

Jogurtové kultury a jejich vliv na biologickou hodnotu mléčných výrobků

Věra Pirklová, DiS.

Bakalářská práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav biochemie a analýzy potravin
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Věra PIRKLOVÁ**
Osobní číslo: **T07713**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Jogurtové kultury a jejich vliv na biologickou hodnotu mléčných výrobků**

Zásady pro vypracování:

- 1. Druhy jogurtových kultur a jejich specifikace.**
- 2. Vliv termizace na biologickou hodnotu a trvanlivost čerstvého výrobku.**
- 3. Produkce exopolysacharidů.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] ŠILHÁNKOVÁ, L. Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology, 3rd ed.; Academia: Praha, 2002.

[2] KADLEC, P. a kol. Technologie potravin, VŠCHT Praha 2002.

[3] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D., Potravinářská biochemie I. díl, Zlín: UTB -- Academia Centrum, 2005, první vydání.

[4] TAMIME, A. Y.; ROBINSON, R. K. YOGURT Science and Technology, 2nd ed.; CRC Press LLC, 1999.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Dagmar Tykvartová**
Kroměříž


Datum zadání bakalářské práce: **4. ledna 2010**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30. května 2010**

dne **-8. 04. 2010**



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně ..31.5. 2010

Věra Pirklová

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Bakalářská práce pojednává o bakteriích mléčného kvašení, které jsou používány pro výrobu zakysaných mléčných výrobků. Charakterizuje nejčastěji používané rody mléčných bakterií a jejich vliv na změny složek mléka. Shrnuje účinky zakysaných výrobků na lidský organismus. Definiuje pojem exopolysacharidy, jejich produkci a vliv na zakysané výrobky. Teoreticky popisuje výrobu zakysaných mléčných výrobků.

Klíčová slova:

Bakterie mléčného kvašení, jogurtová kultura, probiotika, prebiotika, exopolysacharidy

ABSTRACT

The thesis deals with lactic acid bacteria, which are used for the manufacture of fermented milk products. Characterized most common genera of lactic acid bacteria and their influence on changes in milk constituents. Summarizes the effects of fermented products on the human body. Defines the notion of exopolysaccharides, their production and their influence on sour products. In theory, describes the production of fermented milk products.

Keywords:


Lactic acid bacteria, yoghurt cultures, probiotics, prebiotics, exopolysaccharide

Ráda bych poděkovala vedoucí bakalářské práce Ing. Dagmar Tykvartové za odborné připomínky, cenné rady, pomoc a čas, který mi věnovala při zpracování daného tématu.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala.

Ve Zlíně 31. 5. 2010


.....

podpis

OBSAH

ÚVOD.....	9
1 BAKTERIE MLÉČNÉHO KVAŠENÍ.....	10
1.1 MLÉČNÉ KVAŠENÍ.....	11
1.2 JOGURTOVÁ KULTURA.....	12
1.3 PROBIOTIKA, PREBIOTIKA A SYMBIOTIKA.....	12
1.4 PŘEHLED A VLASTNOSTI POUŽÍVANÝCH MIKROORGANISMŮ	14
1.4.1 Rod <i>Lactobacillus</i>	14
1.4.2 Rod <i>Streptococcus</i>	17
1.4.3 Rod <i>Lactococcus</i>	18
1.4.4 Rod <i>Leuconostoc</i>	19
1.4.5 Rod <i>Bifidobacterium</i>	19
1.5 POUŽITÍ ZÁKYSOVÝCH KULTUR	20
2 BIOLOGICKÁ HODNOTA ZAKYSANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ	22
2.1 TERMIZACE	22
2.2 ZMĚNY SLOŽEK MLÉKA BĚHEM FERMENTACE	22
2.3 ÚČINKY ZAKYSANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ.....	26
3 POLYSACHARIDY PRODUKOVANÉ MLÉČNÝMI BAKTERIEMI.....	28
3.1 ROZDĚLENÍ EXOPOLYSACHARIDŮ.....	28
3.2 VLIV EXOPOLYSACHARIDŮ	31
4 VÝROBA ZAKYSANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ	32
4.1 PRINCIP VÝROBY	33
4.2 FERMENTOVANÉ VÝROBKY S MEZOFILNÍMI BAKTERIEMI	37
4.3 FERMENTOVANÉ VÝROBKY S TERMOFILNÍMI BAKTERIEMI.....	38
4.4 FERMENTOVANÉ VÝROBKY S BAKTERIEMI A KVASINKAMI	40
ZÁVĚR	41
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	42
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	45
SEZNAM OBRÁZKŮ	46
SEZNAM TABULEK.....	47
SEZNAM PŘÍLOH.....	48

ÚVOD

V poslední době se značně zvyšuje obliba mléčných výrobků především s probiotickou kulturou. V mlékařském průmyslu jsou nepostradatelné bakterie mléčného kvašení, které kromě tvorby kyseliny mléčné přispívají také k některým charakteristickým rysům fermentovaných výrobků. Významné zastoupení mají jogurtové kultury obsahující kmeny *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*. Také bývá jogurtová kultura doplňována kmeny *Bifidobacterium* a *Lactobacillus acidophilus*. Fermentované mléčné výrobky pozitivně ovlivňují složení střevní mikroflóry, zmírňují projevy intolerance na laktosu, usnadňují vstřebávání minerálních látek a podílí se na ochraně dětí před průjmovým onemocněním.

Bakterie mléčného kvašení a bifidobakterie jsou také známy schopností inhibovat jiné mikroorganismy, které způsobují řadu onemocnění nebo kažení potravin. Některé bakterie produkují kromě antimikrobiálních látek další důležité látky, k jejichž syntéze dochází často ve fermentovaných výrobcích. Mezi tyto látky patří i exopolysacharidy, které se podílejí na viskozitě zakysaných mléčných výrobků.

1 BAKTERIE MLÉČNÉHO KVAŠENÍ

Od pradávna se při výrobě většiny mléčných výrobků využívalo činnosti mikroorganismů, které byly přítomny v mléce již při jeho získávání, nebo se do mléka dostaly z vnějšího prostředí. Takto postupně vznikaly typické výrobky, které bylo možno vyrábět pouze v identickém prostředí a jinde se výrobky této kvality prakticky vyrobit nedaly. Později se začaly žádané mikroorganismy uměle pěstovat a cíleně používat při výrobě.

Mikroorganismy se podílejí na technologii většiny mléčných výrobků, ovlivňují jejich smyslové vlastnosti a výrazně se podílejí i na nutriční hodnotě daného výrobku. Mikroorganismy, správněji řečeno jimi produkovány enzymy, během svého působení rozkládají laktosu, mléčné bílkoviny, výjimečně i tuky, případně další součásti mléka a vytvářejí látky nové, žádané a charakteristické pro daný výrobek. Například změni konzistenci mléka a vytvoří žádaný vzhled, chuť, vůni a další vlastnosti výrobku.

Všechny mikroorganismy ke svému žádanému množení potřebují vhodné podmínky, jako je teplota, vlhkost, přítomnost či nepřítomnost dalších látek a potřebný čas. Všem těmto podmínkám se musí přizpůsobit celý technologický postup. Tyto požadavky jsou různé pro různé mikroorganismy, ale i pro jednotlivé kmeny stejných mikroorganismů. V dnešních podmínkách není možné spoléhat na přirozenou mikroflóru mléka a prostředí, která je výrazně potlačena při pasteraci mléka současně s usmrcením nežádaných choroboplodných a technologicky nežádaných mikroorganismů. Vhodnou mikroflóru je proto nutné uměle pěstovat a při výrobě používat takto „vyšlechtěné“ mikroorganismy.

Výběrem, šlechtěním a pěstováním těchto mikrobiálních kultur se zabývají specializované mikrobiologické laboratoře dnes prakticky v celosvětovém měřítku a vypěstované kultury prodávají mlékárnám k dalšímu použití. Dodávají je v koncentrovaném, zmrazeném nebo lyofilizovaném stavu, buď k přímému použití ve výrobě nebo k dalšímu pomnožení a pěstování v laboratořích a speciálních provozech mlékáren. [1]

Dle Vyhlášky Ministerstva zemědělství ČR č.77/2003 Sb. se kysaným mléčným výrobkem rozumí - mléčný výrobek získaný kysáním mléka, smetany, podmásli nebo jejich směsi za použití mikroorganismů, tepelně neošetřený po kysacím procesu.[2]

1.1 Mléčné kvašení

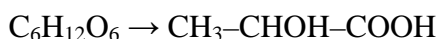
Bakterie mléčného kvašení (BMK) jsou heterogenní skupinou mikroorganismů, které mohou fermentovat různé živiny za vzniku mléčné kyseliny. Jsou to především grampozitivní, anaerobní bakterie, nesporeující a acidotolerantní. Biochemicky se rozdělují na homofermentativní a heterofermentativní druhy [3].

Homofermentativní kvašení

Homofermentativní mléčné kvašení je proces štěpení polysacharidů na kyselinu mléčnou přes pyruvát cestou glykolýzy. Glykolýza slouží k uvolnění energie z molekul sacharidů. Glykolýzou se přeměňuje glukosa na pyruvát za současné tvorby dvou molekul adenosintrifosfátu (ATP). Za anaerobních podmínek probíhá další degradace pyruvátu jako alkoholové kvašení u kvasinek nebo redukce na kyselinu mléčnou u mléčných bakterií. [4]

Mezi homofermentativní mléčné bakterie patří např. *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*. [5]

Rovnice reakce homofermentativního mléčného kvašení:



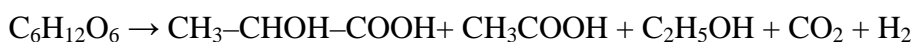
Produkt: kyselina mléčná [6]

Heterofermentativní kvašení

Heterofermentativní mléčné bakterie jsou zastoupeny rodem *Leuconostoc* a částečně rodem *Lactobacillus*. Glukosa (případně některé pentosy) jsou katabolizovány enzymy pentosofosfátové dráhy a je vytvářeno přibližně ekvimolární množství laktátu, etanolu a CO_2 . [7]

Mezi heterofermentativní mléčné bakterie patří např: *Lactobacillus brevis* a *Bifidobacterium bifidum*. [5]

Rovnice reakce heterofermentativního mléčného kvašení:



Produkty: kyselina mléčná, kyselina octová, oxid uhličitý, ethanol, popř. vodík [6]

1.2 Jogurtová kultura

Jogurtová kultura patří mezi kultury směsné. Obsahuje *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*. Oba mikroby žijí v symbióze. Na počátku zrání produkuje streptokok růstové látky, které stimulují růst bakterií laktobacilů nastávající teprve později. Naopak laktobacil svou proteolytickou aktivitou uvolňuje v mléce aminokyseliny a umožňuje tak pokračující činnost streptokoků po spotřebování důležitých aminokyselin obsažených v mléce. Tato symbióza se projevuje příznivě i ve vlastnostech jogurtu, např. tvorbou typického arómatu, jehož hlavní složkou je acetaldehyd. Nevýhodou kultury je značná citlivost streptokoků vůči inhibičním látkám, takže častěji dochází k jejich oslabení, a tím i k snížení jakosti finálního výrobku.

Ve snaze zlepšit vlastnosti jogurtu bývá klasické složení jogurtové kultury různě pozměňováno. Odvozené kultury obsahují např. *Lactobacillus acidophilus* nebo *Pediococcus acidilactici*, případně *Bifidobacterium bifidum* a jeden nebo oba původní druhy. [8]

1.3 Probiotika, prebiotika a symbiotika

Probiotika

Probiotika jsou živé mikroorganismy přidávané do potravin nebo do potravinových doplňků, které příznivě ovlivňují zdraví jejich konzumenta zlepšením rovnováhy jeho střevní mikroflóry. Jsou vybírána především mezi druhy mléčných bakterií rodů *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*. Nejčastěji používané jsou *Lactobacillus acidophilus* a *Bifidobacterium bifidum*. [9]

Probiotika se prodávají nejčastěji ve formě zakysaných mléčných výrobků a potravinových doplňků. Z mléčných výrobků jsou dobrým zdrojem především některé jogurty, speciální kysané mléčné nápoje, vysokodohříváné tvrdé sýry, mléčně kvašená zelenina (typicky kysané zelí či rychlokvašené okurky) a šťáva z kysaného zelí. Méně vhodné jsou zakysané smetany, termizované dezerty a tavené sýry. [10]

Tato prospěšná mikroflóra znesnadňuje jiným patogenním mikroorganismům pomnožení ve střevech. Tyto bakterie jsou navíc vybaveny mechanismy, kterými detoxikují škodlivé složky tráveniny. [9]

V řadě studií bylo prokázáno, že konzumace probiotik příznivě ovlivňuje složení střevní mikroflóry, kdy zvyšuje výskyt zdravých prospěšných mikroorganismů a snižuje počty těch škodlivých. Podávání probiotik může hrát významnou roli u zácpy, průjmu, střevních infekcí, syndromu dráždivého tračníku, chronického zánětu střeva a v prevenci nemocí močové trubice. Mezi další příznivé účinky, které jsou v současnosti probiotikům připisovány, patří celkové zvýšení odolnosti organismu, zmírnění laktosové intolerance, snížení rizika vzniku rakoviny střeva. Kromě toho jsou probiotika v současnosti jediným prostředkem, jak předcházet atopii a v raném dětství mohou dokonce ovlivnit její projevy (například mohou předcházet či zmírnit atopický ekzém u dětí). [10]

Kritéria která musí probiotika splňovat:

- nepatogenní a netoxické
- klinicky prokazatelný příznivý účinek
- v živém stavu
- v dostatečném množství
- schopny navázat se na sliznici tlustého střeva
- rezistence vůči žaludeční kyselině a žluči [11]

Tab. 1. Příklady bakterií používaných jako probiotika [12]

<i>Lactobacillus</i>	<i>Bifidobacterium</i>	<i>Streptococcus</i>	<i>Enterococcus</i>
<i>Lbc. delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i>	<i>B. bifidum</i>	<i>Str. thermophilus</i>	<i>Ent. faecalis</i>
<i>Lbc. acidophilus</i>	<i>B. longum</i>		<i>Ent. faecium</i>
<i>Lbc. rhamnosus</i>	<i>B. breve</i>		
<i>Lbc. reuteri</i>	<i>B. infantis</i>		
<i>Lbc. casei</i>			

Prebiotika

Prebiotika jsou nestravitelné složky potravy selektivně podporující růst nebo aktivitu těchto prospěšných mikroorganismů v tlustém střevě. [9]

Jako prebiotika se používají většinou fruktooligosacharidy a různé druhy vlákniny. Na obalu výrobků se můžete setkat například s tvrzením, že výrobek obsahuje inulin nebo oligofruktosu. Tyto látky nemají žádné toxické nebo rakovinotvorné vlastnosti a v některých potravinách se vyskytují i přirozeně, například inulin najdeme v cibuli, česneku, pórku a obilovinách. [10]

Symbiotika

Pozitivní efekt je vyšší, když se kombinují probiotika a prebiotika. Takové výrobky jsou vhodné při průjemových onemocněních i zácpě. Spojení probiotik a prebiotik zlepšuje přežití a usídlení probiotických mikroorganismů ve střevě, a tím se účinně potlačuje množení a aktivita škodlivých bakterií, což následně přispívá k posílení imunity. [14]

1.4 Přehled a vlastnosti používaných mikroorganismů

1.4.1 Rod *Lactobacillus*

Lactobacillus je rod grampozitivních, fakultativně anaerobních či mikroaerofilních bakterií kmene Firmicutes. Jsou známé tím, že rozkládají laktosu a jiné cukry na kyselinu mléčnou. [13] Jedná se o tyčinkovité bakterie různé délky, většinou nepohyblivé, vyskytují se jednotlivě, ve dvojicích i řetězcích. Jejich metabolismus je fermentativní. Jsou náročné na složení prostředí, vyžadují mnoho růstových faktorů. Jako zdroj energie a uhlíku využívají cukry. Nacházejí se v mléce a mléčných výrobcích, na povrchu rostlin, v nakládané zelenině, masných výrobcích a dalších potravinách. Některé druhy žijí v zažívacím traktu člověka a zvířat. [15]

Podle produktů katabolického metabolismu rozdělujeme rod *Lactobacillus* na homofermentativní mléčné bakterie, které při zkvašování sacharidů produkují prakticky pouze kyselinu mléčnou (např. *L. delbrueckii*, *L. acidophilus*) a na heterofermentativní, které produkují vedle kyseliny mléčné ještě značné množství ethanolu a CO₂ (např. *L. brevis*, *L. fermentum*). [5]

Lactobacillus acidophilus

Kmeny *Lactobacillus acidophilus* mají pro své vhodné vlastnosti rozsáhlé použití v mlékárenské výrobě, zdravotnictví i veterinární medicíně. V mlékařství se uplatňují především při výrobě acidofilního mléka, acidofilního podmásli a smetany. Pro zdravotnické účely se pěstují speciální kmeny odolné vůči hlavním druhům antibiotik používaných ve zdravotnictví. [17]

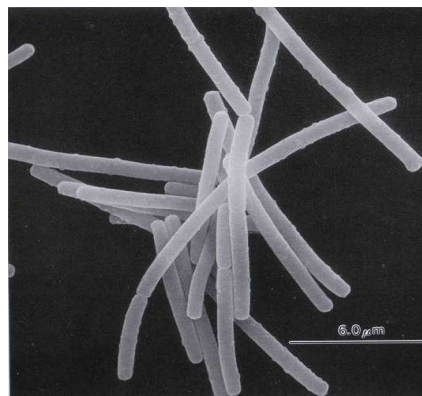
Řadí se do skupiny probiotik, které mají dieteticko-léčebné účinky a projevují se v potlačování nežádoucí mikroflóry trávicího systému. Má schopnost vytvářet antibiotika acidophilin, lactocidin a acidolin, které ovlivňují nepříznivé vlivy enterobakterií, sporotvorných mikroorganismů v trávicím traktu, vytváří vitamín B₁₂. [9]



Obr. 1 *Lactobacillus acidophilus* [18]

Lactobacillus helveticus

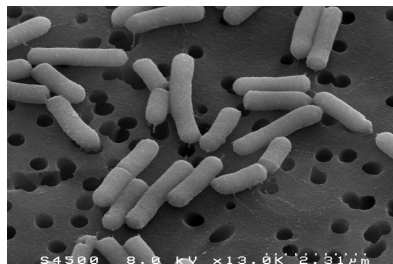
Vyskytuje se jednotlivě, ve dvojicích nebo řetězcích. Optimální teplota růstu je 40 °C. *Lactobacillus helveticus* se používá jako doplňková kultura při výrobě sýru s vysokodohřívanou sýřeninou, např. ementálského typu nebo sýrů s mletou sýřeninou (čedarový typ). [17] Některé kmeny se uplatňují v zakysaných výrobcích. [15]



Obr. 2 *Lactobacillus helveticus* [19]

Lactobacillus casei

V přírodě velmi rozšířený. Je součástí sýrafských kultur, zakysaných mlék, nachází se v silážích a zaživacím ústrojí. Rozděluje se na čtyři poddruhy, z nichž největší význam má *L. casei* subsp. *casei*. [15] Přežívá transit gastrointestinálním traktem, je resistantní vůči žaludeční kyselině, je-li její hodnota pH vyšší než 3, *L. casei* je schopen modulovat složení a metabolickou aktivitu střevní flory zvyšováním počtu bifidobakterií a snížením aktivity glukoronidasy ve střevech. [22]

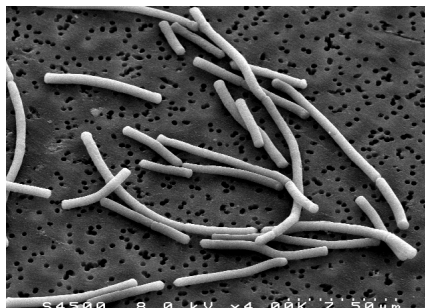


Obr. 3 *Lactobacillus casei* [21]

Lactobacillus delbrueckii subsp. *bulgaricus*

Vyskytuje se jednotlivě, v řetězcích přecházejících někdy až do vláken. Vlivem teploty, povahy a koncentrace dusíkatých látek má tendenci měnit tvar a granulovat. V mléce tvoří zpravidla kyselinu mléčnou inaktivní, podle některých autorů však i levotočivou, popř. i pravotočivou. Dále vzniká i nepatrné množství kyseliny octové, mravenčí a jantarové. [16] Je hlavním producentem acetaldehydu. [15]

Kmeny *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* jsou spolu s kmeny *Streptococcus thermophilus* součástí mikroflóry směsných jogurtových kultur užívaných pro různé technologie výroby jogurtů i dalších produktů. Rovněž mohou být aplikovány jako složka doplňkových kultur, které ovlivňují průběh zrání a specifické vlastnosti sýrů. [17]



Obr. 4 *Lactobacillus delbrueckii*
subsp. *bulgaricus* [21]

Lactobacillus delbrueckii* subsp. *delbrueckii

Nachází se většinou na obilí, v mouce a moučných výrobcích. Jeho kmeny tvoří komponentu mikroflóry keřirových a silážních kultur, kde se uplatňují svou fermentační činností. [17]

Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis

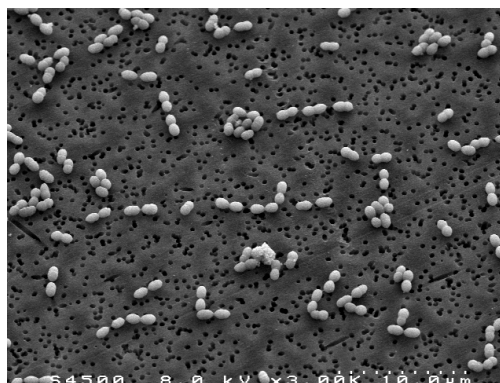
Používají se jako směsné kultury na výrobu sýrů ementálského typu. Vyznačují se nižší biochemickou aktivitou než ostatní laktobacily. [8]

1.4.2 Rod *Streptococcus*

Druhy tohoto rodu patří mezi fakultativně anaerobní grampozitivní koky, charakteristické silnou tvorbou kyseliny mléčné. Buňky jsou obvykle kulovité nebo vejčité a vlivem kultivačních podmínek mohou nabývat vzhledu krátkých tyčinek. Jsou uspořádány ve dvojicích a různě dlouhých řetězcích. Zařazují se mezi homofermentativní mléčné bakterie. V mlékařském průmyslu jsou používány streptokoky: *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*. [5]

Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus

Vyskytuje se ve dvojicích, středně dlouhých a dlouhých řetězcích. Roste od 20 do 52°C, optimální teplota je kolem 37 °C. Přežívá zářev 60 °C po dobu 30 min. Je základem jogurtové a ementálské kultury. [15]



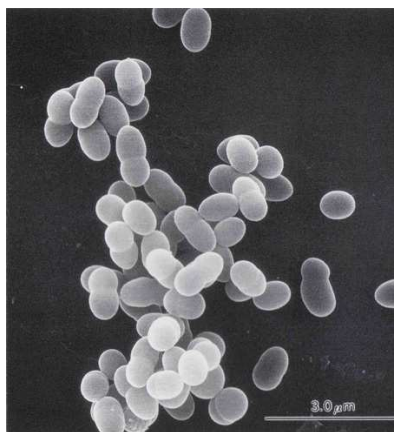
Obr. 5 *Streptococcus salivarius*
subsp. *thermophilus* [21]

1.4.3 Rod *Lactococcus*

Jedná se o grampozitivní fakultativně anaerobní homofermentativní koky tvořící diplokoky a řetízky, rostou při 10 °C, nerostou při 45 °C. Ve mléce produkují 0,7 až 1% mléčné kyseliny. Mají mimořádný význam pro mlékárenskou technologii. [15]

Lactococcus lactis subsp. *lactis*

Je součástí základní smetanové kultury a používá se také samostatně v podobě monokultur. Uplatňuje se při výrobě tvarohů, sýrů, zakvašených mlék a smetan. Některé kmeny produkují potravinářky významné antibiotikum nisin. Většinou tvoří diplokoky nebo krátké řetízky. Optimální teplota 30 °C. [15]



Obr. 6 *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* [19]

Lactococcus lactis subsp. *cremoris*

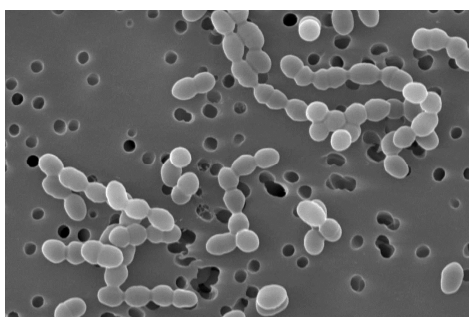
Je součástí základní smetanové kultury. Vytváří podstatně delší řetízky koků než poddruh *lactis*. Neuvolňuje amoniak z argininu. [15]

Lactococcus lactis subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*

Společně s kmeny leukonostoků tvoří aromatvornou složku smetanových kultur. Mimo kyselinu mléčnou tvoří diacetyl, kyselinu octovou a oxid uhličitý. Při štěpení kyseliny citronové dochází k tvorbě acetoinu a dalších aromatických látek. Tyto kmeny lze použít jako aromatvornou monokulturu i jako součást směsných základních kultur pro výrobu kysaných mléčných výrobků, másla, speciálních druhů sýrů i k výrobě šlehaného podmáslí. [5]

1.4.4 Rod *Leuconostoc*

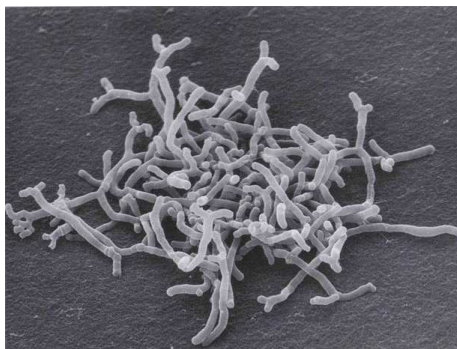
Grampozitivní fakultativně anaerobní, mezofilní, heterofermentativní koky. *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* tvoří aromatickou součást mikroflóry základních smetanových kultur. Mléko sráží velmi pomalu, při nižším pH tvoří aromatické látky. Při společné kultivaci s kmeny *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* je podporován růst základní kultury. Tvoří organické kyseliny, oxid uhličitý a ethanol. *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum* v přítomnosti sacharosu vytváří slizovitá pouzdra (dextransy), čímž vzniká charakteristická táhlovitá konzistence koagulátu. [17]



Obr. 7 *Leuconostoc mesenteroides* [20]

1.4.5 Rod *Bifidobacterium*

Tyčinky různého tvaru, který je často ovlivněn kultivačními podmínkami. [15] Bakterie rodu *Bifidobacterium* jsou striktně anaerobní, grampozitivní, nesporulující, granulované, variabilní tyčinky, heterofermentativně zkvašující laktosu za tvorby kyseliny mléčné a kyseliny octové, syntetizující vitamíny a produkující zdraví prospěšné mastné kyseliny s krátkým řetězcem. Jako probiotikum se v potravinářství využívají kmeny: *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium infantis*. [5]



Obr. 8 *Bifidobacterium longum* [19]

1.5 Použití zákysových kultur

Zákysové kultury jsou dodávány v různých komerčních formách specializovanými výrobci, kteří se zabývají výzkumem vedoucím k sestavování optimálních kombinací kmenů. Ty mají takové specifické vlastnosti, aby při jejich používání bylo dosaženo požadovaných parametrů produktu.

Formy komerčních kultur:

- tekuté kultury pro zaočkování matečné kultury,
- lyofilizované kultury pro zaočkování matečné kultury,
- koncentrované hlubokozmrazené nebo lyofilizované kultury pro přímé zaočkování provozního zákyasu,
- koncentrované hlubokozmrazené nebo lyofilizované kultury pro přímé zaočkování produktu ve výrobníku. [34]

K tradičním dodavatelům na českém trhu patří např.:

- Laktoflora
- Christian Hansen
- Marschall Division
- Weisby [24]

Christian Hansen

Chr. Hansen nabízí širokou řadu jogurtových kultur umožňující výrobu jogurtu s požadovanými vlastnostmi s ohledem na konzistenci a chuť.

Jejich řada kultur Yo-Flex zajišťuje výrobu široké škály jogurtů. Jsou prodávány pro řízení inokulačního procesu jako mražené kuličky nebo mražené-sušené granule. Dávají možnost vyrobit výrobky proměnného složení od nízkoviskózních k výrobkům s extra vysokou viskozitou. Tato řada kultur dává možnost výběru takových, které poskytují právě žádané sensorické vlastnosti.

Yo-Flex kultury mohou být používány pro výrobu široké škály jogurtů, jako např.:

- Pevný jogurt
- Míchaný jogurt
- Tekutý jogurt
- Zředěný jogurtový nápoj
- Jogurtové dezerty

Yo-Flex kultury sestávají z definovaných druhů mléčných bakterií *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus*. Pro některé Yo-Flex kultury, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*. Použití definovaných jednoduchých druhů umožňuje vývoj chuti a aroma během kysání od dávky k dávce. Je proto možné získat různé konzistence jogurtových výrobků. Umožňují získat smetanové jogurty s vysokou hustotou, dokonce i když % tuku a sušiny v mléce je nižší.

V jogurtu fermentovaném Yo-Flex kulturou je celkový obsah buněk větší než 10^7 / 1g po 28 dnech skladování pod 8 °C, když použijeme doporučený poměr a teplotu. [25]

Příklady specifikací některých kultur viz příloha.

2 BIOLOGICKÁ HODNOTA ZAKYSANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ

Kysané mléčné výrobky mají relativně nízkou energetickou hodnotu, jsou bohatým zdrojem plnohodnotných bílkovin, vápníku, fosforu a různých vitaminů, převážně skupiny B. Jsou lehce stravitelné a obsahují méně laktosy než klasické mléko, čímž se stávají vhodnou potravinou pro osoby trpící lehčí formou laktosové intolerance.

Bakteriální kultury v nich obsažené pozitivně ovlivňují složení střevní mikroflóry, především se jedná o kysané mléčné výrobky s přidavkem probiotických bakterií, které mají blahodárné účinky na zdraví. Upravují střevní mikroflóru a podle potřeby udržují či obnovují rovnováhu v našem zažívacím traktu. Výsledkem je odstranění nebo alespoň zmírnění střevních obtíží jako jsou průjem či zácpa (např. po léčbě antibiotiky, infekcích trávicího traktu, při stresu, stárnutí, poruchách obranyschopnosti). Aby byla konzumace kysaných mléčných výrobků skutečně účinná, doporučuje se denně konzumovat alespoň 100 g mléčného výrobku s minimálním obsahem 10 milionů probiotických bakterií v 1 g nebo 1 ml.

V současné době patří k probiotickým výrobkům téměř všechny zakysané mléčné výrobky tekuté a jogurtového typu, které obsahují bifidobakterie nebo laktobacily. [24]

2.1 Termizace

Termizace mléka je záhřev na teplotu 68 až 72 °C s výdrží 8 až 40 s. Fyzikálně chemické změny v mléce jsou nepatrné, takže se mléko svými vlastnostmi podobá mléku syrovému. Patogenní mikroorganismy jsou usmrceny nebo tak silně poškozeny, že nejsou schopny se v kyselém prostředí, vytvořeném mlékařskými kulturami, dále rozmnožovat. [26]

2.2 Změny složek mléka během fermentace

Laktosa

Laktosa je v mléce hlavním zdrojem energie pro mikrobiální metabolismus. Nejběžnějším způsobem jejího katabolického rozkladu je homofermentativní mléčné kvašení, které se uskutečňuje po enzymové hydrolýze laktosy na glukosu a galaktosu. Kromě hydrolytického procesu může být laktosa oxidována na laktobionát a následně enzymově degradována na

glukonát a galaktosu. Glukosa je fermentována na kyselinu mléčnou přímo, galaktosa po enzymové přeměně na glukosu. V závislosti na aktivitě dehydrogenas a racemas použitých mikroorganismů vzniká směs různých optických isomerů kyseliny mléčné.

Kromě homofermentativního mléčného kvašení se může v menší míře uplatňovat i heterofermentativní mléčné kvašení, propionové kvašení, etanolové kvašení a tvorba čtyřuhlíkatých sloučenin, při kterých jako meziprodukty nebo konečné produkty vznikají těkavé mastné kyseliny (mravenčí, octová, propionová, máselná), karbonylové sloučeniny (acetaldehyd, biacetyl, aceton), ethanol a oxid uhličitý. Některé uvedené metabolity mohou vznikat i rozkladem jiných složek mléka. [23]

Bílkoviny

Celkový obsah a složení aminokyselin se příliš neliší u mléka a fermentovaného mléka. Slabá proteolytická aktivita je patrná především u výrobků získaných fermentací čistými kulturami obsahujícími rody *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*. Typickým příkladem je proteolytické působení jogurtové mikroflóry, kde silnější proteolyticky aktivní *Lactobacillus* degraduje kasein na peptidy s nižší mol. hmotností a aminokyseliny, zatímco streptokokus působí proteolyticky na meziprodukty rozkladu kaseinu. Část proteolyticky uvolněných aminokyselin je bakteriemi mléčného kvašení využívána jako zdroj dusíku, část zůstává ve fermentovaném mléce. Stupeň mikrobiální degradace kaseinu je ovlivněn použitým rodem a druhem čisté mlékařské kultury, pH, teplotou a délkou skladování.

Kyselina mléčná způsobuje isoelektrické srážení mléčného kaseinu při pH 4,7 až 4,8. Z koloidního komplexu kaseinátu vápenatého vzniká kyselý kasein, který tvoří síťovou strukturu schopnou uzavírat do dutinek bakterie, tukové kuličky nebo tepelně denaturované syrovátkové bílkoviny. Čím více je bílkovin v mléce, tím pevnější je koagulát po fermentaci. [23]

Mléčný tuk

V důsledku lipolytické aktivity zákysových kultur jsou patrné změny v množství i v zastoupení volných mastných kyselin ve fermentovaném a nefermentovaném mléce. Relativní množství volných mastných kyselin se mění v závislosti na druhu mléka, složení mléka a mikrobiologických a technologických procesech během výroby. Malá množství volných mastných kyselin vznikají i při enzymových změnách laktosy a degradaci aminokyselin. [23]

Vitamíny

Během fermentačního procesu lze pozorovat metabolické využívání vitamínů bakteriemi mléčného kvašení během logaritmické fáze růstu a následnou syntézu vitamínů těmi samými mikroorganismy. Kromě fermentačního procesu nastávají změny v obsahu vitamínů v důsledku tepelného ošetření a skladování.

Koncentrace vitamínů rozpustných v tucích závisí na obsahu tuku ve výrobku. Různá a někdy protichůdná jsou fakta týkající se obsahu vitamínů skupiny B v různých typech fermentovaných výrobků. Podle některých autorů je obsah thiaminu, riboflavinu, biotinu, kyseliny nikotinové a pantotenové dosti podobný v mléce před a po fermentaci. Výrazněji se zvyšuje obsah kyseliny listové a cholinu, obvykle klesá obsah vit. B₁₂ (výjimkou jsou nápoje vyráběné s použitím rodu *Propionibacterium* a *Leuconostoc*, které uvedený vit. B₁₂ syntetizují). [23]

Minerální látky

Fermentační proces má malý vliv na obsah minerálních látek. [23] Konzumací kysaných fermentovaných výrobků se však zvyšuje využitelnost vápníku, fosforu a železa. V kyselém prostředí se zvyšuje rozpustnost vápenatých solí a usnadňuje resorpci vápníku sliznicí tenkého střeva vlivem vytvoření relativně kyselého prostředí. [27]

Ostatní minoritní látky

Ve srovnání s nefermentovaným mlékem se snižuje relativní obsah kyseliny citronové na 40 – 5 % podle použité mikroflóry. Je pozitivní, že množství močoviny je redukováno asi na desetinu obsahu v mléce. Kyselina hippurová je téměř zcela hydrolyticky rozložena, kyselina orotová, tvořící asi 80 % celkového obsahu nukleotidů, se výrazně snižuje (využívána bakteriemi rychlostí, která závisí na druhu, kmeni a konečném pH výrobku). Ostatní nukleotidy: AMP, UMP, GMP a NAD se zvyšují v důsledku bakteriální syntézy, pouze CMP klesá. [23]

Tab. 2 Změny ve složení mléka během fermentace jogurtovou kulturou [23]

Substrát	Produkt
laktosa	glukosa
	galaktosa
	kyselina mléčná
	polysacharidy
bílkoviny	peptidy
	volné aminokyseliny
	volné mastné kyseliny
tuk	volné mastné kyseliny (těkavé a s delším řetězcem)
močovina	amoniak
některé vitamíny (např. B ₁₂ , biotin, cholin)	některé vitamíny (kys. listová)
některé organické kyseliny (hippurová, orotová)	některé organické kyseliny (jantarová, fumarová, benzoová)
	některé nukleotidy (CMP, AMP, UMP, GMP, NAD)
	aromatické látky (acetaldehyd, diacetyl, acetoin)
	některé enzymy (galaktosidasa, proteasa, peptidasa, laktátdehydrogenasa)
	bakteriální buněčná hmota (obsahuje nukleové kyseliny, lipidy, sacharidy, bílkoviny)

2.3 Účinky zakysaných mléčných výrobků

Bakterie mléčného kvašení mají kladný dieteticko-léčebný přínos pro lidský organismus. Zároveň je nutné zdůraznit, že mléčné zakysané výrobky jsou přirozeně biologicky konzervovanými výrobky, vlivem kyselosti vytvářené mléčnými mikroorganismy. Tyto organismy zároveň zvyšují stravitelnost mléka. Kysané mléčné výrobky jsou často tolerovány i těmi, kteří laktosu nesnášejí. Bylo zjištěno že jogurt, který má téměř stejné nutriční složení jako mléko, je v průběhu jedné hodiny stráven z 91 %, zatímco obyčejné mléko je v zažívacím traktu stráveno pouze z 32 %. Nutriční hodnota potravin závisí na dostupných a využitelných živinách. Takové složky jako sacharidy, bílkoviny a tuky, jsou v prokysaných výrobcích již více méně přetráveny, což činí potravinu vysoce výživnou a stravitelnou. [28]

Bakterie mléčného kvašení pomáhají udržet správnou rovnováhu mikroflóry střev a napomáhají tím povzbuzovat imunitní systém člověka a ochranu člověka před infekcí. Povzbuzují peristaltiku střev a tím zabraňují dlouhodobému pobytu nežádoucích mikroorganismů ve střevech, např. jogurt působí na zmírnění zácpy. [28] U třetiny pacientů, kteří trpí chronickými průjmy, kolikou, zácpou, hnilobnými pochody v trávicím traktu, nepřírozenou únavou, migrénou a podobnými obtížemi, měla úspěch terapie acidofilním mlékem. [9]

Další významnou vlastností bakterií mléčného kysání je jejich schopnost produkovat přímo ve střevním traktu vitaminy a další důležité látky, které si lidský organismus nedokáže syntetizovat sám. Jedná se např. o vitamin B₁₂, thiamin, riboflavin, pyridoxin, kyselinu listovou a pantotenovou, niacin a další. Kysané mléčné výrobky umožňují zvýšené vstřebávání vápníku v podobě jeho solí. [28]

Jogurt má zklidňující účinek na organismus. Jeho antisklerotické účinky souvisejí především se schopností bifidobakterií a *Lactobacillus acidophilus* redukovat hladinu cholesterolu v krevním séru. Lidé v oblasti Středozevního moře používají jogurt po staletí k léčbě průjmů a jiných střevních onemocnění. Lze říci, že jogurt je vhodným pokrmem jako profylaxe proti trávicím potížím. Zároveň je však nutné upozornit, že především u zahraničních jogurtů jsou často přidávána aditiva ke zlepšení konzistence, aromatická barviva a konzervační látky. Zahraniční jogurty jsou navíc často termizovány zahřátím na 65 °C za účelem prodloužení jejich trvanlivosti. Tím jsou ale do značné míry

znehodnoceny léčebné účinky jogurtu, protože mikroorganismy jogurtové kultury takovéto teploty nepřežívají a nemohou se kladně uplatnit v trávicím traktu člověka. Stejně tak je nutné upozornit, že přidavkem cukru se v důsledku tvorby kvasinek zhoršuje jeho stravitelnost. Pro léčebné účely jsou nejvýhodnější neochucené bílé jogurty. [28]

3 POLYSACHARIDY PRODUKOVANÉ MLÉČNÝMI BAKTERIEMI

Mikrobiální exopolysacharidy se definují jako: „makromolekuly nebo části makromolekul, které mají kostru sacharidových jednotek nebo jejich derivátů a jsou vylučované nebo vázané k buněčné stěně“. [29]

Schopnost produkovat polysacharidy je mezi bakteriemi značně rozšířená. Mohou jednak syntetizovat zásobní polysacharidy jako glykogen, který se nachází v cytoplazmě, a jednak strukturální polysacharidy buněčné stěny. Některé bakterie sekretují polysacharidovou vrstvu na svém povrchu, která spolu s menším množstvím glykoproteinů tvoří glykokalyx. Extracelulární polymery mohou být buď kapsulární exopolysacharidy, které jsou kovalentně vázány s povrchem buňky, nebo exopolysacharidy, které tvoří slizovou vrstvu, volně připojenou k buněčnému povrchu nebo exkretovanou do okolí.

Exopolysacharidy poskytují buňkám ochranu proti napadení fágy, vyschnutí a vůči osmotickému stresu. Kromě technologických charakteristik, které dodávají mléčným produktům, vykazují exopolysacharidy řadu užitečných zdravotních efektů, včetně prebiotických, imunostimulačních a protinádorových účinků. Vytvořené hladiny exopolysacharidů jsou závislé na růstové fázi bakterií, teplotě, pH a zdroji uhlíku. [30]

Polysacharidy produkované mléčnými bakteriemi jsou charakteristické vysokou zahušťovací účinností. [29] Jsou hlavní příčinou táhlovitosti zakysaných mléčných výrobků. Jejich využití může řešit takové problémy jako je nízká viskozita nebo nadměrná synereze produktu. [33] Jejich produkce je však nestabilní a velice proměnlivá. [29]

3.1 Rozdělení exopolysacharidů

Na základě typu biosyntézy lze polysacharidy bakteriálního původu klasifikovat na extracelulární nebo intracelulární. Polysacharidy extracelulární biosyntézy (dextran a levany) vznikají mimo buňku, přičemž se vychází z nefosforylovaných sacharidových podjednotek. Polysacharidy intracelulární biosyntézy vznikají z nukleotidových monosacharidů. Vytvoří se opakující se podjednotky polysacharidů, postupně se přemísťují mimo buňku a připojují se k rostoucímu řetězci polysacharidů. [29]

Na základě chemického složení lze exopolysacharidy dělit na homo- a heteropolysacharidy.

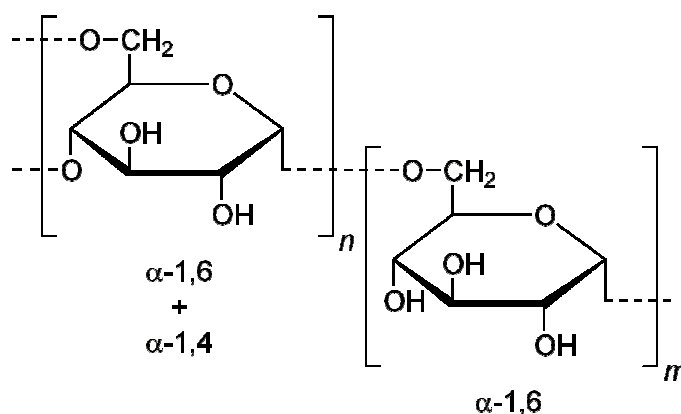
Homopolysacharidy

Homopolysacharidy jsou syntetizované pomocí enzymů patřících do skupiny glykosyltransferas. Enzymy řídí skládání monosacharidů mimo buňku a požadují jako substrát sacharosu, která poskytuje energii pro elongaci. Homopolysacharidy se dále dělí do dvou skupin: fruktany a glukany. Fruktany zahrnují levanové a inulinové typy, zatímco ke glukánům je řazen dextran, mutan, alteran a β -1 \rightarrow 3-glukan. [30]

Homopolysacharidy (např. dextran, kurdlan a celuloza) jsou tvořeny řetězci monosacharidu vázaného glykosidickou vazbou α -(1 \rightarrow 6) vazbami u dextranu a β -(1 \rightarrow 4) a β -(1 \rightarrow 3) vazbami u celulosy a kurdlanu. V polysacharidu současně existují i různé typy vazeb. Dalším homopolysacharidem je polygalaktan produkovaný *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* vytvořený opakováním pentamerových jednotek, přičemž každá tato jednotka obsahuje tři β -(1 \rightarrow 3), jednu β -(1 \rightarrow 4) a jednu α -(1 \rightarrow 4) glykosidickou vazbu. [29]

Zástupci:

- **Dextran** je souborný název pro bakteriální polysacharid složený z glukosových molekul spojených α -glykosidickými vazbami 1 \rightarrow 6; 1 \rightarrow 4; 1 \rightarrow 3 a 1 \rightarrow 2, přičemž vazby 1 \rightarrow 6 v jeho molekule převládají. Ostatní vazby jsou místem větvení řetězce molekuly. Převaha vazeb 1 \rightarrow 6 způsobuje, že je dextran pomalu štěpen enzymy. [31] Vzniká působením bakterie *Leukonostoc mesenteroides* při výrobě zakysaných mléčných výrobků. [32]



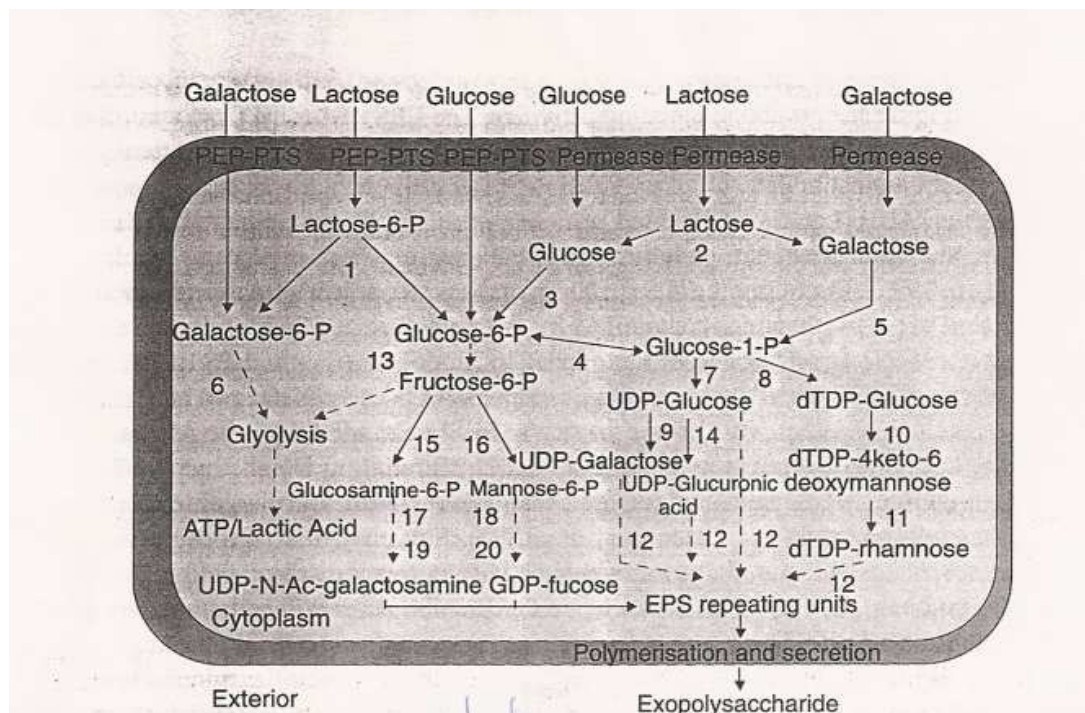
Obr. 9 Struktura dextranu [13]

- **Levan** je homosacharidický polymer skládající se z anhydro- β -D-fruktosy. [31]

Heteropolysacharidy

Většina polysacharidů mikrobiálního původu jsou heteropolysacharidy, které tvoří 2 až 5 monosacharidových jednotek. Vzhledem k možným vazbám a konfiguracím existují heteropolysacharidy s různými strukturami a fyzikálně-chemickými vlastnostmi. [29]

Heteropolysacharidy téměř vždy obsahují D-glukosu, D-galaktosu a L-ramnosu v různých poměrech, v některých případech N-acetylglukosamin, N-acetylgalaktosamin nebo glukuronové kyseliny. Syntéza heteropolysacharidů je úzce spojena s uhlíkovým metabolismem a s produkcí aktivovaných cukrů v buňce. (Obr. 10) Skládání prekurzorů (opakujících se jednotek) heteropolysacharidu se uskutečňuje pomocí specifických glykosyltransferas, které připojují aktivované cukry k rostoucímu prekurzoru. Ten je spojen s lipidovým nosičem, pravděpodobně umístěným v membráně. Prekursory jsou následně přenášeny přes membránu a sestavované mimo buňku. [30]



Obr. 10 Schématický diagram přeměny laktózy, glukózy a galaktózy na aktivované cukry v bakteriích mléčného kvašení a tvorba EPS. Čísla ukazují na příslušné enzymy nebo příslušné dráhy: 1. fosfo- β -galaktozidáza, 2. β -galaktozidáza, 3. glukokináza, 4. fosfoglukomutáza, 5. Leloirova cesta, 6. tagatózová cesta, 7. UDP-glukózopyrofosforyláza, 8. dTDP-glukózopyrofosforyláza, 9. UDP-galaktózo-4-epimeráza, 10. dTDP-glukózo-4,6-dehydratáza, 11. dTDP-manózo-4-epimeráza, 12. glykozylntransferáza, 13. fosfoglukózoizomeráza, 14. UDP-glukózodehydratáza, 15. glukózamin-P-izomeráza, 16. manózo-6P-izomeráza, 17. N-acetylglukózamin-P-deacetyláza, 18. fosfomanomutáza, 19. UDP-N-acetylglukózaminpyrofosforyláza, 20. GDP-manózo-4,6-dehydratáza [30]

3.2 Vliv exopolysacharidů

Množství exopolysacharidů (EPS) není důležité pro reologické vlastnosti jogurtu. Určujícími faktory jsou typ EPS a vzájemné interakce s mléčnými proteiny. Také viskozita jogurtu by mohla být zlepšena startovacími kulturami, obsahujícími směs různých kmenů produkujících EPS. Se vzrůstající koncentrací EPS v jogurtech se smíšenou kulturou *Streptococcus thermophilus* vzrůstá viskozita jogurtu. Interakce EPS s mléčnými proteiny více ovlivňuje vlastnosti potravin, než samotná koncentrace EPS. [30]

Prebiotický efekt

Jedním z předpokládaných zdravotních účinků konzumace EPS je prebiotický efekt. Prebiotika jsou definována jako nestravitelná součást potravy, která působí na hostitele užitečnou selektivní stimulací růstu jednoho druhu bakterie nebo omezeného počtu druhů bakterií ve střevě, a tím zlepšuje jeho zdraví. Je podstatné, že prebiotika nejsou degradována v žaludku ani v tenkém střevě. EPS vyhovují této charakteristice, tedy odolnosti při průchodu gastrointestinálním traktem.

EPS produkované kmeny různých rodů podporovaly růst *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium infantis* a *Bifidobacterium adolescentis*, což jsou druhy řazené mezi probiotické kultury. Tyto výsledky by nasvědčovaly tomu, že EPS mají potenciál pro využití jako prebiotika. [30]

Imunostabilizační aktivita

Bakterie mléčného kvašení mohou vyvolat imunitní odpovědi makrofágů a lymfocytů a EPS produkované těmito bakteriemi mohou hrát roli v posílení jejich imunitních schopností. EPS kmenů z řady potravinářských rodů, včetně rodů *Bifidobacterium*, *Lactococcus* a *Lactobacillus* jsou považovány za imunostimulátory. [30]

4 VÝROBA ZAKYSANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ

Do této skupiny je zařazován velmi široký sortiment mléčných výrobků. Jejich společným znakem je část technologie, při které je část laktosy zkvašována na kyselinu mléčnou a vlivem zvýšené kyselosti dochází k vysrážení bílkovin.

K výrobě zakysaných (i všech dalších výrobků, kde probíhá proces mléčného kysání) je nutno použít jako surovinu vysoce kvalitní mléko. Hodnotí se zde zejména jeho kysací aktivita, to je schopnost správného růstu přídavné mikroflory. Kvalitní mléko, s výjimkou několika hodin po nadojení, má velmi dobrou kysací aktivitu. Úroveň kysací aktivity zhoršuje nevhodná skladba krmné dávky dojnice, onemocnění dojnice, zejména záněty mléčné žlázy a metabolická onemocnění a zejména pak zbytky léků při léčení těchto poruch a chorob, které se do mléka přirozenou cestou dostávají. Velmi negativně rovněž působí zbytky čistících a dezinfekčních prostředků používaných při opláchnutí. Samozřejmě výrazně zhorší kysací aktivitu mléka i přídavek jakýchkoliv konzervačních prostředků, jejich používání je však zakázáno. Všechny tyto nežádoucí látky se souborně označují jako inhibiční látky, nebo rezidua inhibičních látek. Nejcitlivější na působení inhibičních látek jsou jogurtové kultury, proto se jich využívá při testu na kysací aktivitu mléka.

Podle použité suroviny, druhu kultur mikroorganismů, použití přísad a dalších technologických kroků je možno zakysané mléčné výrobky dále třídit. Toto třídění je však pouze orientační, nezávislé a mnohdy se překrývá natolik, že jednoznačné zařazení konkrétního výrobku do příslušné skupiny může být problematické. Je možno rozlišit následující skupiny zakysaných mléčných výrobků:

- Jogurtové výrobky
- Zakysaná mléka
- Zakysané smetany
- Ostatní zakysané tekuté mléčné výrobky [1]

4.1 Princip výroby

Výběr mléka

Pro výrobu je vhodné pouze mléko s nízkým celkovým počtem mikroorganismů. Důležité je i druhové zastoupení, nežádoucí je vysoký počet psychrotrofních mikroorganismů, které mohou ještě před tepelným ošetřením mléka naprodukovat metabolity inhibující růst bakterií mléčného kvašení nebo negativně ovlivňující chuť, vůni a konzistenci výrobků. Mléko rovněž nesmí obsahovat inhibiční faktory, které mohou negativně ovlivnit růst kyslíkových kultur k nimž jsou kyslíkové kultury citlivé v různé míře. [34]

Standardizace tuku a tukuprosté sušiny

Standardizace obsahu tuku zahrnuje úpravu obsahu tuku ve výrobku přidáním smetany nebo odtučněného mléka tak, aby byl získán produkt o požadovaném obsahu tuku. Nejobvyklejší rozmezí obsahu tuku u fermentovaných mlék je 0,5-3,5 %.

Minimální obsah tukuprosté sušiny u fermentovaných mlék je 8,2 %. Zvýšení obsahu tukuprosté sušiny, zvláště podílu kaseinu a bílkovin syrovátky, vede ke zvýšení pevnosti koagulátu fermentovaného výrobku a ke snížení oddělování syrovátky na povrchu. K nejobvyklejším způsobům standardizace obsahu mléčné a tukuprosté sušiny u fermentovaných výrobků patří:

- odpařování na odparkách (10-20 % objemu mléka),
- přidavek sušeného odtučněného mléka, příp. jiných sušených produktů na bázi mléka,
- přidavek mléčných koncentrátů,
- přidavek retentátu po ultrafiltraci odtučněného mléka.

Kromě složek mléčné sušiny se do výrobků přidávají sacharidy, umělá sladidla a stabilizátory, jejichž funkcí je upravovat chuť a konzistenci produktů. Nejčastěji se využívá buď samostatné sacharosy nebo glukosy nebo sacharidů tvořících součást ovocného podílu (může obsahovat až 50% sacharosy). Přídavek vyšší koncentrace sacharidu (více než 10%) před zaočkováním kyslíkovou kulturou může negativně ovlivňovat průběh fermentace v důsledku zvýšení osmotického tlaku mléka. Hydrokoloidy, které váží vodu, zvyšují viskozitu a pomáhají snižovat objem syrovátky vylučované na povrchu. Vhodný typ hydrokoloidu a jeho koncentrace musí být stanoveny experimentálně pro daný typ výrobku a použitou technologii. Nesprávně provedený výběr vede ke vzniku vad konzistence.

U výrobků označených jako přírodní se hydrokoloidy nepoužívají a požadované vysoké viskozity se dosahuje obsahem mléčné sušiny a způsobem fermentace. Příklad hydrokoloidů je obvyklý u ovocných výrobků a nezbytný u výrobků ošetřených tepelným záhřevem po fermentaci. Nejčastěji používanými hydrokoloidy (v množství 0,1-0,5 %) jsou želatina, pektin, agar-agar a škrob. [34]

Deaerace

Obsah vzduchu v mléce používaném pro výrobu fermentovaných výrobků musí být co nejnižší, zvláště pokud je pro fermentaci použito striktně anaerobních mikroorganismů (rod *Bifidobacterium*). Kromě pozitivního vlivu na růst mikroorganismů deaerace zlepšuje průběh homogenizace, snižuje riziko napalování při tepelném ošetření mléka, zvyšuje viskozitu a odstraňuje nežádoucí těkavé látky. Deaerační zařízení bývá součástí linky pro základní ošetření mléka. Obsah vzduchu v surovině se rovněž zvyšuje s přidáním sušeného odtučněného mléka, a proto musí být mléko po jeho přidání znovu odvzdušněno. [34]

Homogenizace

Hlavním cílem homogenizace mléka pro výrobu fermentovaných mlék je zabránit vyvstávání mléčného tuku v průběhu inkubace v obalu a zajistit rovnoměrné rozdělení mléčného tuku ve výrobku. Homogenizace rovněž zlepšuje stabilitu a konzistenci fermentovaných mlék, i mlék s nízkým obsahem tuku. Mléko se homogenizuje obvykle při tlaku 20-25 MPa a teplotě 65-70 °C. [34]

Tepelné ošetření mléka

Cílem tepelného ošetření mléka pro výrobu fermentovaných mléčných výrobků je především zničení maximálního množství mikroorganismů syrového mléka. Tepelný záhřev má dále inaktivovat inhibiční látky v mléce (aglutininy, laktoperoxidázový systém), snižovat oxidoredukční potenciál a kyselost mléka. Ovlivňuje strukturu syrovátkových bílkovin denurací a částečnou termickou degradací. Tepelný záhřev zlepšuje reologické vlastnosti fermentovaných mléčných výrobků. [23]

Optimálních výsledků je dosaženo při tepelném záhřevu 90-95 °C a době výdrže asi 5 min. [34]

Chlazení na teplotu zakysání

Mléko po pasteraci je zchlazeno na teplotu inokulace, která je závislá na typu mikroflóry použité pro fermentaci. U diskontinuálního procesu se surovina po tepelném ošetření chladí na teplotu zakysání přímo ve víceúčelovém tanku, u kontinuálního procesu se chladí v chladicích sekcích pastem a čerpá se do fermentačního tanku. [34]

Zakysání

Provádí se podle typu použité kyselkové kultury, buď přečerpáním provozního zákysu do fermentačního tanku z provozního zákysníku pomocí aseptického čerpadla nebo v případě superkoncentrovaných DVS kultur se odpovídající množství kultury očkuje přímo do fermentačního tanku. Při použití provozního zákysu je třeba mikroorganismy uvolnit z koagulátu důkladným rozmícháním. [34]

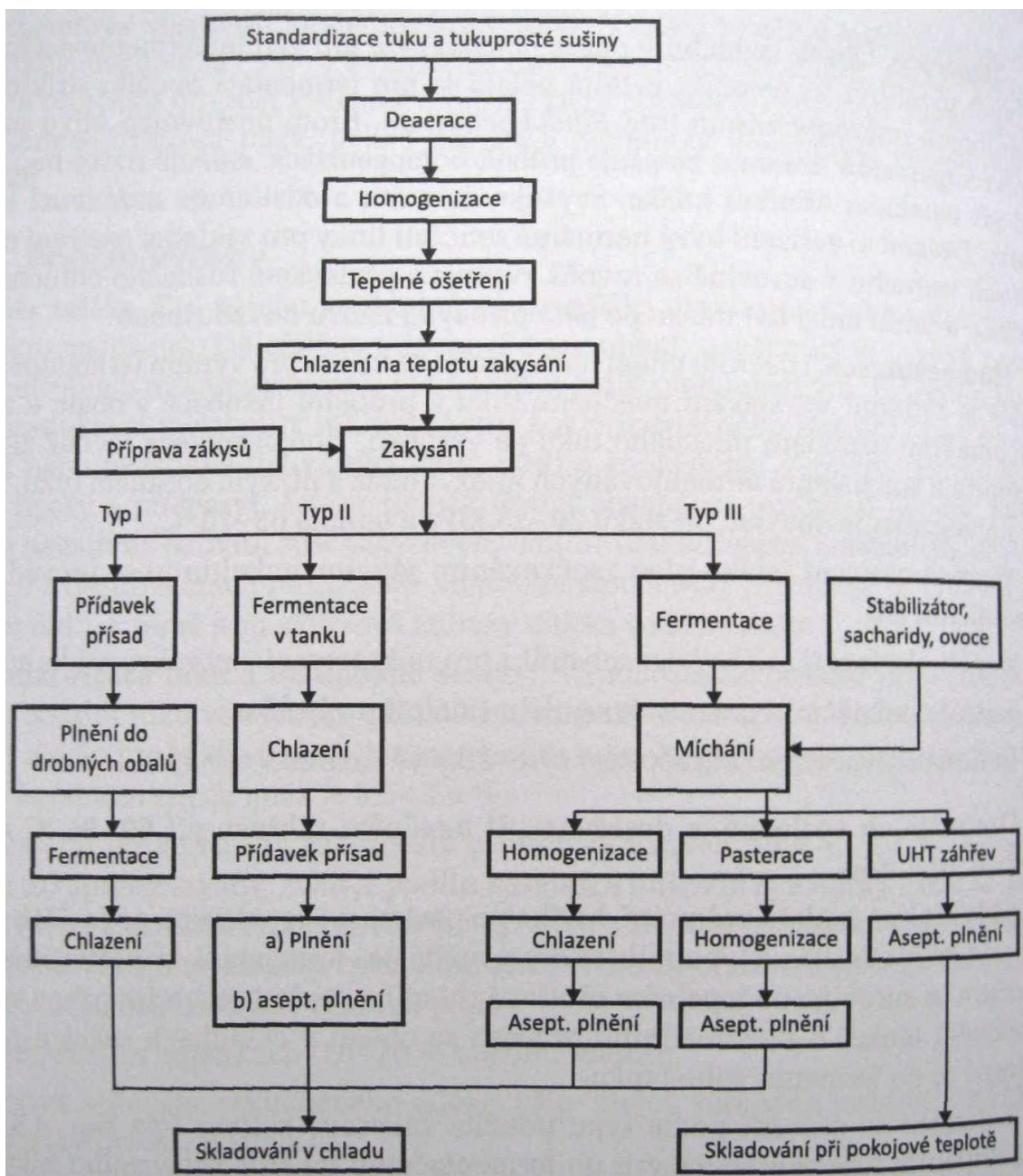
Fermentace a chlazení

Fermentace a chlazení mléčné směsi a následující operace při výrobě fermentovaných mlék probíhají různým způsobem pro tři základní typy výrobků.

U typu I (*Set Type*) - fermentovaného výrobku s nerozmíchaným koagulátem - se do mléka zaočkovaného kyselkovou kulturou přidávají přísady (ovocný podíl, aroma) a takto upravená směs se plní do drobných spotřebitelských obalů (plastové kelímky, skleněné lahve), které se skupinově přemísťují do zracích skříní, zracích tunelů nebo zracích místností, kde je udržována požadovaná teplota. [34] Zde proběhne fermentace přímo v obalech při teplotě 42 až 45 °C cca 3 až 3,5 hodiny a očkuje se 1 až 2 % jogurtové kultury. Přerušování zrání se stanovuje podle kyselosti koagulátu (60 až 65 dle SH). Po uzrání se jogurt vychladí a v obalech uzavře. [23] Některé typy zracích boxů pracují v režimu inkubace / chlazení, jiné pracují pouze jako inkubátory a chlazení se provádí po přemístění palet s výrobky do chladicích komor. [34]

U typu II (*Stirred Type*) - výrobku s rozmíchaným koagulátem - vzniká koagulát ve fermentačním tanku a struktura vzniklého gelu je rozrušena před nebo během procesu chlazení a balení. Chlazení koagulátu lze provádět buď přímo ve víceúčelovém tanku cirkulací vody v meziplášti, speciálními agregáty zabudovanými do zracího tanku nebo ve výměnících tepla (deskové, trubkové), kam se koagulát přečerpává nejčastěji pomocí šnekového čerpadla. Čerpání a chlazení koagulátu má nepříznivý vliv na reologické vlastnosti výrobku, použití trubkových chladičů je šetrnější.

U typu III (*Drink Type*) - výrobek s nízkou viskozitou určený k pití - fermentace opět probíhá ve fermentačním tanku. Při následujících operacích zahrnujících podle typu výrobku tepelné ošetření (pasterací, UHT záhřevem), příp. homogenizaci výrobku, je zcela rozrušena struktura vzniklého koagulátu. Výrobky ošetřené tepelně po fermentaci se liší zásadně od výrobků tepelně neošetřených, neboť neobsahují živé mikroorganismy kyselých kultur a konzument by měl být o této skutečnosti informován údaji na obalu výrobku. Výrobky ošetřené po fermentaci UHT záhřevem a asepticky zabalené se mohou skladovat na rozdíl od všech ostatních typů výrobků při pokojové teplotě. [34]



Obr. 11 Schéma výroby fermentovaných mléčných výrobků [34]

Přídavek přísad

Pokud nastává při výrobě výrobku typu II přídavek ovocného podílu a aromat až po vychlazení koagulátu, jsou tyto přidávány do proudu koagulátu při čerpání ze zásobního tanku do plnicího zařízení. [34]

Plnění a chlazení

Pro plnění fermentovaných mléčných výrobků se používá různých typů plnicích zařízení. Pro výrobky s požadovanou prodlouženou trvanlivostí se používá plniček pracujících v aseptickém režimu, kde plastové kelímky i krycí aluminiová fólie jsou sterilovány roztokem peroxidu vodíku, příp. UV lampami. Plnění výrobkem probíhá v oddílu, kde je přetlak sterilního vzduchu. Závěrečné vychlazení na teplotu kolem 5 °C probíhá ve skupinových obalech v chladárně.

Pro dosažení požadované vysoké jakosti a trvanlivostí fermentovaných mléčných výrobků je nezbytné dodržování přísného hygienicko-sanitačního režimu. Pro správnou konzistenci, která je důležitým parametrem u těchto výrobků, je nezbytné vhodné uspořádání výrobní linky tak, aby všechny operace ovlivňující viskozitu výrobku (čerpání, chlazení, plnění, prodlevy ve vyrovnávacích tancích) probíhaly co nejšetrněji z hlediska mechanického namáhání i dodržování teplotního režimu. [34]

4.2 Fermentované výrobky s mezofilními bakteriemi

Fermentované mléčné výrobky s využitím mezofilních BMK se obvykle dělí na kysaná mléka, kysané smetany a kysané podmásli.

Kysaná mléka se vyrábí z homogenizovaného vysokopasterovaného mléka s obsahem tuku 0,5-3,5 %. Fermentaci zajišťuje aromatická mezofilní kultura (možno použít i variant D a LD s vysokou produkcí aromatických látek a oxidu uhličitého). Očkovací dávka se volí podle aktivity kyslíku i podle výše kultivační teploty a pohybuje se v rozmezí 0,5-1,5 % provozního kyslíku. Teplota fermentace je obvykle 18-21 °C.

V mnoha zemích se průmyslově vyrábí regionální kysaná mléka za použití speciálních kmenů mezofilních BMK. Přední místo mezi nimi zauímají tzv. táhlovitá kysaná mléka vyráběná ve skandinávských státech s využitím kmenů rodu *Lactococcus* produkujících exopolysacharidy. U některých výrobků je součástí mikroflóry i *Geotrichum candidum*, dodávající výrobku speciální příchut'.

Kysané smetany (obvyklý obsah tuku 10-12 % nebo 20-30 %) jsou fermentované mléčné výrobky jemné, mírně kyselé chuti a viskózní konzistence. Často jsou používány jako přísada do pokrmů. U smetan s obsahem 10-12 % tuku se homogenizuje za podmínek 15-20 MPa při teplotě 60-70 °C. U smetan s 20-30 % tuku se používá nižšího homogenizačního tlaku 10-12 MPa, neboť v tomto případě není k dispozici dostatečné množství bílkovin (kaseinu) k vytvoření membrán na velkém povrchu malých tukových kuliček. Homogenizovaná smetana je pasterována intenzivněji než mléko (např. 90 °C po dobu 5 min), protože k dosažení stejného stupně redukce přítomných mikroorganismů jako v mléce je z důvodu nižší tepelné vodivosti více zastoupeného mléčného tuku nutný intenzivnější záhřev.

K fermentaci smetan se používá mezofilních aromatických kultur, někdy se doporučuje mezofilní kultura typu L s nižší produkcí oxidu uhličitého, který může narušovat požadovanou hladkou kompaktní strukturu výrobku. Používá se vyšší očkovací dávka ve srovnání s mlékem (1-4 % provozního zákysu), podmínky fermentace jsou ve smetaně méně příznivé. Fermentace probíhá při teplotě 18-21 °C po dobu 18-20 hod. Viskozita fermentované smetany je velmi vysoká, což někdy činí potíže při plnění. Při požadavku vysoké pevnosti a celistvosti koagulátu se používá fermentace zaočkované smetany přímo v drobných spotřebitelských obalech. Finální titrační kyselost smetan je ve srovnání se zakysaným mlékem nižší, 28-35 dle SH.

Kysané podmásli. Podmásli je vedlejší produkt při výrobě másla ze sladké nebo fermentované smetany. Obsahuje asi 0,5 % tuku včetně zvýšeného podílu fosfolipidů z obalů tukových kuliček. Oxidace fosfolipidů je příčinou rychlého zhoršování chuti podmásli. Fermentace prodlužuje trvanlivost a pomáhá překonat nežádoucí příchut' tohoto nutričně hodnotného produktu. Tepelně ošetřené podmásli (90-95 °C po dobu 5 min) se fermentuje aromatickou mezofilní kulturou, vyšší produkce oxidu uhličitého není na závadu. [34]

4.3 Fermentované výrobky s termofilními bakteriemi

Celosvětově patří k nejrozšířenějším fermentovaným výrobkům s termofilními BMK jogurty. Jejich sortiment z hlediska konzistence i použitých přídatných látek je značně široký. Jogurtové výrobky se dělí na přírodní jogurty a ochucené jogurty, které mohou obsahovat různé nemléčné složky (různé formy ovoce, zeleninu, koření, cereálie, kakao,

kávu, čokoládu atd.), aromata, barviva a přísady zlepšující konzistenci. Z hlediska použité mikroflóry se ve většině zemí definuje jogurt jako výrobek obsahující živé bakterie *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus*. Některé státy povolují přídavek ostatních bakterií, např. probioticky aktivních, zatímco jiné státy ne. Do skupiny fermentovaných mlék s termofilními bakteriemi se někdy řadí i acidofilní mléka a ostatní fermentované mléčné výrobky s probiotickými bakteriemi mléčného kvašení, které často vyžadují speciální technologické postupy výroby.

Podle použitého způsobu fermentace a dalšího zpracování koagulátu se rozlišují jogurty s nerozmíchaným koagulátem - *Set Yoghurts* (fermentace ve spotřebitelském obalu), jogurty s rozmíchaným koagulátem - *Stirred Yoghurts* (fermentace v tanku, po promíchání koagulátu a vychlazení naplnění do drobných obalů), jogurty pitné - *Drink Yoghurts* (fermentace v tanku jako u jogurtu s rozmíchaným koagulátem, po ochlazení na 18-20 °C přídavek přísad ve vyrovnávacím tanku a následně často ošetření s cílem prodloužení trvanlivosti). Toto ošetření lze provádět i pro jiné typy jogurtů (*Stirred Yoghurts*), i když nejčastější je u jogurtů pitných a obvykle se jedná o následující operace:

- homogenizace a chlazení (trvanlivost výrobku 2-3 týdny při uchování v lednici)
- homogenizace, pasterace, aseptické plnění (trvanlivost 1-2 měsíce při uchování v lednici),
- homogenizace, UHT záhřev, aseptické plnění (trvanlivost několik měsíců při pokojové teplotě).

Kvalita jogurtů (konzistence, chuť a vůně, trvanlivost) závisí na uspořádání výrobní linky, ošetření mléka a ošetření produktu. Intenzivní mechanické namáhání koagulátu (nešetrné míchání a čerpání při nevhodných teplotách) je třeba odstranit, neboť může být příčinou vad konzistence (řídnutí, vyvstávání syrovátky). Pro zajištění mikrobiální stability výrobků je nezbytností vysoká úroveň hygieny a sanitace provozu využívající kompletní systém CIP (čištění bez rozebrání výrobního zařízení). Úroveň automatizace výrobních linek může být velmi různá.

Fermentace standardizované, homogenizované a vysokopasterované směsi pro výrobu jogurtů probíhá pomocí jogurtové kultury složené ze *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Při fermentaci je důležité udržet správný poměr laktobacilů a streptokoků a vytvořit podmínky pro vznik požadovaného množství

metabolitů (kyselina mléčná: 0,85-1,20 %, acetaldehyd: 10-15 mg/kg, biacetyl: 1-2 mg/kg). Poměr obou druhů je nejvíce ovlivněn dobou kultivace, teplotou inkubace a velikostí inokula. Zvýšení inokula, doby i teploty kultivace posouvá poměr ve prospěch laktobacilů, což se projeví vyšší kyselostí a vyšším podílem fyziologicky méně výhodného D(-) izomeru kyseliny mléčné. V současné době se fermentace obvykle vede tak, aby výrobek obsahoval v převaze streptokoky, byl méně kyselý a obsahoval vyšší podíl L(+) izomeru kyseliny mléčné.

Fermentace v našich podmínkách ve spotřebitelských obalech (tzv. termostatová metoda) obvykle probíhá 3-4 hod při 42-45 °C, inokulum 1-2 %. Fermentace tanková může probíhat extrémně 16-18 hod při teplotě 30 °C, inokulum 0,05-0,1 %. Obvyklé jsou i postupy za podmínek ležících v rozmezí mezi klasickou termostatovou a tankovou fermentací (např. 7-8 hod při 30-36 °C, přidavek ovocného podílu, naplnění do obalů, ochlazení pod 10 °C). Chlazení u termostatové metody probíhá obvykle dvojstupňově (1. stupeň na 20 °C, 2. stupeň na 5-8 °C), u tankové metody je možné i jednostupňové chlazení. Při dlouhodobé kultivaci při nižší teplotě se méně rozvíjí laktobacilová složka, což má za následek nižší kyselost a méně typickou jogurtovou chuť a vůni. [34]

4.4 Fermentované výrobky s bakteriemi a kvasinkami

Typickým představitelem této skupiny jsou fermentované mléčné nápoje asijského původu: kefir a kumis, které jsou lokálně vyráběny podomácku z mléka různých živočišných druhů (ovčího, kozího, kobyliho, kravského). V některých zemích se kefir nebo kefirové mléko průmyslově vyrábí s použitím zákysových kultur získaných přímo z kefirových zrn, které jsou složeny z polysacharidů a biomasy bakterií a kvasinek nebo jsou uměle sestaveny.

Přesné složení mikroflóry těchto kultur není konstantní, obvykle se vyskytují laktokoky, leukonostoky, laktobacily, laktosu fermentující kvasinky rodů *Kluyveromyces*, *Candida* a *Debaryomyces*, případně laktosu nefermentující kvasinky rodů *Saccharomyces* a *Pichia*. [34]

ZÁVĚR

Zakysané mléčné výrobky jsou ze zdravotního hlediska velmi cenná potravin. Jedná se v podstatě o biologicky aktivní mléka, které mají ve srovnání s mlékem mnoho předností. Jsou bohatým zdrojem plnohodnotných bílkovin, vápníku, fosforu a různých vitamínů skupiny B. Díky fermentaci jsou dobře stravitelné, příznivě ovlivňují trávení, zvyšují vstřebatelnost vápníku a jsou vhodné i při laktosové intoleranci. Příznivé účinky se dále zvyšují kombinací s probiotickou kulturou, která mimo jiné zabraňuje růstu nežádoucí kultury a podporuje imunitu. Některé jogurtové kultury navíc produkují exopolysacharidy, které významně ovlivňují texturu.

Sortiment zakysaných výrobků se neustále rozšiřuje. Vyrábějí se jogurty pevné, krémovité i tekuté o různé sušině a s různým obsahem tuku. Základem při výrobě jogurtů je proces přeměny sacharidů na kyselinu mléčnou, která napomáhá udržovat rovnováhu střevní mikroflory.

Jogurt by měl být nedílnou součástí jídelníčku pro jeho příznivé účinky na zažívání a obranyschopnost organismu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PAVELKA, A. *Mléčné výrobky pro naše zdraví*. 1 vyd. Brno: Littera, 1996. 105 s. ISBN 80-85763-09-5.
- [2] Sbírka zákonů ČR, Vyhláška Ministerstva zemědělství ČR č.370/2008 Sb.
- [3] Analýza genomu bakterií mléčného kvašení. [online]. 2005 [cit. 2010-03-15]. Dostupný z www: http://is.muni.cz/th/106173/prif_b/BAKALARSKA_PRACE.txt .
- [4] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D., BUDÍNSKÝ, P. *Potravinářská biochemie III*. 1 vyd. Zlín: UTB - Academia centrum, 2006. 122 s. ISBN 80-7318-396-X.
- [5] ŠILHÁNKOVÁ, L. *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. 3 vyd. Praha: ACADEMIA, 2002. 363 s. ISBN 8-85605-71-6.
- [6] Zdraví prospěšné vlastnosti bakterií mléčného kvašení [online].[cit. 2010-20-03]. Dostupný z www: http://is.muni.cz/th/106173/prif_b/BAKALARSKA_PRACE.txt
- [7] ČEJKOVÁ, A. *Biotechnologické aplikace mikroorganismů: sylabus*. Praha: VŠCHT, 2009. 27 s.
- [8] ŽIŽKA, B., MARTINKOVÁ, Z. *Mikrobiologie*. 1 vyd. Praha: SNTL, 1980. 152 s. ISBN 04-802-80
- [9] KALAČ, P. Probiotika a prebiotika pro zdravou střevní mikroflóru. [online]. 2003 [cit. 2010-04-13]. Dostupný z www: <http://zdrava-vyziva.doktorka.cz/probiotika-prebiotika-pro-zdravou/> .
- [10] Probiotika, prebiotika a symbiotika. [online]. [cit. 2010-04-13]. Dostupný z www: http://www.viscojis.cz/1/index.php?option=com_content&view=article&id=85&Itemid=69 .
- [11] KŘÁPOVÁ, A, PAVLAČKOVÁ, V. *Probiotika*. Konference FA 7.10.2006 Brno,
- [12] ČURDA, L., HOLUBOVÁ, J., RUDOLFOVÁ, J., NĚMEČKOVÁ, I., Stabilita galaktooligosacharidů ve fermentovaných mléčných výrobcích a jejich vliv na

- probiotické kultury, [online]. [cit. 2010-14-04]. Dostupný z [www: http://www.institut-danone.cz/data/studie/pridelene-granty/2004-04.pdf](http://www.institut-danone.cz/data/studie/pridelene-granty/2004-04.pdf)
- [13] *Wikipedie, otevřená encyklopedie* [online]. [cit. 2010-05-03]. Dostupný z [www: http://cs.wikipedia.org](http://cs.wikipedia.org)
- [14] Probiotika, prebiotika, symbiotika, antibiotika. [online]. 2008 [cit. 2010-04-13]. Dostupný z [www: http://www.hubneme-trvale.cz/probiotika.php](http://www.hubneme-trvale.cz/probiotika.php) .
- [15] ŽIŽKA, B., KORBELOVÁ, M. *Mikrobiologie pro SPŠ potravinářské*. 1. vyd. Praha, 1992. 195 s.
- [16] TEPLÝ, M., HYLMAR, B., KALINA Č., RUMLOVÁ, V., Kefír, jogurt, acidofilní a jiné kyselky, 1. vyd. Praha: SNTL, 1968, ISBN 04-819-68.
- [17] KLABAN, V., *Ilustrovaný mikrobiologický slovník*, 1. vyd. Praha: Galén, 2005, ISBN 80-7262-341-9.
- [18] KALAB, M. *Lactobacillus acidophilus* [online]. [cit. 2010-05-01]. Dostupný z [www:http://www.musee-afrappier.qc.ca/en/index.php?pageid=3412-html3=3412_fromage1](http://www.musee-afrappier.qc.ca/en/index.php?pageid=3412-html3=3412_fromage1).
- [19] Food microbiology. *Mikrobiální Galerie* [online]. [cit. 2010-05-01]. Dostupný z [www: http://jpkc.njau.edu.cn/spswsx/cankao/ShowArticle.asp?ArticleID=314](http://jpkc.njau.edu.cn/spswsx/cankao/ShowArticle.asp?ArticleID=314) .
- [20] DOE Joint Genome Institute. *Leuconostoc mesenteroides subsp. mesenteroides* [online]. [cit. 2010-05-01]. Dostupný z [www: http://genome.jgi-psf.org/leume/leume.home.html](http://genome.jgi-psf.org/leume/leume.home.html) .
- [21] Probiotics new. *Library - Scientific visuals* [online]. [cit. 2010-05-01]. Dostupný z [www:http://www.probioticsnews.co.uk/library/scientific-visuals/high-resolution](http://www.probioticsnews.co.uk/library/scientific-visuals/high-resolution).
- [22] Biopron. *Lactobacillus casei* [online]. [cit. 2010-05-01]. Dostupný z [www: http://www.biopron.cz/Biopron-vyber/biopron-9/lactobacillus-casei.html](http://www.biopron.cz/Biopron-vyber/biopron-9/lactobacillus-casei.html) .
- [23] FORMAN, L., a kol. *Mlékárenská technologie*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 1994. 228 s. ISBN 80-7080-214-6.
- [24] Kasané mléčné výrobky. [online]. 2009 [cit. 2010-03-20]. Dostupný z [www: http://www.viscojis.cz/1/index.php?option=com_content&view=article&id=123:107&catid=12:mleko-a-mlene-vyrobky&Itemid=16](http://www.viscojis.cz/1/index.php?option=com_content&view=article&id=123:107&catid=12:mleko-a-mlene-vyrobky&Itemid=16) .

- [25] VALENTA, V. Chr. Hansen: Fenomén jménem jogurt. 2008, 21 s.
- [26] ZIMÁK, E. *Technologie pro 4. ročník SPŠ studijního oboru zpracování mléka*. Praha: SNTL, 1988. 364 s. ISBN 04-804-88.
- [27] HYLMAR, B., *Výroba kysaných mléčných výrobků*, Praha: SNTL, 1986, 1. vyd., ISBN 04-812-86.
- [28] BABIČKA, L. *Průvodce světem potravin* [online]. 2008 [cit. 2010-05-22], 33 s. Dostupný z WWW: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/> .
- [29] Polysacharidy produkované mléčnými bakteriemi. *Potravinářské aktuality* **2001**, 0, 17–20.
- [30] TURKOVÁ, K. Produkce vitamínů, exopolysacharidů a bakteriocinů probio. [online]. 2007 [cit. 2010-05-04]. Dostupný z www: http://www.is.muni.cz/th/150983/prif_b .
- [31] JIRKŮ, V., PELECHOVÁ, J., KRUMPHANZL, V. *Speciální kvasné výroby*. 2. vyd. Praha: SNTL, 1986. 274 s. ISBN 05-091-86.
- [32] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D., BUDÍNSKÝ, P., *Potravinářská biochemie I. díl*, 1.vyd. Zlín: UTB – Academia centrum, 2006, 168 s. ISBN 80–7318–396–X
- [33] KÁNSKÝ, J., ŠTĚTINA, J. Exopolysacharidy bakterií mléčného kvašení. *Mléko a sýry* [online]. 2006 [cit. 2010-04-01]. Dostupný z www: <http://www.vscht.cz/tmt/prehličky/2006/souhrn%20Mleko%20a%20syry%202006.pdf> .
- [34] KADLEC, P., MELZOCH, K., VOLDŘICH, M., a kol. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?*. 1. vyd. Ostrava: KEY Publishing s.r.o., 2009. 536 s. ISBN 978-80-7418-051-4.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BMK Bakterie mléčného kvašení

ATP Adenosintrifosfát

AMP Adenosinmonofosfát

UMP Uridinmonofosfát

GMP Guanosinmonofosfát

NAD Nikotinamidadenindinukleotid

CPM Cytidinmonofosfát

EPS Exopolysacharidy

SH stupně kyselosti mléka stanovené metodou podle Soxhlet-Henkela, množství hydroxidu sodného [$c_{(\text{NaOH})} = 0,25 \text{ mol.l}^{-1}$] v ml, potřebného ke změně zbarvení 100 ml mléka za přídavku fenolftaleinu jako indikátoru

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 <i>Lactobacillus acidophilus</i> [18]	15
Obr. 2 <i>Lactobacillus helveticus</i> [19]	15
Obr. 3 <i>Lactobacillus casei</i> [21]	16
Obr. 4 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> [21]	16
Obr. 5 <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> [21]	17
Obr. 6 <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> [19]	18
Obr. 7 <i>Leuconostoc mesenteroides</i> [20]	19
Obr. 8 <i>Bifidobacterium longum</i> [19]	19
Obr. 9 Struktura dextranu [13]	29
Obr. 10 Schématický diagram přeměny laktózy, glukózy a galaktózy [30]	30
Obr. 11 Schéma výroby fermentovaných mléčných výrobků [34]	36

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Příklady bakterií používaných jako probiotika [12]	13
Tab. 2 Změny ve složení mléka během fermentace jogurtovou kulturou [23]	25

SEZNAM PŘÍLOH

P I: Kultura FD-DVS YC-180 - Yo-Flex [25]

P II: Kultura FD-DVS YF-L812 – Yo-Flex [25]

PŘÍLOHA P I: KULTURA FD-DVS YC-180 - YO-FLEX

CHR HANSEN

FD-DVS YC-180 - Yo-Flex®

Product Information

Description Thermophilic Yoghurt culture.
Defined mixed strain culture containing *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* blended in a convenient freeze-dried form to produce yoghurt.

Application YC-180 will produce yoghurt with a high viscosity and medium flavor.

The culture is ideal for manufacturing the following types of yoghurt:

- Stirred
- Frozen

Packing	Packing size	Item number
	10 x 50U	100249
	25 x 200U	100255
	20 x 500U	100260

Storage and shelf life Freeze-dried cultures should be stored at -18°C (0°F) or below. If the cultures are stored at -18°C (0°F) or below, the shelf life is at least 24 months. At +5°C (41°F) the shelf life is at least 6 weeks.

Instructions for use Remove the cultures from the freezer just prior to use. **DO NOT THAW THESE CULTURES.** Sanitize the top of the pouch with chlorine. Open the pouch and pour the freeze-dried granules directly into the pasteurized product using slow agitation. Agitate the mixture for 10-15 minutes to distribute the culture evenly.

Dosage Recommended dosage of freeze-dried DVS cultures in units to liters:

DVS inoculation percentage	Amount of milk to be inoculated			
	250 l	1,000 l	5,000 l	10,000 l
500U/2500 l	50U	200U	1,000U	2,000U

Incubation temperature Recommended incubation temperature is 35-45°C (95-113°F). For more information please use Chr. Hansen's suggested recipes.

FD-DVS YC-180 - Yo-Flex PI EN vs2 April 2004.doc/Mar 2004/1:2

Chr. Hansen A/S -10-12 Bøge Allé - DK-2970 Hørsholm, Denmark - Phone: +45 45 74 74 74 - Fax: +45 45 74 88 88 - www.chr-hansen.com

The information contained herein is to our knowledge true and correct, and presented in good faith. However, no warranty, guarantee or freedom from patent infringement is implied or inferred. This information is offered solely for your consideration and verification, and may not be duplicated or used in any other form without Chr. Hansen's prior written consent.

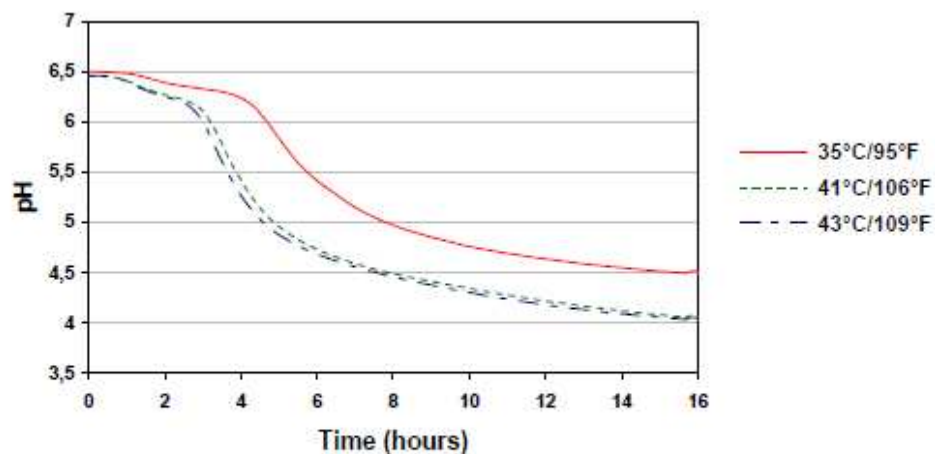
CHR HANSEN

Kosher status YC-180 is Kosher approved (Circle K D) for year-round use, excluding Passover.

Technical information

Figure 1. The effect of temperature on acidification

FD-DVS YC-180



Fermentation conditions:
Whole milk +2% skim milk powder (85°C (185°F)/30 min.)
Inoculation: 500U/2500 l

NB: Note that the accuracy of these curves is relative and subject to experimental error.

Technical service Chr. Hansen's worldwide facilities and the personnel of our Application and Technology Center are at your disposal with assistance and instructions.

References

References and analytical methods are available upon request.

FD-DVS YC-180 - Yo-Flex PI EN vs2 April 2004.doc/Mar 2004/2:2

Chr. Hansen A/S -10-12 Bøge Allé - DK-2970 Hørsholm, Denmark - Phone: +45 45 74 74 74 - Fax: +45 45 74 88 88 - www.chr-hansen.com

The information contained herein is to our knowledge true and correct, and presented in good faith. However, no warranty, guarantee or freedom from patent infringement is implied or inferred. This information is offered solely for your consideration and verification, and may not be duplicated or used in any other form without Chr. Hansen's prior written consent.

PŘÍLOHA P I: KULTURA FD-DVS YF-L812 - YO-FLEX

CHR HANSEN

FD-DVS YF-L812 Yo-Flex®

Product Information

Description	Thermophilic Yoghurt culture. Defined mixed strain culture containing <i>Streptococcus thermophilus</i> and <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> blended in a convenient freeze-dried form to produce yoghurt.					
Application	YF-L812 will produce yoghurt with a very high body, very mild flavor and very low post acidification. The culture is ideal for manufacturing the following types of very mild yoghurt: <ul style="list-style-type: none">• Stirred• Set• Drinking					
Availability	YF-L812 is a phage back-up to YF-L811.					
Packing	Packing size	Item number				
	10X50U	667296				
	25X200U	677350				
	20X500U	677650				
Storage and shelf life	Freeze-dried cultures should be stored at -18°C (0°F) or below. If the cultures are stored at -18°C (0°F) or below, the shelf life is at least 24 months. At +5°C (41°F) the shelf life is at least 6 weeks.					
Instructions for use	Remove the cultures from the freezer just prior to use. DO NOT THAW THESE CULTURES. Sanitize the top of the pouch with chlorine. Open the pouch and pour the freeze-dried granules directly into the pasteurized product using slow agitation. Agitate the mixture for 10-15 minutes to distribute the culture evenly.					
Dosage	Recommended dosage of freeze-dried DVS cultures in units to liters:					
	DVS inoculation rate	Amount of milk to be inoculated				
		250 l	1,000 l	5,000 l	10,000 l	15,000 l
	500U/2500 l	50U	200U	1000U	2000U	3000U
Incubation temperature	Recommended incubation temperature is 35-45°C (95-113°F). For more information please use Chr. Hansen's suggested recipes.					

FD-DVS YF-L812 PI EN vs1 March2005.doc/1:2

Chr. Hansen A/S -10-12 Bøge Allé - DK-2970 Hørsholm, Denmark - Phone: +45 45 74 74 74 - Fax: +45 45 74 88 88 - www.chr-hansen.com

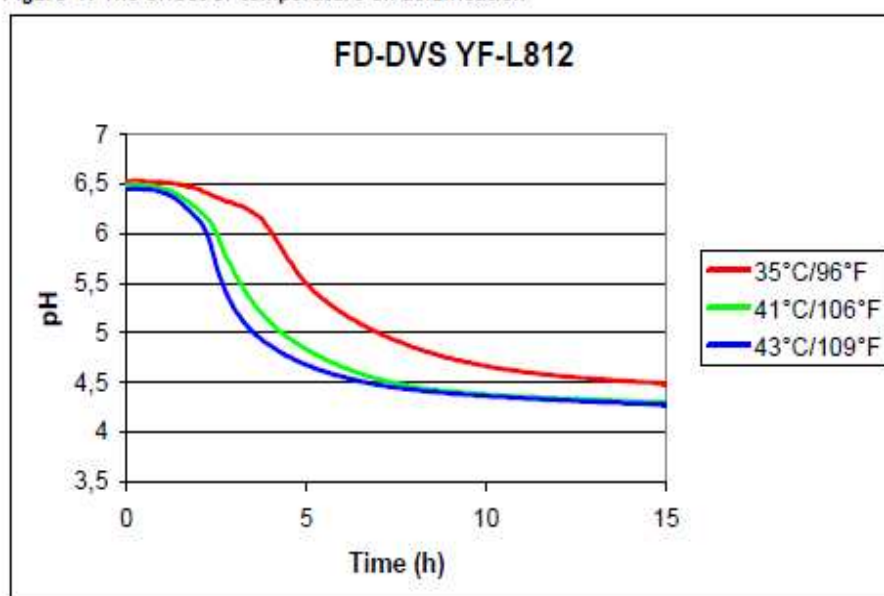
The information contained herein is to our knowledge true and correct, and presented in good faith. However, no warranty, guarantee or freedom from patent infringement is implied or inferred. This information is offered solely for your consideration and verification, and may not be duplicated or used in any other form without Chr. Hansen's prior written consent.

CHR HANSEN

Kosher status YF-L812 is Kosher approved (Circle K D) for year-round use, excluding Passover.

Technical information

Figure 1. The effect of temperature on acidification



Fermentation conditions:

Whole milk +2% skim milk powder (85°C (185°F)/30 min.)

Inoculation: 500U/2500 l

NB: Note that the accuracy of these curves is relative and subject to experimental error.

Technical service Chr. Hansen's worldwide facilities and the personnel of our Application and Technology Center are at your disposal with assistance and instructions.

References

References and analytical methods are available upon request.

FD-DVS YF-L812 PI EN vs1 March2005.doc/2:2

Chr. Hansen A/S -10-12 Bøge Allé - DK-2970 Hørsholm, Denmark - Phone: +45 45 74 74 74 - Fax: +45 45 74 88 88 - www.chr-hansen.com

The information contained herein is to our knowledge true and correct, and presented in good faith. However, no warranty, guarantee or freedom from patent infringement is implied or inferred. This information is offered solely for your consideration and verification, and may not be duplicated or used in any other form without Chr. Hansen's prior written consent.