

Přehled mikroorganismů využívaných v potravinářském průmyslu

Svatopluk Trnčák

Bakalářská práce
2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav potravinářského inženýrství
akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Svatopluk TRNČÁK**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Přehled mikroorganismů využívaných
v potravinářském průmyslu**

Zásady pro vypracování:

- **Význam mikrobiologie pro potravinářský průmysl.**
- **Bakterie významné pro potravinářský průmysl.**
- **Kvasinky využívané v potravinářství.**
- **Plísně používané v potravinářském průmyslu.**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] GORNER, F. VALÍK, L. Aplikovaná mikrobiológia požívatin, Malé Centrum, Bratislava 2004.

[2] ŠILHÁNKOVÁ, L. Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology, Victoria Publishing, Praha 1995.

[3] MONTVILLE, T. J. MATTHEWS, K. R. Food Microbiology. An Introduction, first edition, USA: ASM Press, 2005.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Zuzana Vaňátková

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

10. února 2009

Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2009

Ve Zlíně dne 31. května 2009

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.

děkan



Ignác Hoza

prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá mikroorganismy využívanými při výrobě potravin. Mikroorganismy jsou zde rozděleny na bakterie, kvasinky a plísně významné v potravinářském průmyslu. Jednotlivé rody a druhy mikroorganismů jsou blíže charakterizovány z hlediska jejich vlastností, výskytu a pozitivního působení v potravinách. Zmíněné mikroorganismy mají velký význam při výrobě mnoha různých potravin, jako kysané mléčné výrobky, sýry, pekařské výrobky, pivo, víno, ale také k získání enzymů, vitamínů, antimikrobiálních a konzervačních látek potřebných pro potravinářství či jiná odvětví.

Klíčová slova:

Mikroorganismy, bakterie, kvasinky, plísně

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with microorganisms used in food processing. Microorganisms are divided into significant bacteria, yeasts and molds for food industry. The individual genera and species of microorganisms are specified in term of their properties, occurrence and positive effect in food. The mentioned microorganisms make a difference in processing of many various foodstuffs, such as fermented milk products, cheese, bakery products, beer, wine, but also in obtaining of enzymes, vitamins, antimicrobial and preserving agents needful to food industry or another branches.

Keywords:

Microorganisms, bacteria, yeast, fungus

Touto cestou bych chtěl poděkovat mé vedoucí bakalářské práce Ing. Zuzaně Vaňátkové za odbornou pomoc při zpracovávání informací k bakalářské práci, poskytnutí materiálů a užitečných rad.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské/diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem citoval(a). V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden(a) jako spoluautor(ka).

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD.....	7
1 VÝZNAM MIKROBIOLOGIE PRO POTRAVINÁŘSKÝ PRŮMYSL.....	8
2 BAKTERIE VÝZNAMNÉ PRO POTRAVINÁŘSKÝ PRŮMYSL.....	10
2.1 GRAMPOSITIVNÍ KOKY.....	12
2.1.1 Rod <i>Micrococcus</i>	12
2.1.2 Rod <i>Lactococcus</i>	14
2.1.3 Rod <i>Streptococcus</i>	16
2.1.4 Rod <i>Leuconostoc</i>	18
2.1.5 Rod <i>Oenococcus</i>	20
2.1.6 Rod <i>Pediococcus</i>	21
2.1.7 Rod <i>Enterococcus</i>	22
2.2 GRAMPOSITIVNÍ TYČINKY PRAVIDELNÉ.....	22
2.2.1 Rod <i>Lactobacillus</i>	22
2.3 GRAMPOSITIVNÍ KOKY.....	27
2.3.1 Rod <i>Brevibacterium</i>	27
2.3.2 Rod <i>Propionibacterium</i>	28
2.3.3 Rod <i>Bifidobacterium</i>	29
2.4 GRAMNEGATIVNÍ TYČINKY.....	31
2.4.1 Rod <i>Acetobacter</i>	31
2.4.2 Rod <i>Xanthomonas</i>	32
3 KVASINKY VYUŽÍVANÉ V POTRAVINÁŘSTVÍ.....	33
3.1 ROD <i>SACCHAROMYCES</i>	34
3.2 ROD <i>KLUYVEROMYCES</i>	35
3.3 ROD <i>SCHIZOSACCHAROMYCES</i>	36
4 PLÍSNĚ POUŽÍVANÉ V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU.....	38
4.1 ROD <i>PENICILLIUM</i>	39
4.2 ROD <i>SPOROTRYCHUM</i>	40
4.3 ROD <i>STACHYBOTRYS</i>	41
4.4 ROD <i>BOTRYTIS</i>	41
ZÁVĚR.....	43
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	44
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	47
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	48

ÚVOD

Mikrobiologie je věda zabývající se studiem vlastností a činností mikroorganismů. Její název je odvozen od *mikros* – malý a *bios* – život. Mikroorganismy mají v přírodě i životě člověka velmi velký význam, protože jsou jedním z hlavních činitelů ovlivňujících tvorbu a zachování životního prostředí. V přírodě tvoří všechny životní procesy dokonalou harmonii díky živým organismům, které se stále vyvíjejí – odumírají a nové vznikají. Rozkládají organickou hmotu a dále ji mineralizují. Rozkladná činnost mikroorganismů probíhá v půdě, vodných tocích, stojatých vodách i mořích. Mikroorganismy přirozeně čistí vodní toky a proto se využívají v čistírnách průmyslových i odpadních vod. Velký význam hraje využití mikroorganismů při zajišťování výživy lidstva, protože syntetizují plnohodnotné bílkoviny daleko větší rychlostí než jakékoliv jiné organismy.

Mikroorganismy se dále mohou využívat v tradičním potravinářském průmyslu kvasném a mlékárenském, ale také v průmyslu farmaceutickém na výrobu antibiotik a při kvasné výrobě organických kyselin, vitamínů a enzymů.

Cílem této práce bylo vytvořit přehled mikroorganismů, které se využívají v různých odvětvích lidské činnosti, a tudíž hrají důležitou roli v našich životech.

1 VÝZNAM MIKROBIOLOGIE PRO POTRAVINÁŘSKÝ PRŮMYSL

Činností mikroorganismů se zabývá mnoho specializovaných oborů, neboť nacházejí uplatnění v řadě rozmanitých oblastí. Obecná mikrobiologie je základním oborem, který se zabývá morfologií, cytologií, taxonomií, biochemií a genetikou mikroorganismů. Poznatky získané v obecné mikrobiologii se dále využívají pro aplikované obory mikrobiologie, které studují činnost mikroorganismů v určité oblasti. Mohou se využívat nejen v boji proti nežádoucím mikroorganismům, ale i v účelném využití požadované činnosti mikroorganismů. K jednotlivým oborům aplikované mikrobiologie je řazena mikrobiologie lékařská, veterinární, zemědělská a průmyslová. Jedním z odvětví průmyslové mikrobiologie, je mikrobiologie potravinářská [1].

V potravinářské mikrobiologii má největší význam mlékárenská mikrobiologie, která je základem mlékárenského průmyslu. Velmi důležité jsou dále mikrobiologie konzervářského, masného a pekařského průmyslu. Významným oddílem potravinářské mikrobiologie je mikrobiologické zkoušení potravin a jejich surovin. Dále mikrobiologická kontrola čistoty provozů i obalů, do nichž jsou potravinářské výrobky baleny. Mikrobiologické rozborů jsou prováděny státními kontrolními institucemi sledujícími kvalitu a zdravotní nezávadnost potravin [1].

Cíle a úlohy potravinářských mikrobiologů se zaměřují na zabezpečení plnohodnotných a hygienicky bezchybných potravin pro vnitřní trh i na vývoz potravin v rámci mezinárodního obchodu. Tyto cíle a úlohy se realizují mnoha způsoby, které závisí na charakteru pracoviště a odborného zaměření mikrobiologů. Potravinářská mikrobiologie je předmětem denního užívání a posuzuje vliv mikroorganismů na potraviny z hlediska jejich získávání, průmyslového opracování, dopravy, skladování, konzumace v zařízeních společného stravování a v domácnosti. Mikrobiologové v potravinářském průmyslu zkoumají podmínky a mechanismy mikrobiologického kažení potravin, jak z hlediska příslušných mikroorganismů, tak i z hlediska vnějších a vnitřních faktorů působících v potravinách nebo v jejich okolí. Dále se mikrobiologové zabývají zkoumáním podmínek fermentace složek rostlinných a živočišných produktů z hlediska kulturních mikroorganismů, s cílem výroby ušlechtilých fermentovaných produktů v potravinářském průmyslu. Vypracovávají mikrobiologické operační a kritické limity pro indikátorové a patogenní mikroorganismy. V této sou-

vislosti se podílejí i na vypracování a ověření průkazných kontrolních metod ovládní technologických procesů z hlediska zásad správné výrobní praxe. Toto odvětví se řídí kontrolními body v souladu s principy systému HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point), což je analýza kritických kontrolních bodů. Oficiální kontrolní orgány potravinového dozoru vykonávají kontrolní činnost prostřednictvím veterinárních laboratoří a zdravotnických orgánů [2].

2 BAKTERIE VÝZNAMNÉ PRO POTRAVINÁŘSKÝ PRŮMYSL

Bakterie jsou prokaryotické buňky (Obr. 1), které nemají, narozdíl od eukaryotických buněk, oddělené jádro od cytoplasmy jadernou membránou [2]. Jádro prokaryot, tzv. nukleoid, není ohraničeno membránou a nedělí se mitoticky. Je složeno jen z DNA, která zároveň představuje chromozom prokaryotické buňky. Ostatní buněčné organely, které se nachází v cytoplasmě prokaryotických buněk, nejsou ohraničeny membránovým systémem, který je charakteristický pro buňky eukaryotické. Ribozomy prokaryotických buněk jsou volně rozptýleny v celé cytoplasmě. Prokaryotické buňky jsou obaleny buněčnou stěnou, která se svým složením a strukturou liší od buněčné stěny rostlinných buněk [3].

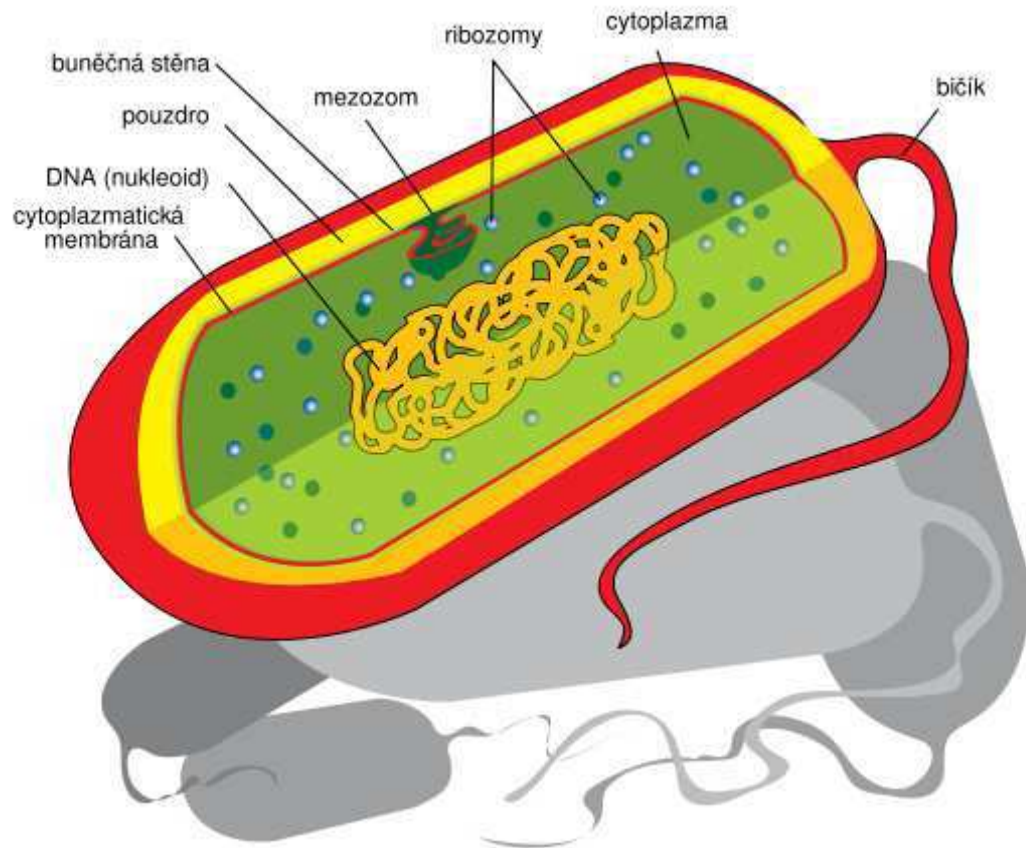
Bakterie se vyznačují jen málo diferenciovanou morfologií, která je odvozená od tyčinek a koků. Rozměry bakteriálních buněk se udávají v μm . Jejich průměry jsou v rozmezí 0,5 až 1 μm . Tyčinkovité bakterie mají minimální délku dvojnásobného průměru, obvykle 3 μm a dlouhé tyčinky dosahují dokonce 10 až 50 μm . Malé rozměry bakteriálních buněk mají velmi specifický povrch, který umožňuje intenzivní kvantitativní a kvalitativní přeměnu látek podmiňující jejich rychlý růst a rozmnožování. Bakterie se rozmnožují dělením. Jejich růstové požadavky na vnitřní a vnější podmínky jsou velmi odlišné [2].

Většinu bakterií můžeme rozdělit do dvou skupin na grampozitivní (G+) a gramnegativní (G-) podle struktury buněčné stěny. Buněčná stěna grampozitivních bakterií je silná asi 20 nm. Je tvořena peptidoglykanem a malým množstvím kyseliny teikoové. Buněčná stěna gramnegativních bakterií je slabší (10 – 15 nm), avšak její stavba je složitější. Má jen slabou vrstvu peptidoglykanu, nad kterou je řada dalších vrstev např.: lipopolysacharidy, lipoproteidy a fosfolipidy [4]. Váhou představují bakterie asi polovinu živé hmoty na zemi. Největší výskyt bakterií je v půdě a vodě, velké množství těchto mikroorganismů je také ve vzduchu, jehož prostředím se šíří. Mnoho druhů bakterií se dále nachází na povrchu i uvnitř těl organismů (rostliny, živočichové, člověk). Bakterie se mohou vyskytovat i v extrémních podmínkách, kde již neexistují žádné jiné formy života [4].

Co se týče kontaktu s vnějším povrchem určitého makroorganismu, většina všudypřítomných bakterií se chová pasivně, neboť zde nenachází požadované druhově specifické podmínky ke svému růstu a množení. Avšak některé bakteriální druhy mají schopnost, po vzájemném kontaktu, makroorganismus kolonizovat. Proniknutí bakterie do vnitřního prostoru makroorganismu a pomnožení se v něm nazýváme infekcí. Takto vzniklý vztah mezi mak-

roorganismem a bakterií, může být buď vztahem vzájemné součinnosti, neboli tzv. symbiosou, nebo vztahem jednostranného využívání partnera nazývaného jako parasitismus. Přírodní společenstva usídlených bakterií, žijících s makroorganismem v symbiose, udržují základní hladiny protilátek, produkují vitamíny a zabraňují nadměrnému pomnožení druhů, které by mohly poškodit hostitele. Naopak parazitické bakterie nemají schopnost vytvořit s hostitelem rovnováhu a nazýváme je jako patogenní. Patogenita bakterií závisí na druhových vlastnostech hostitele a také na okamžitém funkčním stavu jedinců. Patogenita je tedy kvantifikovatelnou vlastností v konkrétní situaci a jejím kvantitativním vyjádřením je virulence. Bakterie mohou být příčinou nemoci až smrti nejen člověka, ale i rostlin a živočichů [4].

Rovněž se bakterie hojně využívají v různých odvětvích průmyslu. V potravinářském průmyslu se bakterie využívají na výrobu alkoholických nápojů, kysaných mléčných výrobků, sýrů, octa, chleba a při konzervaci potravin. Dále bakterie nacházejí uplatnění ve farmaceutickém průmyslu při výrobě antibiotik, aminokyselin a vitamínu C. Bakterie jsou také velmi vhodným experimentálním objektem, čehož se využívá ve vědeckých laboratořích [4].



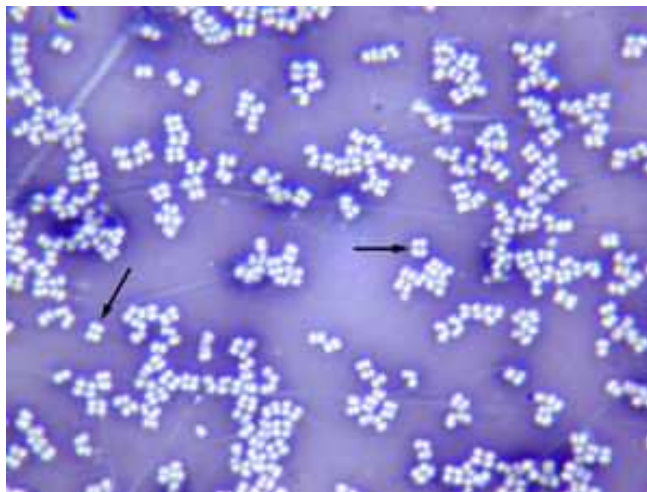
Obr. 1. Prokaryotická buňka

2.1 Gram pozitivní koky

2.1.1 Rod *Micrococcus*

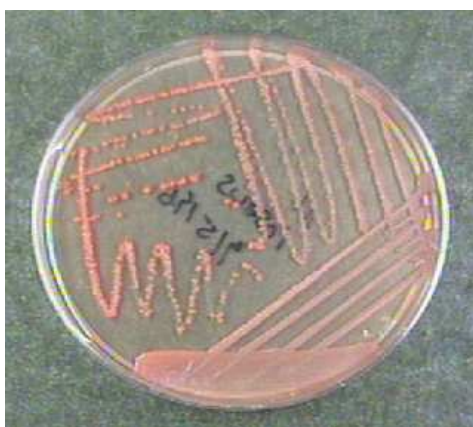
Rod *Micrococcus* zahrnuje grampozitivní, striktně aerobní, katalasopozitivní, chemoorganotrofní, nepohyblivé koky, které se vyskytují jednotlivě nebo se seskupují po dvou či více buňkách do nepravidelných shluků, někdy též tetrad (Obr. 2) nebo balíčků. Mikrokoky rostou na běžných živných půdách při optimální teplotě 25 - 30 °C. Bakterie rodu *Micrococcus* oxidují částečně nebo úplně glukosu a redukují dusičnany. Mikrokoky jsou výhradně saprofytické mikroorganismy nacházející se v různých prostředích, včetně vody, prachu a půdy. Mimo to je jejich přirozeným stanovištěm kůže savců. Sekundárně se také mohou vyskytovat v mase, mléčných výrobcích a pivu. Za normálních okolností jsou mikrokoky posuzovány jako nepatogenní, avšak u osob se sníženou imunitou mohou vyvolat i závažné infekce [2, 5].

Přestože jsou bakterie rodu *Micrococcus* nesporulující, mohou přežít v nepříznivých podmínkách po delší dobu. Mikrokoky jsou schopny růst v přítomnosti 5 % chloridu sodného, čehož se využívá při jejich stanovení. Při růstu na agarových médiích tvoří pigmentová barviva, zpravidla žlutá, červená nebo oranžová. Toto zbarvení je způsobeno nerozpustnými karotenoidními barvivy, přítomnými v buňkách těchto bakterií. Tato barviva chrání buňky před letálními účinky ultrafialové složky slunečního světla [3, 4, 6].



Obr. 2. *Micrococcus* uspořádaný v tetrádách.

Micrococcus roseus (Obr. 3) má kulovitý tvar, tvoří lesklé okrouhlé kolonie růžového zbarvení. Optimální teplota růstu této bakterie se pohybuje v rozmezí 20 – 25 °C. Tento mikroorganismus ztekucuje želatinu. I když se může *Micrococcus roseus* negativně podílet na mikrobiologických vadách mléka (červenání v podobě skvrn na povrchu), v mlékařském průmyslu se využívá jako součást mazové sýrařské kultury [2].



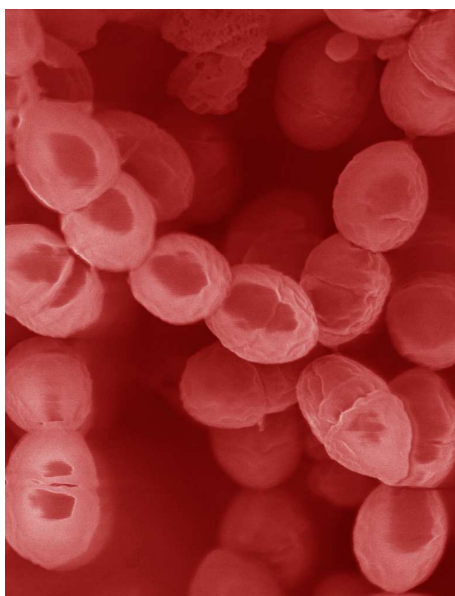
Obr. 3. *Micrococcus roseus*

2.1.2 Rod *Lactococcus*

Rod *Lactococcus* tvoří gram pozitivní, fakultativně anaerobní, katalasanegativní koky, izolované v párech nebo řetězcích. Rod *Lactococcus* patří do široké skupiny mikroorganismů, nazývaných jako bakterie mléčného kvašení, které mají schopnost zkvašovat určité sacharidy na kyselinu mléčnou či jiné produkty. Rod *Lactococcus* je řazen mezi homofermentativní mléčné bakterie, tedy produkuje především již zmíněnou kyselinu mléčnou. Některé druhy tohoto rodu mají také schopnost fermentovat citran na aromatvornou látku diacetyl a na CO₂, což má pozitivní vliv na tvorbu aroma mléčných výrobků. Produkce CO₂ těmito mikroorganismy se využívá při výrobě sýrů jako je např. Gouda, Eidam a Havarii. Dále se laktokoky používají jako čisté mlékařské mesofilní kultury při výrobě smetan, másla a tvarohů [2, 7].

Lactococcus lactis subsp. *lactis* (Obr. 4) tvoří grampozitivní koky, které se vyskytují většinou v párech nebo řetězcích. Jeho optimální teplota je asi 30 °C. Tyto bakterie homofermentativně zkvašují glukosu, laktosu a maltosu na kyselinu mléčnou. Sacharosu mírně fermentují jen některé kmeny. V mléce tvoří 0,8 až 0,9 % kyseliny mléčné. Některé kmeny *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* syntetizují polypeptidové antibiotikum označované jako bakteriocin, pojmenované nisin. Tato látka účinně inhibuje růst řady grampozitivních bakterií, hlavně anaerobních sporetvorných, jako jsou klostridia v tavených sýrech. Nisin slouží jako pomocná látka při konzervaci potravin. V potravinářském průmyslu je *Lc. lactis* subsp. *lactis* součástí mlékařské kultury používané k zakysání smetany [2].

Z důvodu neustále se zvyšujícího počtu lidí s chronickým zánětem střev (Crohnova choroba) se vědci z Gentské univerzity, Ústavu pro biotechnologie rozhodli připravit geneticky modifikovanou bakterii, která by pomocí původně myšního genu uvolňovala do okolí několik peptidů, jež hrají důležitou roli při ochraně a hojení střevních epitelů. Jak je známo, bílkoviny a peptidy denaturují již v žaludku a při průchodu zažívacím traktem se snadno rozkládají, tudíž orální podávání těchto sloučenin není účinné. Proto byl nový gen vpraven do mléčné bakterie *Lactococcus lactis* [8].



Obr. 4. *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*

Lactococcus lactis subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* má podobnou charakteristiku jako *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*. Liší se tím, že za přítomnosti fruktosy tvoří hlavně CO₂ a kyselinu octovou. Štěpí kyselinu citronovou, přičemž se ve značné míře tvoří acetoin. Diacetyl se potom z acetoinu tvoří oxidací vzdušným kyslíkem. *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* biovar *diacetylactis* bývá v mesofilních čistých mlékařských kulturách, ve kterých se požaduje tvorba aroma (diacetyl) [2].

Lactococcus lactis subsp. *cremoris* obvykle doprovází *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, s nímž má podobné vlastnosti a od něhož se liší pouze tvorbou větších buněk a delších řetězků v mléce. Oba zmíněné mikroorganismy jsou složkami smetanových kultur používaných k výrobě zakysaných smetan [2].

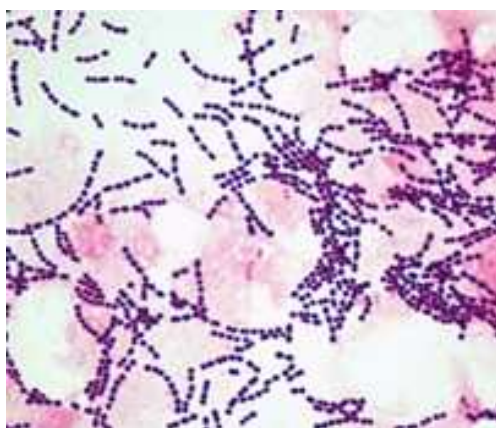
2.1.3 Rod *Streptococcus*

Streptokoky jsou grampozitivní, fakultativně anaerobní, katalasanegativní, nepohyblivé, nesporulující koky uspořádané v párech nebo delších řetězcích (Obr. 5) [2, 9]. *Streptococcus* může růst v rozsahu teplot od 10 °C do 44 °C, při pH 4,8 – 9,2 a v prostředí s koncentrací NaCl menší než 6,4 % [10]. Na obyčejných kultivačních půdách se těmito bakteriím daří špatně, rostou však velmi dobře na půdách bohatých na bílkoviny [11, 12]. Zástupci této skupiny jsou homofermentativní, což znamená, že fermentují sacharidy především na kyselinu mléčnou, ovšem může vznikat i malé množství kyseliny octové, etanolu a CO₂. Všechny druhy tedy vyžadují komplexní přívod růstových faktorů a laktosu fermentují na L(+) – kyselinu mléčnou. Některé druhy streptokoků tvoří z kyseliny citronové aromatické látky [2, 5, 9]. V novějším pojetí klasifikace streptokoků navrhli němečtí autoři Schiller a Kilpper – Bälz ponechat pro rod *Streptococcus* pouze tři skupiny: pyogenní streptokoky, orální streptokoky a jiné streptokoky [2].

Streptokoky jsou zpravidla saprofytické, avšak mnohé jsou parazitické či dokonce patogenní. Řada patogenních druhů způsobuje hnisavá onemocnění, spálu, angínu, zubní kazy apod. Patogenní druhy rodu *Streptococcus* tvoří enzymy, které rozkládají červené krvinky a způsobují tak jejich hemolýzu. Podle hemolytických vlastností se streptokoky rozdělují na α-hemolytické, β-hemolytické a γ-hemolytické. Alfa-hemolýza se projevuje jako zele-

né nebo zelenošedé zbarvení kolem kolonií tzv. viridujících neboli α -hemolytických streptokoků a je způsobena pouze částečným rozkladem hemoglobinu na methemoglobin. Beta-hemolýza znamená úplnou hemolýzu, což se projevuje jako zóna vyjasnění kolem kolonií β -hemolytických streptokoků. Při gama-hemolýze k rozkladu krvinek vůbec nedochází [1, 5, 12].

Některé nepatogenní streptokoky tvoří hlavní součást mikroflóry ústní dutiny [1]. Z rodu *Streptococcus* byly vyčleněny nehemolyzující nepatogenní druhy používané v mlékárenském průmyslu a byly zařazeny do nově vytvořeného rodu *Lactococcus* [1].



Obr. 5. *Streptococcus*

Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus se z hlediska systematiky řadí mezi jiné streptokoky. Tento mikroorganismus tvoří gram pozitivní ovoidní buňky v párech až dlouhých řetězcích. Optimální teplota růstu *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* je v rozmezí 40 až 45 °C [2, 13]. V syntetických médiích je *Streptococcus thermophilus* náročný na živiny a růstové faktory. Tento streptokok fermentuje glukosu, laktosu, manosu i fruktosu. Laktosu nejprve hydrolyzuje na glukosu a galaktosu. Glukosu dále fermentuje na kyselinu mléčnou a galaktosu vylučuje do prostředí nebo jen mírně fermentuje.

V mléku a v mléčných produktech se *Streptococcus thermophilus* vyskytuje nativně, jako i ve formě čistých mlékařských kultur. Při výrobě jogurtů se *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* používá společně s *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, přičemž jsou spolu v symbióse. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* rozkládá kasein na příslušné pep-

tidy a aminokyseliny, které pak ke svému růstu využívá *Streptococcus thermophilus*. *Streptococcus thermophilus* zase tvoří kyselinu mléčnou a mravenčí. Kyselina mléčná sníží pH prostředí na optimum pro růst bakterie *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a kyselina mravenčí její růst stimuluje [14, 15]. Při výrobě sýrů s vysoce dohřívanou sýřeninou se používá *Streptococcus thermophilus* s rody *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* a *Lb. helveticus*. Tento mikroorganismus je velmi citlivý k antibiotikům a jiným inhibičním látkám, čehož se využívá v mlékařské analytice ke stanovení přítomnosti inhibičních látek v mléce [2].

2.1.4 Rod *Leuconostoc*

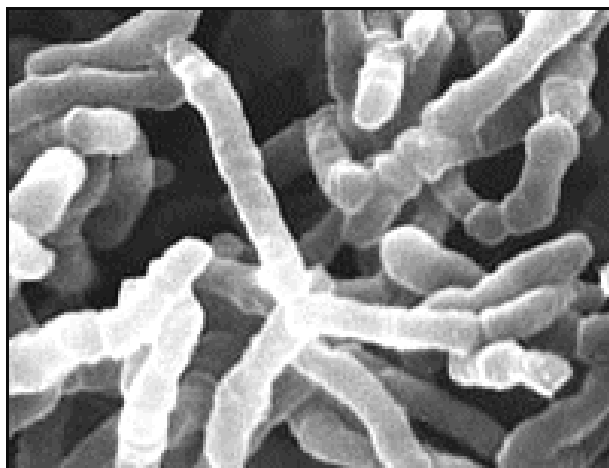
Tento rod obsahuje gram pozitivní, fakultativně anaerobní, katalasanegativní, nepohyblivé bakterie [2, 11]. Druhy rodu *Leuconostoc* jsou tvořeny kulovitými až čočkovitými buňkami, které jsou spojené po dvou nebo do řetízků [1]. Leukonostoky jsou heterofermentativní, tudíž při zkvašování cukrů produkují kromě kyseliny mléčné (D(-) izomer) ještě další látky, jako etanol a CO₂ [1, 2]. Kyselina mléčná se tvoří pomalu a málo [11]. Některé kmeny mají oxidační metabolismus, a proto tvoří místo etanolu kyselinu octovou [1, 2]. Většina leukonostoků disimuluje citran v přítomnosti fermentovatelné laktosy za tvorby acetoinu a diacetylu a 2,3-butylen glykolu. Diacetyl je v mlékařství významnou aromatickou látkou. Naproti tomu v pivě a ve víně je nežádoucí. Vlastnost produkovat diacetyl ztrácejí některé kmeny, pokud jsou pasážovány v laboratorních podmínkách [2].

Leukonostoky jsou chemoorganotrofní a k růstu vyžadují komplexní médium obsahující vitamíny a aminokyseliny [16]. Všechny druhy vyžadují kyselinu nikotinovou, thiamin, biotin a kyselinu pantotenovou nebo její deriváty [2, 3, 17].

Některé leukonostoky snášejí vysoké koncentrace sacharosy (55 až 60 %) a jsou dobře přizpůsobitelné na prostředí cukrovarů, rafinérií a v potravinářských výrobcích s větší spotřebou sacharosy, hlavně v roztocích (výroba limonád a slazených minerálních vod). Jejich růst a metabolismus způsobuje v cukrovarech významné ztráty sacharosy (1 až 2 %), korozi zařízení v důsledku produkce kyselin a pro tvorbu dextranových slizů poruchy v difuzérech. Kmeny leukonostoků tvořící dextranový sliz mají v buněčné stěně enzym dextran-sacharázu [2].

Leuconostoc mesenteroides subsp. *dextranicum* má tvar koků a je nepohyblivý. *L. mesenteroides* subsp. *dextranicum* je jen málo náročný na živiny a růstové faktory. Optimální teplota růstu se pohybuje v rozmezí 20 až 30 °C. Tento mikroorganismus se vyznačuje velkou tvorbou dextranového slizu (vysokomolekulární polymer glukosy), který se dříve využíval pro lékařské účely jako náhražka krevní plazmy. *L. mesenteroides* subsp. *dextranicum* disimiluje citran a díky produkci aromatické látky diacetyl se v mlékárenské technologii používá jako složka smetanového zákysu [1, 2].

Leuconostoc mesenteroides subsp. *cremoris* má tvar koků a zpravidla tvoří dlouhé řetězky. Na rozdíl od *L. mesenteroides* subsp. *dextranicum* je *L. mesenteroides* subsp. *cremoris* velmi náročný na přítomnost růstových faktorů, jako jsou vitamíny skupiny B a aminokyseliny. *L. mesenteroides* subsp. *cremoris* (Obr. 6) produkuje diacetyl, a proto je součástí máslašské kultury používané k okyselení smetany při výrobě másla, neboť diacetyl dodává máslu příjemné aroma. Dále je tato bakterie stálou složkou mesofilních smetanových kultur [1, 2].

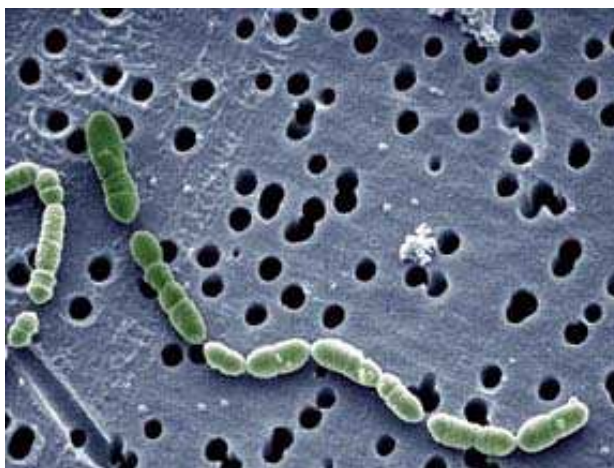


Obr. 6. *Leuconostoc*

2.1.5 Rod *Oenococcus*

Zástupci tohoto rodu jsou grampozitivní, fakultativně anaerobní až mikroaerofilní, nepohyblivé, nesporulující bakterie, které mají elipsoidní nebo kulovitý tvar a vyskytují se obvykle v párech či řetězcích. *Oenococcus* tvoří hladké, kulaté, šedobílé kolonie menší než 1 mm. Tyto bakterie mají stejné požadavky na komplex růstových faktorů a aminokyselin jako leukonostoky, navíc vyžadují glukosoderiváty kyseliny pantotenové známé jako tomato juice faktor [17].

Oenococcus oeni (Obr. 7) spolu s dalšími bakteriemi mléčného kvašení se vyskytuje na površích listů, bobulí révy vinné a v malé míře také v moštu. Avšak jako jediný z obsáhlé skupiny mléčných bakterií dokáže přežít alkoholové kvašení, proto se nejvíce zapojuje do jablečno-mléčného kvašení ve víně. Zmíněné kvašení probíhá v závislosti na typu vína, regionu a výrobních technikách, podle čehož je považováno za prospěšné či škodlivé. Přeměna kyseliny jablečné na kyselinu mléčnou vede k přirozenému snížení kyselosti vína, taktéž k zajištění biologické stability vína před napouštěním do lahví a k pozitivnímu ovlivnění chuti a vůně vína [17].



Obr. 7. *Oenococcus oeni*

2.1.6 Rod *Pediococcus*

Rod *Pediococcus* je gram pozitivní, fakultativně anaerobní, katalasanegativní, tvoří koky izolované v párech nebo tetradách. Tyto bakterie homofermentativně fermentují i hůře fermentovatelné pentosy (arabinoza, xyloza), laktosu fermentují pomalu, dusičnany neredukují. Pediokoky rostou při 30 °C, jsou náročné na růstové faktory (vitamíny, aminokyseliny), nejsou proteolytické a jako typické saprofyty nejsou patogenní pro lidi ani zvířata. Druhy rodu *Pediococcus* se většinou vyskytují společně s mléčnými laktokoky, leukonostoky a laktobacily. Přirozeně se pediokoky nachází na rostlinách, z nichž se dostávají do příslušných poživatin. V některých potravinách jsou obávanými kontaminanty, např. v pivovarnictví v důsledku produkce diacetylu, který již v nízkých koncentracích nepříznivě ovlivňuje chuť i vůni piva. Do piva se dostávají ze sladovnického ječmene nebo z vyrobeného sladu [1, 2].

Positivní úlohu mají pediokoky při fermentaci potravin rostlinného původu: zelí, okurek, zeleninové směsi, siláže, asijské sojové (např. sýr „miso“) a rýžové fermentované produkty. Při kvašení zelí se uplatňuje jejich acidotolerantnost. Rozmnožují se v třetí fázi kvašení, i při nižších teplotách, když už je v prostředí 1,5 až 2 % kyselin. V asijských produktech se naopak uplatňuje jejich halotolerantnost až halofilnost [2].

Pediococcus damnosus je složkou startovacích bakteriálních kultur používaných k zaočkování prátů při výrobě a zrání klobás a salámů. Buňky této bakterie v prátu rychle vytvoří kyselinu mléčnou, která silně inhibuje rozvoj hnilobných bakterií a příznivě ovlivňuje chuť hotového výrobku [2].

Pediococcus acidilactici byl izolován ze zkaženého rmutu a nechmelené mladiny. Neroste v pivě, protože je citlivý na chmelové mikrobicidní látky. Je termorezistentnější než ostatní pediokoky a bývá součástí startovacích kultur v masném průmyslu [2].

Pediococcus halophilus se aktivně účastní fermentace sojové zápary a sojových bobů při výrobě asijského rostlinného sýru „miso“. Nejlépe roste za přítomnosti 6 až 8 % NaCl, dobře snáší 18 % NaCl a některé kmeny 20 až 26 % NaCl [1, 2].

2.1.7 Rod *Enterococcus*

Rod *Enterococcus* byl pojmenován podle jeho původního stanoviště, což je střevní trakt lidí a jiných savců [1]. Sekundárně se enterokoky nacházejí jak v mléce a mléčných produktech, tak i v potravinách s vyšším obsahem soli (sýry, uzeniny), neboť jsou odolné vůči zvýšené koncentraci soli a tím i vůči snížené aktivitě vody, mohou přežívat nižší pasterační a termizační teploty [2]. Optimální teplota růstu enterokoků je 37 °C, ale jsou schopny růst také při 10 a 45 °C [1, 2].

Význam a úloha rodu *Enterococcus* v potravinářské mikrobiologii jsou na první pohled protichůdné. Využívají se jejich pozitivní vlastnosti související s jejich původní příslušností k rodu *Streptococcus*. Enterokoky intenzivně fermentují sacharidy podobně jako jiné bakterie mléčného kvašení. Neredukují dusičnan na dusitan, nerozkládají celulosu, pektin a tuky. Významnou proteolýzu vykazuje pouze proteolytický druh *Enterococcus faecalis*. Někdy se enterokoky účastní tvorby aroma a chuti potravin. Někteří autoři jim připisují toxinogenní účinky díky jejich produkci biogenních aminů v potravinách (tyramin, tryptamin, histamin a jiné) dekarboxylací aminokyselin [2].

Enterokoky jsou, i když se nepoužívají jako technické mikroorganismy, stálou součástí mikroflóry sýrů, syrových fermentovaných klobás, šunky a jiných i rostlinných potravin. Ementálské sýry, které obsahovaly málo enterokoků, měly málo výraznou chuť. Enterokoky mohou být synergisty užitečné mikroflóry. Stimulace je pravděpodobně způsobená rychlou tvorbou štěpných produktů bílkovin proteolytickými kmeny, které jsou poté snadno dostupným zdrojem dusíku pro jiné bakterie mléčného kvašení. Z tohoto důvodu mohou enterokoky, i pokud nejsou plynotvorné, stimulovat dostatečnou tvorbu ok (jinými než propionovými bakteriemi) u tvrdých dlouhozrajících sýrů [2].

2.2 Gram pozitivní tyčinky pravidelné

2.2.1 Rod *Lactobacillus*

Do rodu *Lactobacillus* patří gram pozitivní, mikroaerofilní, nepohyblivé bakterie s buňkami ve tvaru středně dlouhých až dlouhých tyčinek, které mohou být rovné, mírně ohnuté až koryneformní (kyjovité). Délka buněk a stupeň jejich ohnutí závisí na stáří kultury, složení

kultivačního média a koncentraci kyslíku v prostředí. Některé plynotvorné druhy obsahují v kultuře směs dlouhých a krátkých buněk, například *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus brevis*. Buňky se dělí pouze v jedné rovině. Tendence tvorby řetízků není zcela typická, záleží na růstové fázi a pH média [2].

Optimální teplota růstu bakterií rodu *Lactobacillus* je 30 – 40 °C, termofilní laktobacily mají horní teplotní hranici 55 °C, pod 15 °C již většina těchto bakterií neroste [11]. Laktobacily jsou acidotolerantní až acidofilní, přežívají a rostou v tak nízkém pH, které žádné jiné nesporeující bakterie nesnesou. Optimální hodnoty pH těchto bakterií se pohybují v rozmezí pH 6,4 až 4,5. Růst se zastavuje při hodnotě pH 4,0 až 3,6 v závislosti na druhu, avšak některé kmeny jsou schopny růst i při pH 3,5 [18].

Laktobacily jsou velmi náročné na živiny a růstové faktory. Vedle fermentovatelných sacharidů jako zdroje uhlíku a energie, vyžadují i nukleotidy, aminokyseliny a vitaminy skupiny B. Při růstu v běžných médiích netvoří charakteristický pach, v potravinách však přispívají ke tvorbě charakteristických organoleptických vlastností tvorbou těkavých látek, jako acetaldehyd, diacetyl, kyselina octová, aminokyseliny a sulfan (v sýrech) [2].

Mikroaerofilní rod *Lactobacillus* je z potravinářského i biotechnologického hlediska nejdůležitější. Jeho druhy se vyskytují v mléce, kde vyvolávají přirozené zkvašování laktosy na kyselinu mléčnou. Některé druhy tvoří kromě kyseliny mléčné další metabolity, jako etanol, kyselinu octovou a CO₂. Dále se laktobacily mohou nacházet v ústech a trávicím traktu savců, na travinách, obilí i jiných rostlinách a v půdě [1]. Některé heterofermentativní laktobacily se vyskytují také jako nežádoucí kontaminace ve vinařství a pivovarství, kde způsobují chuťové vady výrobku, a v droždářství, kde vedou ke ztrátám výtěžnosti. Při výrobě uzenin způsobuje kontaminace heterofermentativními mléčnými bakteriemi zelenání prátů a hotových výrobků. Příčinou zelenání je peroxid vodíku a jiné peroxidy, které tyto bakterie tvoří při kvašení; peroxidy reagují s růžovými pigmenty uzeného masa za vzniku zeleného zbarvení. Většina druhů je schopna růst při 45 °C [1, 9, 19].

Rod *Lactobacillus* je tradičně dělen do tří skupin podle schopnosti zkvašování cukrů [2, 17]:

Skupina I - obligátně homofermentativní laktobacily:

obsahují fruktózo-difosfát-aldolázu, nemají dehydrogenázy; zkvašují hexosy za tvorby kyseliny mléčné podle Embden-Meyerhofovy dráhy; pentosy

a glukonát nezksašují.; skupina zahrnuje většinou termobakterie a nověji popsané druhy, např. *Lactococcus* sp., *Streptococcus thermophilus*, *Lb. delbrueckii* subsp. *delbrueckii*, *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis*, *Lb. helveticus*, *Lb. acidophilus* aj.

Skupina II - fakultativně heterofermentativní laktobacily:

disponují všemi třemi enzymy; obvykle fermentují hexosy homofermentativně na kyselinu mléčnou; u některých kmenů za specifických podmínek nastává heterofermentativní metabolismus na kyselinu mléčnou, CO₂ a ethanol (nebo kyselinu octovou); kyselina octová je produkována za podmínek, kdy může být regenerováno NAD⁺ bez tvorby etanolu, např. během redukce fruktosy nebo molekulárního kyslíku; pentosy zkvašují na kyselinu mléčnou a octovou přes fosfoketolázu; skupina zahrnuje všechny streptobakterie a nově popsané druhy laktobacilů, např. *Lb. casei* subsp. *casei*, *Lb. casei* subsp. *rhamnosus*, *Lb. casei* subsp. *pseudoplantarum*, *Lb. plantarum* aj.

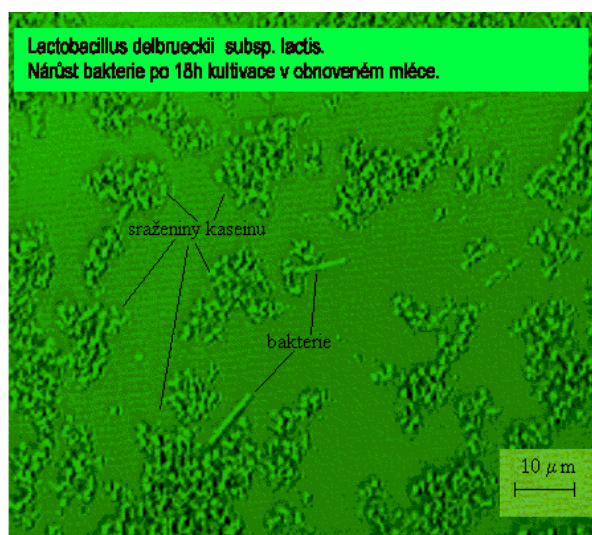
Skupina III - obligátně heterofermentativní laktobacily:

mají jak glukózo-6-fosfát-dehydrogenázu, tak 6-fosfoglukonát-dehydrogenázu, nemají aldolázu; hexosy fermentují na kyselinu mléčnou, CO₂ a ethanol (nebo kyselinu octovou v přítomnosti jiného akceptoru elektronů); pentosy přeměňují na kyselinu mléčnou a octovou; skupina obsahuje plynotvorné laktobacily nazývané betabakterie, jako je *Lb. buchneri*, *Lb. brevis*, *Lb. fermentum*, *Lb. bifementas*, *Lb. kefir*, *Lb. reuteri*, *Lb. fruktivorans* aj.

Lactobacillus delbrueckii* subsp. *delbrueckii má buňky tyčinkovitého tvaru seskupující se po dvou za sebou, někdy tvoří i dlouhá vlákna. *Lb. delbrueckii* subsp. *delbrueckii* patří do skupiny obligátně homofermentativních laktobacilů, je charakteristickým termofilním mikroorganismem, neboť je schopen fermentace při 40 až 55 °C. Tato bakterie se vyskytuje v bramborové a obilné mase. *Lb. delbrueckii* subsp. *delbrueckii* tvoří složku mikroflóry keřfírových a silážních kultur. Používá se pro průmyslovou výrobu kyseliny mléčné z melasy, neboť zkvašuje sacharosu (nikoli laktosu) [1].

Lactobacillus delbrueckii subsp. *bulgaricus* tvoří grampozitivní, fakultativně anaerobní nepohyblivé tyčinky. Tato bakterie patří mezi homofermentativní mléčné bakterie, tudíž produkuje především kyselinu mléčnou, která přispívá k uchování výrobku. *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* je jednou z hlavních součástí jogurtové kultury, proto je také druhové jméno tohoto laktobacila odvozeno od názvu státu, odkud výroba jogurtu pochází, což je Bulharsko. Dále *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* vytváří acetaldehyd přispívající spolu s dalšími aromatickými látkami k typické chuti jogurtů. Rovněž může být tento mikroorganismus aplikován jako složka doplňkových kultur, které ovlivňují průběh zrání a specifické vlastnosti sýrů [2, 6].

Lactobacillus delbrueckii subsp. *lactis* tvoří grampozitivní, fakultativně anaerobní dlouhé tyčinky. V odstředěném mléce je *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* (Obr. 8) citlivý na přítomnost acidocinu a nisinu. Zkvašuje laktosu, maltosu a využívá se na výrobu sýrů s vysokodohřívanou sýřeninou a termofilního tvarohu [1].



Obr. 8. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*

Lactobacillus helveticus je tvořen tyčinkami, které se vyskytují jednotlivě, ve dvojicích nebo řetězcích. *Lb. helveticus* se používá k výrobě sýrů tzv. ementálského typu, protože se

nejlépe rozmnožuje v nativní kyselé syrovátce, což znamená, že je kyselinotolerantnější než rod *Lactococcus*, který roste rychleji v mléku čerstvém [2].

Lactobacillus acidophilus patří mezi obligátně homofermentativní druhy, které jsou gram-positivní, mikroaerofilní, tvoří krátké až dlouhé tyčinky, jejich optimální teplota je 30 až 45 °C, optimální pH se pohybuje v rozmezí 5,5 až 6,2 [2]. Kyselinu mléčnou tvoří *Lb. acidophilus* z fermentovatelných sacharidů rychle (37 °C, 3 – 4 hodiny), bílkoviny rozkládá až na aminokyseliny [11]. Tento druh se nachází v trávicím traktu, odkud byl původně izolován; působí silně antagonisticky vůči hnilobné mikroflóře (v tom je i podstata jeho léčebného účinku) [11]. Řadí se mezi probiotické bakterie. Vyskytuje se také v mléce a mléčných produktech [2].

Kmeny *Lb. acidophilus* mají pro své příznivé vlastnosti na trávicí trakt lidí i zvířat rozsáhlé použití v mlékařské výrobě, ve zdravotnictví i veterinární medicíně. Používají se pro přípravu acidofilního mléka, podmáslí a smetany. Kysaná mléka a farmaceutické preparáty s obsahem tohoto mikroorganismu se používají na obnovení střevní mikroflóry po aplikaci antibiotik [1, 5]. Nefermentované produkty, upravené *Lb. acidophilus*, mají chuť a konzistenci tradičního mléka [10].

Lactobacillus rhamnosus patří mezi fakultativně heterofermentativní laktobacily, které jsou gram-positivní, mikroaerofilní, tyčinkovité s tendencí tvořit řetězky, jejich optimální teplota je 28 až 32 °C. Tento mikroorganismus se vyznačuje fermentací laktosy a ramnosy. *Lactobacillus rhamnosus* se vyskytuje v mléce, sýrech, mléčných a masných produktech, kysaném zelí a jiné zelenině. Nachází se také v ústní dutině a intestinálním traktu lidí, má probiotické vlastnosti [2].

2.3 Gram pozitivní koky

2.3.1 Rod *Brevibacterium*

Rod *Brevibacterium* tvoří gram pozitivní, striktně aerobní, katalasopozitivní nepravidelné tyčinky vyskytující se jednotlivě či po dvou ve tvaru V, mohou být i větvené. Většina druhů brevibakterií vyžaduje bohaté růstové prostředí a roste při teplotách 20 až 25 °C. Na tuhých půdách tvoří kolonie *Brevibacterium* pigmenty, které jsou zbarveny žlutooranžově nebo purpurově. Některé druhy nebo mutanty těchto bakterií se používají na kvasnou výrobu určitých aminokyselin nebo vnitrobuněčných enzymů [1, 2].

Brevibacterium linens se používá v sýrařství, protože pozitivně ovlivňuje zrání některých typů sýrů tím, že při hlubokém zrání sýrů dále metabolizuje aminokyseliny. Katabolická aktivita *Brevibacterium linens* (Obr. 9) při aerobním zrání daných sýrů je pravděpodobně zodpovědná za tvorbu typické chuti, např. limburgských sýrů [1, 2].



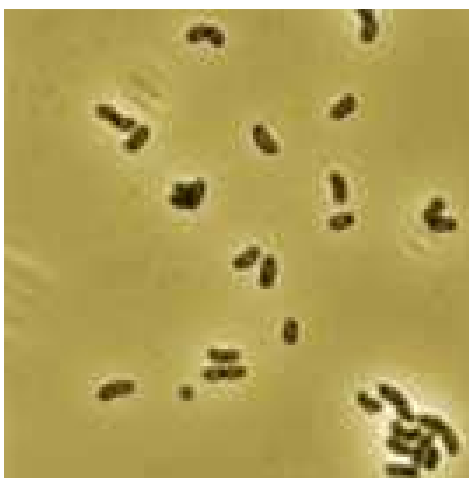
Obr. 9. *Brevibacterium linens*

2.3.2 Rod *Propionibacterium*

Jedná se o rod bakterií zahrnující tzv. propionové bakterie neboli bakterie propionového kvašení. *Propionibacterium* tvoří grampozitivní, anaerobní, katalasapozitivní nesporeující tyčinky, jejichž růst je ve srovnání s ostatními bakteriemi velmi pomalý. Nejlépe roste při teplotách 30 až 32 °C. Vyskytuje se v trávicím ústrojí člověka i zvířat, na lidské kůži a v mléce. *Propionibacterium* je původcem propionového kvašení, při kterém je kyselina mléčná zkvašována na kyselinu propionovou a octovou a některé další organické kyseliny. Některé druhy se proto využívají na výrobu kyseliny propionové, která má silné protiplísňové účinky [1, 2].

Propionibacterium freudenreichii subsp. *freudenreichii* (Obr. 10) je potravinářsky důležitý mikroorganismus v sýrech s vysokodohřívanou sýřeninou, kde se zúčastňuje tvorby aromat a typických ok, zvláště u ementálského typu sýra [6].

Propionibacterium freudenreichii subsp. *germanii* je značně podobný předcházejícímu druhu a v sýrařství má tentýž význam [6].



Obr. 10. *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *freudenreichii*

2.3.3 Rod *Bifidobacterium*

Bakterie rodu *Bifidobacterium* jsou gram pozitivní, striktně anaerobní, katalasanegativní, nepohyblivé, nepravidelné, delší i kratší nepohyblivé tyčinky [2]. Buňky jsou velmi pleomorfní (od kokovitých tvarů přes kyjovité útvary až k dlouhým větveným tyčinkám) [1]. Rostou jednotlivě, v řetízcích, ve hvězdicovém nebo palisádovém uspořádání. V primární kultuře jsou bifidobakterie striktně anaerobní, přeočkováním se stávají mikroaerofilními. Jejich teplotní optimum se pohybuje v rozmezí 37 až 41 °C. Nesnášejí velmi kyselé prostředí, optimální pH je 6,5 až 7,0 [2].

Životaschopnost bifidobakterií v mléčných výrobcích je velmi omezená díky jejich citlivosti vůči kyslíku a kyselému prostředí. Mezi látky, které prodlužují životaschopnost bifidobakterií, tzv. růstové faktory, patří například κ -kasein, α -laktalbumin, β -laktoglobulin, kvasničný extrakt, threonin, cystein, pepton, dextrin, maltosa a hydrolyzáty kaseinu. Významnými růstovými faktory jsou galaktooligosacharidy (GOS), inulin, rafinosa či fruktooligosacharidy (FOS), které jsou nazývány jako prebiotika. Nejvhodnějším médiem pro bifidobakterie je sojové mléko obsahující sacharosu, rafinosu a stachyosu. Z tohoto důvodu se vyrábí jogurt ze sojového mléka zakysaný standardní jogurtovou kulturou s přídavkem bifidobakterií [20].

Pro rod *Bifidobacterium* je charakteristická tvorba směsi octové a mléčné kyseliny ze sacharidů, za současné produkce malých množství etanolu, sukcinátu a mravenčanu [1, 13]. Zmíněné kyseliny inhibují nežádoucí bakterie a stimulují intestinální peristaltiku. Kyselina octová, kterou bifidobakterie produkují ve větším množství než kyselinu mléčnou (v poměru 3:2), má silnější antagonistický účinek na nežádoucí gramnegativní bakterie než kyselina mléčná [2].

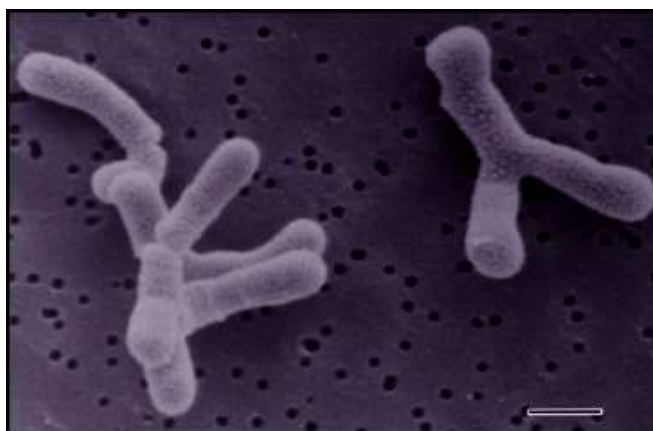
Probiotika jsou živé mikroorganismy, které se dostávají do těla potravou a příznivě ovlivňují střevní mikroflóru. Probiotika snižují účinek některých karcinogenních mikroorganismů a zvyšují odolnost vůči infekcím. Dále probiotika posilují intestinální mikroflóru při tlumení alergických reakcí a zlepšují kvalitu života pacientů se zánětlivým onemocněním. Složení střevní mikroflóry není u všech lidí stejné, jedná se o individuální charakteristiku, a proto jsou také její účinky na každého člověka jiné. Jedním z faktorů, které složení střevní mikroflóry ovlivňují nejvýrazněji, je věk. Některé bakterie tedy působí příznivě jen na malé děti a dospívající mládež. Probiotické bakterie musí mít schopnost usídlit se

v zažívacím traktu člověka a mít schopnost překonat nepříznivé prostředí v žaludku. Bifidobakterie tvoří hlavní součást fyziologické flóry tlustého střeva kojenců i dospělých [2, 21]. Ve velkém množství se tyto bakterie nacházejí ve stolici kojenců krmených mateřským mlékem, v menším množství ve stolici kojenců krmených přípravky z kravského mléka [2].

Zástupci rodu *Bifidobacterium* se využívají k výrobě mléčných nápojů s blahodárnými dietickými účinky [1]. Ve formě čistých kultur, spolu s jinými bakteriemi mléčného kvašení, slouží k přípravě skupiny probiotických kysaných mlék [2].

Bifidobacterium bifidum je anaerobní grampozitivní bakterie, vytvářející béžové kolonie [2]. Tento druh vyžaduje jako růstové faktory adenin, guanin, xantin a uracil [9]. *B. bifidum* se nachází zejména v tlustém střevě lidí a v trávicím traktu mláďat savců živených mlékem (sajících telat) [11]. Pomáhá nastolit mikrobiální rovnováhu po léčbě antibiotiky. Taktéž se podílí na redukci rotavirové infekce u dětí. Používá se na výrobu probiotických zakysaných mlék jogurtového typu [2, 7].

Bifidobacterium longum (Obr. 11) je také využíván jako čistá mlékárenská kultura na výrobu zakysaných mlék. V tlustém střevě omezuje antimutagení a antikarcinogení účinky [2, 21].



Obr. 11. *Bifidobacterium longum*

2.4 Gramnegativní tyčinky

2.4.1 Rod *Acetobacter*

Rod *Acetobacter* tvoří gramnegativní, striktně aerobní, oxidasa i katalasapozitivní tyčinky, optimum pro jeho růst na živných médiích je 25 až 30 °C. *Acetobacter* má nepravidelný tvar tyčinek, vyskytuje se jednotlivě, v párech nebo řetězcích. Jako zdroj uhlíku využívá tato bakterie glukosu. Zástupci tohoto rodu dovedou oxidovat etanol na kyselinu octovou, čehož se využívá při výrobě octa kvasnou cestou. Tyto bakterie však mohou působit také negativně, a to tak, že vyvolávají tzv. octovatění vína nebo piva. Všechny druhy rodu *Acetobacter* jsou v přírodě hojně rozšířeny a lze je izolovat především z prostředí, které podléhá etanolovému kvašení. Rod *Acetobacter* můžeme rozdělit do dvou základních kategorií: bakterie způsobující úplnou oxidaci substrátu (konečný produkt = CO₂, H₂O) a bakterie vyvolávající pouze částečnou oxidaci substrátu (vznikající kyselina octová dále neoxiduje). Některé druhy se využívají pro průmyslovou oxidaci organických sloučenin při výrobě vitamínu C [1, 5].

Acetobacter aceti (Obr. 12) patří do skupiny bakterií způsobujících úplnou oxidaci substrátu s významnou schopností oxidovat etanol na kyselinu octovou, a proto se používá při kvasné výrobě octa [1].



Obr. 12. *Acetobacter aceti*

2.4.2 Rod *Xanthomonas*

Rod *Xanthomonas* tvoří gramnegativní, striktně aerobní, katalasopozitivní pohyblivé tyčinky. Optimální teplota růstu je 25 až 30 °C. Všechny zatím známé xantomonády způsobují choroby rostlin, hlavně tzv. tracheobakteriosy. U napadených rostlin osídlují cévní svazky, pomnožují se v nich a ucpávají je. Výsledkem je postupné vadnutí rostlin ztrátou buněčného turgoru. Na živném agaru tvoří *Xanthomonas* žluté pigmenty. Většina kmenů hydrolyzuje škrob a želatinu [2].

Xanthomonas campestris (Obr. 13) se vyskytuje v potravinách rostlinného původu a využívá se na výrobu polysacharidů např. xantanu. Xantan je složen z více jak jednoho sacharidu, tzn. že je to heteropolysacharid. Má důležité komerční využití jako gel, který je relativně stálý při vysokých teplotách. Průmyslově se vyrábí asi 20 000 tun xantanu ročně. Xantan se používá jako želírující a stabilizační látka do salátových dresinků, zmrzlin, zubních past nebo také v kosmetice. Samotná guma je bezbarvá. Bakterie mají žluté pigmenty v buněčných stěnách, ale jsou extrahovatelné pouze organickými rozpouštědly, což je v rozporu s průmyslovým zpracováním xantanu [5].



Obr. 13. *Xanthomonas campestris*

3 KVASINKY VYUŽÍVANÉ V POTRAVINÁŘSTVÍ

Kvasinky jsou eukaryotní mikroorganismy, které tvoří jednotnou taxonomickou skupinu. Pod pojmem kvasinky se rozumí mikroskopické houby, které rostou převážně v koloniích z jednotlivých buněk s průměrem 3 až 15 μm . Tvar buněk je do jisté míry závislý na kultivačních podmínkách, ale zejména je dán rodovou příslušností. Nejběžnějším tvarem buňky je rotační elipsoid, běžný je také kulatý či protáhlý tvar. Teploty, při kterých mohou kvasinky růst, jsou v rozmezí asi $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $48\text{ }^{\circ}\text{C}$. Psychrofilní kvasinky se pomnožují při teplotách -2 až $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a patří sem druhy rodu *Cryptococcus* a *Candida*. Největší skupina kvasinek je řazena mezi mesofilní, jejichž růst a rozmnožování probíhá v rozmezí teplot 0 až $48\text{ }^{\circ}\text{C}$. Termofilní kvasinky se nemnoží při teplotách nižších než $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a obvykle se jedná o potenciální patogeny pro člověka nebo teplotně závislé živočichy [22].

Kvasinky vyžadují pro svůj růst, podobně jako plísně, vzdušný kyslík. Dostupnost kyslíku je nezbytnou podmínkou pro množení všech kvasinek. Většina kvasinek patří mezi fakultativně anaerobní, přičemž při anaerobní kultivaci jsou vyžadována alespoň stopová množství kyslíku, nezbytná pro biosyntézu membránových komponentů ergosterolu, nenasycených mastných kyselin a kyseliny nikotinové. Tyto mikroorganismy mají schopnost změnit svůj metabolismus za anaerobních podmínek na fermentační a při silně omezeném růstu buněčné hmoty produkovat etanol a CO_2 zkvašováním cukrů. Některé kvasinky nemají enzym alkoholdehydrogenasu, neprodukují etanol, tedy nefermentují a patří do skupiny obligatorních aerobů [22].

Podle způsobu pohlavního rozmnožování se kvasinky dělí na askomycety a basidiomycety. Kvasinky, u kterých není pohlavní rozmnožování známo se řadí mezi deutromycety. Mikroorganismy zahrnované mezi kvasinky můžeme charakterizovat tím, že jde většinou o jednobuněčné organismy rozmnožující se převážně pučením. Některé kvasinky však mohou za určitých podmínek vytvářet mycelia a poté existovat i ve vícebuněčné formě. Většina kvasinek se tedy rozmnožuje pučením, ovšem při růstu ve formě mycelia dochází k přehrádečnému dělení. Kvasinkový rod *Schizosaccharomyces* patří mezi výjimky, jehož buňky se i v jednobuněčné formě rozmnožují přehrádečným dělením [22].

Kvasinky mají velký význam jako technologicky využívané mikroorganismy ve fermentačním průmyslu při výrobě piva, vína, kvasnic a v potravinářském průmyslu

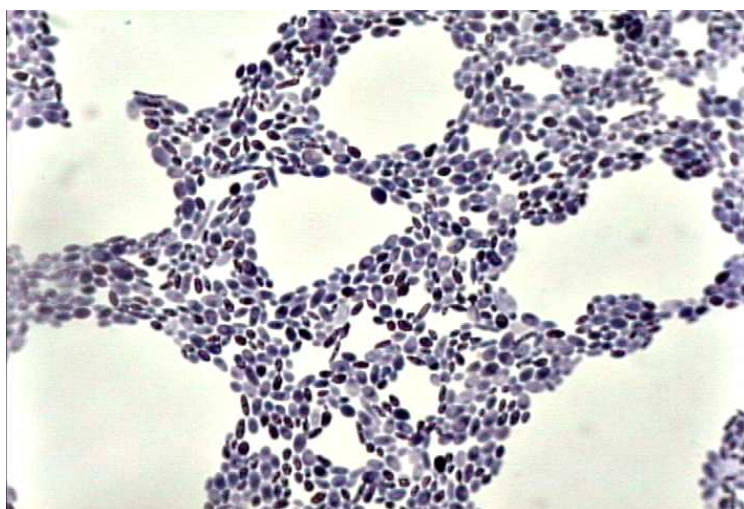
při výrobě pekařských produktů. Avšak mohou se také vyskytovat jako škůdci masa, ryb, výrobků studené kuchyně, mléčných produktů a výrobků s vysokým obsahem cukru [22].

3.1 Rod *Saccharomyces*

Druhy rodu *Saccharomyces* se vegetativně rozmnožují multilaterálním pučením. Buňky mají kulovitý nebo elipsoidní tvar. Jsou schopny zkvašovat několik cukrů, ale jen málo druhů má schopnost zkvašovat laktosu. Z cukrů tvoří alkohol a CO₂ [1, 23].

Sacharomyces cerevisiae patří mezi nejdůležitější druh kvasinek, který se uplatňuje v potravinářském průmyslu k výrobě piva, vína a pekařského droždí. Tento druh zkvašuje glukosu, sacharosu, maltosu a rafinosu. U kmenů používaných k výrobě pekařského droždí a piva se vyžaduje vyrovnanost, velikost buněk a stálost technologických vlastností. Pekařské droždí se připravuje aerobní fermentací okyselených melasových zápar. Při výrobě piva se používají tzv. svrchní a spodní pivovarské kvasinky. Svrchní pivovarské kvasinky odštěpují z rafinosy pouze fruktosu, kterou zkvašují. Po proběhnutí kvašení, jsou jejich buňky vynášeny na povrch fermentační kapaliny. Spodní pivovarské kvasinky naopak po prokvašení klesají ke dnu kvasné nádoby a zkvašují rafinosu úplně. Spodní kvašení probíhá při teplotě 6-10 °C, což vyžaduje delší kvasnou dobu, při níž dochází ještě k dalšímu vyčištění mladiny usazením jemných zákalů. Vzniklá piva mají po dokvašení delší trvanlivost než piva připravená svrchním kvašením. Spodní kvašení se používá v našich krajích a v některých dalších evropských státech. Svrchní kvašení se používá pro výrobu piva v Anglii [1, 3, 24].

Kvasinky *Sacharomyces cerevisiae* (Obr. 14) se také mohou používat k přípravě očkovací látky proti hepatitidě B. Metodou genového inženýrství byl do buněk kvasinek vložen gen pro tvorbu HBs antigenu (povrchový antigen proti hepatitidě B). Kvasinky se rychle množí, a tím dochází k produkci velkého množství čistého HBs antigenu, který se inaktivuje a posléze může být použit k vakcinaci lidí proti žloutence typu B [1, 5, 23].



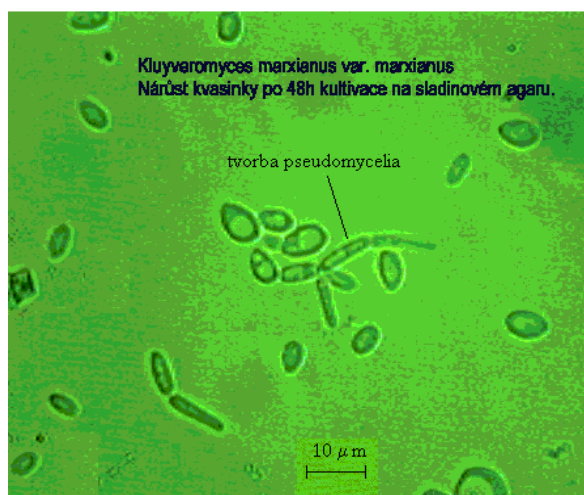
Obr. 14. *Sacharomyces cerevisiae*

3.2 Rod *Kluyveromyces*

Rod *Kluyveromyces* se původně zařazoval do rodu *Saccharomyces*, ale podrobnějším zkoumáním se zjistila morfologická a fyziologická rozdílnost. Rod *Kluyveromyces* se od rodu *Saccharomyces* liší hlavně tím, že nemá hexosovou represi dýchání a že vegetativní fáze je převážně haploidní, takže spájení buněk většinou předchází tvorbě asků. *Kluyveromyces* je využíván pro produkci β -galaktosidasy, pomocí níž může využít laktosu z odpadní suroviny mlékárenského průmyslu, čímž je syrovátka. *Kluyveromyces* vytváří spory rozličných tvarů od kulovitých po obloučkovité. Rod *Kluyveromyces* nezkašuje roztoky sacharidů tak hluboce jako rod *Saccharomyces*. Je schopen produkovat etylacetát a často obsahuje hnědočervené barvivo [22, 23].

Kluyveromyces marxianus subsp. *lactis* tvoří kulovité spory. Tato kvasinka fermentuje laktosu, a proto se využívá na fermentaci mléčné syrovátky za účelem výroby kvašeného krmiva. *Kluyveromyces marxianus* subsp. *lactis* je součástí tzv. keřírových zrn, což je směs kvasinek a bakterií používaná při výrobě keříru [1, 23].

Kluyveromyces marxianus subsp. *marxianus* (Obr. 15) má stejné využití jako předešlý *K. marxianus* subsp. *lactis*, liší se pouze tvarem spor, které jsou srpkovitě nebo ledvinovitě [1].



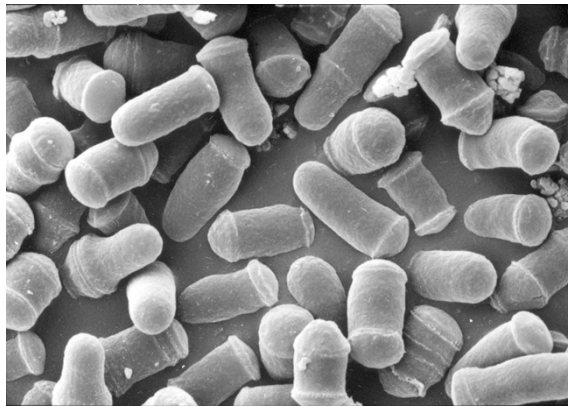
Obr. 15. *Kluyveromyces marxianus* subsp. *marxianus*

3.3 Rod *Schizosaccharomyces*

Rod *Schizosaccharomyces* se vyznačuje tím, že se rozmnožuje dělením pomocí přepážek. Kvasinky tohoto rodu jsou osmotolerantní a vyznačují se obdélníkovými tvary, netvoří mycelium, ale jsou charakteristické tvorbou askospor. *Schizosaccharomyces* velmi silně zkvašuje sacharidy tak, že z pivovarnické sladiny překvašuje i maltotriosu a maltotetrosu a na povrchu svých buněk vytváří polysacharid podobný amylase. Tyto kvasinky se vyskytují v marmeládách, melase a v prosné kaši. Pro svoji termotolerantnost se používají v tropických pivovarech v jižní Africe a na Jávě [23].

Schizosaccharomyces pombe obsahuje homotalické i heterotalické kmeny a slouží jako modelový organismus pro genetické studie. *Sch. pombe* je používán v Africe pro přípravu alkoholického nápoje z prosa nazývaného „pombe”. *Sch. pombe* (Obr. 16) může účinně odbourávat vysoké koncentrace kyseliny jablečné. Schopnost této kvasinky odbourávat extracelulární kyselinu jablečnou je závislá na transportu dikarboxylových kyselin

a na účinnosti intracelulárních jablečných enzymů. Tyto jablečné enzymy přeměňují kyselinu jablečnou na kyselinu pyrohroznovou, která je později metabolizována na etanol a CO₂. Těto schopnosti se využívá ve vinařství na odkyselení vín [1, 22].



Obr. 16. Schizosaccharomyces pombe

4 PLÍSNĚ POUŽÍVANÉ V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU

Plísně se, stejně jako kvasinky, řadí mezi eukaryota. Z potravinářsko-technologického hlediska se jako plísně označují takové organismy, které tvoří na potravinách povlaky složené z jednotlivých vláken (hyf). V literatuře je popsáno asi 120 000 druhů plísní, z nichž má z potravinářsko-technologického a hygienického hlediska význam pouze 20 až 30 rodů [1, 2, 25]. Plísně jsou aerobní mikroorganismy, a tudíž potřebují pro svůj růst vzdušný kyslík. Jejich náročnost na vzdušný kyslík je podle druhu značně odlišná. Závislost růstu plísní na přístupu kyslíku spočívá ve skutečnosti, že cytoplasmatická membrána plísní a kvasinek obsahuje jako esenciální složku steroidy, jejichž syntéza vyžaduje kyslík [2].

Vegetační forma plísní (mycelium) se skládá z více či méně větvených vláken (hyf) o průměru 5 až 10 μm . Hyfy plísní rostou převážně na jejich volném konci, nejvzdálenějším od základu. Nové vegetativní orgány mohou vzniknout i z úlomků mycelia. Nejvýznamnější způsob rozmnožování hub poskytují jejich nepohlavní a pohlavní spory. Při pohlavním rozmnožování spory vznikají meiózou uvnitř kulovitého nebo válcovitého vaku (askus, askospory). Dále mohou spory vznikat škrčením koncových buněk (bazidiospory) na stopkách (sterigmách) plodné buňky (bazidie) ve výtrusorodé vrstvě (hymeniu) plodnice. Nepohlavní spory se tvoří ve fruktifikačních strukturách v čase nedokonalého (imperfektního) stádia vývoje houby. Podle přítomnosti a typu pohlavního rozmnožování náleží technicky důležité plísně do taxonomických jednotek. Jedná se o třídu *Zygomycetes*, která je charakterizována jednobuněčným nepřehrádkovým myceliem a pohlavním rozmnožováním s tvorbou tzv. zygospor. Nepohlavní rozmnožování se u této třídy děje endosporami. Dále je to podkmen *Ascomycotina*, charakterizovaný přehrádkovým myceliem a pohlavním rozmnožováním za tvorby askospor tvořených v asku, nepohlavně se rozmnožuje exosporami. Poslední skupinu tvoří podkmen *Deutromycotina*, který patří mezi nedokonalé houby. Podkmen *Deutromycotina* je charakterizován přehrádkovým myceliem, rozmnožuje se pouze nepohlavním rozmnožováním pomocí exospor [1, 2, 26].

U zástupců rodu *Aspergillus* nebo *Penicillium* vznikají spory odškrcováním ze specializované buňky (fialida) jako konidiospory nebo konidie. U zástupců rodu *Mucor* a *Rhizopus* vznikají spory tzv. sporangiospory uvnitř typických orgánů ve sporangiích. Konidie a sporangiospory plísní jsou intenzivně zbarvené a vytvářejí na povrchu plesnivých poživatin zelené, modrozelené, žluté, hnědé až černé skvrny. Mnohé plísně se rozmnožují po-

hlavně i nepohlavně. Plísně se mohou vyskytovat na různých potravinách, jako např. chleba, máslo, ovoce. Některé druhy obsahují proteolytické enzymy, a proto se vyskytují hlavně na mase a v mléčných výrobcích [1, 2, 26].

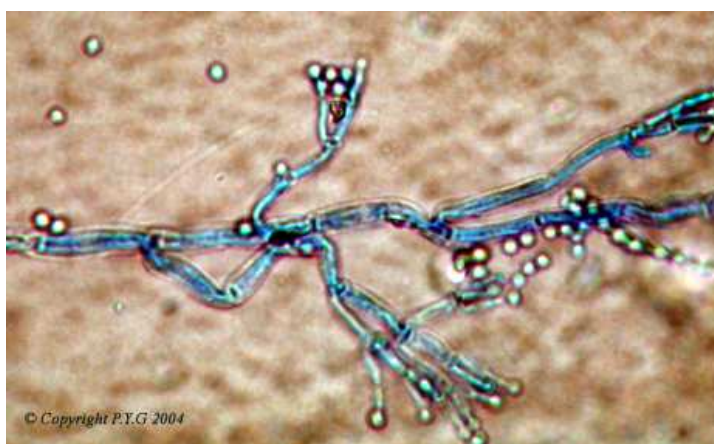
4.1 Rod *Penicillium*

Rod *Penicillium* pochází z latinského slova *penicillus* – štětec. *Penicillium* zahrnuje ve svých stádiích mnoho různých druhů plísni značně rozšířených v přírodním prostředí. *Penicillium* má vzhled plochých vlnovitých nebo zrnitých kolonií. Druhy *Penicillium* tvoří kolonie s velkým množstvím žlutozelených až modrozelených konidií, které mohou být na potravinách patrné jako zelené až sametové povlaky. Mycelium je obvykle bezbarvé. Konidiofory jsou vzpřímené, izolované a na konci konidioforu se nachází symetricky uspořádané válcovité buňky zvané metuly. Z každé metuly vyrůstá svazek sterigmat nesoucích konidie. Konidie jsou jednobuňkové, okrouhlé, nebo oválné a mohou být různě zbarveny. *Penicillia* jsou převážně saprofytické a vyskytují se v půdě, ve vodě, na povrchu živých i odumřelých organismů. Spory *penicillia* jsou v ovzduší a ulpívají na nejrozličnějších substrátech, na nichž dovedou při minimálních živných požadavcích vyklíčit. Některé druhy mohou být choroboplodné a tvořit mykotoxiny. Průmyslově se využívají na výrobu antibiotika penicilinu. Dále se *Penicillium* využívá na výrobu enzymu glukosooxidasy, která se využívá při zrání sýrů plísňového typu [21, 27].

Penicillium camemberti tvoří kolonie vlnitého nebo vločkovitého vzhledu. Kolonie *Penicillium camemberti* mají zpočátku bílou barvu, ale později se zabarví šedozeleň díky tvorbě konidií. Hyfy *Penicillium camemberti* jsou dělené a nesou jen málo sterigmat, ze kterých se tvoří dlouhé řetězce konidií. Konidie mají zpočátku tvar cylindrický, ale v dozrálém stavu nabývají téměř kulovitého vzhledu. *Penicillium camemberti* je nezbytný pro výrobu sýrů s plísní na povrchu, na nichž tvoří bílé, pravidelné a vyrovnané porosty [26, 27].

Penicillium roqueforti je odlišný tvorbou většího množství konidií. Mycelium tohoto druhu má bílou barvu a konidie jsou barvy zelené až zelenomodré a mají kulovitý tvar. Na živném médiu jsou kolonie typicky sametové, nízké a s poměrně dosti širokým okra-

jem. *Penicillium roqueforti* dovede asimilovat některé cukry, přičemž tvoří i malé množství alkoholu. *Penicillium roqueforti* (Obr. 17) štěpí bílkoviny kaseinu a mléčný tuk. Hydrolyzou mléčného tuku se vytvoří mastné kyseliny: kyselina máselná, kapronová, kaprylová a příslušné soli, které se dále snadno štěpí a přispívají ke vzniku příchuti sýrů. Je nezbytným mikroorganismem při výrobě a zrání sýrů rokfórového typu, protože produkuje lipolytické a proteolytické enzymy. Tato plíseň je poměrně málo náročná na přítomnost kyslíku a je schopna růst i v atmosféře obsahující pouze pět procent kyslíku [27].



Obr. 17. *Penicillium roqueforti*

4.2 Rod *Sporotrychum*

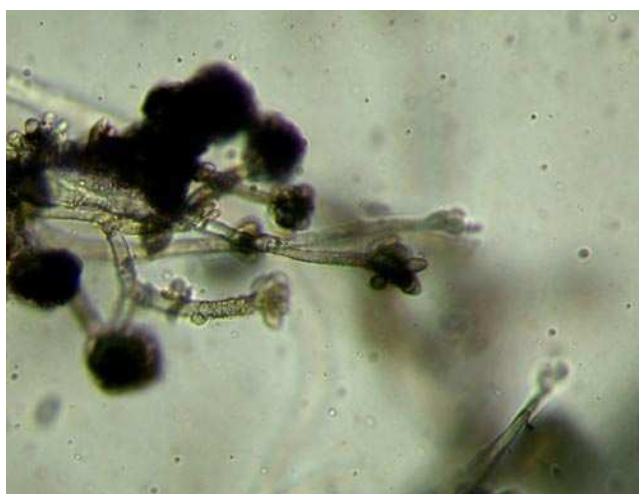
Rod *Sporotrychum* tvoří ploché kompaktní kolonie omezeného růstu, které jsou zpočátku bílé, ale při dozrávání se barva mění na žlutou až slabě růžovou. *Sporotrychum* nevytváří speciální konidiofory a konidie jsou umístěny na velmi krátkých násadkách na konci hyf. *Sporotrychum* je druh saprofytických psychotropních hub, vyskytujících se na rostlinných materiálech a v chladírenských skladech na mase [27].

Sporotrychum aureum je ušlechtilá forma, která se účastní při zrání sýrů francouzského typu, u něhož tvoří typické žluté skvrny. *Sporotrychum aureum* tvoří nepravidelné polštářkové porosty [2, 27].

4.3 Rod *Stachybotrys*

Tento druh plísně roste na sladinovém agaru ve formě šedobílých kolonií, jejichž zbarvení později přechází až do šedočerného. Spodní strana kolonií je vždy černá. Plíseň má článkovité konidiofory, které jsou v horní části bradavičnaté. Na vrcholu konidioforu vyrůstá svazek kyjovitě rozšířených fialid s charakteristickým krátkým výčnělkem. Na něm se vyvíjejí oválné šedočerné konidie [27].

Stachybotrys chartarum (Obr. 18) je saprofyt, který lze izolovat z půdy, ze slámy, ale také se může vyskytovat na starém papíře. Ke svému růstu vyžaduje vlhký a vláknitý substrát s vysokým obsahem celulosy. Mykotoxiny této houby způsobují tzv. stachybotryotoxikózu koní. Průmyslově se *Stachybotrys chartarum* využívá na výrobu celulas [27].



Obr. 18. *Stachybotrys chartarum*

4.4 Rod *Botrytis*

Tento rod se vyznačuje stromečkovitě větvenými konidiofory, na jejichž koncích se tvoří konidie v hroznovitém uspořádání připomínajícím vinnou révu. Konidie mají tvar kulovitý nebo protáhlý a jsou vždy jednobuněčné. Rod *Botrytis* je psychrofilní a způsobuje hnilobu masa i ovoce skladovaného při nízkých teplotách [5].

Botrytis cinerea (Obr. 19) se nazývá plíseň šedá podle svého zbarvení. Plíseň má šedé nebo nahnědlé mycelium s rozvětvenými vícebuněčnými hyfy. Produkuje diastické a proteolytické enzymy, cukry rozkládá za tvorby kyseliny šťavelové. Občas můžeme v kultuře pozorovat černá sklerocia terčovitého tvaru, s jejichž pomocí houba přetrvává nepříznivé podmínky vnějšího prostředí. Za vlhkého počasí způsobuje často hniloby rajčat a jahod. Tento rod má však pozitivní účinky, protože tvoří ušlechtilou plíseň na vinných hroznech, kde poškozuje slupku bobulí a tím zvyšuje výpar vody, který je žádoucí pro přípravu vín tokajského typu [17].



Obr. 19. Botrytis cinerea

ZÁVĚR

Mikroorganismy využívané v potravinářství jsou nedílnou součástí velkého množství výrobků, které by bez jejich přítomnosti nemohly vzniknout. Mléčné bakterie se používají jako startovací kultury při výrobě široké škály kysaných mléčných výrobků. Nejvýznamnější kvasinka *Saccharomyces cerevisiae* nachází uplatnění při výrobě piva, vína a pekařských výrobků. Některé druhy nejznámějšího rodu *Penicillium* se využívají jako ušlechtilá plíseň při výrobě plísňových sýrů. Mikroorganismy se podílejí na vytváření konzistence, typické chuti a aromatu výrobků, mohou také zabraňovat kontaminaci potravin nežádoucí mikroflórou. Proto jsou potravinářsky užitečné mikroorganismy důležité nejen pro výrobu potravin, ale také pro jejich údržnost.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ŠILHÁNKOVÁ, L. *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology* [online]. 2. Klimentská 30, Praha 1 : Victoria Publishing, a.s., 1995, ISBN 80-85605-71-6.
- [2] GÖRNER, F.; VALÍK, L. *Aplikovaná mikrobiológia potravín* [online]. 9. Radlinského 9, Bratislava : Malé centrum, 2004, ISBN 80-967064-9-7.
- [3] ROSYPAL, S. *Obecná bakteriologie* [online]. 1. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1981
- [4] BEDNÁŘ, M.; FRAŇKOVÁ, V.; SCHINDLER, J.; SOUČEK, A.; VÁVRA, J. *Lékařská mikrobiologie* [online]. 2. Kateřinská 32, Praha 2 : Marvil, 1996
- [5] KLABAN, V. *Ilustrovaný mikrobiologický slovník* [online]. 1. Na Bělidle 34, Praha 5 : Galén, 2005
- [6] OLŠANSKÝ, Č. *Mikrobiologie* [online]. 1. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1958
- [7] ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). *Microorganisms in foods* [online]. 2. New York : Kluwer Academic, 2005, ISBN 0-306-48675-X
- [8] [online]. Available from www: <http://www.veda.cz/article.do?articleId=9772>
- [9] BETINA, V. *Mikrobiológia I* [online]. 1. Bratislava : Fakulta chemickotechnologická, 1995, ISBN 80-227-0755-4.
- [10] SCHMIDT, R. H.; RODRICK, G. E. *Food Safety Handbook* [online]. 1. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc, 2003, ISBN 0-471-21064-1.
- [11] MERGL, M.; OBERMAIER, O. *Mikrobiologie mlékárenská pro 2. ročník SOU* [online]. 1. Praha : SNTL, 1985, ISBN 04-808-85.
- [12] HUDECOVÁ, D.; MAJTÁN, V. *Mikrobiológia I* [online]. 1. Bratislava : STU, 2002, ISBN 80-227-1663-4.
- [13] ADAMS, M. R.; MOSS, M. O. *Food Mikrobiology* [online]. 2. Cambridge : Royal Society of Chemistry, 2000, ISBN 0-85404-611-9.

- [14] HOLS, P.; HANCY, F.; FONTAINE, L.; GROSSIORD, B.; PROZZI, D.; LEBLONDBOURGET, N.; DECARIS, B.; BOLOTIN, A.; DELORME, Ch.; EHRLICH, S.D.; GUÉDON, E.; MONNET, V.;RENAULT, P.; KLEEREBEZEM, M. New insights in the molecular biology and physiology of *Streptococcus thermophilus* revealed by comparative genomics. *FEMS Microbiol. Rev.* 2005, vol. 29, p. 435-463.
- [15] HUTKINS, R.; HALAMBECK, S. M.; MORRIS, H. A. Use of galactose-fermenting *Streptococcus thermophilus* in the manufacture of Swiss, Mozzarella and short-method Cheddar cheese. *J. Dairy Sci.* 1985, vol. 69, p. 1-8.
- [16] FRANK, H.K.; *Dictionary of Food Microbiology* [online]. 2. Lancaster, Pennsylvania : Technomic publishing company, 1992, ISBN 1-56676-010-0.
- [17] FROLKOVÁ, P. *Bakterie v procesu výroby vína* [online]. Brno : Masarykova Univerzita
- [18] PŘECECHTĚL, F.a kol.; *Lékařská mikrobiologie* [online]. Brno : Masarykova Univerzita, Fakulta lékařská, 1995
- [19] Lea, A. G. H.; Piggott, J. R.; *Fermented beverage production* [online]. 1. Glasgow : Blackie Academic & Professional, 1995, ISBN 0-7514-0027-0
- [20] RUDOLFOVÁ, J.; ČURDA, L. *Prebiotický účinek galaktooligosacharidů a využití laktosy pro jejich produkci* [online]. Available from www: < http://chemicke-listy.cz/docs/full/2005_03_168-174.pdf >
- [21] ZÁVADOVÁ, M. *Anaerobní bakterie a anaerobní infekce* [online]. Praha : Avicenum, zdravotnické nakladatelství, 1986
- [22] JANDEROVÁ, B.; BENDO VÁ, O. *Úvod do biologie kvasinek* [online]. Praha : Karolinum, 1999
- [23] KOCKOVÁ-KRATOCHVÍLOVÁ, A. *Taxonómia kvasinek a kvasinkovitých mikroorganizmov* [online]. Bratislava : Alfa, 1990
- [24] MONTVILLE, T.J.; MATTHEWS, K.R. *Food microbiology an introduction* [online]. 1. USA : ASM Press, 2005, ISBN 1-55581-308-9.

- [25] MONTVILLE, J.; BERDELL, R.; CHRISTINE, L. *Microbiology an itroduction* [online]. 9. 1301 Sansome Street, San Francisco : Library of Congress Cataloging in Publication Data, 2006, ISBN 0-8053-4791-7.
- [26] DEACON, J. *Fungal biology* [online]. Blackwell Publishink Ltd, 2006
- [27] FASSATIOVÁ, O. *Plísně a vláknité houby v technické mikrobiologii* [online]. Praha : Nakladatelství technické literatury, 1979

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DNA Deoxyribonukleová kyselina

HACCP Analýza kritických kontrolních bodů (Hazard Analysis and Critical Control Point)

(G+) Gram pozitivní

(G-) Gram negativní

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Prokaryotická buňka</i>	12
<i>Obr. 2. Micrococcus uspořádaný v tetrádách.</i>	13
<i>Obr. 3. Micrococcus roseus</i>	14
<i>Obr. 4. Lactococcus lactis subsp. lactis</i>	15
<i>Obr. 5. Streptococcus</i>	17
<i>Obr. 6. Leuconostoc</i>	19
<i>Obr. 7. Oenococcus oeni</i>	20
<i>Obr. 8. Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis</i>	25
<i>Obr. 9. Brevibacterium linens</i>	27
<i>Obr. 10. Propionibacterium freudenreichii subsp. freudenreichii</i>	28
<i>Obr. 11. Bifidobacterium longum</i>	30
<i>Obr. 12. Acetobacter aceti</i>	31
<i>Obr. 13. Xanthomonas campestris</i>	32
<i>Obr. 14. Sacharomyces cerevisiae</i>	35
<i>Obr. 15. Kluyveromyces marxianus subsp. marxianus</i>	36
<i>Obr. 16. Schizosaccharomyces pombe</i>	37
<i>Obr. 17. Penicillium roqueforti</i>	40
<i>Obr. 18. Stachybotrys chartarum</i>	41
<i>Obr. 19. Botrytis cinerea</i>	42