

Vliv přidavku vybraných karagenanů na titrační kyselost fermentovaných mléčných výrobků

Lenka Nenutilová

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: **Lenka NENUILOVÁ**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**
Téma práce: **Vliv přídavku vybraných karagenanů na titrační kyselost fermentovaných mléčných výrobků**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

- Fermentované mléčné výrobky
- Jogurty
- Jogurtová kultura
- Karagenany

II. Praktická část

- Metodika
- Výsledky a diskuze

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] TAMINE, A.Y., ROBINSON, R.K. Yoghurt, Science and Technology, Printed by TJ International, Cornwall, England 1999.

[2] ŽIŽKA, B., MARTINKOVÁ, Z. Mikrobiologie, SNTL, Praha 1980.

[3] http://utb.cepac.cz/Screens/ContentProvider.aspx/Jy1pOy5q5fi5ROaJ-JIKwMHGEFMjmeR8FLRUwXLLrOU1/M0029_mlekarenska_technologie/distančni_text/menu/index.h

[4] ŠTÍPKOVÁ, J. Historie průmyslové výroby kysaných výrobků - jogurtů - od nového produktu z 30.let 20.století k dnešku, Potravinářská revue, Agral, 3/2007: 19-23.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. František Buňka, Ph.D.

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

16. února 2009

Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2009

Ve Zlíně dne 31. května 2009



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je zkoumat vliv přídavku karagenanů (κ -karagenan a ι -karagenan) s cílovou koncentrací 1 %, 0,5 %, 0,25 %, 0,15 %, 0,125 %, 0,0625 %, 0,019 % a 0,0096 % w/w na titrační kyselost jogurtů a na konzistenci jogurtů. Bylo zjištěno, že s rostoucí koncentrací karagenanu se zvyšuje tuhost výrobku, což je způsobeno intenzivnějšími interakcemi mezi karagenanovými řetězci vedoucím k tvorbě „hustší sítě“. Při koncentracích nad 0,02 % dochází k tak intenzivní agregaci, že je vypuzena syrovátka. Přídavek karagenanů rovněž zvyšuje titrační kyselost finálních výrobků, přičemž vyšší titrační kyselost vykazují jogurty kultivované při 37 °C. Zvýšení titrační kyselosti je pravděpodobně dáno schopností mikroorganismů štěpit galaktózu v přítomnosti karagenanů. Titrační kyselost po přídavku karagenanů se pohybovala v rozmezí 40 – 60 °SH a bez přídavku karagenanů v rozmezí přibližně 40 – 50 °SH.

Klíčová slova: karagenan, jogurt, titrační kyselost, konzistence

ABSTRACT

The aim of this thesis is to examine the effect of the addition of carrageenan (κ -carrageenan and ι -carrageenan) with target concentrations of 1%, 0,5%, 0,25%, 0,15%, 0,125%, 0,0625%, 0,019% and 0,0096% w/w in the titratable acidity of yoghurt and yoghurt consistency. It was found that with increasing concentration of carrageenan is increasing rigidity of product, which is due to more intensive interaction between carrageenan's chain leading to the formation of "a denser network. At concentrations above 0,02% leads to aggregation so intense that it is crowding out the whey. The addition of carrageenan also increases the titratable acidity of final products, with higher titratable acidity record yoghurt cultured at 37 °C. The increase in titratable acidity is probably due to the ability of microorganisms to fragment galactose in the presence of carrageenan. Titratable acidity by the addition of carrageenan ranged from 40 - 60 °SH and without the addition of carrageenan in the range of approximately 40 - 50 °SH.

Keywords: carrageenan, yoghurt, titrating acidity, consistence


Poděkování, motto

Za odbornou pomoc, konzultaci a vedení děkuji vedoucímu své bakalářské práce doc. Ing. Františku Buňkovi, Ph.D.

Rovněž bych ráda poděkovala Bc. Petře Sekulové za pomoc s praktickou částí.

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

Ve Zlíně



.....
Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 FERMENTOVANÉ MLÉČNÉ VÝROBKY	11
1.1 DĚLENÍ FERMENTOVANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ	12
1.1.1 Fermentované výrobky s mezofilními bakteriemi.....	12
1.1.2 Fermentované výrobky s termofilními bakteriemi.....	14
1.1.3 Fermentované výrobky s bakteriemi a kvasinkami.....	15
1.1.4 Výrobky s použitím doplňujících kultur	15
2 JOGURT	18
2.1 HISTORIE JOGURTŮ.....	18
2.1.1 Vývoj výroby jogurtů v českých zemích	19
2.1.2 Další vývoj v 60. až 80. letech 20. století.....	19
2.1.3 Změny v 90. letech a současná situace v sortimentu jogurtů.....	20
2.2 DĚLENÍ JOGURTŮ.....	21
2.3 VÝROBA JOGURTŮ.....	22
2.3.1 Výběr mléka.....	23
2.3.2 Standardizace tuku a tukuprosté sušiny	23
2.3.3 Deaerace.....	24
2.3.4 Homogenizace	24
2.3.5 Tepelné ošetření mléka.....	24
2.3.6 Chlazení na teplotu zakysání.....	25
2.3.7 Fermentace	25
2.3.8 Přídavek přísad	26
2.3.9 Plnění a chlazení.....	27
3 JOGURTOVÁ KULTURA	28
3.1 <i>STREPTOCOCCUS SALIVARIUS</i> SUBSP. <i>THERMOPHILUS</i>	30
3.2 <i>LACTOBACILLUS DELBRUECKII</i> SUBSP. <i>BULGARICUS</i>	31
4 KARAGENANY	33
II PRAKTICKÁ ČÁST	35
5 METODIKA PRÁCE	36
5.1 VÝROBA JOGURTŮ.....	36
5.2 STANOVENÍ TITRAČNÍ KYSELOSTI.....	36
5.3 SENZORICKÉ HODNOCENÍ KONZISTENCE.....	37
6 VÝSLEDKY A DISKUZE	38
6.1 VÝSLEDKY STANOVENÍ TITRAČNÍ KYSELOSTI.....	38
6.2 SOUHRNNÁ DISKUZE VÝSLEDKŮ	43
ZÁVĚR	45

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	46
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	48
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	49
SEZNAM TABULEK	50
SEZNAM GRAFŮ.....	51
SEZNAM PŘÍLOH.....	52

ÚVOD

Mléko a mléčné výrobky mají ve výživě člověka důležité postavení. Je to potravinu kojenců, důležitá součást stravy pro dospívající, dospělé, staré i nemocné lidi. Rovněž kysané mléčné výrobky zastávají důležitou roli ve výživě člověka. Jsou zdrojem biologicky hodnotné mléčné bílkoviny kaseinu, mléčného tuku, vápníku a vitaminů A, D, E a vitaminů skupiny B (riboflavin, pyridoxin a kobalamin).

Záměrem bakalářské práce je popsat vliv přídavku karagenanů (ι -karagenanu a κ -karagenanu) na titrační kyselost jogurtů.

Hydrokoloidy se v dnešní době využívají při výrobě potravin z důvodu ovlivnění jakosti finálního výrobku, ale také z ekonomických důvodů. Karagenany se v potravinářském průmyslu využívají jako zahuš'ovadlo, gelotvorná látka a stabilizátor. Používají se nejen v mlékárenském a masném průmyslu, ale využití mají i v dalších oborech (v kosmetice atd.).

Práce je rozdělena do šesti kapitol. První čtyři kapitoly v teoretické části charakterizují rozdělení fermentovaných mléčných výrobků, dále charakterizují jogurt a jeho výrobu, včetně jogurtové kultury (*Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) a je přiblížena charakteristika karagenanů. Praktická část se skládá ze dvou kapitol, v první kapitole je charakterizována metodika použité analýzy. V poslední kapitole jsou prezentovány získané výsledky a na jejich základě jsou vytvořeny závěry.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 FERMENTOVANÉ MLÉČNÉ VÝROBKY

Komoditní vyhláška 77/2003 Sb. pro mléko a mléčné výrobky definuje kysané mléčné výrobky jako výrobky získané kysáním mléka, smetany, podmáslí nebo jejich směsi za použití stanovených mikroorganismů, tepelně neošetřených po kysacím procesu. Jogurtem rozumí kysaný mléčný výrobek vyrobený za použití termofilní jogurtové kultury.[3] [17]

Fermentace mléka je příkladem prodloužení trvanlivosti výrobků biologickou konzervací. Během fermentace je část přítomné laktosy přeměněna na kyselinu mléčnou. Současně vznikají v závislosti na typu mikroorganismů použitých pro fermentaci karboxylové sloučeniny, těkavé mastné kyseliny, aminokyseliny, ethanol, polysacharidy, oxid uhličitý, některé vitaminy. Všechny tyto sloučeniny v součinnosti s dalšími faktory jsou zodpovědné za nutriční, sensorické, příp. dietetické vlastnosti fermentovaných mlék. Vzniklá kyselina mléčná snižující pH výrobku na hodnoty 3,8 až 4,6 zamezuje růstu nežádoucích bakterií, avšak vytváří vhodné prostředí pro růst kvasinek a plísní, které nejčastěji způsobují mikrobiální vady fermentovaných mlék, pokud nastanou podmínky umožňující kontaminaci výrobků.[3]

K výrobě zakysaných výrobků je nutno použít jako surovinu vysoce kvalitní mléko. Hodnotí se zde zejména jeho kysací aktivita, to je schopnost správného růstu přidávané mikroflóry. Kvalitní mléko, s výjimkou mléka několik 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 působí rovněž zbytky čistících a dezinfekčních prostředků používaných při čištění vemene a dojícího zařízení, které se mohou do mléka dostat při nedokonalém opláchnutí. Samozřejmě výrazně zhorší kysací aktivitu mléka i přídavek jakýchkoliv konzervačních prostředků, jejich používání je však zakázáno. Všechny tyto nežádoucí látky se souhrnně označují jako inhibiční látky, nebo rezidua inhibičních látek. Nejcitlivější na působení inhibičních látek jsou jogurtové kultury, proto se jich také využívá při testu na kysací aktivitu mléka.[9]

Výrobky kysané, ale tepelně ošetřené po kysacím procesu lze uvádět na trh s patřičným označením. V žádném případě nejde o jogurty nebo sortiment kysaných výrobků. Většinou jsou to mléčné nápoje nebo dezerty, které tvoří nadstavbu sortimentu s trvanlivostí prodlouženou tepelným záhřevem před balením, ale za cenu likvidace kysací mikroflóry.[8]

Požadavky na mikroorganismy vyskytujících se v kysaných mléčných výrobcích jsou uvedeny v tabulce 1.[16]

Tabulka 1: Druhy živých mikroorganismů v kysaných mléčných výrobcích (dle vyhlášky č. 77/2003 Sb.) [17]

Druh výrobku	Použité mikroorganismy	Mléčná mikroflóra výrobku v 1 g
Acidofilní mléko	<i>Lactobacillus acidophilus</i> , popřípadě další bakterie mléčného kvašení (dále jen BMK)	10^6 <i>L.acidophilus</i>
Jogurt	Protosymbiotická směs <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> a <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	10^7
Kysané mléko, smetanový zákys, podmáslí a kysaná smetana	Monokultury nebo směsné kultury bakterií mléčného kvašení	10^6
Kefir	Kvasinky, <i>Kluyveromyces</i> , <i>Saccharomyces</i> , BMK	BMK 10^6 Kvasinky 10^4
Kefírové mléko	Kvasinky, <i>Kluyveromyces</i> , <i>Torulopsis</i> , <i>Candida</i> , BMK	BMK 10^6 Kvasinky 10^2
Kysaný mléčný výrobek s bifidobakteriemi	<i>Bifidobacterium sp.</i> v kombinaci s BMK	10^6 bifidobakterie

1.1 Dělení fermentovaných mléčných výrobků

Podle použité suroviny, druhu kultur mikroorganismů, použití přísad a dalších technologických kroků je možno zakysané mléčné výrobky dále třídit. Je možno rozlišit následující skupiny zakysaných mléčných výrobků: fermentované mléčné výrobky s mezofilními bakteriemi, fermentované mléčné výrobky s termofilními bakteriemi, fermentované mléčné výrobky s bakteriemi a kvasinkami a fermentované mléčné výrobky s doplňkovou kulturou.[9]

1.1.1 Fermentované výrobky s mezofilními bakteriemi

Fermentované mléčné výrobky s využitím mezofilních bakterií mléčného kvašení se obvykle dělí na kysaná mléka, kysané smetany a kysané podmáslí.[3] [5]

Mezofilní bakteriální kultury jsou složeny z mezofilních koků rodů *Lactococcus* a *Leuconostoc*. V kulturách obvykle dominují (obsah více než 90 %) tzv. kyselinotvorné koky *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* a *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, které při homofermentativním rozkladu laktosy obsažené v mléce produkují L(+) izomer kyseliny mléčné, který je fyziologicky výhodnější. *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* je z uvedené dvojice mikroorganismů citlivější k působení různých vnějších a vnitřních faktorů např. teplot (neroste při 45 °C) nebo koncentrace NaCl (neroste při 4 % NaCl), a při opakovaném přeočkování se jeho podíl v mezofilních kulturách snižuje.[3]

Druhou složku mezofilních kultur tvoří tzv. aromatické koky, často nazývané rovněž citrát využívající (Cit+) koky, které se kromě produkce kyseliny mléčné z laktosy vyznačují rozkladem citrátů v mléce, z nichž produkují oxid uhličitý a směs čtyřuhlíkatých sloučenin, z nichž biacetyl je nositelem typického aromatu. Aromatické koky jsou zastoupeny *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*, který se vyznačuje homofermentací laktosy, při níž tvoří L(+) izomer kyseliny mléčné a heterofermentativní druhy *Leuconostoc lactis* a *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, které z laktosy tvoří D(-) izomer kyseliny mléčné, oxid uhličitý a ethanol nebo acétát.[3]

Mezofilní kultury se podle podílu aromatických mikroorganismů dělí na nearomatické, obsahující pouze kyselinotvorné koky (typ O) a aromatické, obsahující vedle kyselinotvorných koků buď *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (typ D) nebo druhy rodu *Leuconostoc* (typ L) nebo *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* i *Leuconostoc* (typ DL).[3]

Mezofilní kultury nearomatické se používají k výrobě mlékárenských výrobků, kde není žádoucí produkce plynu a aromatických látek, (např. pro výrobu sýrů s uzavřenou strukturou jako je např. Čedar), aromatické kultury naopak v těch případech, kdy je tvorba plynu a aromatických látek žádoucí (zakysaná mléka, máslo ze zakysané smetany, sýry s tvorbou ok např. Gouda).[3]

Kysané výrobky získané pomocí mezofilních bakterií mléčného kvašení rozdělujeme do následujících skupin:

- kysaná mléka se vyrábí z homogenizovaného vysokopasterovaného mléka s obsahem tuku 0,5 – 3,5 %. Fermentaci zajišťuje aromatická mezofilní kultura. Činností této kultury dochází asi po 16 hodinách působení k jemnému vysrážení mléka, sraženina má hladkou hustou konzistenci, minimálně odděluje syrovátku. Očkovací dávka se volí podle

aktivity zákysu i podle výše kultivační teploty a pohybuje se v rozmezí od 0,5 do 1,5 % provozního zákysu. Teplota fermentace je obvykle 18 – 21 °C. Nižší teplota, zvláště ke konci fermentace, zajistí vyšší obsah aromatických látek. Vyšší teploty v rozmezí 23 – 25 °C lze zvolit jen tehdy, když mléko během kysání chladne. Fermentace probíhá 16 – 20 h, a je ukončena, když je dosaženo titrační kyselosti 38 – 42 SH, což odpovídá obsahu kyseliny mléčné 0,85 – 0,95 %. Po prokysání je nutno výrobek zchladit na teplotu 8 °C i nižší a při této teplotě ho udržovat až do doby konzumace. Udávaná trvanlivost těchto výrobků bývá 2-3 dny.[9] [3]

- kysané smetany (obvyklý obsah tuku 10 – 12 % nebo 20 – 30 %) jsou fermentované mléčné výrobky jemné, mírně kyselé chuti a viskózní konzistence. U smetan s obsahem tuku 10 – 12 % 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. K fermentaci smetan se používá mezofilních aromatických kultur. Naočkovává 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. Finální titrační kyselost smetan je ve srovnání se zakysaným mlékem nižší, 28 – 35 SH. Trvanlivost výrobků bývá udávána 2-6 dnů při trvalém uchování v chladu. Pro zlepšení konzistence zakysaných smetan a k dosažení větší hustoty krému a zabránění oddělování syrovátky se často do zakysaných smetan přidávají stabilizátory.[3] [9] [5]
- kysané podmásli: podmásli je vedlejší produkt při výrobě másla ze sladké nebo fermentované smetany, které obsahuje z hlediska výživy cenné složky (bílkoviny, fosfolipidy). Obsahuje asi 0,5 % tuku včetně zvýšeného podílu fosfolipidů z obalů tukových kuliček. Oxidace fosfolipidů je příčinou rychlého zhoršování chuti podmáslí. Fermentace prodlužuje trvanlivost a pomáhá překonat nežádoucí příchut' tohoto nutričně hodnotného produktu. Tepelně ošetřené podmásli (90 – 95 °C po dobu 5 minut) se fermentuje aromatickou mezofilní kulturou, vyšší produkce oxidu uhličitého není na závadu. Podmásli se nechá prokysat při teplotě 18 – 20 °C do titrační kyselosti 30 SH a po vychlazení na 5-7 °C se plní do spotřebitelských obalů.[3] [5]

1.1.2 Fermentované výrobky s termofilními bakteriemi

Celosvětově patří k nejrozšířenějším fermentovaným výrobkům s termofilními bakteriemi

mléčného kvašení jogurty (blíže charakterizováno v kapitole 2).[9]

1.1.3 Fermentované výrobky s bakteriemi a kvasinkami

Typickými představiteli této skupiny výrobků jsou fermentované mléčné nápoje asijského původu: kefir a kumys, které jsou lokálně vyráběny podomácku z mléka různých živočišných druhů (ovčího, kozího, kobyliho, kravského). V průmyslovém měřítku se v různých zemích vyrábí kefir nebo kefirové mléko s použitím zákysových kultur získaných přímo z kefirových zrn složených z polysacharidů a biomasy bakterií a kvasinek nebo uměle sestavených.[3] [5]

Přesné složení mikroflóry těchto kultur není konstantní, obvykle se vyskytují laktokoky, laktobacily a kvasinky rodů *Saccharomyces*, *Kluyveromyces*, *Candida* a *Torula*. Od dříve zmíněných skupin fermentovaných mléčných nápojů se kefir liší nejen přítomností kvasinek, ale i odlišným charakterem biochemických pochodů, které probíhají během fermentace. U kefiru se uplatňuje homofermentativní i heterofermentativní mléčné kvašení a etanolové kvašení. Typické aroma je výsledkem rovnováhy mezi kyselinou mléčnou, biacetylem, acetaldehydem, ethanolem a acetonem. Šumivý charakter nápoje je výsledkem produkce oxidu uhličitého. Poměr mléčného a etanolového kvašení je dán charakterem kultury (kefirová zrna, uměle sestavená kultura) a podmínkami kultivace. Vyšší teplota kultivace podporuje bakterie, nižší teplota a provzdušňování mléka podporuje činnost kvasinek. Na délce kultivace záleží i hloubka a rozsah proteolýzy a lipolýzy.[3]

Při průmyslové výrobě kefiru, který je obvykle vyráběn z mléka kravského s tučností 0,5 až 6 %, se mléko standardizuje, homogenizuje a pasteruje jako při výrobě ostatních fermentovaných mléčných nápojů, ochladí na teplotu 18 – 23 °C a zaočkuje 1 – 4 % kefirové kultury. Inkubace se často provádí dvojstupňově: v prvním stupni, který trvá přibližně 12 h při teplotě 22 – 23 °C, proběhne prokysání (asi na pH 4,5). Koagulát je poté v tanku promíchán a ochlazen na 14 – 16 °C. Při této teplotě probíhá tzv. zrání po dobu 12 až 14 h podporující rozvoj kvasinek, při kterém dále mírně poklesne pH. Po této době je kefir rychle ochlazen na deskovém výměníku tepla a naplněn do obalů. Pokud není kefir dobře vychlazen, má tendenci k rychlému zhoršování kvality.[5] [3]

1.1.4 Výrobky s použitím doplňujících kultur

Probiotika jsou potraviny nebo výživové doplňky obsahující živé mikroorganismy působící pozitivně na organismus lidí a zvířat. První výroba fermentovaných mléčných výrobků

obsahujících probiotické mikroorganismy se uskutečnila v Japonsku ve dvacátých letech 20. století, k výrobě bylo použito bakterií *Lactobacillus acidophilus* a *Lactobacillus casei*. Dnes se významně rozšířil počet mikrobiálních druhů používaných při výrobě nejrůznějších probiotických produktů (např. „sladká“ mléka, syrovátkové nápoje, sýry, tvarohy, ovocné šťávy, farmaceutické preparáty), avšak fermentovaná mléka stále zůstávají nejdůležitějším vektorem pro transport probiotických bakterií do zažívacího traktu člověka. Bakterie používané do těchto produktů náleží nejčastěji mezi rody *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Enterococcus* a *Bifidobacterium*. [3]

Výrobky získané fermentací mléka mikroorganismy *Lactobacillus acidophilus* a *Bifidobacterium* sp. působí pozitivně na trávicí pochody a celkový zdravotní stav konzumentů. Vzhledem k organoleptickým vlastnostem acidofilní kultury (velmi ostře kyselá chuť) a bifidových kultur (výrazná ovocná chuť u kmenů *Bifidobacterium bifidum*), které nejsou konzumenty pozitivně přijímány se obvykle pro výrobu používají kombinace s jinými kulturami. Např. acidofilní mléko (*Lactobacillus acidophilus* + smetanový zákys), biokys (*Lactobacillus acidophilus* + *Bifidobacterium bifidum* + *Pediococcus acidilactici*). Výroba této skupiny fermentovaných výrobků často vyžaduje přípravu několika typů zákysových kultur. [5]

Acidofilní mléko se získává metodou oddělené fermentace 10 % obj. vysokopasterované homogenizované směsi zakysané acidofilní kulturou (fermentace 12 – 15 h při 37 °C) a 90 % obj. stejně ošetřené směsi základní smetanovou kulturou (kysání 15 – 19 h při 21 – 23 °C). Po skončení fermentace v oddělených fermentačních nádobách se obě sraženiny smíchají a homogenizují při tlaku 5 – 8 MPa, vychladí pod 10 °C a plní do spotřebitelských obalů. [5]

Pro výrobu tradičních fermentovaných mlék jsou mikroorganismy selektovány na základě schopnosti růst a produkovat organické kyseliny v mléce a vlastností ovlivňujících reologické a sensorické vlastnosti výrobku. V případě probiotických produktů je výběr prováděn na základě prokázaných a potenciálních pozitivních efektů na organismus člověka, nicméně mikroorganismus nesmí negativně ovlivňovat vlastnosti finálního produktu. Probiotické kmeny jsou často izolovány z lidského zažívacího traktu. Přednostně jsou využívány probiotické kmeny, které jsou schopné růst v mléce, a které vykazují maximální životaschopnost po celou dobu skladování produktu. Počet živých mikroorganismů, který by měl být přítomen v probiotickém výrobku je předmětem rozsáhlých diskusí, ale obvykle

se vyžaduje alespoň $10^6 - 10^8$ KTJ ml⁻¹. Proto jsou vyvíjeny nové technologie pro výrobu probiotických fermentovaných mlék, které by zajistily vysoký počet probioticky aktivních bakterií ve výrobku, i nové metody monitorování přítomnosti probiotických bakterií ve výrobcích.[3]

Probiotické kultury bývají v různých kombinacích přidávány k základním kulturám. Přehled hlavních probiotických kmenů, jejich taxonomické a obchodní označení a původ uvádí tabulka č.2.[16]

Tabulka 2: Hlavní druhy a kmeny probiotických bakterií používaných v kysaných mléčných výrobcích [16]

Taxonomické označení, sbírkové číslo (označení)	Obchodní názvy	Původ
<i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>lactis</i> DN-173 010	Bifidobacterium lactis, Bifidus activ, Bifidus essensis, Bifidus actiregularis	Danone Vitapole, Palaiseau, Francie
<i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>lactis</i> Bb 12	Bifidobacterium lactis	Christian Hansen A/S, Hørsholm, Dánsko
<i>Bifidobacterium breve</i> kmen Yakult	Bifidobacterium breve	Yakult Honsha, Tokyo, Japonsko
<i>Bifidobacterium longum</i> BB 536	Bifidobacterium longum Morinaga	Morinaga Milk Industry, Japonsko
<i>Lactobacillus acidophilus</i> LA 5	Lactobacillus acidophilus La 5	Christian Hansen A/S, Hørsholm, Dánsko
<i>Lactobacillus casei</i> DN 114 001	L.casei imunitass	Danone Vitapole, Palaiseau, Francie
<i>Lactobacillus casei</i> kmen Shirota	Lactobacillus casei	Yakult Honsha, Tokyo, Japonsko

2 JOGURT

Podle české i mezinárodní legislativy se jogurtem rozumí kysaný mléčný výrobek získaný kysáním mléka jogurtovou kulturou. Jde o protosymbiotickou směs *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a výrobek musí mít do doby spotřeby nejméně 10^7 živých mikroorganismů v 1 g. Jako optimální poměr se uvádí 1:1, významná převaha jednoho mikroorganismu mění vlastnosti výrobku.[4] [17]

U jogurtu mohou být kromě základní jogurtové kultury přidávány další kmeny produkující kyselinu mléčnou a pomáhající dotvářet specifickou chuťovou nebo texturní charakteristiku výrobku. Měl by však být zachován optimální poměr obou základních kmenů jogurtové kultury.[3]

Jogurt bílý smetanový musí mít nejméně 10,0 % mléčného tuku, jogurt bílý nejméně 3,0 % tuku, jogurt bílý se sníženým obsahem tuku méně než 3,0 % a jogurt bílý nízkotučný nebo odtučněný méně než 0,5 % tuku. Obsah sušiny tukuprosté musí být nejméně 8,2 %. Příklad ochuzující složky smí být nejvýše 30 % hmotnostních, u jogurtů v praxi je to 15 – 18 %, u jogurtů se sladidly méně.[4]

Jogurt je nutričně bohatý na bílkoviny, vápník, riboflavin, vitamin B6 a vitamin B12.[1]

2.1 Historie jogurtů

Legenda říká, že jogurt vznikl zázrakem přírody v pohoří Kavkaz. Na jižní straně hory Dobrus se rozvíjely mikroorganismy preferující vyšší teploty, 40 °C až 45 °C, a umožnily vhodné prokysání nadojeného mléka v kožených vacích a hliněných nádobách, které používali tamní turečtí nomádi. Mléčná kultura se ve vhodném prostředí samovolně udržovala. Podle některých zdrojů se již v 8. století pro takto prokysané mléko užíval název „yogurut“, v 11. století upravený na „yoghurt“, který zůstává v obměně národních přepisů dosud (Yoghurt, yoghurt, yogurt, jagurt, jogurt). Potravinu bylo možno uchovávat a konzumovat po delší dobu než čerstvé mléko, měla dobrou chuť, a tak se příprava rozšiřovala. Některé zdroje uvádějí původ jogurtových kultur z Malé Asie, Středního východu, severní Afriky, ale i z Indie. Surovinou bylo ovčí, kozí nebo buvolí mléko.[4]

Radikální změnu původních způsobů výroby kysaných výrobků a celého mlékařství přinesly teprve velké objevy v oboru mikrobiologie a technická řešení výrobních podmínek. Čistě

mlékařské kultury zavedl kodaňský profesor Storch v roce 1890 a navrhl jejich aplikaci ve výrobě. Na jeho práci navázali opět mikrobiologové – ve Švýcarsku Freudenreich, v Dánsku Orla-Jensen a četní další badatelé.[4]

2.1.1 Vývoj výroby jogurtů v českých zemích

U nás se začaly v mlékárenské výrobě používat mlékařské kultury dánské provenience v posledních letech 19. století díky propagaci prostřednictvím kočujících učitelek, zejména paní Píchové a Lžičkové, zaměstnanců Zemědělské rady v Čechách. V období mezi 1. a 2. světovou válkou se výrobou a rozmnožováním kultur zabývaly české zemědělské ústavy, mlékařské školy v Plzni a Kroměříži (řed. Pavlák), v Laktologickém ústavu ČVUT nestor českého mlékařství prof. Laxa. Po roce 1948 byla soustředěna výroba tuzemských mlékařských kultur do speciálního provozu v Praze-Vokovicích v rámci mlékařského kombinátu Laktos, pod názvem Laktoflora.[4]

Již v roce 1913 publikoval prof. Laxa ve své knize „Mlékaření“ technologický postup výroby „jagurtu“ a fotografie „výrobní jagurtu v Radlické parní mlékárně na Smíchově“ a „zahušťování mléka k výrobě jagurtu v první české akciové mlékárně ve Vršovicích u Prahy“.[4]

Zkušenosti se v evropských zemích šířily z Bulharska, kde se jogurt vyráběl nejen tradičně v domácnostech, ale např. v Sofii ve velkých výrobnách, a to zaočkováním předem svařeného mléka, temperovaného v pohárkových nádobkách.[4]

2.1.2 Další vývoj v 60. až 80. letech 20. století

V 50. letech a počátkem 60. let se vyráběl jogurt ve velkém počtu malých i větších mlékáren, dodržovala se klasická technologie kultivace v „lahvičkách“ na vodní lázni. Mléko obohacené sušeným mlékem až do dávky 12 % hmotnostních se pastovalo v duplikátorech při teplotě 90 °C, kde se následně chladilo na zakysávací teplotu. K zakysání bylo třeba laboratorně připravit nejméně 1 % matečného jogurtového zákysu pro denní výrobu. Plnění jogurtových lahviček vyžadovalo hodně ruční manipulace, k prokysání se používaly většinou vodní lázně, někdy teplovzdušné komory. Tam byly problémy s dodržením standardních teplot celé šarže. Klasické širokohrdlé „jogurtovky“, velmi vhodné pro nabírání lžičkou při konzumaci, nebyly dobře použitelné k plnění a uzavírání Al-uzávěrem na lahvárenské lince. Tak se jogurt začal plnit do lahviček 250 ml s úzkým

hrdlem, které se používaly pro tekuté výrobky, zejména smetany. Poptávka po jogurtech stoupala, ale podstatnému zvýšení výroby bránila řada problémů. Výroba byla pracná, prostorově i energeticky náročná, vyžadovala dobré mytí vratných jogurtových přepravek. Tržní síť se dlouhodobě potýkala s chlazením mléčných výrobků. Podle platné celostátní normy byla deklarována použitelnost jogurtů bez přísad 4 dny od data výroby a jogurtů s přísadami 3 dny od data výroby. Pokud nebyl výrobek takto označen na obale, pak byla odběrateli dána záruka 1 den po dodání a výrobky se prodávaly krátce po dodání.[4]

Zvýšení výroby jogurtů umožnilo plnění jogurtů do plastových kelímků, nejprve z PVC a později z polystyrenu. Problémy představovala převlečná víčka a funkční uzávěr obalů zajistila až vhodná krycí fólie s termoplastickým nátěrem. Ale to už se rozšířila výroba krémovitého jogurtu v tancích a stáčení na výkonnějších automatických plničkách. Technologický postup spočíval ve srážení v duplikátorech nebo větších tancích při nižší teplotě a delší době (do druhého dne), s výhodou menší dávky matečného zákysu.[4]

Mezitím se projevíly potíže se zajišťováním dostatečného množství ovocné složky. Kvalitních džemů s vysokým podílem ovoce byl nedostatek, tak se musely použít i náhradní směsi, např. „pomazánka oranž“ s jablky a aromaty. V rámci n. p. Lacrum Brno navrhl dr. Sadílek výrobu jogurtu se sirupem v celé hmotě, kde ale sirup představoval především aromatizovaný a barevný cukerný roztok. Ve skleněných obalech bylo dobře patrné i odbarvování směsi z červené do našedlé, což vyplývalo z nestabilního barviva a potřebné kyselosti jogurtů – pH 3,8 až 4,2.[4]

Na základě zkušenosti z návštěvy v Řecku navrhl Ing. Vondruška v Liberecké mlékárně výrobu smetanového jogurtu. Bílý smetanový jogurt měl z počátku 12 % tuku, později, až do dneška 10 %. Vysoký obsah tuku umožnil dosáhnout dobrou konzistenci jogurtu i bez přídavku sušeného mléka.[4]

2.1.3 Změny v 90. letech a současná situace v sortimentu jogurtů

Nepříznivé změny v cenových relacích mléčných výrobků po roce 1990 vedly k výraznému poklesu prodeje. Postupným nárůstem kupní síly spotřebitelů a úsilím výrobců byly v několika dalších letech potíže překonány a sortiment kysaných mléčných výrobků představuje v ČR dynamický rozvoj. Na druhé straně se rychle otevřel trh pro dovoz zahraničních výrobků. Zpočátku se dovezly jako „jogurty“ i některé produkty tepelně

ošetřené po prokysání. V tomto směru legislativa a konkurenční prostředí mají pozitivní roli.[4]

Výroba kysaných výrobků a sýrů představuje hlavní skupiny mléčných výrobků s nárůstem výroby a spotřeby. Porovnáme-li výrobu jogurtů za posledních 20 let, pak v porovnání let 1985 a 2005 se zvýšila nejméně 2,5krát. K tomu rovněž vzrostla výroba dalších kysaných výrobků a nově se rozvíjí sortiment mléčných nápojů, z nichž některé jsou zakysané.[4]

2.2 Dělení jogurtů

Sortiment jogurtů z hlediska technologie, konzistence i použitých přídatných látek je značně široký. Jogurty se klasifikují dle použitého způsobu fermentace a dalšího zpracování koagulátu, dle obsahu sušiny, použité technologie a rozdílné konzistence a dále se dělí na jogurty přírodní a jogurty ochucené.[5]

Jogurtové typy podle sušiny, použité technologie a rozdílné konzistence:

- jogurt tzv. klasický se kultivuje a sráží ve spotřebitelských obalech po krátkou dobu, cca 4 hodiny, s následným chlazením – výrobky s pevnou, porcelánovitou až lomivou konzistencí podle obsahu tuku a sušiny.[4]
- jogurt krémovitý, srážený v tancích, po zamíchání předchlazený, následně plněný do obalů a vychlazený, krémovitá konzistence je hustší nebo řidší, závislá na obsahu sušiny, avšak s předpokladem konzumace lžičkou.[4]
- jogurtové mléko, vyráběné bez zahuštění mléka jako suroviny, po prokysání a promíchání má tekutou konzistenci jako nápoj.[4]
- mražený jogurt, vyráběný v zahraničí jako krémovitý jogurt a následně mražený jako ice-cream např. ve formě bloků a uchovávaný v hlubokomraženém stavu jako polotovar.[4]
- zahuštěný jogurt, vyráběný na Středním východě, v Řecku jako krémovitý, zahuštěný předem nebo následně na vyšší sušinu, aby byl formovatelný do tvaru kuliček (uvádí se obsah bílkovin nejméně 5,6 %). Výrobek je uchovávaný v olivovém oleji, případně s bylinkami.[4]
- jogurtové výrobky s nerozmíchaným koagulátem (set yoghurts) – fermentují se přímo ve spotřebitelském obalu.[5]

- jogurtové výrobky s rozmíchaným koagulátem (stirred yoghurts) – fermentace probíhá v tancích, po rozmíchání koagulátu a vychlazení dochází k naplnění do drobných obalů.[5]

Jogurty se dnes dělí na dvě základní kategorie: bez přísad (neochucené) a s přísadami (ochucené). Podíl jogurtů bez přísad dosahuje 22,6 % a podíl výrobků s přísadami 77,4 %.[4]

Ochucené jogurty mohou obsahovat různé nemléčné složky (různé formy ovoce, zeleninu, koření, cereálie, kakao, kávu, čokoládu atd.), aromata, barviva a přísady zlepšující konzistenci.[3]

Z hlediska standardizace se bere jogurt bez přísad vždy za základ a další členění je podle obsahu mléčného tuku.[4]

Pokud se jogurty vyrábí bez ochucení, pak se finální výrobek v České republice označuje jako „jogurt bílý“, anglicky „plain yogurt“ – prostý přísad, německy např. „Yoghurt natur“ – přírodní, tedy bez přísad. Ochucené jogurty se označují v názvu podle ochuzující složky, anglicky flavoured yogurt.[4]

Ochucování ovocnými a dalšími přísadami je téměř vždy následnou operací po prokysání, dávkování se provádí odděleně nebo do jogurtové hmoty, pouze aromatizované a slazené výrobky se upravují již v základní směsi.[4]

Původní tradiční suroviny – ovčí a buvolí mléko mají vyšší průměrnou sušinu i tuk, takže výroba hustých jogurtů z kravského mléka vyžaduje zvýšení mléčné sušiny. Používá se zahuštění mléka jako suroviny na odparce, přídavek sušeného mléka a dnes i koncentráty mléčných bílkovin.[4]

2.3 Výroba jogurtů

Výroba kysaných (fermentovaných) mlék představuje progresivní způsob zpracování mléka na výrobky ceněné pro pozitivní vlastnosti nutriční, sensorické i dietetické. Od konce 19.století, kdy se fermentované mléčné výrobky začaly vyrábět průmyslově, vykazuje jejich výroba celosvětově rostoucí trend zvláště patrný v posledním desetiletí. Kromě objemu výroby rostou i nároky prodejců a spotřebitelů na jakost, standardnost a trvanlivost fermentovaných výrobků. Čehož je možné dosahovat zpracováním vysoce jakostních mléčných i nemléčných surovin, zavedením automatizovaných vysokokapacitních linek

umožňujících aseptickou výrobu včetně plnění a balení a dokonalý systém čištění celého zařízení. Fermentovaná mléka jsou produkty vyrobené z pasterovaného nebo sterilovaného homogenizovaného příp. i nehomogenizovaného mléka různé tučnosti a sušiny, které bylo zfermentováno pomocí speciálních mikroorganismů.[3]

2.3.1 Výběr mléka

Pro výrobu je vhodné pouze jakostní mléko obsahující nízký celkový počet 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 (mastné kyseliny) nebo negativně ovlivňující chuť, vůni a konzistenci výrobků (termorezistentní lipasy a proteasy). Mléko rovněž nesmí obsahovat inhibiční látky (antibiotika, zbytky čisticích a dezinfekčních prostředků atd.), k nimž jsou zákysové kultury citlivé v různé míře.[3]

2.3.2 Standardizace tuku a tukuprosté sušiny

Standardizace obsahu tuku zahrnuje úpravu obsahu tuku ve výrobku přidavkem smetany nebo odtučněného mléka tak, aby byl získán produkt o požadovaném obsahu tuku. 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 (syrovátka, podmáslí),
- přidavek mléčných koncentrátů,
- přidavek retentátu po ultrafiltraci odtučněného mléka.[3]

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 zákysovou 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. Přídavek hydrokoloidu 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, škrob a karagenany (blíže charakterizováno v kapitole 4).[3]

2.3.3 Deaerace

Obsah vzduchu v mléce používaném pro výrobu fermentovaných výrobků musí být co nejnižší. Krom 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 běžně součástí linky pro základní ošetření mléka. Obsah vzduchu v surovině se rovněž zvyšuje s přidavkem sušeného odtučeného mléka, a proto musí být mléko po jeho přidavku znovu odvzdušněno.[3]

2.3.4 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.[3]

2.3.5 Tepelné ošetření mléka

Tepelné ošetření mléka před zakysáním zákysovou kulturou se provádí s následujícími cíli:

- zlepšit vlastnosti mléka jako substrátu pro mikroorganismy zákysové kultury,
- zajistit dostatečnou pevnost koagulátu finálního výrobku,
- minimalizovat riziko odlučování syrovátky ve finálním výrobku.[3]

Optimálních výsledků je dosaženo při tepelném záhřevu při 90 – 95 °C a době výdrže asi 5 min. Při tomto režimu tepelného záhřevu dochází k denaturaci 70 – 80 % bílkovin syrovátky. Zvláště β -laktoglobulin jako dominantní syrovátkový protein po interakci s κ -kaseinem stabilizuje koagulát vzniklý při fermentaci.[3]

2.3.6 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 pastéru a čerpá se do fermentačního tanku.[3]

2.3.7 Fermentace

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⁻¹, diacetyl: 1 – 2 mg.kg⁻¹). 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 h při 42 – 45 °C, inokulum 1 – 2 %. Fermentace tanková může probíhat extrémně 16 – 18 h při teplotě 30 °C (lze použít i 42 – 45 °C), inokulum 0,05 – 0,1 %. Obvyklé jsou i postupy za podmínek ležících v rozmezí mezi klasickou termostatovou a tankovou fermentací (např. 7 – 8 h při 30 – 36 °C, přidavek ovocného podílu, naplnění do obalů, ochlazení pod 10 °C). Chlazení u termostatové metody probíhá obvykle ve dvou stupních (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.[3]

Je-li před plněním výrobku použito tepelné ošetření s cílem prodloužit trvanlivost, nejčastěji u nápojů nebo výrobků krémovité konzistence, výsledný produkt již nelze nazvat kysaným výrobkem, nýbrž mléčným výrobkem tepelně ošetřeným po kysacím procesu. Vztah mezi použitými výrobními operacemi a trvanlivostí výrobku je následující:

- homogenizace a chlazení zajistí trvanlivost výrobku 2 – 3 týdny při uchování v lednici, produkt je kysaným výrobkem,
- homogenizace, pasterace, aseptické plnění zajistí trvanlivost 1 – 2 měsíce při uchování v lednici,
- homogenizace, UHT záhřev, aseptické plnění zajistí trvanlivost několik měsíců při pokojové teplotě.[3]

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 CIP systém (čištění bez rozebrání výrobního zařízení).[3]

2.3.8 Přídavek přísad

Vzniklý bílý jogurt, pokud je žádoucí z něj vyrobit jogurt ovocný, přidává se ovocná složka před plněním jogurtové směsi na dno kelímku nebo láhve, nebo po vychlazení vysráženého jogurtu na povrch, nebo se zamíchá přímo do směsi a sráží se současně s jogurtem.[1]

Pokud nastává při výrobě výrobku přídavek ovocného podílu a aromat až po vychlazení koagulátu, jsou tyto přidávány do proudu koagulátu při čerpání ze zásobního tanku do plnicího zařízení.[3]

Pokud se přidává ovocná přísada na dno jogurtu, je nutno použít vysoce kvalitní a relativně tuhé džemy a jogurtovou směs plnit velmi opatrně, aby nedošlo k promíchání. Obvykle se mírnému promíchání zcela nedá zabránit a část jogurtu je pak zbarvená džemem, což se mnohdy i negativně odrazí do procesu zrání v této části jogurtu. Přídavek ovocné složky na povrch vysráženého a vychlazeného jogurtu přináší problémy technologické, kdy proces zrání a chlazení musí vlastně probíhat v neuzavřených, nebo provizorně uzavřených obalech, které je možno definitivně uzavírat až po přidavku ovocné komponenty. Jsou s tím spojena rizika hygienická a při zrání v otevřených obalech se mnohdy na povrchu utvoří silný, nepříliš vzhledný škráloup. Dalším problémem je pak zatékání ovocné komponenty po okrajích obalu dovnitř jogurtu, zejména při otřesech způsobených manipulací a dopravou, což je rovněž nevzhledné. Přídavek ovocné složky přímo do směsi před srážením přináší

pak problémy v tom, že je k tomu možno použít pouze sirupy, které musí být navíc vhodně upravovány tak, aby negativně neovlivňovaly proces srážení. Během srážení může docházet k porušení původní barvy (zešednutí) použitého sirupu a nepřítomnost kousků ovoce v jogurtu rovněž nepůsobí příliš atraktivně.[9]

2.3.9 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 alumíniová 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.[3] [9]

Pro dosažení požadované vysoké jakosti a trvanlivosti 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.[3] [9]

3 JOGURTOVÁ KULTURA

Jogurtová kultura patří mezi kultury směsné. Obsahuje *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (dále jen *Lactobacillus bulgaricus*) a *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* (dále jen *Streptococcus thermophilus*).[2]

Oba mikroby žijí v symbióze. Na počátku zrání produkuje *Streptococcus thermophilus* růstové látky, které stimulují růst bakterií *Lactobacillus bulgaricus* nastávající teprve později. Naopak *Lactobacillus bulgaricus* svou proteolytickou aktivitou uvolňuje v mléce aminokyseliny, a umožňuje tak pokračující činnost bakterií *Streptococcus thermophilus* 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. Hlavním producentem acetaldehydu je *Lactobacillus bulgaricus*, ale ve směsné kultuře se acetaldehyd tvoří rychleji a ve větším množství. Nevýhodou kultury je značná citlivost bakterií *Streptococcus thermophilus* vůči inhibičním látkám, takže častěji dochází k jejich oslabení, a tím i k snížení jakosti finálního výrobku. Správný poměr mezi tyčinkami a streptokoky má být 1 : 1 až 1 : 2. Jakákoli změna tohoto poměru se projevuje nepříznivě na jakosti kultury.[2]

Ve snaze zlepšit vlastnosti jogurtu bývá klasické složení jogurtové kultury různě pozměňováno. Odvozené kultury obsahují např. *Lactobacillus acidophilus* nebo *Pediococcus acidilactici*, popřípadě *Bifidobacterium bifidum* a jeden nebo oba původní druhy.[2]

Nejvýznamnější činností jogurtové kultury je tvorba mléčné kyseliny. Proteolytická činnost je nepatrná. Hypotéza, že se *Lactobacillus bulgaricus* trvale usazuje v tlustém střevě nebyla prokázána. Proto má jogurt příznivé účinky pouze při pravidelném užívání. Jogurt slouží k zajištění mikroflóry při jejím porušení a změnách vyvolaných následkem střevních poruch a jiných onemocnění nebo byla-li střevní mikroflóra potlačena léčbou antibiotiky.[2]

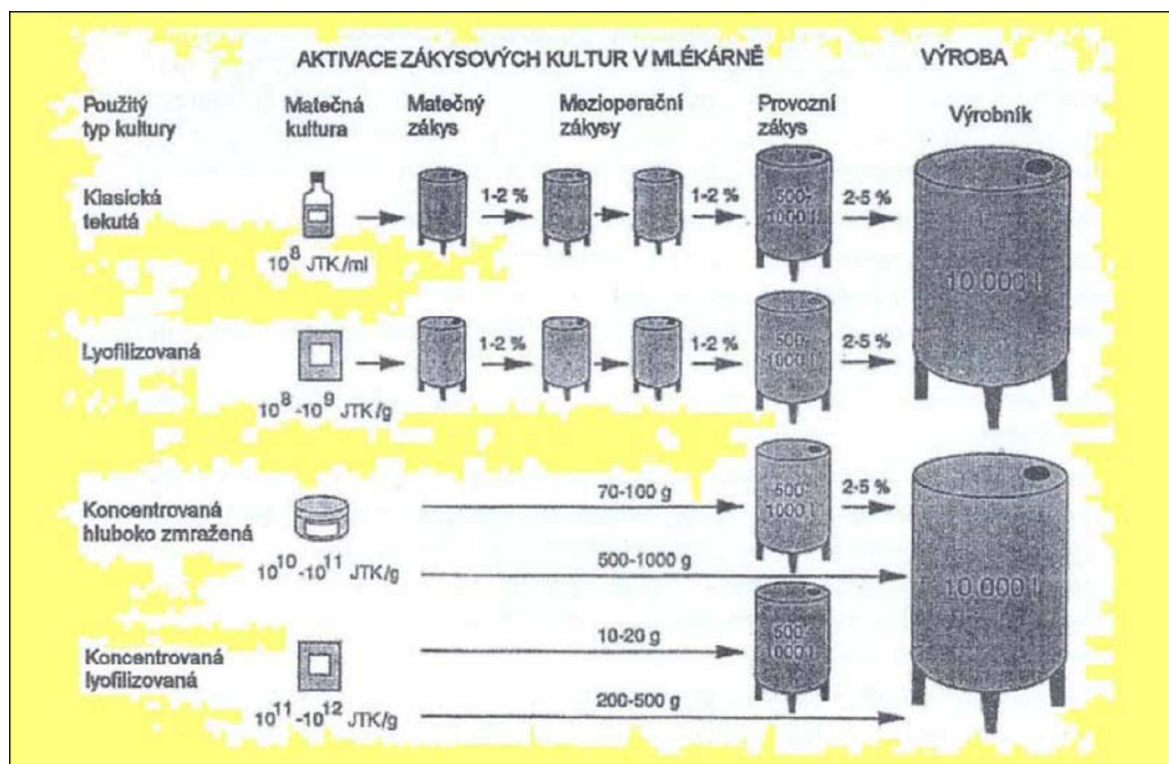
Kultura se pěstuje ve vybraném plnotučném nebo odstředěném mléce. Sterilní mléko se očkuje 1 % kultury. Inkubace probíhá při 42 až 45 °C (lze použít i teplotu 36 – 38 °C) po dobu 3 až 3,5 hod. Při oživování kultury se používá množení inokula a delší doba srážení.[2]

Jakostní kultura má po vychlazení na 10 °C vykazovat hustou konzistenci. Povrch má být suchý, prostý syrovátky. Film neulpívá, ale rozděluje se v pramenky. Chut' má čistě kyselou, specificky jogurtovou. Kyselost kultury se pohybuje v rozmezí 42 až 50 SH.[2]

Bakteriální kultury obsažené v jogurtu pozitivně ovlivňují složení střevní mikroflóry. Nenahraditelné jsou ve chvíli, kdy je rovnováha bakterií v trávicím traktu narušena, například po léčbě antibiotiky. Jogurty díky obsahu zdraví prospěšných živých kultur dlouhodobě napomáhají snadnějšímu vstřebávání minerálních látek a některých vitaminů. V neposlední řadě pomáhají jogurtové bakterie chránit dětský organismus před průjmovými onemocněními a omezují s nimi spojený úbytek hmotnosti.[1]

Při výrobě jogurtů lze použít tekutou, sušenou, mraženou nebo koncentrovanou kulturu. Tekutá kultura je starší obchodní forma kyselých kultur, kmenová kultura se přeočkovává a množí přes mateční kulturu nebo mezioperační kulturu (mateční zákys) na provozní zákys, který slouží na očkování výrobního mléka (substrátu). Sušené kultury mají malý objem a hmotnost a rovněž je snadnější i jejich přeprava. Sušené kultury se v potravinářství využívají podobně jako tekuté kultury, přičemž nahrazují při přeočkování a množení kulturu kmenovou, oživení trvá déle než při tekutých kulturách – následek subletálního poškození některých buněk při zmrazování a sušení. Sušené kultury se získávají sušením zralých kultur rozprašováním nebo lyofilizací (vysušení sublimací hluboce zmrazených kultur ve vakuu). Lyofilizace (kryodesikace) je šetrnější způsob sušení. V lyofilizovaných kulturách zůstává větší množství životaschopných buněk než v kulturách sušených rozprašováním. Hluboko zmrazené kultury mají velmi dobré vlastnosti, nevýhodou je potřeba nepřetržitého udržování teploty během přepravy a skladování nepřekračující -45 °C. U koncentrovaných kultur je snahou snížit počet přeočkování při množení kultury a současně snížit riziko kontaminace bakteriofágy a jinými mikroorganismy.[1] [2]

Za posledních 20 let doznal způsob používání kyselých kultur v provozních podmínkách značných změn. Je zřejmý trend omezování klasických tekutých kultur pro přípravu matečné kultury a se zřetelem ke koncentraci a specializaci výroby roste podíl používání superkoncentrovaných kultur pro přímé zaočkování mléka pro vlastní fermentaci příslušných mlékárenských výrobků.[3]



Obrázek 1: Aktivace a použití zákysových kultur v mlékárně [3]

3.1 *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*

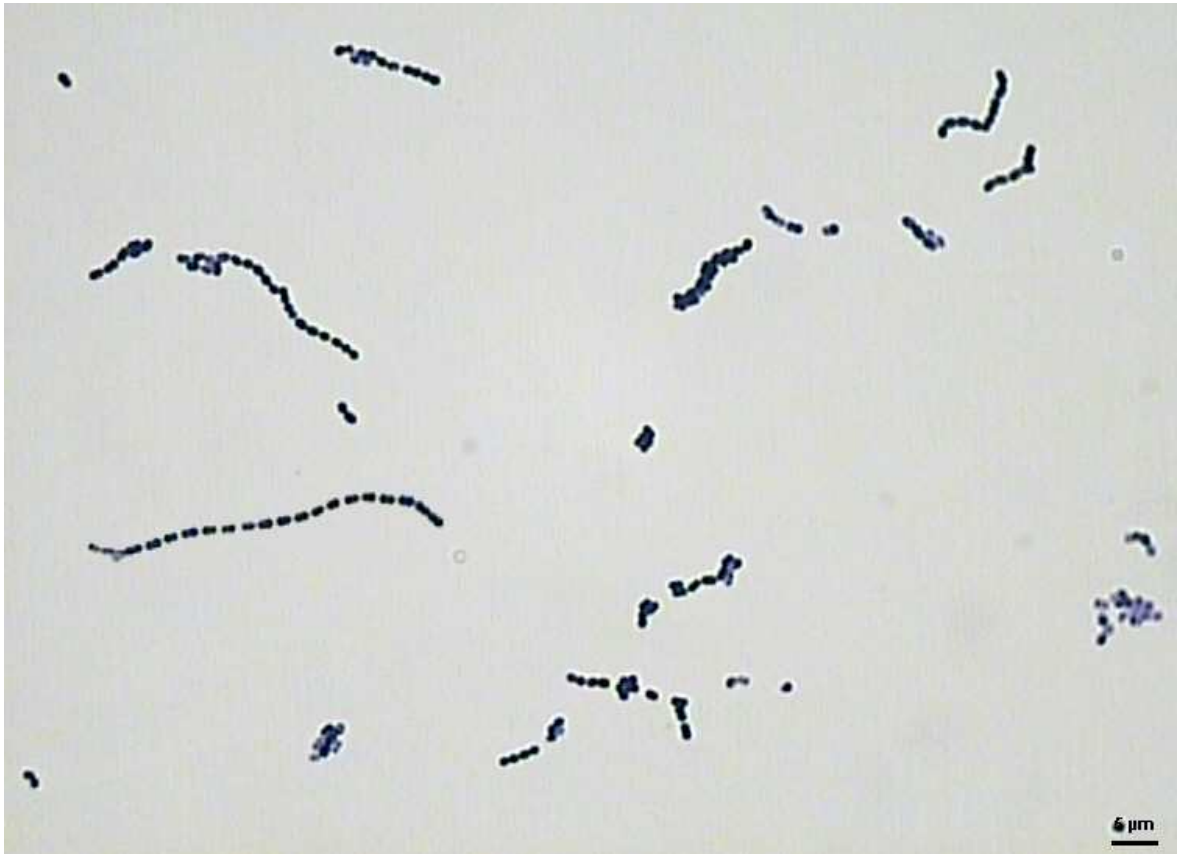
Patří do oddělení *Firmicutes*, třídy *Bacili*, čeledi *Streptococcaceae* a sekce grampozitivní koky. Jsou to homofermentativní nepohyblivé fakultativně anaerobní nesporulující viridující kokovité nebo oválné buňky v párech nebo různě dlouhých řetězcích (až 50 buněk) Velikost buněk se pohybuje od 0,7 do 1 μm . Roste od 20 do 52 $^{\circ}\text{C}$, optimální teplota je kolem 37 - 42 $^{\circ}\text{C}$. [6] [15]

Přežívá záhřev 60 $^{\circ}\text{C}$ po dobu 30 min., roste při 6,5 % hm. NaCl, ale neroste při pH vyšším než 9,6 a ve mléce s 0,1% methylenové modři. Je základní složkou jogurtové a ementálské kultury. Dobře roste ve směsných kulturách s laktobacily. [2]

Někdy způsobuje α -hemolýzu (viridaci) na krevním agaru. Díky své citlivosti na antibiotika a jiné inhibiční látky může být použit jako testovací mikroorganismus na detekci přítomnosti inhibičních látek v mléce. [6]

Vyskytuje se v intestinálním traktu člověka a zvířat, lidských slinách a tepelně ošetřeném mléce. [6]

Způsob jeho výživy je chemoorganotrofní, k výživě a růstu potřebuje aminokyseliny a vitaminy skupiny B. Hlavní diagnostické znaky jsou: katalasa negativní, oxidasa negativní, fermentativní metabolismus, sacharidy štěpí na L(+) kyselinu mléčnou.[6]



Obrázek 2: *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* – obrázek z elektronového mikroskopu [6]

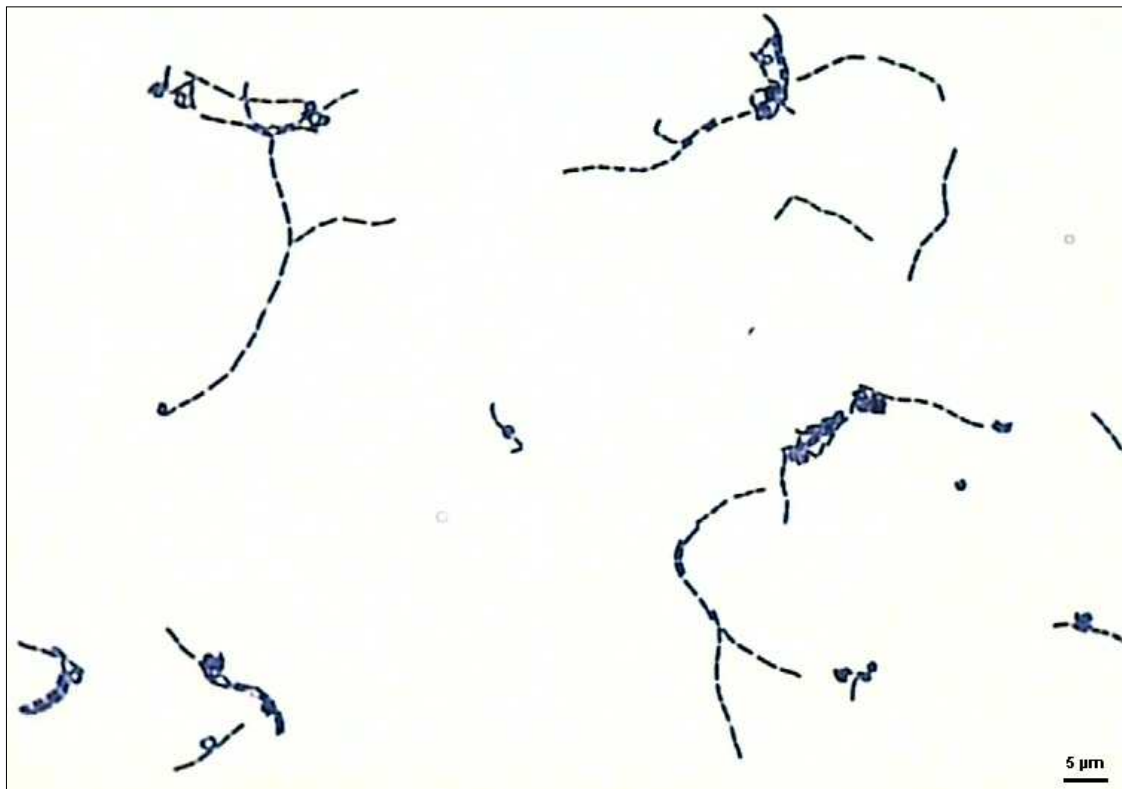
3.2 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*

Lactobacillus bulgaricus je bakterie používaná při výrobě jogurtu. Lze ji nalézt i v jiných přirozeně fermentovaných mléčných výrobcích. Poprvé byla objevena roku 1905 bulharským lékařem Grigorovem, a proto je pojmenována po Bulharsku.[11]

Patří do oddělení *Firmicutes*, třídy *Bacili*, čeledi *Lactobacilaceae* a sekce grampozitivní nesporulující tyčinky. Jsou to homofermentativní nesporulující fakultativně anaerobní nepohyblivé tyčinky se zaoblenými konci, vyskytující se jednotlivě nebo v řetězcích. Velikost buněk 2,0-9,0 μm x 0,5-0,8 μm. Optimální kultivační teplota je 45 °C.[6] [15]

Způsobuje typické homofermentativní mléčné kvašení cukrů bez tvorby CO₂. Nefermentuje pentózy a glukonáty. Při 15 °C již neroste. Pro mlékárenskou technologii je velmi důležitý, jelikož působuje typické aroma a chuť jogurtů.[2]

Způsob jeho výživy je chemoorganotrofní, k výživě a růstu potřebuje kyselinu pantotenovou a niacin. Hlavní diagnostické znaky jsou: katalasa negativní, obligátně homofermentativní, sacharidy štěpí na D(-) kyselinu mléčnou, neredukuje nitráty a je cytochromnegativní. Sráží mléko za 3-4 h při 43-45°C v celé hmotě najednou.[6]



Obrázek 3: *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* – obrázek z elektronového mikroskopu [6]

4 KARAGENANY

Karagenany se řadí do skupiny potravinářsky důležitých polysacharidů získaných z mořských řas. Červené mořské řasy se používaly i jako potravina na Dálném Východě i v Evropě. Červené mořské řasy obsahují polysacharidy karagenan, agar a furcellaran. Karagenany jsou extrakty z červených mořských řas (*Rhodophyceae*), zejména řas rodu *Euchema*, *Chondrus* a *Gigantina*. [12]

Po sklizni se mořské řasy perou ve vodě pro odstranění nečistot (písek, kameny atd.). Karagenany se z řas extrahují nejčastěji v alkalickém prostředí horkými roztoky sodných solí (extrakce roztoky Na_2CO_3 , NaOH). Okyselením (HCl) se získávají příslušné kyselé karagenany. Finální materiály se získávají sušením nebo srážením rozpouštědly (např. 2-propanolem). Nesmí se používat žádná jiná organická rozpouštědla než metanol, etanol a isopropanol. Karagenan se nesmí hydrolyzovat nebo jinak chemicky degradovat.[12]

Působí jako zahušťující a želírující látky, jako stabilizátor a emulgátor. Karagenan má široké uplatnění a to jak v mléčných výrobcích, tak dále v sladkém pečivu, želé, cukrářských výrobcích, šlehačce ve spreji, některých jogurtech, práškových nápojích a také v dětské výživě a mnoha dalších. Jedná se o často užívanou přídatnou látku. Vlastností karagenanu také využívají kosmetický a farmaceutický průmysl např. pro tělové a čistící krémy, deodoranty apod. Karagenan je považován za látku bezpečnou. U některých citlivých osob může karagenan obsažený v kosmetických přípravcích způsobit kopřivku nebo špatnou snášenlivost výrobku.[10]

Karagenany jsou přidávány k některým mlékárenským produktům s cílem stabilizovat strukturu finálního výrobku, resp. optimalizovat jeho konzistenci.[7]

Karagenany jsou anionaktivní lineární sulfátové polysacharidy obsahující jako základní jednotku disacharid karabinózu (β -D-galaktopyranóza a 3,6-anhydro- α -D-galaktopyranóza).[7]

Je známo minimálně 8 druhů sekvencí monomerů v molekulách karagenanů, které se označují malými písmeny řecké abecedy β (beta), θ (théta), ι (jota), κ (kappa), λ (lambda), μ (mí), ν (ný) a ξ (ksí). V podstatě jsou známé tři hlavní frakce karagenanů (κ -kappa, ι -iota a λ -lambda), které se odlišují počtem a polohou sulfátových skupin (SO_3^-) na základním dimeru. Kappa-karagenan a iota-karagenan tvoří gely, což úzce souvisí s jejich schopností vytvořit za určitých teplot (obvykle pod 50 °C) helikální konformaci. Kappa-karagenan

obvykle poskytuje tuhé a křehké gely, zatímco ι-karagenan měkké elastické gely. Lambda-karagenan není schopen tvořit stabilní gely.[7] [13]

Kappa-karagenan je často využíván jako želírující prostředek určující texturu různých typů mléčných dezertů. Samotný κ-karagenan tvoří v mléce tuhý a křehký termoreverzibilní gel podléhající synerezi. Mechanické vlastnosti těchto gelů jsou pozitivně ovlivněny interakcemi κ-karagenanu s kaseinem, mohou se ovšem lišit podle původu a způsobu rafinace κ-karagenanu. S cílem minimalizace synereze a zvýšení krémovitosti výrobku jsou často kombinovány s dalšími hydrokoloidy, například galaktomannany, polysacharidy tvořenými řetězcem β-(1→4)-D-mannopyranosy s různým počtem substituentů D-galaktosy připojených (1→6) α-glykosidickou vazbou.[7]

Kappa a iota-karagenany tvoří roztoky při teplotách nad 55 °C. Tato teplota je závislá na obsahu solí. Během ochlazování se tvoří trojrozměrný dvoušroubovicový systém. Je možné i vzájemné propojení s fosfátovými přísadami, které má za následek nárůst hmotnosti od 100 do 200 %.[10]

Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 4/2008 Sb. zařazuje karagenany do přídatných látek, do kategorie stabilizátory (látky, umožňující udržovat fyzikálně-chemické vlastnosti potravin a zvyšují vazebnou kapacitu potravin včetně tvorby příčných vazeb mezi bílkovinami, jež umožňuje spojení jednotlivých složek potravin) a označuje je jako E 407.[14] [18]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 METODIKA PRÁCE

5.1 Výroba jogurtů

Pro výrobu analyzovaných vzorků jogurtů byly použity následující suroviny:

- Jihočeské mléko plnotučné trvanlivé, 3,5 % tuku, Madeta, České Budějovice
- Nízkotučné mléko trvanlivé, 0,5 % tuku, Tatra, Mlékárna Hlinsko
- Sušené mléko Laktino, 1,3 % tuku, Promil, Nový Bydžov
- jogurtová kultura (*Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) ze sbírky CCDM
- karagenany (IK a KK).

Surovinová skladba: plnotučné mléko: nízkotučné mléko: sušené mléko odtučněné = 820 g/l (=797 ml/l) : 131 g/l (=127 ml/l) : 49 g/l ; 5 % *Streptococcus thermophilus* (5 ml/100ml mléka), 5 % *Lactobacillus bulgaricus* (5 ml/100 ml mléka) a 1 %, 0,5 %, 0,25 %, 0,15 %, 0,125%, 0,0625 %, 0,019 % a 0,0096 % karagenanů. Kdy obsah tuku u takto připraveného jogurtu jsou 3 % a TPS 13 %.

Jogurty byly kultivovány v termostatech při teplotách 37 °C a 42 °C.

5.2 Stanovení titrační kyselosti

Kyselost mléka a mléčných výrobků stanovena metodou podle Soxhleta a Henkela (°SH) je množství hydroxidu sodného – odměrného roztoku [$c_{\text{NaOH}} = 0,25 \text{ mol/l}$] v ml, potřebné ke změně zbarvení 100 ml mléka nebo mléčného výrobku za přídavku fenolftaleinu jako indikátoru s výdrží 30 s. Jako srovnávací vzorek lze použít 50 ml mléka s 1 ml 5% $\text{CoSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$.

Do titrační baňky bylo naváženo 25,00 g jogurtu, přidáno 25,00 ml vody a 1 ml fenolftaleinu. Titrovalo se odměrným roztokem NaOH o koncentraci 0,25 mol/l do světle růžové barvy s výdrží 30 s.

$$\text{TK} = V_{\text{NaOH}} \cdot 4 \quad [^\circ\text{SH}]$$

5.3 Senzorické hodnocení konzistence

Po vychlazení na 10 °C má jogurt vykazovat hustou konzistenci. Povrch má být suchý, prostý syrovátky. Film neulpívá, ale rozděluje se v praménky. Konzistence byla hodnocena pouze vizuelním posouzením.

6 VÝSLEDKY A DISKUZE

6.1 Výsledky stanovení titrační kyselosti

Výsledky stanovení titrační kyselosti jsou uvedeny v tabulce 3 až 7. Z naměřených hodnot titrační kyselosti u vzorků jogurtů s přidavkem KK (0,0625 %, 0,125 %, 0,250 %, 0,5 % a 1 % w/w) a IK (0,0625 %, 0,125 %, 0,250 %, 0,5 % a 1 % w/w) vyplývá, že přidavek karagenanů má vliv na změnu titrační kyselosti. Přidavek karagenanů titrační kyselost zvyšuje. Vyšší titrační kyselost byla pozorována u vzorků jogurtů kultivovaných při 37 °C. Titrační kyselost u vzorků jogurtů s přidavkem karagenanů (IK a KK) se pohybovala v rozmezí 40 – 60 °SH, zatímco titrační kyselost u vzorků jogurtů bez přidavku karagenanů se pohybovala v rozmezí 40 – 50 °SH.

Tabulka 3: Hodnoty titrační kyselosti při 0,0625 % w/w karagenanů

	Teplota [°C]	Titrační kyselost [°SH]
KK	37	54,908 ± 0,645
	42	44,341 ± 0,055
IK	37	52,629 ± 0,545
	42	43,098 ± 0,250
bez karagenanů	37	38,875 ± 0,565
	42	38,300 ± 0,700

Tabulka 4: Hodnoty titrační kyselosti při 0,125 % w/w karagenanů

	Teplota [°C]	Titrační kyselost [°SH]
KK	37	39,607 ± 0,917
	42	40,033 ± 0,537
IK	37	42,823 ± 0,222
	42	39,883 ± 0,103
bez karagenanů	37	38,117 ± 0,214
	42	37,647 ± 0,908

Tabulka 5: Hodnoty titrační kyselosti při 0,250 % w/w karagenanů

	Teplota [°C]	Titrační kyselost [°SH]
KK	37	55,86
	42	44,93
IK	37	53,23
	42	52,28
bez karagenanů	37	43,52
	42	38,05

Tabulka 6: Hodnoty titrační kyselosti při 0,5 % w/w karagenanů

	Teplota [°C]	Titrační kyselost [°SH]
KK	37	50,19
	42	51,35
IK	37	53,67
	42	54,82
bez karagenanů	37	49,80
	42	48,45

Tabulka 7: Hodnoty titrační kyselosti při 1 % w/w karagenanů

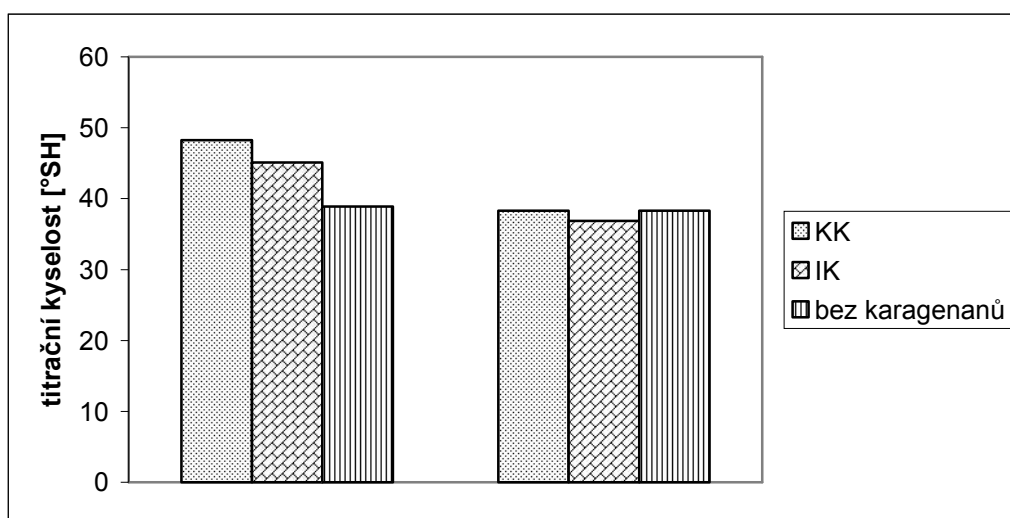
	Teplota [°C]	Titrační kyselost [°SH]
KK	37	53,80
	42	55,60
IK	37	59,20
	42	60,00
bez karagenanů	37	47,20
	42	49,60

Při koncentracích 0,0625 %, 0,125 %, 0,15 %, 0,25 %, 0,5 % a 1 % w/w docházelo k velmi intenzivní agregaci a uvolňovala se syrovátka. Se zvyšující se koncentrací karagenanů (IK, KK) se zvyšovala tuhost finálních výrobků. Výsledky hodnocení konzistence jogurtů při

koncentracích karagenanů (IK, KK) 0,15 %, 0,019 % a 0,0096 % w/w jsou zobrazeny v příloze P1.

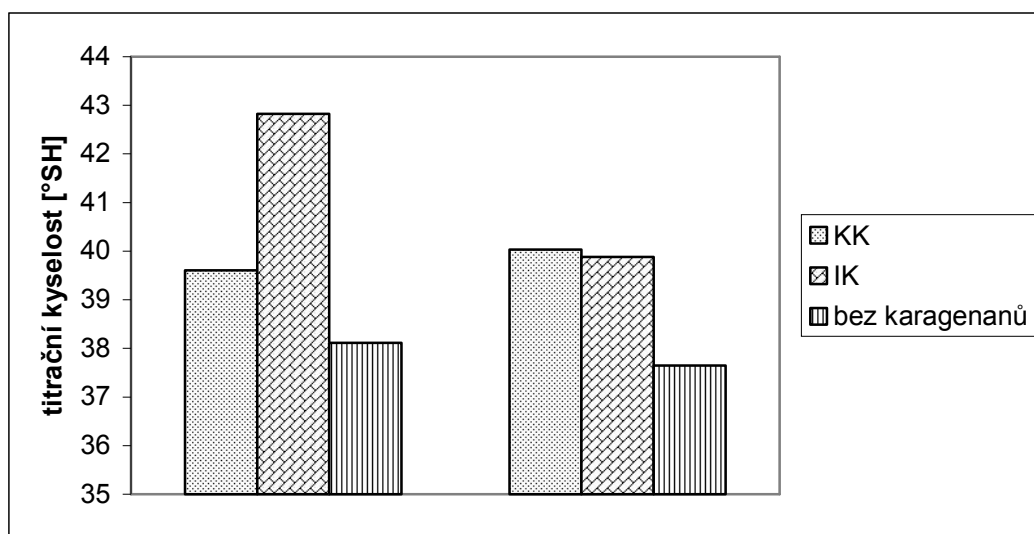
Grafické vyjádření titrační kyselosti jogurtů je znázorněno v grafu 1 až 5. Při koncentraci 0,0625 % w/w karagenanů došlo k poklesu titrační kyselosti vzorků jogurtů s přídavkem KK ve srovnání se vzorky jogurtů bez přídavku karagenanu při teplotě 37 °C o 0,04 % a při teplotě 42 °C k nárůstu o 24,15 % a u vzorků jogurtů s přídavkem IK ve srovnání se vzorky jogurtů bez přídavku karagenanu při teplotě 37 °C k poklesu o 3,79 % a při teplotě 42 °C k nárůstu o 15,97 %.

Graf 1: Grafické vyjádření hodnot titrační kyselosti pro 0,0625 % w/w karagenanů při teplotě 37 °C (vlevo) a 42 °C (vpravo)



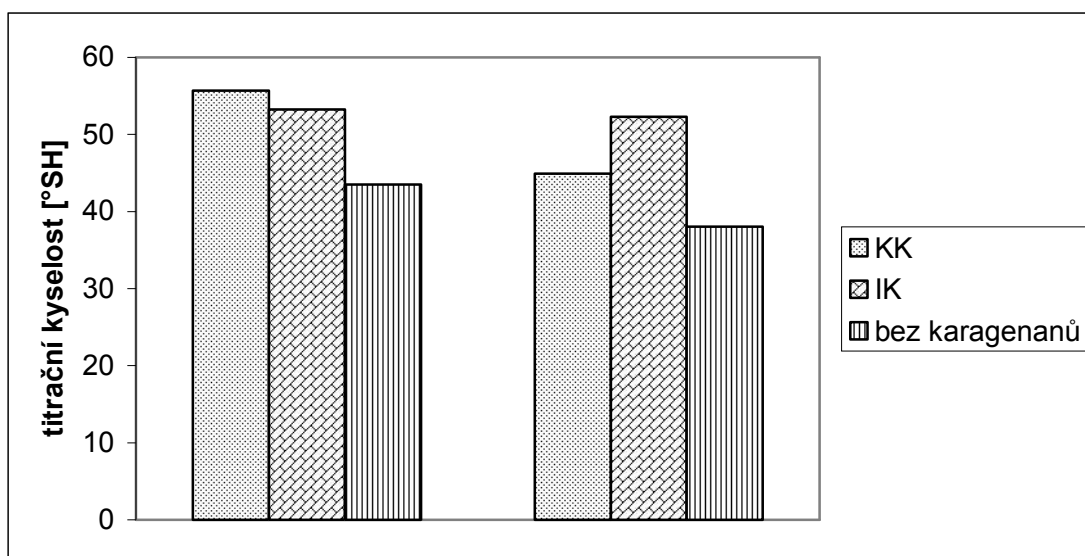
Při koncentraci 0,125 % w/w karagenanů došlo k nárůstu titrační kyselosti vzorků jogurtů s přídavkem KK ve srovnání se vzorky jogurtů bez přídavku karagenanu při teplotě 37 °C o 6,34 % a při teplotě 42 °C k nárůstu o 3,91 % a u vzorků jogurtů s přídavkem IK ve srovnání se vzorky jogurtů bez přídavku karagenanu při teplotě 37 °C k nárůstu o 5,94 % a při teplotě 42 °C k nárůstu o 12,35 %.

Graf 2: Grafické vyjádření hodnot titrační kyselosti pro 0,125 % w/w karagenanů při teplotě 37 °C (vlevo) a 42 °C (vpravo)



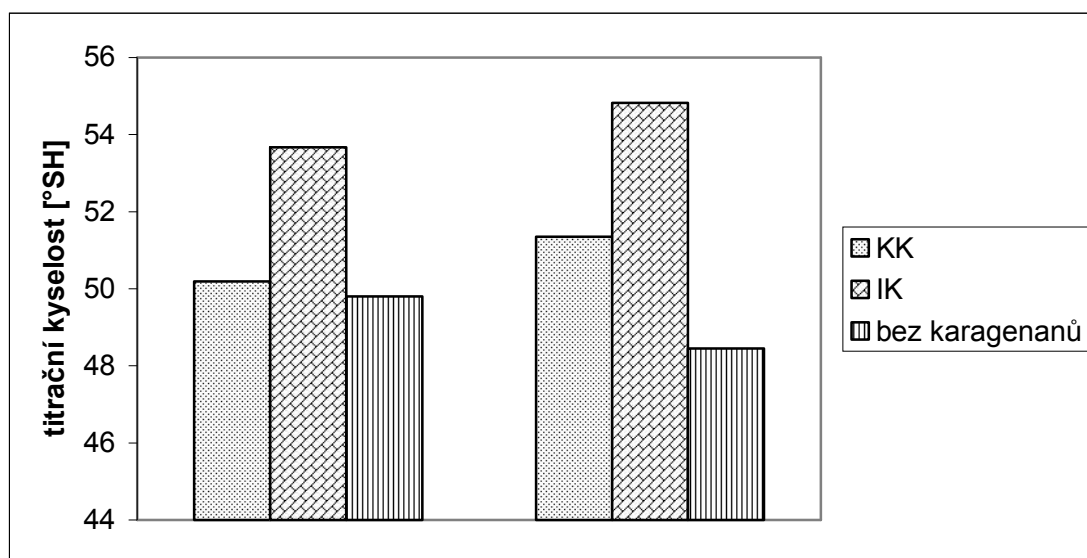
Při koncentraci 0,25 % w/w karagenanů došlo k nárůstu titrační kyselosti vzorků jogurtů s přidavkem KK ve srovnání se vzorky jogurtů bez přidavku karagenanu při teplotě 37 °C o 18,08 % a při teplotě 42 °C k nárůstu o 28,36 % a u vzorků jogurtů s přidavkem IK ve srovnání se vzorky jogurtů bez přidavku karagenanu při teplotě 37 °C k nárůstu o 37,39 % a při teplotě 42 °C k nárůstu o 22,31 %.

Graf 3: Grafické vyjádření hodnot titrační kyselosti pro 0,25 % w/w karagenanů při 37 °C (vlevo) a 42 °C (vpravo)



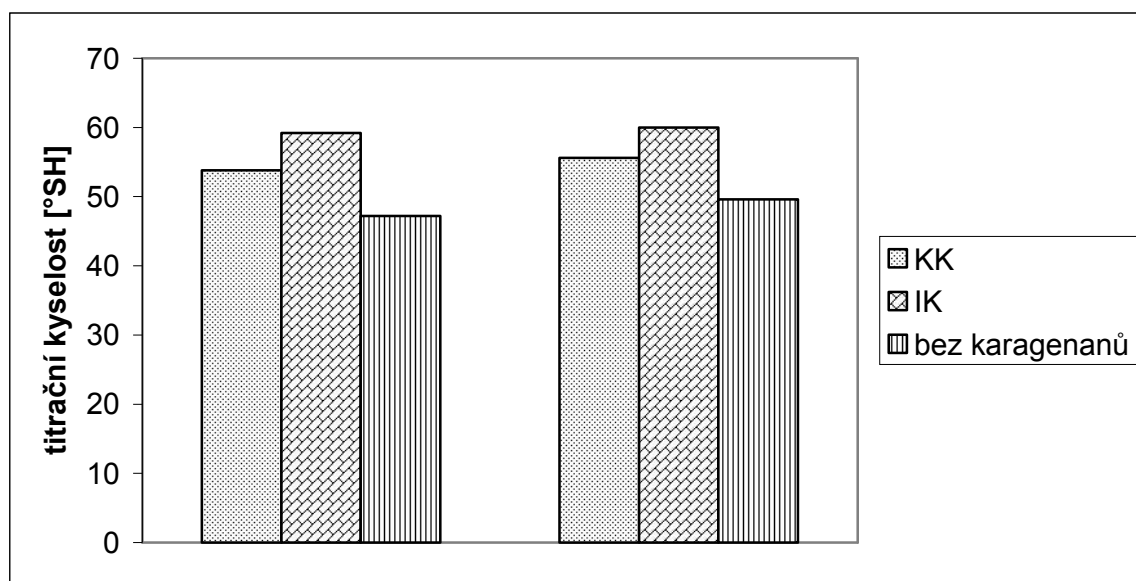
Při koncentraci 0,5 % w/w karagenanů došlo k nárůstu titrační kyselosti vzorků jogurtů s přidavkem KK ve srovnání se vzorky jogurtů bez přidavku karagenanu při teplotě 37 °C o 5,99 % a při teplotě 42 °C k nárůstu o 0,78 % a u vzorků jogurtů s přidavkem IK ve srovnání se vzorky jogurtů bez přidavku karagenanu při teplotě 37 °C k nárůstu o 13,15 % a při teplotě 42 °C k nárůstu o 7,77 %.

Graf 4: Grafické vyjádření hodnot titrační kyselosti pro 0,5 % w/w karagenanů při teplotě 37 °C (vlevo) a 42 °C (vpravo)



Při koncentraci 1 % w/w karagenanů došlo k nárůstu titrační kyselosti vzorků jogurtů s přidavkem KK ve srovnání se vzorky jogurtů bez přidavku karagenanu při teplotě 37 °C o 12,10 % a při teplotě 42 °C k nárůstu o 13,98 % a u vzorků jogurtů s přidavkem IK ve srovnání se vzorky jogurtů bez přidavku karagenanu při teplotě 37 °C k nárůstu o 20,97 % a při teplotě 42 °C k nárůstu o 25,42 %.

Graf 5: Grafické vyjádření hodnot titrační kyselosti pro 1 % w/w karagenanů při teplotě 37 °C (vlevo) a 42 °C (vpravo)



6.2 Souhrnná diskuze výsledků

Základní chemickou analýzou vzorků jogurtů bylo zjištěno, že přidavek KK a IK o koncentraci 0,0625 %, 0,125 %, 0,25 %, 0,5 % a 1 % w/w zvyšuje hodnoty titrační kyselosti, přičemž více zvyšuje titrační kyselost u vzorků jogurtů kultivovaných při 37 °C. Hodnoty titrační kyselosti u jogurtů s přidavkem IK a KK se pohybují v rozmezí 40 až 60 °SH a u jogurtů bez přidavku karagenanů v rozmezí přibližně 40 až 50 °SH.

Z výsledků sensorického hodnocení konzistence vzorků jogurtů o koncentraci 0,15 %, 0,096 % a 0,0096 % w/w je zřejmé, že se zvyšující se koncentrací IK a KK se zvyšovala tuhost finálních výrobků a docházelo k vyššímu uvolňování syrovátky, což lze pravděpodobně vysvětlit tím, že s rostoucí koncentrací karagenanů dochází k intenzivnějším interakcím mezi karagenanovými řetězci vedoucím k tvorbě „hustší sítě“. V případě přidavků IK je možné s jejich rostoucí koncentrací také předpokládat intenzivnější absorpci řetězců v helikální formě na kaseinové frakce.[19] [20] IK způsoboval u většiny vzorků jogurtů tvorbu pevnějšího gelu a větší uvolňování syrovátky než KK. K obdobným závěrům, že tuhost gelu roste se zvyšující se koncentrací karagenanu, došel i Ribeiro a kol.[21] Rovněž však poukazuje na zajímavý a z hlediska praxe důležitý fakt, že tento efekt může

být u KK s rostoucí koncentrací cukrů rušen. Bourriot a kol. zjistili skutečnost, že existuje limitní koncentrace pro efektivní tvorbu karagenanové sítě.[22]

ZÁVĚR

Karagenany se používají v potravinářském průmyslu jako zahušťující a gelotvorná látka s cílem ovlivnit strukturu finálního výrobku. Karagenany mají význam také v technologii výroby fermentovaných mléčných výrobků pro schopnost ovlivnit a stabilizovat konzistenci. Cílem práce bylo najít vhodnou koncentraci ι -karagenanu a κ -karagenanu pro výrobu jogurtů. Byl použit κ -karagenan a ι -karagenan o koncentraci 1 %, 0,5 %, 0,25 %, 0,125%, 0,15 %, 0,0625 %, 0,019 % a 0,0096 % w/w při výrobě jogurtů a hodnocen vliv těchto karagenanů na titrační kyselost jogurtů a na konzistenci jogurtů.

Ze získaných výsledků při hodnocení jogurtů bylo možné učinit tyto závěry:

- realizované přídavky κ -karagenanů a ι -karagenanů zvyšují titrační kyselost finálních výrobků.
- vyšší kyselost byla u vzorků kultivovaných při 37 °C.
- vyšší testované koncentrace u obou karagenanů (ι -karagenan a κ -karagenan) způsobovaly přílišné uvolňování syrovátky a vznik tužších výrobků.

Pro výrobu jogurtů jsou vhodné koncentrace karagenanů pod 0,02 % w/w. Při koncentracích nad 0,02 % w/w karagenanů docházelo k tak intenzivní agregaci, že byla vypuzena syrovátka. Karagenany zvyšují titrační kyselost jogurtů, což je dáno pravděpodobně schopností mikroorganismů štěpit galaktózu v přítomnosti karagenanů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] TAMINE, A.Y., ROBINSON, R.K. Yoghurt, Science and Technology, Printed by TJ International, Cornwall, England 1999.
- [2] ŽIŽKA, B., MARTINKOVÁ, Z. Mikrobiologie, SNTL, Praha 1980.
- [3] <http://utb.cepac.cz/Screens/ContentProvired.aspx>
- [4] ŠTÍPKOVÁ, J. Historie průmyslové výroby kysaných výrobků – jogurtů – od nového produktu z 30.let 20.století k dnešku, Potravinářská revue, Agral, 2007, 3: 19-23.
- [5] HRABĚ, J., BŘEZINA, P., VALÁŠEK, P. Technologie výroby potravin živočišného původu, UTB, Zlín 2008.
- [6] www.vscht.cz/obsah/fakulty/fpbt/ostatni/miniatlas/str-t.htm
- [7] www.vscht.cz/tmt/prehličky/2007/Sbornik_CPS2007.pdf
- [8] RADA, V. Kysané mléčné výrobky, jogurty, Potravinářská revue, Agral, 2007, 2:24.
- [9] PAVELKA, A. Mléčné výrobky pro vaše zdraví, Nakladatelství Litera, Brno 1996.
- [10] <http://www.emulgatory.cz/seznam-ecek?prisada=E407>
- [11] http://en.wikipedia.org/wiki/Lactobacillus_bulgaricus
- [12] IMESON, A.P. Carrageenan, Handbook of Hydrocolloids.
- [13] WEIN, O. Úvod do reologie, 1.vydání, Malé centrum, Brno 1996.
- [14] VELÍŠEK, J. Chemie potravin I., 1. vydání, OSSIS, Tábor 1999.
- [15] SEDLÁČEK, I. Taxonomie prokaryot, MU Brno, 2007.
- [16] RADA, V. Umíme kontrolovat obsah probiotických bakterií v mléčných kysaných výrobcích?, Potravinářská revue, Agral, 2008, 4:17-18.
- [17] Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 77/2003 Sb. pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, v platném znění.
- [18] Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných a pomocných látek při výrobě potravin, v platném znění.

- [19] LANGENDORFF, V., CUVELIER, G., LAUNAY, B., MICHON, C., PARKER, A., DE KRUIF, C.G. Casein micelle/iota carrageenan interactions in milk: influence of temperature, *Food Hydrocolloids*, 1999.
- [20] LANGENDORFF, V., CUVELIER, G., MICHON, C., LAUNAY, B., PARKER, A., DE KRUIF, C.G. Effects of carrageenan type on the behaviour of carrageenan/milk mixtures, *Food Hydrocolloids*, 2000.
- [21] RIBEIRO, K.O., RODRIQUES, M.I., SABADINI, E., CUNHA, R.L. Mechanical properties of acid podium caseinate- κ -carrageenan gels: effect of co-solute addition. *Food Hydrocolloids*, 2004.
- [22] BOURRIOT, S., GARNIER, C., DOUBLIE, J.-L. Micellar-casein- κ -carrageenan mixtures. I. Phase separation and ultrastructure. *Carbohydrate Polymers*, 1999.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

TPS tukuprostá sušina

KK κ -karagenan

IK ι -karagenan

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Aktivace a použití zákysových kultur v mlékárně [3].....	30
Obrázek 2: <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> – obrázek z elektronového mikroskopu.....	31
Obrázek 3: <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> – obrázek z elektronového mikroskopu.....	32

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Druhy živých mikroorganismů v kysaných mléčných výrobcích (dle vyhlášky č. 77/2003 Sb.) [17]	12
Tabulka 2: Hlavní druhy a kmeny probiotických bakterií používaných v kysaných mléčných výrobcích [16].....	17
Tabulka 3: Hodnoty titrační kyselosti při 0,0625 % w/w karagenanů.....	38
Tabulka 4: Hodnoty titrační kyselosti při 0,125 % w/w karagenanů.....	38
Tabulka 5: Hodnoty titrační kyselosti při 0,250 % w/w karagenanů.....	39
Tabulka 6: Hodnoty titrační kyselosti při 0,5 % w/w karagenanů	39
Tabulka 7: Hodnoty titrační kyselosti při 1 % w/w karagenanů	39

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Grafické vyjádření hodnot titrační kyselosti pro 0,0625 % w/w karagenanů při teplotě 37 °C (vlevo) a 42 °C (vpravo).....	40
Graf 2: Grafické vyjádření hodnot titrační kyselosti pro 0,125 % w/w karagenanů při teplotě 37 °C (vlevo) a 42 °C (vpravo).....	41
Graf 3: Grafické vyjádření hodnot titrační kyselosti pro 0,25 % w/w karagenanů při 37 °C (vlevo) a 42 °C (vpravo).....	41
Graf 4: Grafické vyjádření hodnot titrační kyselosti pro 0,5 % w/w karagenanů při teplotě 37 °C (vlevo) a 42 °C (vpravo).....	42
Graf 5: Grafické vyjádření hodnot titrační kyselosti pro 1 % w/w karagenanů při teplotě 37 °C (vlevo) a 42 °C (vpravo).....	43

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Senzorické hodnocení konzistence.....	53
--	----

PŘÍLOHA P I: SENZORICKÉ HODNOCENÍ KONZISTENCE

Koncentrace 0,15 % karagenanů



Obrázek 4: iota karagenan při 37 °C (vlevo) a při 42 °C (vpravo)

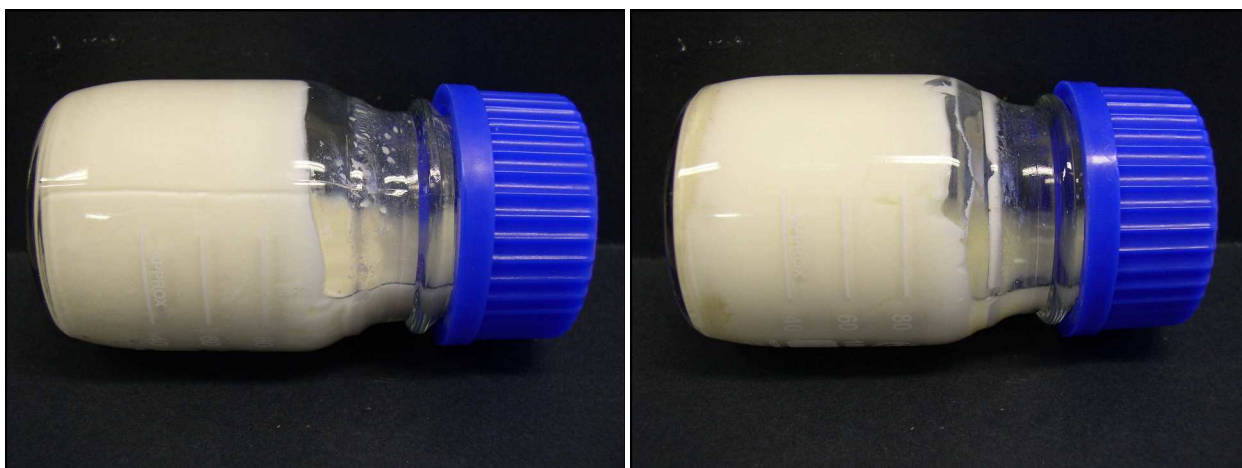


Obrázek 5: kappa karagenan při 37 °C (vlevo) a při 42 °C (vpravo)

Koncentrace 0,019 % karagenanů



Obrázek 6: iota karagenan při 37 °C (vlevo) a při 42 °C (vpravo)



Obrázek 7: kappa karagenan při 37 °C (vlevo) a při 42 °C (vpravo)

Koncentrace 0,0096 % karagenů



Obrázek 8: iota karagenan při 37 °C (vlevo) a při 42 °C (vpravo)



Obrázek 9: kappa karagenan při 37 °C (vlevo) a při 42 °C (vpravo)