
- *Reologické vlastnosti*: chuť čistě mléčná, kyselá, konzistence kompaktní, porcelánovitého vzhledu
- *Mikroskopický obraz* (barveno methylenovou modří): většinou G⁺ koky, diplokoky, kratší řetízky

Kmeny *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* a *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* lze rozlišit pomocí genotypického a fenotypického charakteru [13].

Lactococcus lactis subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*

Monokultury těchto kmenů tvoří spolu s kmeny leukonostoků aromatickou složku klasických typů smetanových kultur. Mimo mléčnou kyselinu tvoří diacetyl (dodávající kulturám typickou chuť a vůni), octovou kyselinu a oxid uhličitý. Při štěpení kyseliny citronové dochází k tvorbě acetoinu a dalších aromatických látek. Kmeny lze použít samostatně případně v kombinaci s dalšími kmeny mléčného kvašení. Doporučují se i k výrobě šlehaného podmáslí. Optimální podíl těchto kmenů ve směsných smetanových kulturách je cca 20 %. Vzhledem k tvorbě CO₂ nejsou smetanové kultury obsahující převahu těchto kmenů vhodné pro výrobu některých druhů sýrů, protože způsobují otevřenou konzistenci sýrů [5, 12].

Všeobecné podmínky kultivace:

- *Živné médium*: Čerstvé sterilní nebo obnovené mléko
- *Očkovací dávka*: 1 %
- *Kultivační teplota*: 30 °C
- *Kultivační doba*: 16 - 18 hod
- *Závislost na kyslíku*: fakultativně anaerobní
- *Titrační kyselost*: 32 - 35 SH, pH 4,5 - 4,8
- *Reologické vlastnosti*: chuť čistě mléčná, kyselá, typické aroma, konzistence hustá
- *Mikroskopický obraz* (barveno methylenovou modří): většinou G⁺ koky, diplokoky, kratší řetízky

Leuconostoc mesenteroides subsp. *cremoris*

Kmeny leukonostoků tvoří aromatickou součást mikroflory základních smetanových kultur. Mléko srázejí velmi pomalu, při společné kultivaci s kmeny *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* je podporován růst základní kultury. Tvoří organické kyseliny, oxid uhličitý a etanol a při nižším pH aromatické látky. V přítomnosti sacharosy vytvářejí slizovitá pouzdra, což dává vznik charakteristické konzistenci koagulátu. Jejich použití spočívá

v nezastupitelné funkci jako součásti aromatvorné složky základních smetanových kultur [5, 12].

Všeobecné podmínky kultivace:

- *Živné médium*: Čerstvé sterilní nebo obnovené mléko
- *Očkovací dávka*: 1 - 2 %
- *Kultivační teplota*: 21 - 25 °C
- *Kultivační doba*: 16 - 18 hod
- *Závislost na kyslíku*: fakultativně anaerobní
- *Titrační kyselost*: 32 - 36 SH
- *Reologické vlastnosti*: chuť mléčná, aromatická, konzistence méně kompaktní
- *Mikroskopický obraz* (barveno methylenovou modří): většinou G⁺ koky, diplokoky, kratší řetízky

Leuconostoc mesenteroides subsp. *dextranicum*

Všeobecné podmínky kultivace a použití: viz *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* [12].

3.2 Jogurtová kultura

Jogurtová kultura je směsná kultura, která se v současné době vyrábí ve třech formách:

- kultura klasického jogurtu
- kultura jogurtu se zvýšenou odolností vůči inhibičním látkám
- kultura bijogurtová

Kultura klasického jogurtu (Obr. 1) je složena z kmenů *Lbc. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* v poměru 1:1 nebo 1:2. Jogurt se zvýšenou odolností proti inhibičním látkám obsahuje kromě mikrobiálních složek klasického jogurtu ještě *Lbc. acidophilus* a *Pediococcus acidilactici* v poměru tyčinek ke kokům 2:1 až 1:2. Bijogurtová kultura se skládá z kmene *Lactobacillus acidophilus* a kmene *Streptococcus lactis* var. *tea-tee* rovněž v poměru 1:1 [3, 8].

3.2.1 Kultivace

Jogurtová kultura se pěstuje ve vybraném pasterovaném mléce. Pasterace mléka probíhá při teplotě 98 °C 60 min. Jogurtovou kulturu lze pěstovat i v mléce zahuštěném. Obsah tuku v mléce pro kultivaci jogurtu nerozhoduje. Optimální kultivační teplota se pohybuje mezi 40 - 45 °C. Při vyšší teplotě dochází k většímu oddělování syrovátky a hrubší konzistenci koagulátu.

Mléko vytemperované na kultivační teplotu se očkuje zásadně 1 % matečné kultury. Vyšší dávkování má za následek moučnou až písečnou chuť kultury. Kultivační doba je 3 až 3,5 hodiny. Jakmile se vytvoří viditelná vrstvička syrovátky, kultura se rychle bez třepání vychladí ve vodní lázni a uskladní v chladničce. V zahuštěném mléce se syrovátka neodděluje.

Jogurtovou kulturu jakýmkoli způsobem oslabenou, ať již delší dopravou nebo uskladněním při vyšší teplotě, je třeba oživit. Očkuje se jednorázově až 3 % matečného kmene bez zvýšení kultivační teploty. Kultivační doba se prodlouží do dobrého sražení kultury, ne však déle než 15 hodin. Kultura, která ani po této době nekoaguluje, je pro další kultivaci nevhodná. Jogurtová kultura je odolnější vůči vlivu mléčné kyseliny, přesto se pro její udržení ve vitálním stavu doporučuje přeočkovávat ji po 24 hodinách, nejpozději po 48 hodinách [2, 3].

3.2.2 Znaky kultury

Jogurtovou kulturu je nejvhodnější posuzovat vychlazenou na 10 °C. Konzistence po rozmíchání je hustá, hrubší než u základní kultury, film neulpívá na stěnách skleněných nádob, ale rozděluje se ve stékající pramínky. Sraženina je homogenní, husté konzistence, tvoří jogurtový film. Mikroskopický obraz odpovídá charakteristice druhu. Kultura je součástí zakysaných mléčných nápojů a kultury ementálské, dále se používá jako doplňková kultura při výrobě některých sýrů. V zahuštěném mléce mají kultury lasturovitý lom a lze ji krájet. Vůně je kyselá, typicky jogurtová, žádoucí je chuť ovocně kyselá. Kyselost kultury v nezahuštěném mléce je 40 až 50 SH, v zahuštěném mléce 50 až 70 SH. Kombinací různých kmenů jogurtových kultur je možné dosáhnout žádoucích výsledků ve výrobě klasických i šlehaných jogurtů [10].

Nejvýznamnější činností jogurtové kultury je tvorba mléčné kyseliny. Peptonizační činnost je nepatrná. Významnou vlastností jogurtové kultury je tvorba účinných antibiotických látek, které působí nepříznivě až ničivě na některé patogenní mikroorganismy. Hypotéza, že se *Lbc. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* trvale usazuje v tlustém střevě, nebyla prokázána [10]. Proto má jogurt příznivé účinky pouze při pravidelném požívání. Jako léčivý prostředek se vyrábí jogurt také v tabletkách, slouží hlavně k zajištění harmonie střevní mikroflóry při jejím porušení a změnách vyvolaných následkem střevních poruch a jiných onemocnění nebo byla-li střevní mikroflóra potlačena léčbou antibiotiky [14]. Uvádí se také, že jogurt ničí viry napadající červené krvinky a je dobrou ochranou proti infekci dýchacích orgánů [6]. V Japonsku zjistili velmi dobré účinky jogurtu při léčení nepříznivých následků radioaktivního záření [6].

3.2.3 Vlastnosti ideální jogurtové kultury

Jogurtová kultura musí vykazovat:

- Mikrobiální čistotu (nesmí být kontaminovaná)
- Vitální růstovou dynamiku
- Tvorbu žádoucí rezistence vůči antibiotikům a fágům
- Tvorbu výrazné jogurtové chuti bez nežádoucích pachutí
- Stabilitu (udržovat rovnováhu mezi druhy kultur)
- Nesmí mít tendenci navozovat synerezi (uvolňovat syrovátku)
- Při skladování za chladu musí zastavit kysání
- Dobře se snášet s cukrem
- Snadno se udržovat

Kmeny tvořící jogurtovou kulturu se vzájemně podporují v růstu a vytvářejí při společné kultivaci více mléčné kyseliny než kmeny kultivované odděleně. Ve společné kultivaci jsou aktivnější a dávají konečnému výrobku vyrovnanější konzistenci [1].

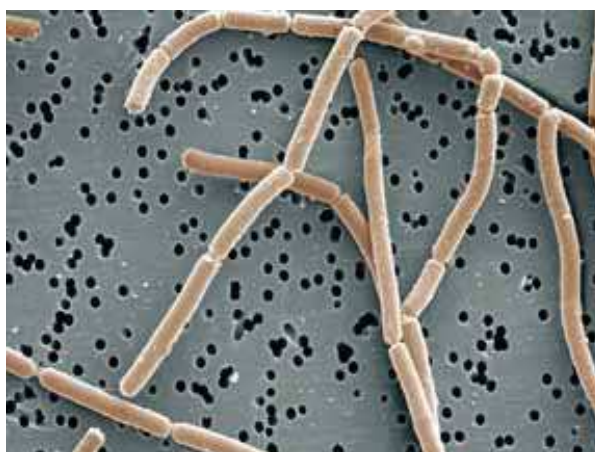
3.2.4 Charakteristika jednotlivých druhů základní jogurtové kultury

Streptococcus salivarius subsp. *thermophilus*

Je součástí mikroflóry směsných jogurtových kultur. Buňky mají velikost 0,7 - 0,9 μm a bývají ve dvojicích nebo tvoří řetízky. Optimální teplota pro jeho růst je 40 až 45 °C. Neroste při 10 °C. Zkvašuje laktosu homofermentativně na mléčnou kyselinu, a to v množství asi 0,5 %. Kultivuje se v mléce po zaočkování 0,5 - 1 % kultury při 37 °C po dobu 16 - 20 hodin [5]. Je také producentem ureasy [15].

Lactobacillus delbrueckii subsp. *bulgaricus*

Lbc. delbrueckii subsp. *bulgaricus* (Obr. 3) je grampozitivní fakultativně anaerobní tyčinka, dlouhá 5 - 10 μm , někdy i delší, se sklonem ke granulaci. Je silně variabilní. Optimální teplota pro jeho růst je 45 °C. Při této teplotě sráží mléko za 3 - 4 hodiny v porcelánovitou kompaktní hmotu. *Lbc. bulgaricus* hyne už v žaludku. *Lbc. bulgaricus* svou proteolytickou aktivitou uvolňuje v mléce aminokyseliny a umožňuje tak pokračující činnost bakterií *Str. salivarius* subsp. *thermophilus* pro spotřebování aminokyselin obsažených v mléce. Tato symbióza se projevuje příznivě i ve vlastnostech jogurtu, např. tvorbou typického aromatu, jehož hlavní složkou je acetaldehyd, který produkuje *Lbc. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Ve směsné kultuře se acetaldehyd tvoří rychleji a ve větším množství [2, 5, 12].



Obr. 3 *Lactobacillus delbrueckii*
subsp. *bulgaricus* [16]

3.3 Acidofilní kultura

Je monokultura obsahující *Lactobacillus acidophilus*. K zajištění dobrých sensorických vlastností se kombinují kmeny s intenzívnější tvorbou mléčné kyseliny s kmeny pomaleji kysajícími, které zajišťují táhlovitou konzistenci koagulátu. *Lbc. acidophilus* je G⁺ tyčinka délky 2 až 10 µm. Optimální teplota pro její růst je 37 °C.

Lbc. acidophilus je součástí střevní mikroflóry savců. Jeho význam spočívá v regulaci dalších skupin střevní mikroflóry. Vytváří mléčnou kyselinu a inhibiční látky tlumící růst škodlivé mikroflóry. Mléčné kyseliny tvoří 1,6 % a u některých kmenů byla zjištěna tvorba vitamínu B₁₂. Dále může produkovat antibiotika lactobacilin a acidophilin. Tyčinka vykazuje značnou odolnost vůči fenolu, indolu a alkáliím. To jí umožňuje vegetaci ve střevě člověka a zvířat. Požíváním acidofilního nápoje je proto možno potlačit škodlivé mikroby. Při léčení antibiotiky se mimo původce onemocnění ničí také přirozená střevní mikroflóra, nezbytná pro správnou funkci trávicího traktu. V tomto případě mohou střevní varianty *Lbc. acidophilus* dodávané v potravě po přechodné období nahradit původní mikroflóru, a zabezpečit tak jeho funkci [5].

Kultura se pěstuje ve sterilním mléce zaočkovaném 1 % matečné kultury při 37 °C. Doba srážení je 8 až 16 hodin.

Vychlazená acidofilní kultura (Obr. 1) tvoří porcelánovitou sraženinu s ostrou a čistě kyselou chutí. Kyselost bývá 60 až 90 SH. Trvale vysoká kyselost přes 100 SH snižuje životnost kultury. V mikroskopickém obraze se nacházejí středně dlouhé tyčinky někdy ve dvojicích nebo řetězcích. Různé kmeny se od sebe liší délkou a šířkou. Niťovité formy jsou znakem degenerace. V 1 ml kultury má být nejméně 100 milionů živých mikrobů.

Kultura se uplatňuje k přípravě různých druhů mléčných výrobků, mléka pro krmení hospodářských zvířat a pro léčebné účely [10].

3.4 Bifidová kultura

Bifidovou kulturu tvoří zejména druh *Bifidobacterium bifidum*.

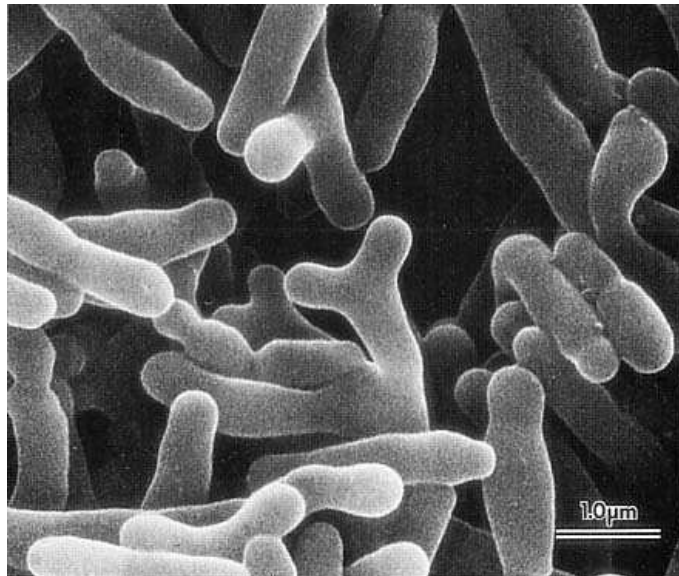
Bifidobacterium bifidum je grampozitivní, anaerobní, morfologicky značně variabilní tyčinka, která se nachází ve střevní mikroflóře zdravých kojenců.

Kultura tvoří mléčnou kyselinu a značné množství octové kyseliny. Z celkového množství kyselin, které se tvoří fermentací laktosy, činí octová kyselina 50 % i více. Tvorbou mléčné kyseliny potlačuje hnilobné i jiné mikroorganismy ve střevním traktu, a tím pozitivně ovlivňuje složení celé mikroflóry [5]. V tom také spočívá jeho léčivý účinek při onemocnění zažívacího traktu. Příznivě se projevuje i při léčení tzv. nespecifické dyspepsie, která vzniká porušením rovnováhy mikroflóry střev jako následek léčení antibiotiky [14].

Bifidobacterium bifidum (Obr. 4) je náročné na živné prostředí. Pěstuje se v kvalitním mléce, které nesmí obsahovat inhibiční látky, vůči nimž je málo odolný. Kultivuje se při 37 °C po dobu 16 hodin [5].

Znaky kultury: Sraženina je kompaktní, chuť a vůně specifická, ovlivněná značným obsahem octové kyseliny. Vykazuje nižší kyselost než *Lbc. acidophilus*.

Poněvadž je schopen implantace v zažívacím traktu a může příznivě zasáhnout do složení střevní mikroflóry. Doporučuje se v kombinaci s některými bakteriemi mléčného kvašení k přípravě kysaných mléčných výrobků (např. bifigurt, biogard, biokys) [2].



Obr.4 *Bifidobacterium* sp. - obrázek z elektronového mikroskopu [22]

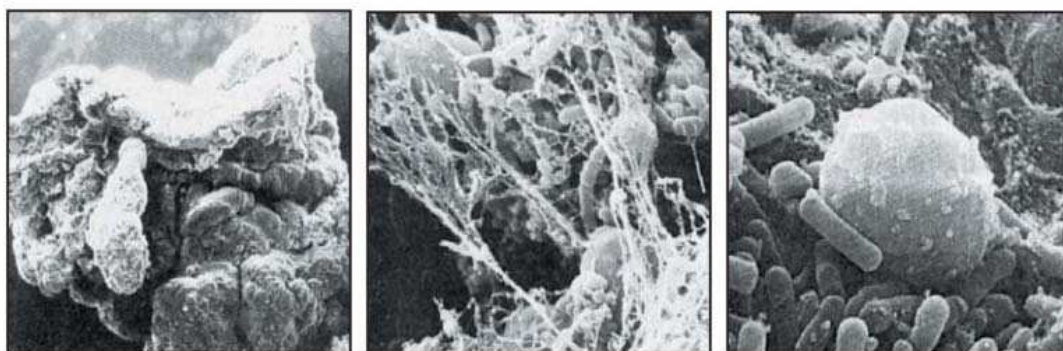
3.5 Kefírová kultura

Kefírová kultura se používá k výrobě zakysaného mléčného nápoje kefíru, který je vysoce ceněn pro svoje dieteticko-léčivé účinky. Vyrábí se buď jako kefírové mléko, nebo jako kefír šumivý (průmyslově se však nevyrábí nebo jen v malém měřítku).

Složení kefírové kultury:

- *Lactococcus*
- *Enterococcus*
- *Leuconostoc*
- *Lactobacillus*
- *Kuyveromyces*
- *Candida*

Kromě uvedených kultur lze kefírovou kulturu doplnit o další kmeny ČMK k zlepšení chuti a dieteticko-léčebných účinků kefíru a kefírového mléka. Kefír vyráběný z kefírových zrn obsahuje i menší podíl bakterií octového kvašení [2].



Obr. 5 Vzájemná symbióza bakterií a kvasinek v kefírových zrnech [17]

3.5.1 Kultivace kefírové kultury

Kefírová kultura účelně sestavená z jednotlivých druhů a kmenů vhodných MO se pěstuje v plnotučném mléce, pasterovaném 60 minut při teplotě 98 °C. Mléko vytemperované na 20 °C se očkuje 3 až 5 % matečné kultury a kultivuje při teplotě 18 - 23 °C po dobu 12 - 16 hodin. Po skončení kultivace se obsah láhve dobře protřepe a uloží na 24 hodin do chladničky. K udržení vhodného vzájemného poměru mikroflóry (Obr. 5) se osvědčilo kultivovat matečné kultury v tlustostěnných lahvích o obsahu 500 ml, opatřených

hermetickými patentními uzávěry. Při dodržování kultivačních teplot, kultivační doby, jakosti mléka, procenta inokula a pravidelného přeočkování po 48 hodinách se v keřírové kultuře udrží ideální poměr bakterií mléčného kvašení a kvasinek [8].

3.5.2 Znaky kultury

Keřírová kultura má po 48 hodinách kultivace titrační kyselost 45 - 60 SH. Má středně hustou napěněnou konzistenci a po rozmíchání na skle hrubší potrhaný film. Chuť je příjemně kyselá se slabší kvasničnou příchutí. Keřírová kultura (Obr. 1) obsahuje 0,5 - 0,9 % etanolu. Převážnou část mikroflóry tvoří diplokoky a streptokoky, tyčinky tvoří max. 10 % mikrobiální složky. Kvasinky se na mikroskopickém preparátu objevují jen ojediněle [2].

3.5.3 Keřírová zrna

Keřírová zrna jsou nepravidelného tvaru, tuhá, ale pružná, mají světlou, bílou až smetanovou barvu. Na jejich povrchu žije přirozená mikroflóra, která působí koagulaci mléka při výrobě keříru. Keřírová zrna je možné uchovávat bez přeočkování v koncentrovaném cukerném roztoku nebo je uchovávat v latentním stavu vysušená lyofilizací [8].



Obr. 6 Keřírová zrna [18]

3.5.3.1 Kultivace keřírových zrn

Čerstvá vybraná keřírová zrna, promytá sterilní vodou, se vloží do sterilní širokohrdlé Erlenmeyerovy baňky a zalijí se deseti násobkem hmotnosti pasterovaného mléka, vytemperovaného na 20 - 25 °C. Při teplotě 18 - 20 °C dochází asi za 36 až 72 hodin ke koagulaci mléka. Koagulované mléko se odlije přes sterilní síto a použije se k přípravě

kefírového mléka nebo šumivého kefíru. Kefírová zrna se po promytí sterilní vodou přenesou do sterilního mléka k dalšímu použití. K udržení jakostních nezávadných zrn je nutné je denně, nebo vždy po koagulaci mléka, znovu přenést do sterilního mléka.

Kefírová zrna uchovávaná v cukerném roztoku se po jeho odstranění promyjí sterilní vodou, přenesou do sterilního mléka a kultivují se jako čerstvá zrna. Kefírová zrna sušená lyofilizací se před použitím vloží asi na 24 hodin do sterilní vody vytemperované na 25 až 30 °C, po této době se tekutina odstraní přelitím přes sterilní síto. Zrna se znovu přelijí sterilní vodou a znovu se v ní nechají máčet 24 hodin. Zrna, která zůstávají po této době u dna nádoby, se odstraní. Kefírová zrna dostanou světlejší barvu a tuhou, ale pružnou konzistenci. Takto oživená kefírová zrna se přenesou do mléka pasterovaného (60 minut při 98 °C) a kultivují se jako zrna čerstvá [2].

3.5.3.2 Znaky kefírových zrn

Kefírová zrna mají příjemnou typicky kefírovou vůni, tuhou, pružnou konzistenci, lehce štiplavou chuť, bílou až smetanově běžovou barvu. Nálev z kefírových zrn má smetanovou, dosti hustou konzistenci a podle obsahu oxidu uhličitého větší nebo menší pěnivost. Titrační kyselost nemá přesahovat 55 SH. Mikroskopický obraz má nižší obsah tyčinek ve prospěch diplokoků a streptokoků.

Kefírová zrna jsou velmi náchylná k infekci plísní *Geotrichum candidum* a k tvorbě slizovitosti. K odstranění se doporučuje promývání kefírových zrn dvouprocentním roztokem uhličitanu sodného vytemperovaného na 20 °C. V lázni se zrna ponechají 10 - 15 min. Po této době se zrna dobře promyjí sterilní vodou a přenesou do pasterovaného mléka. Po koagulaci mléka se zrna znovu promývají a vkládají do nového pasterovaného mléka. Několikerým promýváním a častým přeočkováním se růst *Geotrichum candidum* zastaví [1].

Slizovitost zrn se projeví ztrátou pružnosti zrn, měkkou konzistencí a zrna i nálev se stávají táhlovitými. Vůně je nepříjemná. Závalu je možné odstranit pouze pečlivým výběrem zdravých zrn a jejich pečlivým ošetřováním. Jestliže je postižena táhlovitostí převážná část zrn, je nezbytné celou partii kefírových zrn vyřadit z výroby [2].

3.6 Probiotika, prebiotika, synbiotika

Probiotika byla označena v roce 1965 za faktory, které jsou produkovány MO a mající příznivý účinek pro podporu růstu. Slovo „probiotic“ je odvozeno z řeckého „pro bios“ tedy „pro život“ [19].

V současné době definujeme probiotika jako živé MO, které mají příznivý účinek na mikroflóru člověka či zvířete. Probiotika se uplatňují nejen v trávicím traktu (při podání formou potravy či v kapsli), ale i horních částech dýchacích cest (inhalační formy) či v močo-pohlavním systému (lokální aplikace). Mají jednoznačný pozitivní vliv na lidské zdraví a stabilizují střevní mikroflóru produkcí antimikrobiálních látek. Tvorbou protilátek posilují imunitu, ale také snižují hladinu sérového cholesterolu. Působí pozitivně při osteoporóze a usnadňují vstřebávání vápníku [14].

Mléko by ve výživě dítěte nemělo scházet. Mateřské mléko je první výživou dítěte. Mateřské mléko je postupně nahrazováno jiným, především kravským mlékem (toto mléko je svým složením mléku lidskému nejbližší). Mléko je zdrojem „hodnotných“ živočišných bílkovin, vápníku a dalších látek, které jsou významné pro růst a vývoj dítěte. Probiotika příznivě působí na využití těchto látek v organismu.

Například u některých lidí, i dětí, může ve střevní sliznici scházet enzym (laktáza), který štěpí mléčný cukr (laktózu). Takový člověk má při podání mléka či mléčných přípravků průjem, časté bolesti břicha, nadýmání i jiné obtíže. Probiotika tyto obtíže zmírňují, a tak zlepšují toleranci mléčných přípravků.

Probiotika produkují také biociny, které zamezují růstu mikroorganismů odpovědných za průjemová či jiná závažná onemocnění [19, 20].

Hlavními probiotickými mikroorganismy používanými a vyskytujícími se v potravinách jsou také mezi veřejností známé specifické kmeny *Lbc. acidophilus*, *Lbc. casei*, *Bifidobacterium bifidum*, *B. lactis*, *B. longum*, *Streptococcus thermophilus* a *Pediococcus acidilacti* [20].

Probiotické bakterie jsou velmi citlivé a potřebují pro svůj růst vhodné prostředí s živinami. Mléko je vhodným prostředím pro růst probiotických bakterií.

Mezi potraviny obsahující probiotika, dominují především jogurty a zakysané mléčné výrobky, kde byly použity k fermentaci mléka mléčné bakterie. Označení výrobků

„bio“, „s živou kulturou“ a podobně podtrhuje probiotický účinek výrobku. Zařazování těchto potravin do jídelníčku dítěte, ale i dospělého člověka by mělo být proto pravidelné a trvalé [4].

Denní doporučená dávka není jednoznačně stanovená a závisí na každém konzumentovi.

Vzhledem k pozitivnímu účinku probiotik se je výrobci snaží použít i v jiných výrobcích (fermentované výrobky ze zeleniny, cereálií a nově i fermentované masné výrobky např. salámy). Výrobci musejí u probiotických výrobků deklarovat, že výrobky po celou dobu trvanlivosti obsahují živé buňky probiotických bakterií v předepsaném množství (Tab. 1) [14].

Byla provedena studie na stanovení počtu bifidobakterií během záruční doby ve vybraných šesti mléčných výrobcích. Čtyři dosahovaly počty bifidobakterií požadované hodnoty 106 CFU/ml výrobku, u dvou výrobků nebyla tato hodnota dosažena během deklarované záruční doby [21].

Působení probiotik je spojeno se vzájemnou součinností dalších látek, které nazýváme **prebiotika**. Jedná se nejčastěji o vlákninu a některé typy sacharidů, zejména oligosacharidy (fruktooligosacharidy, glukooligosacharidy, galaktooligosacharidy, transgalaktooligosacharidy, isomaltooligosacharidy a oligosacharidy ze sóji), které slouží jako bakteriální substrát a napomáhají množení prospěšných bakterií. Nejvýznamnějším představitelem přirozených prebiotik je vláknina a inulin. Přidávají se často do některých mléčných výrobků, nealkoholických nápojů, trvanlivého pečiva, džemů a marmelád [22].

Směsi probiotik a prebiotik se nazývají **synbiotika**. Ze spojení těchto dvou složek preventivní výživy náš organismus profituje nejvíce [14, 19]. V synbiotiku je probiotikum kombinováno s prebiotikem, které je pro něj specifické, např. frukto-oligosacharid s kmenem bifidobakterie. Tato kombinace potom přispívá k prodloužení přežití probiotika, pro které je prebiotikum specifickým substrátem vhodným k fermentaci [22].

Z vědeckých studií vyplývá, že probiotika snižují riziko nádorového onemocnění střev. Střevní mikroflóra je schopna ovlivňovat tvorbu karcinomu produkcí enzymů, které mění ve střevě prekarinogeny v karcinogeny. Tyto enzymy jsou beta-glukuronidáza, azoreduktáza, nitroreduktáza. Některé MO jsou však schopny chránit hostitele tím, že tyto enzymatické aktivity tlumí. *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus* (Obr. 7) a *Bifidobacterium bifidum* významně snižují množství těchto enzymů ve stolici (nikoliv

jogurtové bakterie). Některé studie na zvířatech ukázaly, schopnost probiotik inhibovat růst nádorových buněk, určité bakterie mají schopnost vázat se na případné karcinogeny [23]. Nicméně přehled desítek epidemiologických studií neprokázal významný vliv fermentovaných potravin na incidenci karcinomů. Nutné jsou studie s definovaným typem probiotika [22].

Velmi dobrý vliv má pravidelný příjem probiotik na projevy potravinových alergií, atopických ekzémů nebo chronických onemocnění střev (např. Crohnovy choroby). Probiotika také pozitivně ovlivňují hladinu cholesterolu v krvi [20].

Dosud používaná probiotika jsou považovaná za bezpečná a patří mezi nepatogenní komenzální mikroorganismy. Současné znalosti ukazují, že perorální podávání probiotik může být léčebně užitečné u několika onemocnění tím, že nastolí normální střevní mikroflóru. Za prokázaný se má jejich příznivý účinek u průjemových onemocnění, u průjemových onemocnění způsobených *Clostridium difficile*, u průjemových onemocnění spojených s léčbou antibiotiky a alergických onemocnění. Na druhé straně jejich léčebná užitečnost je dosud zkoumána u nespecifických střevních zánětů, nekrotizující enterokolitidy, cystické fibrózy, bakteriální kontaminace tenkého střeva a funkčních onemocnění trávicího ústrojí. Studium léčebného použití probiotik vyžaduje přísně kontrolované a dlouhodobé výzkumy [22].



Obr. 7 *Lactobacillus acidophilus* [10]

Tab. 1 Druhy používaných MO v kysaných mléčných výrobcích [24]

Druh výrobku	Použité mikroorganismy	Mléčná mikroflóra výrobku v 1 g
Acidofilní mléko	<i>Lactobacillus acidophilus</i> a další mezofilní, příp. termofilní kultury bakterií mléčného kvašení	10^6 <i>Lactobacillus acidophilus</i>
Jogurty*)	protosymbiotická směs <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> a <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	10^7
Kysané mléko, vč. smetanového zákysu, podmáslí a kysané smetany	monokultury nebo směsné kultury bakterií mléčného kvašení	10^6
Kefír	zákys připravený z keřirových zrn, jehož mikroflora se skládá z kvasinek zkvašujících laktózu <i>Kluyveromyces marxianus</i> i nezksvašujících laktózu <i>Sacharomyces unisporus</i> , <i>Sacharomyces cerevisiae</i> , <i>Sacharomyces exiguus</i> a dále <i>Leuconostoc</i> , <i>Lactococcus</i> a <i>Aerobacter</i> , rostoucí ve vzájemném společenství	Bakterie mléčného kvašení 10^6 a kvasinky 10^4
Keřirové mléko	zákys skládající se z kvasinkových kultur rodu <i>Kluyveromyces</i> , <i>Torulopsis</i> nebo <i>Candida valida</i> a mezofilních a termofilních kultur bakterií mléčného kvašení v symbióze	Bakterie mléčného kvašení 10^6 a kvasinky 10^2
Kysaný mléčný výrobek s bifidokulturou	<i>Bifidobacterium</i> sp. v kombinaci s mezofilními a termofilními bakteriemi mléčného kvašení	10^6 bifidobakterie

*) U jogurtových výrobků mohou být kromě základní jogurtové kultury přidávány kmeny produkující kyselinu mléčnou a pomáhající dotvářet specifickou chuťovou nebo texturovou charakteristiku výrobku. Musí však být zachován optimální poměr obou základních kmenů jogurtové kultury.

4 TECHNOLOGIE VÝROBY

V této části práce bude pojednáno o výrobě jogurtu, acidofilního mléka, kefirového mléka a tvarohu.

4.1 Výroba jogurtu

Jogurtové výrobky patří celosvětově k nejrozšířenějším a sortiment těchto výrobků s různou konzistencí a přídatnými látkami je značně široký.

V zásadě lze jogurtové výrobky rozdělit na:

- přírodní (bílé)
- ochucené jogurty, které mohou obsahovat nemléčné složky (ovoce, zelenina), aromata, barviva, stabilizátory rostlinného nebo živočišného původu

Podle použitého způsobu fermentace a dalšího zpracování koagulátu se rozlišují jogurty:

- s nerozmíchaným koagulátem
- s rozmíchaným koagulátem

Dále se jogurty dělí na jogurty:

- ✓ s pevným koagulátem
- ✓ jogurty krémovité
- ✓ jogurty pitné

Ve vyspělých státech jsou preferovány krémovité a pitné jogurty s nižším obsahem tuku [25]. Výroba krémovitých jogurtů znázorněna (Obr. 8).

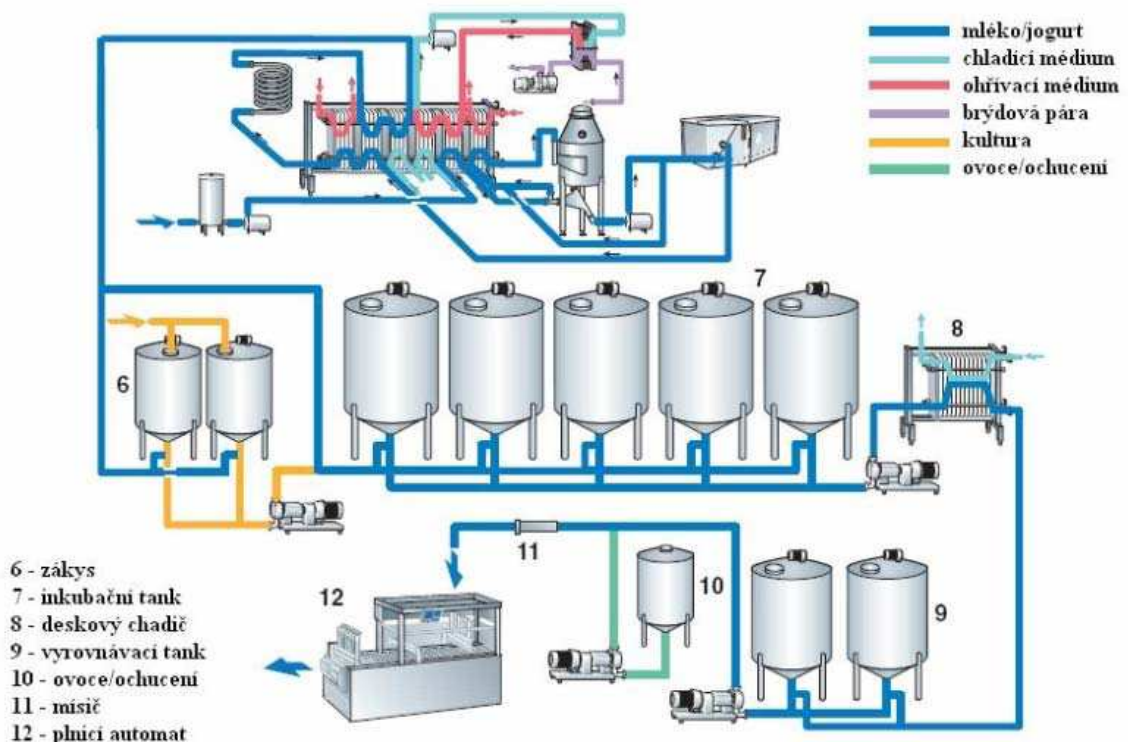
Typické složení pitného jogurtu s ovocem je: tuk 0,5 - 2 %, mléčná tukuprostá sušina (tps) 9,25 %, sacharosa 5,5 %, stabilizátor 0,27 %, ovocný sirup. České jogurty s pevným koagulátem mívají 4,5 % tuku, 16,5 % mléčné tps, pitné jogurty 0,5 - 3,5 % tuku, 9 - 10 % mléčné tps. Kromě uvedených variant se vyrábějí i tzv. jogurty smetanové 6 - 12 % tuku [3].

Fermentace při výrobě jogurtových výrobků probíhá pomocí jogurtových kultur klasických, nebo s použitím kultur doplněných o druhy zvyšující odolnost citlivé jogurtové kultury vůči inhibičním látkám (*Pediococcus acidilactici*) nebo zvyšující dieteticko-léčebné účinky

(*Lbc. acidophilus*, *Bifidobacterium sp.*). Důležité je při fermentaci udržet správný poměr laktobacilů a streptokoků a vytvořit podmínky pro vznik požadovaného množství metabolitů. Poměr obou druhů je nejvíce ovlivněn dobou kultivace, teplotou kultivace a velikostí inokula. Zvýšení inokula, doby i teploty kultivace posouvá poměr ve prospěch laktobacilů, což se projeví vyšší kyselostí, vyšším podílem D(-) izomerů kyseliny mléčné. Převaha streptokoků má kromě nižší kyselosti za následek nižší tvorbu acetaldehydu a netypickou chuť a vůni.

Fermentace standardizované, homogenizované a vysokopasterované směsi probíhá metodou termostátovou (v našich podmínkách 3 - 3,5 hod, 42 - 45 °C, inokulum 1 - 2 % obj.), nebo tankovou metodou (16 - 18 hod při 30 °C, inokulum 0,05 - 1 % obj.). Existují i další postupy tzv. kompromisní (30 - 36 °C, 7 - 8 hod v tanku, přídavek ovoce, naplnění do obalů, chlazení pod 10 °C).

Chlazení u termostátové metody probíhá obvykle dvoustupňově a to zchlazení nejprve ze 42 - 44 °C na 20 °C a potom z 20 °C na 5 - 8 °C. U tankové metody je chlazení možné jednostupňově. Při dlouhodobé kultivaci se méně rozvíjí laktobacilová složka, což má za následek méně typickou jogurtovou chuť a vůni. Tento postup je vhodnější pro varianty, kde je základní chuť a vůně překryta chutí přídavných látek [3, 26].



Obr. 8 Výrobní linka na kysané výrobky krémovité konzistence [17]

Variabilita jogurtových výrobků v celosvětovém měřítku je nesmírná a není možné ji v rámci této práce postihnout. Jako příklady modifikovaných výrobků jsou: sušené jogurty, mražené jogurty, jogurty z mléka delaktosovaného, jogurty vitaminizované, jogurty s přídavkem jiných MO a stovky druhů jogurtů ochucených nejrůznějšími druhy ovoce, zeleniny a koření, s přídavky stabilizátorů, přírodních syntetických barviv a aromat [3].

V současnosti se zavádí výroba bio jogurtů. Všechny suroviny použité při výrobě pocházejí z certifikovaných ekofarem. Bio mléko je zpracováno ve své původní tučnosti, což jen podtrhuje přírodní charakter výrobku a zvýrazňuje chuťové kvality [27]. Titul „Česká biopotravina roku 2006“ získala za BIO kysaný nápoj Mlékárna Valašské Meziříčí [28].

4.2 Výroba acidofilního mléka

Acidofilní mléko s monokulturou *Lbc. acidophilus* se většinou vyrábí jen pro okruh konzumentů cenících si jeho dieteticko-terapeutických účinků.

Očkovací dávka bývá 0,5 %, nejvýše 1 % a kultivace probíhá při 37 °C do dosažení požadované kyselosti asi 10 až 12 hodin. Aby byla zastřena ostrá chuť nápoje, bývá také přislazován a ochucován, např. šťávou z rajských jablek [26].

Výroba sladké úpravy acidofilního mléka spočívá v přídavku koncentráту buněk *Lbc. acidophilus* v množství několika miliónů na 1 ml čerstvě pasterovaného mléka při nízké teplotě. Výrobek se konzumuje bez inkubace [2].

K zajištění výroby acidofilního mléka, které má vyhovující konzistenci a lahodnou mléčně kyselou chuť, se používá kombinace kultury *Lbc. acidophilus* a kultury základní. Kultivace probíhá při různých teplotách, aby základní kultura zajistila organoleptické vlastnosti a acidofilní kultura se pomnožila. Při dosažení požadovaných organoleptických vlastností se však nenachází acidofilní tyčinka v aktivní formě. Proto se u nás i v zahraničí rozšířil technologický postup, při kterém se 9 dílů upraveného a ošetřeného mléka očkuje 1 % základní kultury a kultivuje při 21 - 23 °C a jeden díl se očkuje 1 % acidofilní kultury a kultivuje při 37 °C. Zralé sraženiny se mísí, popřípadě homogenizují při nízkých tlacích. Výrobek má organoleptické vlastnosti vyhovující konzumentům a *Lbc. acidophilus* je v aktivním stavu, jak se požaduje z hlediska dieteticko-léčebných účinků [3].

U nás byla zavedena výroba Biokysu ze zahuštěného mléka, kde je 1 díl mléčné ošetřené směsi naočkován kulturou *Lbc. acidophilus* a 9 dílů směsí kultur *Bifidobacterium bifidum*

a *Pediococcus acidilactici*. Směs zralých sraženin se promíchává, popř. homogenizuje při nízkých tlacích a plní se do drobného balení. Tento tekutý kysaný mléčný nápoj má vysoké dieteticko-léčebné účinky [2].

4.3 Výroba kefiru

Typickými představiteli skupiny fermentované výrobků se smíšenou bakteriální a kvasinkovou kulturou jsou kefir a kumys mající svůj původ v oblasti Zakavkazska, kde se vyrábí podomácku. V průmyslovém měřítku se v různých zemích obvykle vyrábí kefir nebo kefirové mléko s použitím kultur:

- získaných přímo z kefirových zrn
- uměle sestavených

Přesné složení mikroflóry těchto kultur není konstantní, obvykle se vyskytují laktobacily, laktokoky a kvasinky. Od nápojů ostatních skupin se liší nejen přítomností kvasinek, ale i odlišným charakterem biochemických pochodů, které probíhají během fermentace [26].

U kefirových nápojů se uplatňuje homofermentativní i heterofermentativní mléčné kvašení a etanolové kvašení. Poměr mléčného a etanolového kvašení je dán charakterem kultury i podmínkami kultivace. Vyšší teplota kultivace podporuje bakterie, nižší teplota s provzdušňováním media podporuje činnost kvasinek. Na délce kultivace (zvláště u klasického kefiru) záleží i na hloubce a rozsahu proteolýzy.

Při výrobě kefirového mléka se homogenizované vysokopasterované mléko zakysává 1 až 4 % obj. provozního kefirového zákysu a nechá se zrát 14 - 18 hod při 18 - 22 °C do dosažení titrační kyselosti 36 - 40 SH. Pak se vychladí pod 10 °C a plní do obalů. Během skladování a distribuce může dále probíhat pomnožování kvasinek a jejich biochemická činnost, takže výrobky obsahující kvasinky, pokud nejsou dobře vychlazeny, mají tendenci k rychlému znehodnocování [3].

Šumivý kefir se vyrábí v pevně uzavíratelných obalech naplněných do 70 - 80 % obj. Mléko se zaočkouje 3 - 10 % obj. kefirové kultury. Kultivuje se 24 - 48 hod při 20 °C za občasného protřepávání. Za těchto podmínek se kvasinky lépe rozvíjejí a výrobek obsahuje více etanolu a CO₂ než kefirové mléko. Při přípravě zákysu z kefirových zrn, (který se získává zaočkováním tepelně ošetřeného mléka 3 - 5 % hm. kefirových zrn)

a následnou kultivací při 18 - 22 °C po dobu 12 - 20 hod se obsah zákysníku přečerpá do fermentoru a keřřová zrna se oddělují aseptickým sítem [2].

4.4 ČMK pro výrobu tvarohu

Účelem použití ČMK při výrobě tvarohu je úprava kyselosti mléka před sýřením, dále tvorba mléčné kyseliny spolu s aromatickými chuťovými látkami, snížení pH, jež má i do jisté míry konzervační účinek bránící rozvoji hnilobných bakterií

Formy kultur:

- ✓ Tekuté ČMK jsou pěstované ve mléce. Používají se pro výrobu matečných zákysů v laboratořích mlékáren a následně pro výrobu provozních zákysů.
- ✓ Hluboce zmrazené při -40 až -196 °C, ve formě kultur pro přípravu provozních zákysů a pro přímé očkování, tj. formy označované např. REDI SET a DVS. Při skladování -40 až -45 °C je podle způsobu jejich výroby trvanlivost 3 - 12 měsíců.
- ✓ Lyofilizované kultury pokrývají celý sortiment ČMK od kultur pro přípravu matečných zákysů (DRI VAC), pro přípravu provozních zákysů REDI SET a pro přímé očkování DVS. Kultury pro přípravu matečných zákysů lze uchovávat při teplotě 0 až 5 °C, nebo při nižších teplotách, kultura REDI SET a DVS ve formě koncentrátů při teplotě -18 °C, při trvanlivosti bez snížení aktivity jeden rok. Přeprava hluboce zmrazených kultur musí být zajištěna při teplotě nejméně -40 °C v suchém ledu v polystyrenových izotermických boxech. Doba doručení je omezena na max. 72 hodin. Kultury v lyofilizovaném stavu lze dopravovat do 10 dní při běžných teplotách bez snížení aktivity. Použití tekutých kultur je nahrazováno ve stále větší míře lyofilizovanými kulturami, včetně plísňových kultur. Pro sýrařství je nejvhodnější forma kultur REDI SET k přípravě provozních zákysů, pro speciální kultury *Lbc. acidophilus*, bifidobakterie a jogurtové kultury pak forma DVS k přímému zaočkování. Hlavní výhodou kultur ve formě koncentrátů je vyšší a standardní aktivita, zaručená hygienická jakost, rovnováha jednotlivých druhů i kmenů s deklarovanou biochemickou a technologickou aktivitou. Pokud jsou vyráběny ČMK renomovanými výrobci s odpovídající výrobní praxí vyhovující požadavkům FAO/WHO, Codex alimentarius a předpisů EEC norem pro aditiva

k potravinám a v neposlední řadě i požadavkům našich zdravotnických norem a hygienických předpisů [3].

4.5 Výroba tvarohu

Princip výroby

Tvarohy patří do skupiny „kyselých sýrů“, což znamená, že podstatou srážení mléčných bílkovin je změna pH způsobená rozkladem laktosy sacharolytickými mikroorganismy použité kultury. I když se při výrobě používá přídavek malého množství syřidla, je jeho význam při koagulaci jiný než při výrobě sladkých sýrů [29].

Podle legislativy je tvaroh definován jako nezrající sýr získaný kyselým srážením, které převládá nad srážením pomocí syřidla [24].

Tvarohy jsou jednak konečným produktem, ale také výchozí surovinou pro další zpracování. Jako příklad lze uvést použití „průmyslového tvarohu“ jako výchozí suroviny pro výrobu olomouckých tvarůžků nebo měkkého tvarohu pro výrobu např. termizovaných tvarohových výrobků.

Z pohledu technologie můžeme tvarohy rozdělit:

Podle způsobu zpracování tvarohoviny:

- Tvarohy vyráběné klasickou technologií (diskontinuální výroba) - po vysrážení se tvarohovina zpracovává ručně odkapáváním v tvarožnících.
- Tvarohy vyráběné „odstředivkovým způsobem“ (kontinuální technologie) - po vysrážení se tvarohovina odstřeďuje ve speciálních odstředivkách, které na rozdíl od odstředivek odsmetaňovacích obsahují trysky umožňující oddělení syrovátky a tím koncentraci mléčné bílkoviny.

Podle použitého teplotního režimu:

- jednotepelný
- dvoutepelný

Podle konzistence a obsahu tuku v sušině (v % hmot.) [24]:

- | | |
|---|------------------------|
| <input type="checkbox"/> odtučněný, měkký nebo tvrdý tvaroh | méně než 5,0 % včetně |
| <input type="checkbox"/> nízkotučný nebo jemný tvaroh | méně než 15,0 % včetně |
| <input type="checkbox"/> polotučný tvaroh | 25,0 až 15,0 % |
| <input type="checkbox"/> tučný tvaroh | více než 38,0 % včetně |

Výroba měkkého tvarohu klasickým způsobem

Při výrobě měkkého tvarohu se používá kombinovaného způsobu srážení - kromě přídatku mezofilní ČMK se přidává i malé množství syřidla. Vzniklá sraženina se obvykle nepřihřívá, syrovátka se oddělí samovolným odkapáváním v tvarožnících, případně šetrným lisováním nebo odstředěním v tvarohářské odstředivce.

Odstředěné mléko se vysoce pasteruje (85 °C, 15 - 25s, Obr. 9) z důvodu denaturace části sérových bílkovin, které zvyšují výtěžnost, ale také způsobují vazbu vyššího podílu vody a snižování sušiny produktu. Ošetřené mléko se vytemperuje na teplotu 20 - 25 °C, zaočkuje 0,5 - 1,0 % smetanové kultury. Po „předkysání mléka“ - dosažení kyselosti 8,0 - 8,4 SH (2 - 4 hodiny od přídatku ČMK) se zasýří syřidlem a po dokonalém promíchání se sráží 16 - 18 hodin do kyselosti syrovátky 22 - 24 SH. Rozkrájená tvarohovina se vypouští do tvarožníků a překládá se až do dosažení požadované sušiny 25 %. Tvaroh se vychladí na teplotu pod 10 °C a potom se balí, nebo se dále zpracovává.

Obdobně se vyrábí tvaroh kontinuálními technologiemi - mléko se sráží v koagulačních tancích 16 - 18 hodin do kyselosti koagulátu 36 - 40 SH. Po dokonalém rozmíchání se sraženina filtruje a odstřeďuje. Vzhledem k jiným vlastnostem získané tvarohoviny je sušina takto vyrobeného tvarohu asi 20 %. Zvýšení sušiny se dá dosáhnout buď lisováním nebo temperancí koagulátu před odstřeďováním na teplotu nad 40 °C [26].

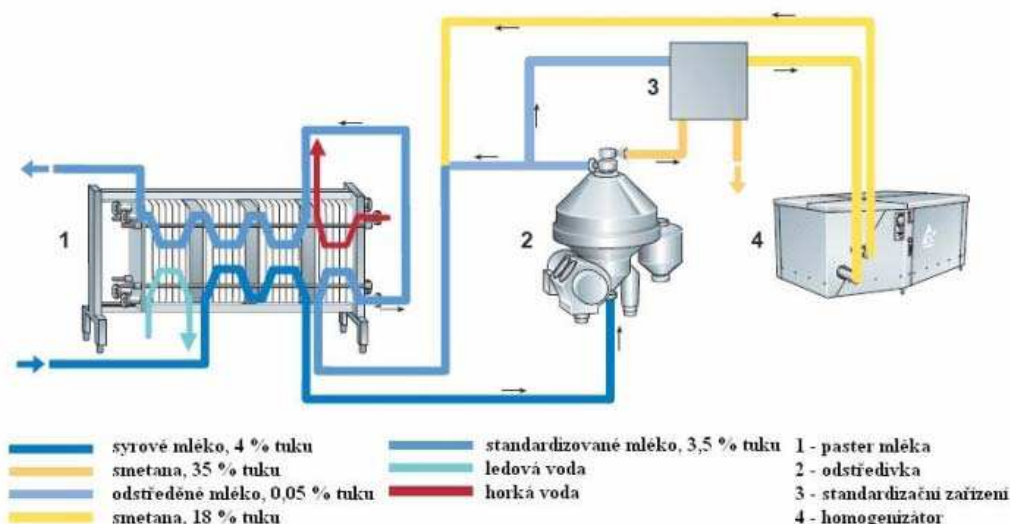
Jiné způsoby výroby tvarohu

Odlišnou technologií se vyrábí „termotvaroh“. Použitím vyšších teplot pasterace (90 - 96 °C), delší dobou výdrže (5 - 6 minut), jiných druhů ČMK a hlavně termizací (65 °C, 20 - 40s) se před zpracováním koagulátu docílí zachycení až 50 % sérových bílkovin.

Pro výrobu „tvrdého“ a „průmyslového tvarohu“ (surovina k dalšímu zpracování) se používá jednotepelný nebo dvoutepelný způsob.

Oproti výše uvedené technologii se u jednotepelného způsobu odstředěné mléko po vysoké pasteraci vytemperuje na teplotu 32 - 38 °C. Po přidavku 1,0 - 1,5 % ČMK se sráží do kyselosti syrovátky 22 - 24 SH. Vzniklá sraženina se šetrně promíchává 1 - 2 hodiny a při dosažení kyselosti syrovátky 25 - 28 SH se část syrovátky odpustí a tvarohovina se vypouští do lisovacích van a následně lisuje do dosažení sušiny 32 %.

U dvoutepelného způsobu se odstředěné mléko po tepelném ošetření temperuje na teplotu 20 - 25 °C a po přidavku 0,5 - 2 % smetanové kultury sráží 16 - 18 hodin do kyselosti syrovátky 24 - 28 SH. Sraženina se následně pokrájí a temperuje na teplotu 35 - 42 °C a vypouští se stejně jako u jednotepelného způsobu do lisovacích van a lisuje se do dosažení konečné sušiny 32 % [26].



Obr. 9 Schéma linky ošetření mléka s částečnou homogenizací [17]

Dosud byla popisována výroba tvarohu z kravského mléka. V dnešní době se hodně zakládají v ČR kozí farmy s následnou výrobou kozích výrobků. Kozí tvaroh je tradiční, nejčastěji vyráběný výrobek z kozího mléka. Na výrobu není prakticky tak náročný a lze ho využít do mnoha pokrmů. U tvarohu se dosahuje vyšší výtěžnosti, což ocení právě malozpracovatelé. Kozí tvaroh, je na rozdíl od tvarohu kravského jemnější, také se déle sýří a déle odkapává. Konzistence kozího tvarohu je velmi jemná, bez hrudek bílé barvy. Chuť je mléčná a příjemně nakyslá bez typického "kozího" zápachu. Chuť by neměla být hořká ani jinak zatuchlá [30].

ZÁVĚR

Mikroorganismy mají v mlékárenském průmyslu mimořádný význam. Výroba fermentovaných mléčných výrobků představuje progresivní způsob zpracování mléka na výrobky ceněné pro pozitivní vlastnosti nutriční, organoleptické i dietetické. Od konce 19. století, kdy se fermentované mléčné výrobky začaly průmyslově vyrábět, vykazuje jejich výroba celosvětově rostoucí trend zvláště patrný v posledním desetiletí.

V mé práci jsem také věnovala pozornost probiotikům, což jsou potraviny nebo výživové doplňky obsahující živé mikroorganismy pozitivně působící na střevní mikroflóru. Střevní mikroflóra má velkou metabolickou aktivitu, mění se během života a je významným faktorem, který ovlivňuje zdraví jedince. V současnosti došlo k rozšíření nejrůznějších probiotických produktů.

Základem technologie výroby kysaných mléčných výrobků je přidávání kyseliny obsahujícího kulturní mikroflóru do mléka. Jejím pomnožením a metabolickou činností se výrazně změní sensorické a technologické vlastnosti mléka. Mléko určené pro zpracování na kysané mléčné výrobky nesmí obsahovat inhibiční látky, např. antibiotika, které by brzdily růst kulturní mikroflóry. Kultury, používané v technologii, musí být čisté a aktivní (životaschopné).

Za posledních dvacet let se způsob používání kultur v praxi radikálně změnil. Je zřejmý trend omezování klasických tekutých kultur pro přípravu matečné kultury vzhledem k objemu a specializaci výroby roste podíl používání koncentrovaných kultur pro přímé zaočkování do mléka. Při tradičním použití klasické tekuté kultury bylo nutné, aby čerstvá kultura byla jedenkrát týdně dodávána z centrální výrobní kultury, nebo aby si laboratoř výrobního závodu kultury vybírala z vlastní zásoby a pravidelně je přeočkovávala. S ohledem na počet nutných kroků je tato procedura pracná, náročná na zručnost a zodpovědnost personálu a drahá.

Čisté mlékárenské kultury jsou do mlékáren dodávány v různých komerčních formách specializovanými výrobci. V laboratořích se pracovníci neustále zabývají výzkumem vedoucím k sestavování optimálních kombinací kmenů se specifickými vlastnostmi. Zejména, aby při jejich použití bylo dosaženo požadovaných parametrů produktů. Na trhu je k dispozici široký sortiment kultur zahrnující i kultury probiotické.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] TEPLÝ, M. a kol. *ČMK - Výroba, kontrola použití*. 1.vyd. Praha: SNTL. 1984. 250s.
- [2] ŽÍŽKA, B., MARTINKOVÁ, Z. *Mikrobiologie pro čtvrtý ročník SPŠ mlékárenské*. 1. vyd. Praha: SNTL. 1980. 150s.
- [3] FORMAN, L. a kol. *Mlékárenská technologie II*. 1.vyd. Praha: VŠCHT, 1996. 150s. ISBN 80-7080-250-2.
- [4] PAVELKA, A. *Mléčné výrobky pro vaše zdraví*. 1.vyd. Brno: Littera 1996. 105s. ISBN 80-85763-09-5.
- [5] GÖRNER, F., VALÍK, L'. *Aplikovaná mikrobiológia požívatin*. 1. vyd. Bratislava. 2004. 300s. ISBN 80-967064-9-7.
- [6] NOSRETI, D. *Mléko pro a proti* [online]. [cit. 2008-2-5, 9:50]. Dostupné z [www: <http://www.darius.cz/archeus/ZP_mleko_D.html>](http://www.darius.cz/archeus/ZP_mleko_D.html).
- [7] JIČÍNSKÁ, E., HAVLOVÁ, J. *Patogenní mikroorganismy v mléce a mlékárenských výrobcích*. 1. vyd. Praha: ÚZPI, 1995. 115s. ISBN 80-85120-47-X.
- [8] OBERMAN, H., LIBUDZISZ, Z. *Microbiology of fermented foods*. Second edition, Edited by Brian J.B.Wood. London: Published by Blackie Academic and Professional, Thomson Science. 1998. 1000s. ISBN 0-7514-0216-8.
- [9] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004: Zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu.
- [10] MAŠEK, J., MAXA, V., TEPLÝ, M. *Kontrola jakosti mlékařských kultur a zákysů*. Praha: SNTL. 1960. 150s.
- [11] ANONYM, *Laboratorní přístroje*. [online]. [cit. 2008-3-15, 14:20]. Dostupné z [www: <http://www.labmet.cz/cs/c/laboratorni-pristroje/9aparni-sterilizatory-autoklavy.htm>](http://www.labmet.cz/cs/c/laboratorni-pristroje/9aparni-sterilizatory-autoklavy.htm).
- [12] *Sbírka mlékařských kultur LAKTOFLORA 91 - katalog kultur se zaměřením na využití kultur ve výrobní praxi*, Milcolm a.s. Praha: SNTL. 1991. 50s.

- [13] ŠVÍROVÁ, E., KUČEROVÁ, K., KOZÁKOVÁ, D., PLOCKOVÁ, M. Genotypická charakterizace vybraných kmenů *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* a *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, [online]. [cit. 2007-12-15, 13:20]. Dostupné z www:
 ≤<http://www.vscht.cz/tmt/prehličky/2005/souhrn%20MaS2005.pdf>≥.
- [14] ANONYM, *Probiotika jako důležitá součást našeho jídelníčku*, [online]. [cit. 2008-1-18, 10:28]. Dostupné z www: ≤<http://www.tydenik-sondy.cz>≥.
- [15] ZOTTA, T., RICCIARDI, A., ROSSANO, R., PARENTE, E. Urease production by *Streptococcus thermophilus*, *Food Microbiology*, Volume 25, Issue 1, February 2008, Pages 113-119.
- [16] ANONYM, *Potravinářská mikrobiologie*. [online]. [cit. 2008-2-19, 10:20]. Dostupné z www: ≤<http://utb.cepac.cz/Screens/Default.aspx>≥.
- [17] ANONYM, *Mlékárenská technologie I*. [online]. [cit. 2008-3-10, 8:50]. Dostupné z www: ≤<http://utb.cepac.cz/Screens/Default.aspx>≥.
- [18] ANONYM, *Kefír*. [online]. [cit. 2008-3-13, 12:35]. Dostupné z www: ≤<http://mbm.dotnet11.hostbasket.com/iis/kefir/milkKefir.htm>≥.
- [19] ANONYM, *Co jsou to probiotika a prebiotika*, [online]. [cit. 2007-12-12, 11:05]. Dostupné z www: ≤<http://www.probian.cz/probiotika-prebiotika.php>≥.
- [20] ANONYM, *Antibiotika versus probiotika*. [online]. [cit. 2008-3-22, 17:50]. Dostupné z www: ≤<http://www.gate2biotech.cz/antibiotika-versus-probiotika>≥.
- [21] VLKOVÁ, E., RADA, V., TROJANOVÁ, I. *Přežívání bifidobakterií v mléčných výrobcích během záruční doby*. [online]. [cit. 2008-3-14, 18:45]. Dostupné z www:
 ≤<http://www.vscht.cz/tmt/prehličky/2004/souhrn%20MaS2004.pdf>≥.
- [22] NEVORAL, J. *Probiotika, prebiotika, synbiotika*. [online]. [cit. 2008-3-23, 20:30]. Dostupné z www: ≤<http://www.solen.cz/pdfs/ped/2005/02/02.pdf>≥.
- [23] WOLLWSKI, I., RECHKEMMER, G., POOL - ZOBEL, B. Protective role of probiotics in colon cancer. *Am J Clin Nutr*. 2001. 451-455s.

- [24] Vyhláška 77/2003 Sb.: Požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy, jedlé tuky a oleje.
- [25] HRABĚ, J., BŘEZINA, P., VALÁŠEK, P., *Technologie výroby potravin živočišného původu*. 1.vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati. 2006. 180s. ISBN 80-7318-405-2.
- [26] ANONYM, *Mlékárenská technologie II*. [online]. [cit. 2008-3-10, 8:30]. Dostupné z www: [≤http://utb.cepac.cz/Screens/Default.aspx≥](http://utb.cepac.cz/Screens/Default.aspx).
- [27] ANONYM, Bio jogurty. [online]. [cit. 2008-3-24, 10:00]. Dostupné z www: [≤http://www.mlekarna-valmez.cz/produkty-bio-vyrobky-bio-jogurt-bily≥](http://www.mlekarna-valmez.cz/produkty-bio-vyrobky-bio-jogurt-bily).
- [28] POSPÍŠILOVÁ, M., Česká biopotravina, *Potravinářský zpravodaj*. Vyd. 30.7.2007. 6s. [online]. [cit. 2008-3-24, 11:50]. Dostupné z www: [≤http://www.bezpecnostpotravin.cz/en/default.asp?ids=1672&ch=64&typ=2&val=1672≥](http://www.bezpecnostpotravin.cz/en/default.asp?ids=1672&ch=64&typ=2&val=1672).
- [29] ZIMÁK, E. *Technologie pro 4.ročník SPŠ studijního oboru zpracování mléka*. Praha: SNTL. 1988. 300s.
- [30] MATUROVÁ, H., Kozí tvaroh, [online]. [cit. 2008-3-12, 13:00], Dostupné z www: [≤http://www.malakozifarma.cz/kozi_tvaroh.html≥](http://www.malakozifarma.cz/kozi_tvaroh.html).

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BMK Bakterie mléčného kvašení.

CFU Jednotky tvořící kolonie na jednotku analyzovaného vzorku.

CPM Celkový počet mikroorganismů.

ČMK Čisté mlékárenské kultury.

G⁺ Gramovo barvení - pozitivní.

KTJ Kolonie tvořící jednotky.

MO Mikroorganismy.

SH Titrační kyselost je spotřeba odměrného roztoku NaOH o koncentraci $c_{(\text{NaOH})} = 0,25 \text{ mol/l}$ spotřebovaných na 100 ml mléka nebo kultury.

TPS Tukuprostá sušina.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 - U nás nejpoužívanější kultury: smetanová, acidofilní, keřírová, jogurtová

Obr. 2 - Kochův parní sterilizátor

Obr. 3 - *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*

Obr. 4 - *Bifidobacterium* sp. - obrázek z elektronového mikroskopu

Obr. 5 - Vzájemná symbióza bakterií a kvasinek v keřírových zrnech

Obr. 6 - Keřírová zrna

Obr. 7 - *Lactobacillus acidophilus*

Obr. 8 - Výrobní linka na zakysané mléčné výrobky krémovité konzistence

Obr. 9 - Schéma linky ošetření mléka s částečnou homogenizací

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 - Druhy používaných MO v kysaných mléčných výrobcích