

Výroba termizovaných jogurtových nápojů a studium vlivu hydrokoloidů na jejich jakost

Jiří Švarc

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: Jiří ŠVARC

Studijní program: B 2901 Chemie a technologie potravin

Studijní obor: Chemie a technologie potravin

Téma práce: Výroba termizovaných jogurtových nápojů a studium vlivu hydrokolooidů na jejich jakost

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

- Popis a charakteristika kysaných mléčných výrobků se zaměřením na technologii jejich výroby.
- Literární rešerše o použitých hydrokoloidech, jejich chemickém složení, struktuře, vlastnostech a použití.

II. Praktická část

- Popis výroby termizovaných jogurtových nápojů.
- Základní chemické a senzorické analýzy.
- Vyhodnotit vliv použitých hydrokolooidů na jakost termizovaných kysaných mléčných výrobků.
- Navrhnout neoptimálnější řešení.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] VELÍŠEK, J. Chemie potravin 1. 1st ed. 1999. Part 4.4, Polysacharidy, p. 196-249.

[2] VELÍŠEK, J. Chemie potravin 3. 1st ed. 1999. Part 11.4, Látky upravující texturu, p. 191-197.

[3] HYLMAR, B. Výroba kysaných mléčných výrobků. 1st ed. 5NTL, 1986. 212 p.

[4] PAVELKA, A. Mléčné výrobky pro vaše zdraví. 1st ed. Littera, 1996. ISBN 80-85763-09-5.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Dagmar Tykvarťová

Kroměříž


Datum zadání bakalářské práce:

23. února 2009

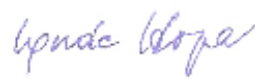
Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2009

Ve Zlíně dne 31. května 2009


doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
ředitel




prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Zakysané mléčné výrobky mají důležitou roli v naší stravě. Tato práce popisuje jednotlivé složky zakysaných mléčných výrobků a jejich změny během zrání. Zabývá se technologií výroby zakysaných mléčných výrobků. Zaměřuje se na výrobky s jogurtovou kulturou.

V praktické části se zabývá technologickým postupem výroby jogurtových nápojů. Zkoumá vliv hydrokoloidů na jakost termizovaných jogurtových nápojů, schopnost jednotlivých hydrokoloidů, nebo jejich směsí, udržet syrovátku v jogurtovém nápoji po procesu termizace.

Klíčová slova: jogurt, hydrokoloid, fermentace, termizace, jakost

ABSTRACT

Cultured milk products have an important role in our diet. This thesis describes various components of fermented milk products and their changes during ripening. It deals with technologies for the production of fermented milk products. It focuses on products with yoghurt culture.

In the practical part it deals with the technological process of yoghurt drinks production. It examines the impact of hydrocolloids on the quality of fermented yoghurt drinks, the ability of each hydrocolloid, or their mixtures, to maintain the whey in yoghurt drinks after the thermization process.

Keywords: yoghurt, hydrocolloid, fermentation, thermization, quality

Poděkování, motto

Rád bych poděkoval Ing. Dagmar Tykvartové za odborné rady a čas, který mi věnovala při sestavování této bakalářské práce. A panu Ladislavu Hudečkovi za praktické rady a čas, který se mnou strávil při výrobě jogurtových nápojů. Dále bych rád poděkoval firmám NATURA a.s. za hydrokoloidy a návrhy na jejich kombinaci a použité množství, CHR HANSEN za lyofilizované kultury a KROMILK spol. s r.o. za suroviny, použité k výrobě.

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

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 ZAKYSANÉ MLÉČNÉ VÝROBKY	10
1.1 NUTRIČNĚ – FYZIOLOGICKÁ HODNOTA ZAKYSANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ.....	10
1.1.1 Laktóza	10
1.1.2 Mléčná kyselina.....	11
1.1.3 Bílkoviny	12
1.1.4 Mléčný tuk.....	12
1.1.5 Minerální látky	12
1.1.6 Chuťové a aromatické látky	13
1.1.7 Vitamíny.....	13
1.1.8 Celková stravitelnost.....	14
1.2 BIOCHEMIE VÝROBY ZAKYSANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ	14
2 JOGURT	18
2.1 TECHNOLOGIE VÝROBY JOGURTŮ	18
2.1.1 Jogurty s pevným koagulátem	18
2.1.2 Jogurty krémovité.....	20
2.1.3 Jogurty tekuté	22
3 HYDROKOLOIDY	23
3.1 DĚLENÍ HYDROKOLOIDŮ PODLE PŮVODU:.....	24
3.2 HYDROKOLOIDY POUŽITÉ PRO VÝROBU JOGURTOVÝCH NÁPOJŮ.....	24
3.2.1 Xanthan	25
3.2.2 Svatojánský chléb.....	26
3.2.3 Škrob	27
3.2.4 Pektin.....	29
3.2.5 Želatina.....	30
3.2.6 Mléčné bílkoviny.....	31
II PRAKTICKÁ ČÁST	32
4 VÝROBA TERMIZOVANÝCH JOGURTOVÝCH NÁPOJŮ	33
4.1 OBECNÉ SCHÉMA VÝROBY.....	33
4.2 JEDNOTLIVÉ KROKY VÝROBY	34
4.2.1 Příprava směsi	34
4.2.2 Promíchání a bobtnání.....	35
4.2.3 Přídavek hydrokoloidu	35
4.2.4 Homogenizace	36
4.2.5 Pasterace.....	36
4.2.6 Chlazení na kysací teplotu.....	37
4.2.7 Zaočkování směsi jogurtovou kulturou.....	38
4.2.8 Fermentace	38
4.2.9 Přídavek hydrokoloidu	39
4.2.10 Míchání	39

4.2.11	Pasterace – termizace	39
4.2.12	Homogenizace	40
4.2.13	„Aseptické“ plnění	40
4.3	JEDNOTLIVÉ VÝROBY	41
5	ZÁKLADNÍ CHEMICKÁ A SENZORICKÁ ANALÝZA	42
5.1	CHEMICKÁ ANALÝZA	42
5.2	SENZORICKÁ ANALÝZA	44
6	VYHODNOCENÍ Vlivu Použitých Hydrokoloidů na Jakost Kysaných Mléčných Výrobků	48
	ZÁVĚR	49
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	51
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	53
	SEZNAM OBRÁZKŮ	54
	SEZNAM TABULEK	55
	SEZNAM PŘÍLOH	56

ÚVOD

Dějiny mlékařství jsou velmi staré. Jako ostatně mnohé, co souvisí s výživou člověka. Již v dobách kočovného života hlavně pasteveckých národů vznikalo primitivní mlékařství. Potvrzují to i řecké a římské písemné zprávy. Také původní názvy některých mléčných výrobků, které se vyskytují současně u národů dnes od sebe zeměpisně velmi vzdálených, ukazují na společný, a tím i prastarý původ. Původní zpracování mléka na mléčné výrobky se dlouhou dobu provádělo v blízkosti živočišné výroby přímo v zemědělství, na selských statcích nebo panských dvorech [4].

Původ jogurtů je na Balkánském poloostrově. Název jogurt pochází z Turecka a znamená zkvašené mléko [6].

Významná data:

- 5000 let př. n. l. v zemích středního východu. Výrobky s přirozenou mikroflórou typickou pro jednotlivé regiony. Kavkaz – kefir, Střední Asie – Kумыs (kobydí mléko), Morava – kyška [6].
- 1907 Ilja Iljič Mečnikov hypotéza o vlivu specifického stravování v Bulharsku, Turecku a Arménii. Izoloval kmeny žijící v symbióze *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus bulgaricus*. Vliv poklesu pH na střevní mikroflóru a zabránění rozšiřování infekce [6].
- 1919 Issac Carasso – Danone ve Španělsku. V důsledku hromadného výskytu střevních chorob v Barceloně se jogurt prodával v lékárnách [6].
- 1933 vymysleli v Radlické mlékárně na Smíchově ovocný jogurt. Jahodová marmeláda na povrchu jogurtu měla zabránit rozvoji plísní na jogurtu. Mlékárna si své řešení nechala patentovat a licenci prodávala do celého světa [7].
- 1954 Ferdinand Vergine specifikoval probiotika [6]
- 2002 Oficiální definice probiotik (WHO). Probiotikum je mikrobiální součást potraviny, která při konzumaci dostatečného množství vykazuje příznivé účinky na zdraví konzumenta [6].

II. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZAKYSANÉ MLÉČNÉ VÝROBKY

Vyrobena z mléka působením enzymů bakterií mléčného kvašení doplněného nepatrnou proteolytickou činností, tvorbou těkavých kyselin a aromatických látek. Někdy i alkoholickým kvašením. Hlavním produktem je kyselina mléčná, která vzniká zkvašením laktózy. Dává výrobkům nakyslou chuť, způsobuje vysrážení bílkovin a prodlužuje trvanlivost [2].

1.1 Nutričně – fyziologická hodnota zakysaných mléčných výrobků

Výživová hodnota je závislá na složení použitého mléka. U mléka se upravuje tučnost, sušina, případně i obsah bílkovin v sušině. Úbytek energie v důsledku přeměny laktózy na kyselinu mléčnou je 2 až 4 % [1,3].

1.1.1 Laktóza

Působením bakteriálních metabolitů se mění přes glukózu a galaktózu na kyselinu mléčnou. Takto se při výrobě zakysaných mléčných výrobků přemění 20 až 30 % laktózy. Koncentrace vzniklé kyseliny mléčné je asi 0,5 až 1,0 % [1].

V důsledku částečného odbourání laktózy bakteriálními enzymy mohou konzumovat tyto výrobky i lidé s nedostatkem laktázy v trávicím traktu, která je potřebná k přeměně laktózy na jednodušší cukry. Lidé s nedostatkem laktázy nemohou pít sladké mléko. Intolerance laktózy vyvolává problémy hlavně u některých etnických skupin, např. Afričanů a Asiatů. Ale někteří tito lidé mohou konzumovat zakysané mléčné výrobky bez obvyklých potíží. To je připisováno zákysovým kulturám vybaveným potřebným enzymovým systémem β -galaktosidázou, který dokáže štěpit laktózu na monosacharidy glukózu a galaktózu. V intestinálním traktu dochází k lýzi buněk jogurtové kultury. To má za následek uvolňování β -galaktosidázy hydrolyzující laktózu. Právě v důsledku aktivity β -galaktosidázy z buněčné hmoty kultur mohou lidé s laktózovou intolerancí konzumovat zakysané mléčné výrobky bez trávicích potíží [1].

Pro lidi s laktózovou intolerancí lze zajistit co nejmenší množství laktózy v zakysaných mléčných výrobcích použitím mléka s hydrolyzovanou laktózou. Hydrolýza se provádí pomocí kvasinky *Kluyveromyces lactis*, která při teplotě 30 °C rozloží za dvě hodiny 50 až 80 % laktózy. V konečném výrobku je pak méně než třetina laktózy ve srovnání se stejným výrobkem vyrobeným z nehydrolyzovaného mléka. Pomocí enzymového preparátu lze u

mléka vyvolat hydrolyzu laktózy při teplotě 35 °C po 45 minutách 50 % a po 2 hodinách 99 % [1].

1.1.2 Mléčná kyselina

V čerstvém mléce je obsah kyseliny mléčné zanedbatelný. Je produkována až bakteriemi mléčného kvašení. Dodává výrobkům jemně kyselou osvěžující chuť, chrání je a zvyšuje jejich trvanlivost. Mléčné bílkoviny sráží do jemných vloček. Zlepšuje využití hlavně vápníku, fosforu a železa. Vyvolává sekreci žaludečních šťáv a příznivě působí na aktivitu pepsinu [1,2].

Ve výrobcích se kyselina mléčná vyskytuje ve dvou optických izomerech: pravotočivá L(+)mléčná kyselina a levotočivá D(-)kyselina mléčná. V trávicím traktu jsou absorbovány oba izomery, ale s rozdílnou přeměnou. Pravotočivá kyselina se kompletně přeměňuje v respiračním procesu nebo je syntetizována na glukózu či glykogen. Levotočivá kyselina se přeměňuje jen omezeně a pozvolna. V důsledku slabé asimilace organismem přechází určité množství kyseliny do tlustého střeva. Kde okyseluje prostředí a tím brzdí hlavně hnilobnou mikroflóru a omezuje škodlivý účinek hnilobných produktů na organismus [1,2].

Nebezpečí představuje levotočivá kyselina mléčná pro kojence, u kterých může vyvolat acidózu. Proto by výrobky pro kojence měly obsahovat hlavně pravotočivou kyselinu. Přesto, že dospělí snášejí levotočivou kyselinu mléčnou dobře, doporučuje světová zdravotnická organizace (WHO) množství do 100 mg levotočivé kyseliny mléčné na 1 kg tělesné hmotnosti a den [1,2].

Poměr jednotlivých izomerů kyseliny mléčné ve výrobcích je dán použitými kulturami, způsobem kultivace, skladováním a ochucováním. Mezofilní streptokoky mléčného kvašení, leukonostoky a *Streptococcus thermophilus* produkují hlavně pravotočivou a jen nevýznamný podíl levotočivé kyseliny mléčné. Podobně i kmeny *Bifidobacterium bifidum*. *Lactobacillus acidophilus* produkuje z celkového množství kyseliny mléčné asi 10 % levotočivé, zatímco jogurtová kultura 30 až 50 % [1,13].

Kromě kyseliny mléčné vzniká při zrání i nepatrné množství kyseliny octové, mravenčí, jantarové, fumarové a dalších organických kyselin [1,2].

1.1.3 Bílkoviny

Stravitelnost mléčných bílkovin závisí na technologii výroby. Hlavně na délce a výšce záhřevu mléčné směsi, na druhu použitých bakterií a tím i proteolytických enzymů a na organických kyselinách produkovaných při kvašení [1].

Při biologickém zrání se mléčné bílkoviny vysráží ve formě jemných vloček, které se tráví lépe než bílkoviny sladkého mléka i bílkoviny vysrážené syřidlovým enzymem. Kasein vysrážený ve formě jemných vloček také přispívá k rychlejšímu postupu potravy ze žaludku do dvanáctníku. Což je důležité pro osoby se zeslabeným trávicím traktem, malé a slabé děti a starší lidi. Lehčí stravitelnost bílkovin v zakysaných výrobcích je způsobena pomalou tvorbou kyseliny mléčné a tím tvorbou jemných vloček. V důsledku toho dojde ke zvětšení plochy bílkovin, kterou mohou trávicí šťávy zasáhnout a tím ji mohou trávit rychleji než ve sladkém mléce. Některé druhy a kmeny mikroorganismů mají schopnost štěpit bílkoviny z části na bílkoviny a volné aminokyseliny. To by se dalo považovat za určité natrávení bílkovin [1,2].

Zakysané výrobky mohou konzumovat i osoby precitlivělé na nativní mléčné bílkoviny bez obav z nežádoucí reakce [1,2].

Obsah bílkovin v zakysaných výrobcích se zvyšuje přidáním sušeného odtučněného mléka, bílkovinných koncentrátů, kaseinátů, dále ultrafiltrací nebo odpuštěním části syrovátky po uzrání koagulátu [1,2,3,5].

1.1.4 Mléčný tuk

U kysaných mléčných výrobků je výživová hodnota mléčného tuku stejná jako u sladkého mléka, ale jeho stravitelnost se zvyšuje homogenizací. Homogenizace roztříští tukové kuličky na malé globule, které se pak enzymy lépe rozkládají. V důsledku této lipolýzy je množství mastných kyselin např. u klasického jogurtu až dvaapůlkrát vyšší než u mléka [1,2].

1.1.5 Minerální látky

Složení minerálních látek se v porovnání s mlékem prakticky nemění. Ale v přítomnosti kyseliny mléčné je lépe a ve větší míře využitelný vápník, fosfor a železo. Optimální reten-

ci vápníku u zakysaných výrobků umožňuje kombinace mléčné kyseliny, laktózy a vitamínu D a vysoký obsah vápníku [1].

1.1.6 Chuťové a aromatické látky

Jsou to produkty metabolismu čistých mlékařských kultur vznikající enzymovou degradací některých složek mléka, hlavně mléčné a citronové kyseliny. Mezofilní streptokoky mléčného kvašení tvoří acetoin a diacetyl, kterého bývá v zakysaných výrobcích 10 až 25 mg na kg. Další lehce těkavé látky, které vznikají jsou acetaldehyd, propionaldehyd, aceton, ethanol a další. Pro typickou chuť a aroma jogurtu je potřeba acetaldehyd v množství 10 až 20 mg/kg, octová kyselina v množství 0,002 až 0,003 %, titrační kyselost 38 až 40 dle SH způsobená mléčnou kyselinou a volné mastné kyseliny C₄ a vyšší, ale v menším množství, než je jejich chuťový práh žluklosti. Jogurt má nejvíce acetaldehydu a diacetyl po vychlazení a po 24 hodinovém skladování. Později se obsah těchto látek snižuje [1,2,13].

Také proteolytická a lipolytická činnost mléčných bakterií má vliv na chuť a vůni zakysaných mléčných výrobků. Proteolytickou činností vznikají peptidy a aminokyseliny, které působí jako prekursory pro enzymové chemické reakce produkující chuťové látky. Podobně je tomu i u lipolytické činnosti, kde je degradován mléčný tuk. Jogurtová kultura produkuje lipázy, které jsou např. aktivní vůči triacylglycerolům s krátkým řetězcem [1,2,5,13].

Důležitá je přeměna mléčného cukru na CO₂ a ethanol. Osvěžující zakysané mléčné výrobky mají 0,01 až 0,1 % hmot. kyseliny uhličitě, zatímco kefir 0,1 až 0,2 %. Ethanolu bývá v kefiru asi 0,2 až 1,2 %. V kefirovém mléce je obsah ethanolu podstatně nižší [1,2].

1.1.7 Vitamíny

Obsah vitamínů v zakysaných mléčných výrobcích se oproti původnímu mléku mění. Změny závisí na mnoha faktorech. Především na druhu a kmeni použitých kultur, složení a jakosti mléka, stavu použitých kultur, způsobu jejich předkultivace a kultivačních podmínkách. Důležitou roli zde hraje očkovací dávka zákysu, zračí teplota, pracovní postup, délka fermentace, způsob chlazení a skladování apod. [1].

Průzkum retence a spotřeby vitamínů v průběhu zrání prokázal, že fermentací je původní mléko sice ochuzováno o některé vitamíny, ale na druhé straně dochází i k jejich syntéze. Obsah sledovaných vitamínů skupiny B se v průběhu zrání mění podle potřeby množících

se mikroorganismů. Některé vitamíny jsou v jedné fázi produkovány a v další spotřebovávány. Potřeba jednotlivých vitamínů skupiny B se mění podle druhu, ale i kmene bakterií mléčného kvašení [1].

Obecně mají mléčné bakterie nejmenší nároky na riboflavin. Zatímco na vitamin B12 a pyridoxin mají nároky vyšší, než je jejich biosyntéza. Až na výjimky se dá konstatovat, že během kultivace spotřeba převažuje nad biosyntézou a během skladování často převažuje biosyntéza nad spotřebou. Z lipofilních vitamínů dochází ke spotřebě karotenu a syntéze vitamínu A [1].

Průběh retence vitamínů při zrání jednotlivých monokultur je rozdílný oproti zrání směsných kultur. Po 24 hodinách se v jogurtu nepatrně sníží hladina většiny vitamínů skupiny B a je zvýšen obsah lipofilních vitamínů [1].

Bakterie mléčného kvašení tedy mléku vitamíny odebírají pro svůj růst, ale v jiných fázích je opět syntetizují. Všeobecně ale bývá u běžně používaných kmenů celková vitamínová bilance spíše ztrátová [1].

1.1.8 Celková stravitelnost

Celková stravitelnost je vyšší než u mléka a závisí hlavně na druhu kultur. Laktobacilové kultury jsou účinnější než streptokokové. Proteolytické enzymy pepsin a trypsin zvyšují stravitelnost zakysaných mléčných výrobků o 7 až 11,9 % oproti plnotučnému konzumnímu mléku [1,2].

1.2 Biochemie výroby zakysaných mléčných výrobků

Z pohledu výroby zakysaných mléčných výrobků je důležitý výběr čistých mlékařských kultur. Neustále se hledají nové a speciální kmeny, které by obohatily trh o další druhy zakysaných mléčných výrobků [1].

Základními požadavky na čisté mlékařské kultury pro výrobu zakysaných mléčných výrobků jsou:

- Zajištění správného průběhu biochemických pochodů, hlavně mléčného kvašení
- Správný vývoj senzoričských vlastností
- Příznivé dieteticko – léčebné účinky

- Odolnost vůči fágům a inhibičním látkám[1,2]

Vybírají se čisté mlékařské kultury se zvýšenými antagonistickými účinky, odolné proti antibiotikům a jiným inhibičním látkám, se schopností adaptace v trávicím traktu a schopností tvorby enzymů důležitých z nutričně-fyziologického pohledu. Důležitá je odolnost čistých mlékařských kultur proti fágům. Požaduje se, aby druhy a kmeny použité ve směsných kulturách neprojevovaly antibiózu, ale naopak reverzní symbiózu a tím vzájemnou stimulaci růstu a biologické aktivity [1,2].

I když se zakysaných mléčných výrobků vyrábí mnoho druhů, jejich enzymovými procesy se liší jen velmi málo. Uplatňují se tři skupiny čistých mlékařských kultur – mezofilní streptokoky mléčného kvašení, termofilní bakterie mléčného kvašení a kombinace bakterií mléčného kvašení s kvasinkami zkvašujícími laktózu. Všechny pro výrobu používané bakteriální mikroorganismy patří do rodu *Lactobacillaceae* [1,13].

Mezofilní streptokoky mléčného kvašení se uplatňují hlavně ve smetanové kultuře. Ta obsahuje různou kombinaci vhodných kyselinotvorných kmenů *Streptococcus lactis* a *Streptococcus cremoris* a aromativních kmenů *Leuconostoc cremoris* a *Leuconostoc dextranicum*, případně kmeny *Streptococcus lactis* subsp. *diacetylactis*. Táhlovitou konzistenci zajišťují kmeny *Streptococcus lactis* var. *tae* – *tte* [1,3].

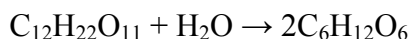
Termofilní bakterie mléčného kvašení, používané pro výrobu zakysaných mléčných výrobků, jsou laktobacily a streptokoky. Z laktobacilů se používají *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* i *Lactobacillus helveticus* var. *jogurti* a ze streptokoků *Streptococcus thermophilus*. Dále se používá *Bifidobacterium bifidum*, *Pediococcus acidilactici* a další [1,5,13].

Bakterie mléčného kvašení v kombinaci s kvasinkami způsobují vedle mléčného i ethanolové kvašení. Patří sem *Lactobacillus lactis* var. *caucasicus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus lactis* a hlavně *Streptococcus lactis*. Dále kvasinky zkvašující laktózu *Candida kefyr*, *Kluyveromyces lactis* a *Kluyveromyces fragilis* [1,2,3].

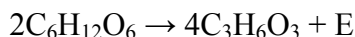
Ve směsných kulturách mohou jednotlivé druhy a kmeny žít v symbiotickém nebo stimulujícím vztahu. Streptokoky mezi sebou nebo v kombinaci s laktobacily stimulují svůj růst a tvorbu kyseliny mléčné. Ke stimulaci dochází kombinací kmenů s malou proteolytickou aktivitou s kmeny s významnou proteolytickou aktivitou. Kde kmeny s malou aktivitou využívají peptidů a aminokyselin uvolněných enzymovou činností kmenů s velkou proteolytickou aktivitou. Nejpodrobněji jsou tyto vztahy známy u jogurtové

lytickou aktivitou. Nejpodrobněji jsou tyto vztahy známy u jogurtové kultury. Kde se nejdříve rozmnožuje *Streptococcus thermophilus*, který k rozvoji potřebuje některé aminokyseliny. Tvorbou mléčné a mravenčí kyseliny stimuluje růst kmenů *Laktobacillus bulgaricus*, který intenzivně produkuje kyselinu mléčnou, ale také rozkládá bílkoviny a tím dodává potřebné aminokyseliny pro streptokoky. Ty se tak mohou znovu začít rozmnožovat. Tato obnova růstu *Streptococcus thermophilus* napomáhá žádané koagulaci a požadovaným reologickým vlastnostem jogurtu [1,5,13].

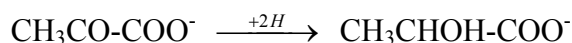
Čisté mlékařské kultury zajišťují biochemický proces anaerobní přeměny sacharidů na kyselinu mléčnou, katalyzovaný komplexem enzymů. Laktóza se nejprve hydrolyzuje enzymem β -galaktosidázou vytvořeným bakteriemi mléčného kvašení. To lze obecně vyjádřit rovnicí:



Ovšem ve skutečnosti je tato hydrolyza laktózy na glukózu a galaktózu s následnou izomerací galaktózy na glukózu i fruktózu složitý proces. Ani přeměna glukózy na kyselinu mléčnou není jednoduchá:



Molekula glukózy nejdříve fosforylací a izomerací přechází na 1,6-difosfát fruktózy a ten se vlivem aldolázy štěpí na fosfáty dvou trióz, a to glyceraldehydfosfát $\text{OHC-CHOH-CH}_2\text{OPO}_3\text{H}_2$ a dihydroxyacetonfosfát $\text{HOH}_2\text{C-CO-CH}_2\text{OPO}_3\text{H}_2$. Příslušné dehydrogenázy dále oxidují glyceraldehydfosfát za vzniku 1,3-bifosfoglycerátu. Defosforylací a enolizací se dále tvoří pyruvát (kyselina pyrohroznová), která se následně redukuje na laktát (kyselinu mléčnou):



Tento proces je analogický s glykogenolýzou. Ta probíhá v živočišné tkáni kde se kyselina mléčná tvoří přes glukózu z glykogenu. Mikroorganismy dokáží svými enzymatickými systémy metabolizovat kyselinu mléčnou, vzniklou podle Embdenova a Meyerhofova schématu, i jiným způsobem než na ethanol. Pyruvát se při mléčném kvašení stává akceptorem vodíku z $\text{NADH} + \text{H}^+$ a vzniká kyselina mléčná. Z pyruvátu může kromě kyseliny mléčné vznikat ještě např. máselná a propionová kyselina, aceton, butanol, propanol, acetonin, butylenglykol apod. [1,2].

Některé druhy mléčných bakterií (*Streptococcus lactis* subsp. *diacetylactis* a leukonostoky) produkují z laktózy a kyseliny citrónové malé množství acetoinu $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CO-CH}_3$, který se může částečně redukovat na 2,3-butylenglykol $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH(OH)CH}_3$ a nebo oxidovat na diacetyl $\text{CH}_3\text{-CO-CO-CH}_3$, těkavou aromatickou látku. Ta dává zakysaným mléčným výrobkům typické aroma [1,2].

Kyselina mléčná, produkovaná při výrobě zakysaných mléčných výrobků, vyvolává kyselé srážení mléka. Jde o izoelektrické oddělení kaseinu z pevného svazku s vápníkem. Mléko je koloidní roztok, kde je kasein přítomen v podobě komplexní vazby kalciumkaseinátu-kalciumfosfátu. Tato vazba je kyselinou mléčnou destabilizována a dochází k tvorbě mléčného koagulátu. Ke srážení mléka dochází v izoelektrickém bodě kaseinu, který leží pod pH 5,0 (4,7 – 4,8). Elektrický náboj bílkovin závisí na pH roztoku, který ovlivňují vodíkové nebo hydroxylové ionty. Tento náboj bílkovinných částí je podmíněn přítomností volných aminokyselin a karboxylových skupin molekuly. Tyto sloučeniny mohou s kyselinami a zásadami tvořit soli [1,2].

Principem rozpouštění bílkovin, které udržují disperzní stav, je hydratace. Silně hydratované částičky bílkovin mléka se vyskytují v rozpustné nebo koloidní formě. Kysáním vzniká z koloidního komplexu kaseinátu vápenatého kyselý kasein, který je ve vodě nerozpustný. Chování bílkovin v zakysaných mléčných výrobcích je dáno jejich hydratací a rehydratací. Velikost malých vloček bílkovin, které jsou synerézní, určuje viskozitu [1].

Pomocí fyzikálních sil částiček tvoří kaseinové micely síťovitou, vláknitou a velice jemnou sraženinu. Sraženina je tak jemná, že lze do dutinek v ní uzavřít bakterie a tukové kuličky. Čím více je v mléce bílkovin a tuku v dutinkách, tím pevnější je koagulát. Hydratace vysráženého kaseinu se liší v závislosti na teplotě koagulace. Čím je teplota nižší, tím je hydratace vyšší. Teplo krátí řetězce kaseinového koagulátu, smršťuje se a uvolňují se molekuly vázané vody. To se projeví odlučováním syrovátky [1].

V mléce, které je dlouho a vysoce pasterováno, se vysráží sérové bílkoviny. Koagulát tak obsahuje asi 75 % kyselého kaseinu a 25 % vysráženého albuminu a globulinu. Tyto sražené sérové bílkoviny vážou asi 80 % vody a na rozdíl od kaseinu se při zahřátí nesmršťují a nedochází tak k odlučování syrovátky. Při koagulaci uzavřou micely kyselého kaseinu vysrážené sérové bílkoviny do síťoviny. Tím přispívají k pevnosti koagulátu a snižují nebezpečí syneréze při zahřátí téměř o 25% [1,2].

2 JOGURT

U nás je jogurt nejvíce vyráběným zakysaným mléčným výrobkem. Jak již bylo řečeno dříve, pochází z Balkánského poloostrova a přilehlé oblasti Asie a Afriky. V původních oblastech se vyráběl z ovčího i buvolího mléka, která mají vyšší sušinu než mléko kravské [2,5].

Jogurt je kysaný mléčný výrobek získaný kysáním mléka, smetany, podmáslí nebo jejich směsi pomocí mikroorganismů jogurtové kultury [8].

Jogurtová kultura je protosymbiotická směs *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Podle potřeby může být doplněna dalšími kmeny, které zvyšují odolnost vůči nevhodným kultivačním podmínkám a inhibičním látkám jako je např. *Streptococcus lactis*, *Pediococcus acidilactici* odolný vůči penicilinu a jiným antibiotikům, případně tyto kmeny nahrazují senzitivní kmeny *Streptococcus thermophilus*. Dále se přidávají kmeny *Lactobacillus acidophilus* zvyšující dieteticko-léčebné účinky [1,2,3,5,8,13].

Směsné kultury jsou tedy složeny z více kmenů výše uvedených. Tyto kultury, složené z většího počtu kmenů, jsou odolnější vůči fágům, ale také mají mnohem složitější symbiotické vztahy a některé kmeny se časem redukují. Vhodný poměr mezi laktobacily a streptokoky je u směsné kultury 1:1 až 1:2 [1,2,5,13].

Při výběru jogurtové kultury je potřeba přihlížet ke kysací aktivitě, ale i k tvorbě aromatických látek, sklonu k druhotnému kysání, vitalitě a virulenci v mléčné směsi s vyšší sušinou, sklonu k oddělování syrovátky apod. Případně v případě přídavku cukru a ovocných přísad na viskozitu a pevnost vzniklého koagulátu. Tyto požadavky na vlastnosti jogurtových kultur jsou různé v závislosti na tom co požadujeme od finálního výrobku [1,3].

Možností rozdělení jogurtů je mnoho. Nejčastěji se dělí podle reologických vlastností na pevné, krémovité a tekuté [1].

2.1 Technologie výroby jogurtů

2.1.1 Jogurty s pevným koagulátem

Sem patří u nás vyráběný bílý jogurt, ovocný jogurt a jogurt s ovocným sirupem.

Bílý jogurt má nejméně 4,5 % mléčného tuku, celkovou sušinu nejméně 21 %, titrační kyselost po výrobě nejvýše 65, v době expedice 75 a v době prodeje 85 dle SH. Ovocný jogurt se vyrábí z bílého přidavkem džemu nebo marmelády na dno spotřebitelského obalu nebo na povrch koagulátu po uzrání. Přidává se 30 až 35 g ovocné složky na 180 ml bílého jogurtu. Přidavkem ovocné složky se mění hodnoty výrobku. Obsahuje pak 3,5 % mléčného tuku a celková sušina vzroste na nejméně 26,7 %. Po výrobě má být pH 4,5 – 4,2 a v době expedice 4,4 – 4,0. Ze stejné směsi jako u bílého jogurtu se vyrábí i jogurt s ovocným sirupem. Zde se na 100 litrů směsi přidává 8,5 litru sirupu. Vzniklý jogurt má pak stejné parametry jako ovocný jogurt [1,2,3,5].

Bílý jogurt se vyrábí z plnotučného pasterovaného a vychlazeného mléka s upravenou tučností i sušinou. Mléko se zahušťuje přidavkem sušeného odtučněného mléka, které se přisypává do mléka o teplotě 30 až 40 °C za stálého míchání až do dokonalého rozpuštění. Takto zahuštěné mléko se opět pasteruje při teplotě 95 °C 20 sekund. Případně jiné vhodné kombinaci teploty a času [1,2,3,5].

Pro lepší konzistenci finálního výrobku se doporučuje mléko homogenizovat při tlaku 18 až 20 MPa a teplotě 60 až 70 °C. Směs se pak zchladí tak, aby se po stočení do obalů pohybovala teplota v rozmezí 42 až 45 °C. Následuje zakysání 1 až 2 % jogurtového zákysu. Zakysaná směs se pak stáčí při teplotě 42 až 45 °C. Naplněné obaly se umístí do zracích komor nebo skříní, vyhřívaných vzduchem, nebo do vodních lázní. Zrání trvá 2,5 až 3,5 hodiny a po celou dobu se udržuje teplota 42 až 45 °C. Po zrání se koagulát vychladí a uchovává do doby expedice v chladírně při teplotě do 10 °C [1,2,3,5].

U ovocných jogurtů, které se vyrábějí z bílého jogurtu, se ovocná složka přidává do spotřebitelských obalů dvojitým způsobem. U prvního se ovocná složka plní na dno a pak se přidá zaočkovaná zahuštěná mléčná směs a dále se pokračuje jako u bílého jogurtu. U druhého způsobu se ovocná složka dává na povrch zralého bílého jogurtu. V prvním případě se doporučuje, aby měla ovocná složka stejnou teplotu jako je zrací teplota jogurtu. V druhém případě, kdy se ovocná složka dává na pevný a zralý koagulát a teprve potom se obal uzavírá, omezuje ovocná složka rozvoj nežádoucí vzdušné mikroflóry, hlavně kvasinek a plísní, které při zracím procesu mohli sedimentovat na povrchu koagulátu [1,2].

Ovocná složka dodává jogurtu příjemnou chuť, proto musí mít vyhovující jakost a nesmí zatékat. To zajistíme zvýšením refraktometrické sušiny, dostatečným podílem ovocné hmoty, správným množstvím jakostního pektinu a správnou hodnotou pH [1].

U jogurtů s ovocným sirupem se částečně využívá zrání v tancích a částečně v obalech. Tím se šetří energie ve srovnání s klasickou výrobou. Mléčná směs, která je pasterovaná, homogenizovaná, zahuštěná a zchlazená na fermentační teplotu 45 – 48 °C se napustí do tanku a zaočkuje 2 až 3 % jogurtového zákysu. Směs se rozmíchá a nechá v klidu předzrát asi 30 až 60 minut do dosažení titrační kyselosti 20 až 25 dle SH. Poté se přidá 8,5 litru sirupu na 100 litrů směsi a opět se důkladně promíchá. Je důležité přidat sirup až po zaočkování. Jinak se bude kultura těžko rozmnožovat a bude mít potíže se zajištěním biochemických pochodů v této směsi s vysokou sušinou. Po naplnění do obalů pokračuje zrání jako u klasických bílých jogurtů. Teplota se udržuje mezi 40 a 42 °C. Při těchto podmínkách trvá zrání asi 2 hodiny. Po uzrání se výrobek vychladí a uchovává v chladárně až do doby expedice při teplotě pod 10 °C [1,2].

Kompromisem mezi výrobou pevných a krémovitých jogurtů je dvoutepelné zrání. Probíhá postupně ve zracím tanku a spotřebitelských obalech. Konzistence je pevnější než u jogurtového krému a podobá se klasickému bílému jogurtu. Teplota a doba zrání je stejná jako u jogurtu s ovocným sirupem, ale po plnění do obalů a přidání sirupů nastává další fáze. V té probíhá pomalé chlazení a směs zraje 10 až 15 hodin při teplotě 20 až 23 °C [1].

2.1.2 Jogurty krémovité

Do této skupiny patří jogurtový krém a jogurtový ovocný krém. Jogurtový krém bez přísad má stejné složení jako bílý jogurt. Obsahuje 4,5 % mléčného tuku, nejméně 21 % celkové sušiny a titrační kyselost při výrobě je 70 až 75 dle SH. Ovocné jogurtové krémy obsahují ovocný protlak, dřeň, ovocný sirup či ovocný kompot. Tyto ovocné jogurtové krémy obsahují nejméně 3,5 % mléčného tuku, kyselost při expedici je 4,0 pH a při prodeji 3,8 pH. Před přidáním ovocných složek má mít koagulát titrační kyselost 70 až 75 dle SH. (pH 4,1 až 4,2). Celková sušina je různá v závislosti na druhu ovocné složky. U ovocného jogurtového krému s protlakem nejméně 26,7 %, s džemem nejméně 25,5 % a se sirupem a kompotem nejméně 22 % [1,2,3].

Ovocný jogurtový krém se vyrábí ze standardizovaného polotučného mléka. Zahuštěná směs má tučnost nejméně 4,5 %. Směs se zahušťuje přidávkem sušeného mléka [1,2,3].

Takto zahuštěná směs se pasteruje při 95 až 98 °C 20 až 60 sekund. Důležitá je homogenizace při teplotě 60 až 70 °C a tlaku 18 až 20 MPa. Směs se vychladí na 43 až 45 °C v případě krátkodobého zrání nebo na 30 °C u dlouhodobého zrání. Ochlazená směs se čerpá do uzrávacích tanků, kde se šetrně míchá. U krátkodobého zrání se směs zaočkuje 1 až 2 % jogurtové kultury, která se přidává do zracího tanku současně s přidávanou mléčnou směsí. Vše se promíchá a nechá v klidu zrát 2,5 až 3,5 hodiny do dosažení titrační kyselosti 70 až 75 dle SH. (pH 4,1 až 4,2). Poté se zrání omezí ochlazením na 37 až 34 °C, nejlépe bez míchání. Při této teplotě se do jogurtového koagulátu zubovým čerpadlem čerpá pasterovaná ovocná složka o teplotě koagulátu. Následně se směs šetrně promíchá. U dlouhodobého zrání se směs zaočkuje 0,05 až 0,10 % jogurtové kultury. Směs zraje 16 až 18 hodin do titrační kyselosti 70 až 75 dle SH (pH 4,1 až 4,2). Poté se zubovým čerpadlem přičerpává ovocná složka o teplotě koagulátu a směs se šetrně promíchá [1,2,5].

Promíchaná směs se zubovým čerpadlem čerpá na plnicí zařízení. Naplněné jogurtové krémy se skupinově balí a ukládají do chladírny. Zde jsou uchovávány při teplotě pod 10 °C až do doby expedice. Uchováním při nízké teplotě dojde do druhého dne k částečné obnově viskozity [1].

Přidávaný džem, sirup a kompot se tepelně neošetřují. Tepelně se ošetřuje ovocná dřevina při teplotě 75 °C 30 minut. Poté se vychladí na teplotu koagulátu. Dřevina je možno před pasterační promíchat s krystalovým cukrem např. v poměru 56 % dřeviny a 44 % cukru [1].

Jogurtový krém bílý bez příchutě se vyrábí stejně jako ovocný za použití krátkodobého zrání a bez přídavku ovocné složky. Krátkodobé zrání je u jogurtového krému bez příchutě důležité z hlediska biochemických pochodů a tvorby aroma. Naopak u jogurtových krémů s ovocnou složkou můžeme dát přednost dlouhodobému zrání ve prospěch reologických vlastností, protože hlavní složka, která zajišťuje chuť, je ovocná složka [1].

Krémový jogurt je také možno plnit na ovocné želé. To se připraví ve směšovacím kotli z vody a cukru, které se během míchání rozpustí. Poté se do roztoku přidá vhodný stabilizátor (agar, želatina, alginát, karagenát), který je promíchan s minimálně pětinasobným množstvím cukru. Směs se přihřívá, aby se hydrokoloid rozpustil a přidá se sterilovaný protlak a barvivo. Zahřeje se na 70 až 73 °C a za stálého míchání se čerpá přes plnicí zařízení do obalů a vychladí na 15 °C. Na vychlazené želé se pak dávkuje rozmíchaný zralý krémovitý jogurt. Také lze na želé naplnit již zaočkovanou směs a provést zrání v obalech.

Po naplnění a uzavření obalu se výrobek vychladí pod 8 °C a při této teplotě se uchová až do doby expedice [1].

2.1.3 Jogurty tekuté

Jogurtové nápoje se mohou vyrábět pomocí krátkodobého i dlouhodobého zrání. V případě dlouhodobého zrání se mléko zahustí přidávkem sušeného odstředěného mléka a pasteruje při teplotě 95 až 98 °C 20 sekund. Případně jiné vhodné kombinaci teploty a času. Poté se směs homogenizuje při teplotě 60 až 70 °C a tlaku 18 až 20 MPa. Dále se směs vychladí na teplotu zrání 30 °C a zaočkuje 0,1 % jogurtové kultury. Zaočkovaná směs se promíchá a zraje v klidu 12 až 16 hodin do titrační kyselosti 45 až 60 dle SH. Poté se do koagulátu přičerpá ovocný sirup a směs se homogenizuje při tlaku 1 až 5 MPa. Homogenizátor lze v tomto případě nahradit vhodným čerpadlem. Vzniklý koktejl se na chladiči vychladí pod 10 °C, naplní do obalů a uloží do chladírny až do doby expedice [1].

V případě krátkodobého zrání se mléčná směs standardizuje stejně jako u dlouhodobého zrání. Poté se vychladí na teplotu 45 °C a zaočkuje 2 % jogurtové kultury. Směs se promíchá a zraje v klidu 2,5 až 3,5 hodiny do titrační kyselosti 42 dle SH. Poté se chladí na deskovém chladiči na 6 až 8 °C a při této teplotě se uchovává. Vychlazený jogurtový nápoj se může hned balit do spotřebitelských obalů. Nebo se do něj přidává ovocná složka. V případě, že přidáváme ovocnou složku, by měla být titrační kyselost do 60 dle SH [1].

Jogurtové nápoje mají nižší energetickou hodnotu než jogurty pevné a krémovité a vyšší obsah bílkovin v poměru k obsahu tuku. Také technologie jejich výroby je jednodušší. Jemnost finálního výrobku se dá ještě zlepšit dodatečnou homogenizací, aniž by se uvolňovala syrovátka [1].

3 HYDROKOLOIDY

Hydrokoloidy (stabilizátory) jsou důležitým prostředkem pro dosažení jemné a dokonalé vazby vody při výrobě termizovaných jogurtových nápojů. Zahříváme-li směs dle receptury na teplotu 75 °C bez stabilizátoru, dochází ke srážení bílkovinných složek do velkých konglomerátů, což se projevuje krupičkovitou konzistencí a uvolňováním tekuté fáze (syrovátky). Stabilizující, emulgační a zahušťovací aditiva jsou důležitým prostředkem k dosažení požadovaných vlastností výrobků, jako je potřebná konzistence, zabránění oddělování syrovátky, udržení struktury a zajištění emulzní stability výrobků. Stabilizátory zvyšují vazbu vody a tuku, napomáhají vytvoření homogenní hladké struktury a zjemňují chuť. Stabilizátory jsou vysokomolekulární látky podporující tvorbu textury mléčných výrobků. Svou schopností absorbovat velké množství vody, tvoří gely a velmi viskózní suspenze, roztoky s nízkým obsahem sušiny. Jejich molekuly mají schopnost vytvářet ochranný film kolem molekul bílkovin, to umožňuje vytvoření jemné a stabilní disperze, zabraňuje synerezi směsi a koagulaci bílkovin při tepelném záhřevu. Stabilizační účinek mají všechny hydrokoloidy [9].

Hydrokoloidy se rozpustí v systému potraviny a stabilizují disperzní částice potraviny tak, že vytvářejí texturu látky a zejména pak texturu reologicky stabilní. Jsou to látky, které po rozpuštění nebo dispergaci ve vodě dávají hustý roztok nebo disperze, kde jsou jednotlivé makromolekuly nebo jejich nadmolekulární shluky hydratovány. Hydrokoloidy jsou polysacharidy vysoké molekulární hmotnosti, extrahovány z živočichů, rostlin, mořských řas nebo produkovaných mikrobiální syntézou. Jsou to polymerní látky, jejich makromolekuly jsou složeny ze stovek až mnoha set tisíc jednodušších molekul [9,16].

Hydrokoloidy v mlékárenském průmyslu mají účinek aditivních látek projevující se především v konzistenci, jako emulgátory, stabilizátory, zahušťovadla, v sensorických vlastnostech, údržnosti a v nutričních hodnotách. Při výrobě potravin je lze používat jen tehdy, je-li to nezbytné z technologických důvodů, pro zlepšení konzistence nebo textury výrobků a jejich trvanlivosti. Označují se písmenem E a číselným kódem, a toto označení je mezinárodně platné. Přítomnost přídatných látek musí být uvedena na obalu [9,16].

3.1 Dělení hydrokoloidů podle původu:

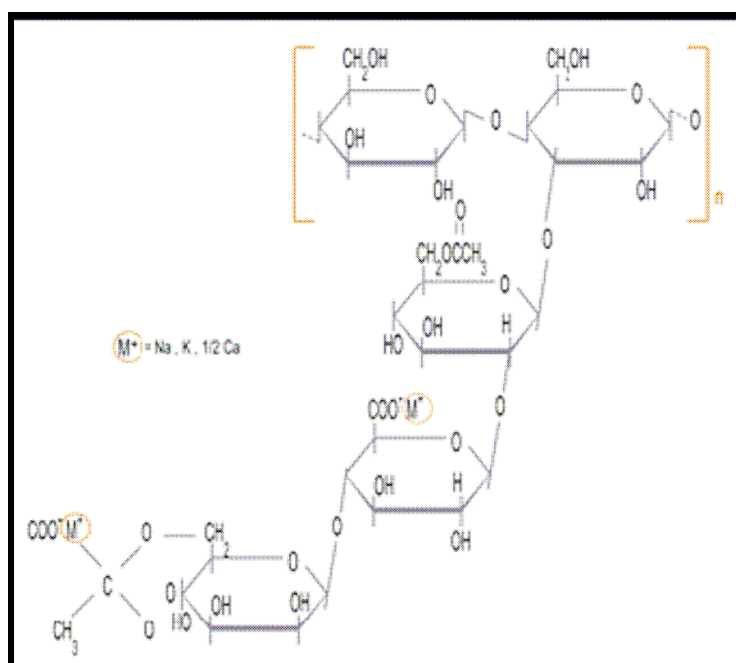
- z vyšších rostlin:
 - tragant, arabská guma, guma karaya, guma tara, guma guar, pektin, škroby, celulóza, guma ghatti, konjaková guma, tamarindová guma, svatojánský chléb
- z řas:
 - algináty, agar, karagenan, guma euchema (syn. afinát řasy Euchema)
- živočišného původu:
 - bílkoviny ze syrovátky a jejich koncentráty, mléčné bílkoviny, kaseináty, želatina, lecitin, chitosan
- mikrobiálního původu:
 - xanthan, guma gellan, kurdlan, dextran
- modifikované:
 - modifikované škroby a modifikovaná celulóza, dextriny [9,16]

3.2 Hydrokoloidy použité pro výrobu jogurtových nápojů

- Xanthan
- Svatojánský chléb
- Škrob (modifikovaný):
 - Tapiokový
 - Bramborový
 - Kukuřičný
- Pektin
- Vepřová želatina
- Mléčné bílkoviny

3.2.1 Xanthan

Xanthanová guma je polysacharid produkovaný bakterií *Xanthomonas campestris*, který vzniká jako sekundární metabolit aerobní fermentace cukrů. Xanthan je složen z monosacharidů β -D-glokózy, α -D-mannózy a D-glukuronové kyseliny v poměru 2:2:1. Jeho hlavní řetězec je tvořen β -D-(1 \rightarrow 4) glukózovými jednotkami, vedlejší řetězec je tvořen trisacharidy: α -D-mannózou, která obsahuje acetylovou skupinu, β -D-kyselinou glukuronovou a je zakončen β -D-mannózovými jednotkami spojenými s pyruvátovou skupinou. Přítomnost anionu vedlejšího řetězce na xanthanové molekule zvyšuje hydrataci a způsobuje, že xanthan je rozpustný ve studené vodě [9,14,16].



Obr. č.1: Struktura xanthanu

Vlastnosti xanthanu – obecně nejsou ovlivněné změnami pH, rozpouští se ve většině kyselin nebo bází. Na rozdíl od dalších hydrokoloidů, neztrácí xanthan svou viskozitu a je stabilní i v nízkých pH a vysokých teplotách po dlouhé časové období. Viskozitu neovlivní ani přidavek velkého množství soli. Díky jeho vaznosti vody je xanthan stabilní při zmrazování i rozmrazování [9,14].

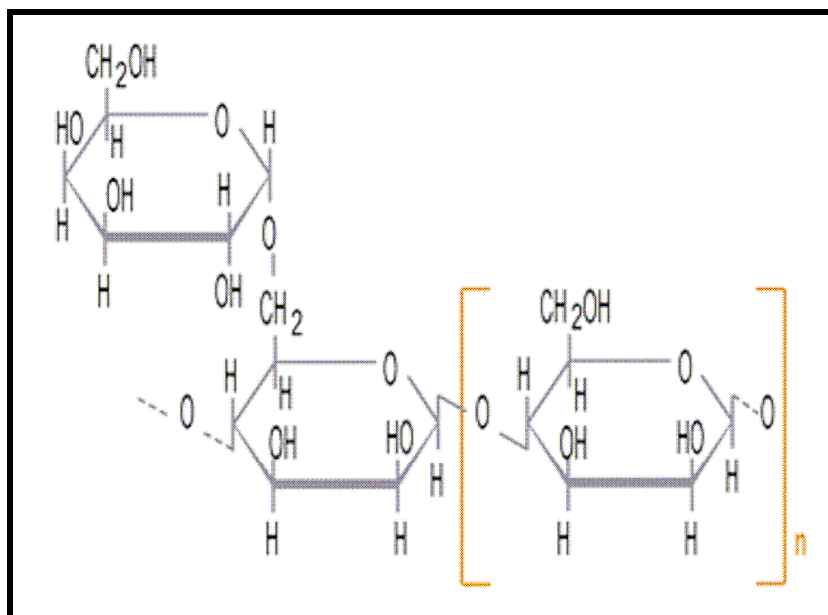
Použití xanthanu je hlavně jako zahušťovadlo a stabilizátor emulzí a v kombinaci s jinými hydrokoloidy i jako gelotvorná látka. Díky jeho reologickým a synergickým vlastnostem je používán jako suspenzní činitel, emulzní stabilizátor, ztužovač pěn nebo zlepšovač objemu těsta. V přítomnosti guarové gummy se zvyšuje viskozita disperze. Samotný xanthan netvoří

gely, avšak termoreverzibilní gely vznikají ve směsích s některými polysacharidy (guar, svatojánský chléb, κ -karagenan). Používá se hlavně na omáčky a dresinky, pekařství a sladké pečivo, masné produkty, nápoje, zmrzliny a mléčné produkty, ovocné přípravky [9,14,16].

3.2.2 Svatojánský chléb

Svatojánský chléb – Lokustová guma je mouka z endospermu semen rohovníku obecného (*Ceratonia silliqua*) nazývaná též jako svatojánský chléb, karob, nebo karubin. V lusku rohovníku mají všechna semena stejnou hmotnost a to 200 mg, proto byla užívaná jako standard pro klenotníky vážící ve středověku drahé kovy a minerály. Je to protáhlý lusk, 10 až 20 cm dlouhý a 2 až 4 cm široký. Každý lusk obsahuje jemně oválná semena asi 8 mm dlouhá. Mouka ze semen se získává ve formě bílého až žlutavého prášku, bez chuti a zápachu. Z potravinářského hlediska jsou dnes karobové lusky plodinou s velmi širokým spektrem využití. Jsou vyhledávanou a velmi ceněnou surovinou. Je k tomu hned několik důvodů. Patří k nim jejich vysoká nutriční hodnota, dobré fyzikálně-chemické vlastnosti a velmi přijatelná cena. Mezi nejdůležitější a nejžádanější produkty patří prášek vymletý z pražené karobové drtě, dále extrakt ze sušených lusků pražených i nepražených, karobová mouka vymletá z celého nepraženého lusku a karobová guma připravená z endospermu semen. V potravinářském průmyslu nachází další uplatnění jako zahušťovadlo a ochucovadlo při výrobě želatin a pudinků [9,14].

Skládá se především z polysacharidů vysoké molekulární hmotnosti na bázi galaktomannů - dlouhé řetězce zhotovené ze sacharidů galaktózy a mannózy. Hlavní řetězec se skládá z (1→4) spojené β -D-mannózy a vedlejší řetězec (1→6) spojené α -D-galaktózy [9,14].



Obr. č.2: Struktura svatojánského chleba

Vlastnosti svatojánského chleba - v přítomnosti kappa karagenanu nebo xanthanu vytváří gel. Prášek ve studené vodě bobtná, avšak jeho rozpustnost je nepatrná. Viskozita disperze se zvyšuje teprve po zahřátí - tím je jeho použití částečně omezeno. Svatojánský chléb je kompatibilní s většinou rostlinných a mikrobiálních hydrokoloidů a s proteiny. Samotný netvoří gel, ale zvyšuje elasticitu a pevnost gelů, např. s xanthanem, který také gel sám netvoří [9,14].

Používá se hlavně na mléčné pudinky, zmrzliny, dresinky, omáčky a polévky, ovocné přípravky, pekařství [9,14].

3.2.3 Škrob

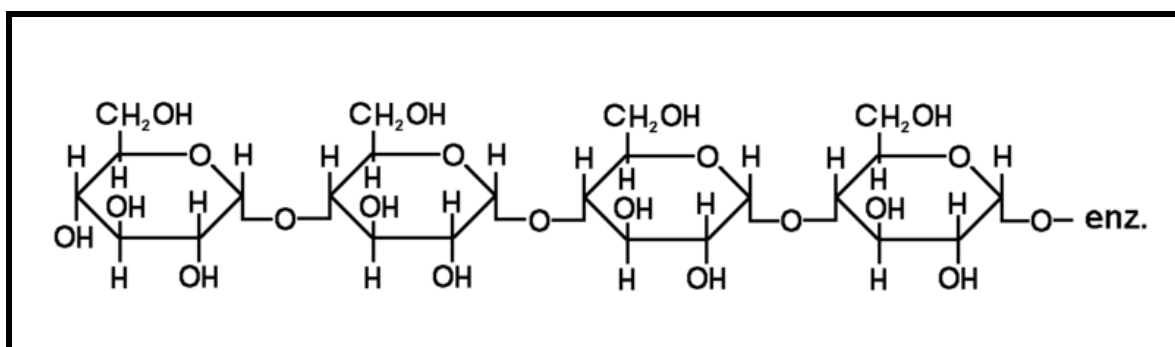
Škrob je zásobárna živin v rostlinách, v živočišných buňkách se vyskytuje glykogen, polysacharid sloužící jako zásobní zdroj energie. Škrob je uložen v rostlinách ve formě škrobových zrn (granul), chemicky je to směs amylozy a amylopektinu, což jsou řetězce glukózových jednotek, lišících se uspořádáním. Získává se z brambor, obilovin včetně kukuřice a rýže, příp. laskavce (amarantu), luštěnin. V jiných zemích se škrob získává z topinambur, z kasavy, manioku, juky, tapioky [9,14,16].

Modifikované škroby jsou látky, které se vyrábějí chemickými změnami jedlých škrobů. Mohou se měnit vlastnosti škrobů přímo v nativním stavu. Dále škrobů, které byly předtím pozměněny fyzikálními nebo enzymovými postupy, popřípadě škrobů již pozměněných

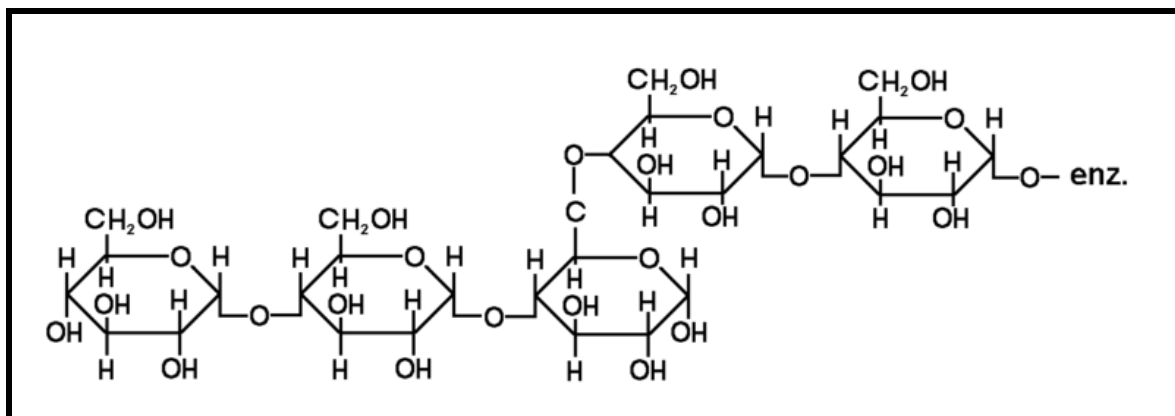
působením kyselin, zásad nebo bělicích činidel. Stravitelnost takto modifikovaných škrobů je srovnatelná se stravitelností nativních škrobů [9,16].

- Termicky modifikované škroby – Termická modifikace škrobů je proces fyzikální, podstatou je termické rozrušení systému vodíkových můstků a fixace stavu volných hydroxylů v systému škrobové hmoty.
- Hydrolyzované škroby – Hydrolyza je reakce škrobových molekul s vodou, spojená se štěpením makromolekul na menší celky.
- Oxidované škroby – Působením oxidovadel lze za vhodných podmínek zvýšit oxidační stupeň škrobu.
- Substituované deriváty škrobů – Reakce volných hydroxylových skupin škrobové makromolekuly s kyselinami, alkoholy a aldehydy vede ke vzniku škrobových esterů, éterů a acetalů.

Vlastnosti modifikovaných škrobů - jsou to vysoce viskózní zahušťovadla, stabilní vůči synerezi, odolné vůči mechanickému namáhání, stabilní v kyselém prostředí, rozpustné ve vodě, dodávající jemnou jogurtovou chuť [9].



Obr. č.3: Struktura amyulózy

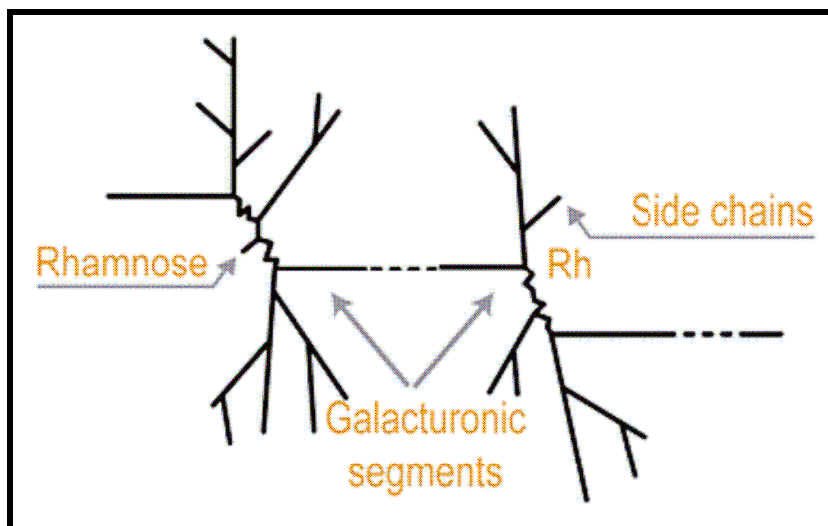


Obr. č.4: Struktura amylopektinu

3.2.4 Pektin

Nachází se v pletivech vyšších rostlin a jako součást stěn primárních buněk a mezibuněčných prostor, ale hlavně se extrahuje z jablečných výlisků a citrusových slupek. To souvisí s obsahem celulózy v rostlinných tkáních, která má základní funkci v určování jejich mechanických vlastností. V rostlinných buňkách jsou pektiny spojené s celulózou a tvoří protopektin, který má schopnost vstřebávat velké množství vody. Celulóza dává podpůrným tkáním jejich tuhost, zatímco pektinové součásti dávají rostlině její ohebnost. Jsou skupinou značně polydisperzních polysacharidů o proměnném složení [9,14,16].

Základní struktura pektinů je tvořena lineárním řetězcem 25-100 jednotek D-galakturonové kyseliny spojenými vazbami α -(1 \rightarrow 4), která se také nazývá polygalakturonová kyselina, která je esterifikovaná methanolem. Pravidelné uspořádání je přerušeno přítomností methyl-L-ramnózy, která způsobuje vychýlení nazvané "pektinové zákruty". Procento galakturonových kyselin, které jsou esterifikovány, se nazývá stupeň esterifikace (DE) acetylace (SA) anebo stupeň methylace (DM). Vysoko esterifikované pektiny (HM) jsou definovány jako ty, které mají DE nad 70 %, středně esterifikované mají DE 60-70 %, zatímco nízko esterifikované pektiny (LM) mají DE méně než 50 % [9,14,16].



Obr. č.5: Struktura pektinu

Vlastnosti pektinu – tvoří gely, stabilizuje kyselé mléčné nápoje, tvoří ochrannou vrstvu kaseinové micely, obecně jsou rozpustné ve vodě a nerozpustné ve většině organických rozpouštědel. Obchodní preparáty jsou specifikovány hodnotou pH, gelotvornou mohutností, viskozitou, stupněm esterifikace a charakteristikou prostředí. Mechanismus tvorby gelu závisí na stupni esterifikace pektinu. Vysokoesterifikované pektiny tvoří gely s cukrem v kyselém prostředí. Nízkoesterifikované pektiny tvoří gely v přítomnosti vápenatých iontů [9,14,16].

Používá se hlavně v mlékařství. HM pektin na stabilizaci kyselých mléčných nápojů a LM pektin pro jogurty, ovocné přípravky pro jogurt a do krémů [9,14,16].

3.2.5 Želatina

Želatina je sekundární bílkovina připravovaná z kolagenu, který zajišťuje mechanické vlastnosti kostí, kůže a tkání pletiv. Je to lineární polypeptid o molekulární hmotnosti 100 - 200000. Želatina je produkt získaný částečnou hydrolýzou kolagenu z kůže, bílé pojivové tkáně a kostí živočichů. Skládá se z 18-ti druhů aminokyselin [9].

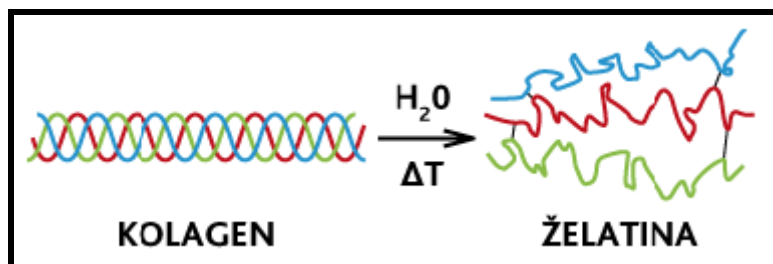
Existují dva typy želatiny:

Želatina typu A - vyrobená kyselým způsobem z kolagenových surovin (kůže a kosti).

Želatina typu B – vyrobená alkalickým způsobem z kolagenových surovin (kosti a chrupavek) [9].

Hlavní vlastností želatiny je gelotvorná schopnost, zvyšuje viskozitu gelu [9].

Používá se hlavně v potravinářství k výrobě cukrovinek, dortů, masných výrobků apod.



Obr. č.6: Přeměna kolagenu na želatinu

3.2.6 Mléčné bílkoviny

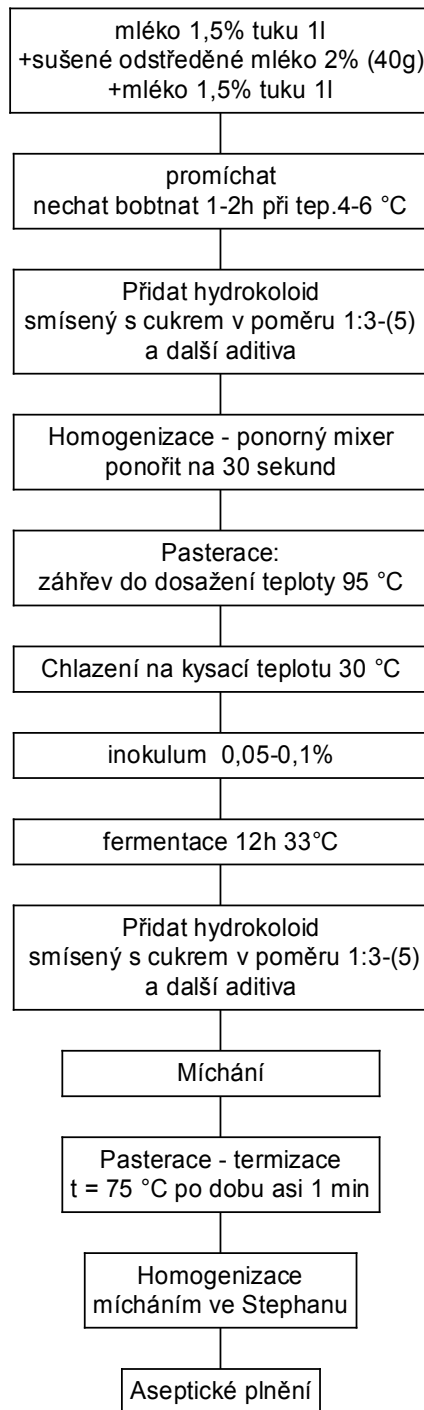
Mléčné bílkoviny jsou živočišného původu. Získávají se hlavně ultrafiltrací a následnou kombinací syrovátkové a kaseinové složky mléka. Pokud obsahují nad 65 % bílkovin nazývají se koncentráty a nad 95 % izoláty. Kaseináty dobře vážou vodu, emulgují tuk a podporují tvorbu pěny. Produkty na základě koncentrátů syrovátkových bílkovin se používají jako přísady do kysaných mléčných výrobků, masných výrobků, polévek, dresingů apod. Obohacují tukuprostou sušinu mléka, zvyšují nutriční hodnotu mléčných výrobků. Mají i želírující účinky při vyšším přídávku a správném pH [16].

III. PRAKTICKÁ ČÁST

4 VÝROBA TERMIZOVANÝCH JOGURTOVÝCH NÁPOJŮ

4.1 Obecné schéma výroby

Výroba zakysaných jog. nápojů



Toto je obecné schéma výroby, které bylo v průběhu výroby mírně upravováno. Obsahuje dvakrát krok s přidavkem hydrokoloidu. Neznamená to však, že by se přidával hydrokoloid nadvakrát, ale že je možno jej přidat před procesem fermentace (výroby z 11.11.2008, - P(0+H); P(0,15+H); P(0,3+H) a výroba z 5.12.2008 P(0,1+H)) (význam zkratek je uveden v tab.2) a nebo až po fermentaci, přímo do Stephana - termizátoru (ostatní výroby).

4.2 Jednotlivé kroky výroby

4.2.1 Příprava směsi

Směs se připravovala z plnotučného, odstředěného a sušeného mléka. Standardizovala se na tučnost 1,5 %. Směs se připravovala do Erlenmayerových baněk a objemu 2 litry. Původně se směs z plnotučného a odstředěného mléka připravovala do jednotlivých baněk samostatně, ale později se ukázalo výhodnější míchat směs ve větší nádobě a posléze rozlít do jednotlivých baněk. Tím se zajistila stejnorodost směsi ve všech baňkách. Když je směs o požadované tučnosti namíchána, přidají se 2 % odstředěného mléka. A to tak, že se z baňky odlije asi 200 ml směsi, která se zahřeje přibližně na 40 °C. V takto ohřáté části směsi se rozmíchá a rozpustí odstředěné mléko a vrátí zpět do baňky.



Obr. č. 7: Baňky s připravenou směsí

4.2.2 Promíchání a bobtnání

Směs připravená v předchozím kroku se promíchá krouživými pohyby. Baňka se uzavře hliníkovou fólií. Poté se baňka umístí do lednice při teplotě asi 4 až 6 °C po dobu 1 až 2 hodin. V této fázi bobtná sušené mléko.



Obr. č. 8: Bobtnání směsi

4.2.3 Přídavek hydrokoloidu

Do směsi z předchozího kroku se přidá hydrokoloid v daném množství. V případě, že se jedná o hydrokoloid, který je špatně rozpustný se přidává cukru v poměru aditiva:cukru 1:5. Při přidávku hydrokoloidu v této fázi došlo k podezření, že hydrokoloid ovlivňuje srážení. A to tak, že váže syrovátku již v této fázi a tím urychluje proces fermentace a při vyšších dávkách dochází k přesrážení (hydrokoloid použitý v tomto případě byl pektin). Proto se později přidával hydrokoloid až po fermentaci, přímo do Stephana. V případě, že se přidával hydrokoloid v této fázi, tedy před fermentací, rozpustil se nejdříve v malém množství směsi a až po rozpuštění se přelil do baňky se zbytkem směsi. V případě přidávku přímo do Stephana se směs nijak předem nerozpouštěla a sypala se přímo na koagulát ve Stephanu. Hydrokoloidy, případně směs hydrokoloidů, se po odvážení uchovávaly v kádinkách překrytých hliníkovou fólií.



Obr. č. 9: Odvážené hydrokoloidy

4.2.4 Homogenizace

Homogenizace se prováděla ponorným mixérem. Směs z předchozího kroku se přelije z baňky do kádinky o objemu 2,5 litru a provede se homogenizace ponořením mixéru po dobu 30 sekund. Poté se směs přelije zpět do baňky a opět se uzavře hliníkovou fólií.



Obr. č. 10: Homogenizace

4.2.5 Pasterace

Homogenizovaná směs z předchozího kroku se pasteruje v Kochově hrnci při teplotě 95 až 100 °C po dobu 10 minut od dosažení požadované teploty. Při takto vysoké pasteraci se

vysráží sérové bílkoviny mléka, které vážou vodu a tím zabraňují uvolňování syrovátky. Nevýhodou však je nebezpečí vařivé příchuti.



Obr. č. 11: Pasterace

4.2.6 Chlazení na kysací teplotu

Baňka s pasterovanou směsí se vloží z Kochova hrnce do studené vodní lázně, kde se asi za 10 až 15 minut zchladí mírně pod 30 °C. Takto zchlazené baňky se směsí se vloží do termostatu, kde se nechají po dobu 4 až 5 hodin vytemperovat na kysací teplotu 33 °C.



Obr. č. 12: Chlazení

4.2.7 Zaočkování směsi jogurtovou kulturou

Do směsi o objemu 2 litry se přidává 0,02 % inokula, což činí 0,4 ml. Roztok inokula se připraví rozpuštěním 50 jednotek lyofilizované kultury do 500 ml sterilního mléka předehřátého na fermentační teplotu a zlehka se rozmíchá dokud se kultura nerozpustí. Pro přípravu inokula byly použity kultury od firmy Chr. Hansen a to Yo-Flex YC-180 a YC-381. Specifikace obou použitých kultur jsou v příloze P I (Yo-Flex YC-180) a P II (Yo-Flex YC-381).

Po přidavku inokula nastává homofermentativní fermentace laktózy, hlavní metabolity D(-), L(+) kyselina mléčná, acetaldehyd, aceton, acetoin a nebo diacetyl. Laktóza je v buňce hydrolyzována na glukózu a galaktózu, katabolizována postupně na kyselinu mléčnou. Glukóza je katabolizována na pyruvát, ten je prostřednictvím enzymu NAD^+ -laktátdehydrogenáza transformován na laktát. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus* žijí ve vzájemné symbióze. Oba MO vytváří během metabolismu látky, které jsou navzájem prospěšné pro oba. Během fermentace koloidní Ca^{2+} ionty z kaseinových micel disociují do vodní fáze tak jak klesá pH. Postupně dochází k desintegraci kaseinových micel, což se projeví vločkováním kolem pH 5,2-4,8. Dále dochází k poklesu pH a spojování kaseinových micel do shluků, které jsou větší než původní kaseinové micely. Konečná fáze shlukování je kolem pH 4,5. Ostatní metabolity, které vznikají, jsou přetvářeny na exopolysacharidy, určité vitaminy a bakteriociny (významné např. u *Lactobacillus acidophilus*) [6].

4.2.8 Fermentace

Baňka se směsí zaočkovanou jogurtovou kulturou se vloží do termostatu předehřátého na 33 °C, kde se kultivuje po dobu 12 hodin.



Obr. č. 13: Termostat

4.2.9 Přídavek hydrokoloidu

Pokud nebyl hydrokoloid přidán již v bodě 4.2.3, je možné jej přidat nyní. Do Stephana se nalije koagulát z baňky a na něj se nasype hydrokoloid případně směs hydrokoloidů. V tomto případě se k hydrokoloidům nepřidává cukr.



Obr. č. 14: Stephan

4.2.10 Míchání

Míchání probíhá přímo ve Stephanu, pomocí dvojice tupých nožů po celou dobu pasterace - termizace. Tím zajišťuje rovnoměrnou distribuci tepla a zabraňuje napékání.

4.2.11 Pasterace – termizace

Koagulát s hydrokoloidy se zahřeje ve Stephanu na teplotu 75 °C s výdrží přibližně 1 minutu. Zahřátí na teplotu 75 °C trvá přibližně 20 až 30 minut. Teplota se během zahřívání kontroluje digitálním teploměrem.



Obr. č. 15: Kontrola teploty

4.2.12 Homogenizace

Homogenizaci stejně jako míchání zajišťuje míchadlo s dvěma tupými noži ve Stephanu po celou dobu záhřevu.

4.2.13 „Aseptické“ plnění

Jako obal byly použity skleničky od přesnídávek. Ze skleniček se odstraní původní etikety, umyjí se ve vodě se saponátem a ponoří do dezinfekčního roztoku OXONIA AKTIV do druhého dne i s víčky. Roztok OXONIA AKTIV se skládá z kyseliny peroctové a peroxidu vodíku.



Obr. č. 16: Dezinfekce skleniček a víček

Druhý den, během termizace, se skleničky z dezinfekčního roztoku vyjmou a spolu s víčky opláchnou čistou vodou. Poté se uzavřou, napíše se na ně datum a znak použitého hydrokoloidu nebo směsi hydrokoloidů. Až těsně před dokončením termizace se skleničky otevrou a vylije se z nich zbytek výplachové vody. Poté se skleničky plní přes nálevku horkým jogurtovým nápojem a uzavřou víčkem. Naplněné skleničky se naskládají do přepravy,

gurtovým nápojem a uzavrou víčkem. Naplněné skleničky se naskládají do přepravky, kde se nechají mírně zchladit. Poté se dají do lednice, kde se skladují při teplotě do 8 °C.

4.3 Jednotlivé výroby

Datum a počet jednotlivých výrob, které byly v daný den vyrobeny spolu s použitými hydrokoloidy nebo směsí hydrokoloidů jsou uvedeny v tab. 1. Význam symbolů vzorků je uveden v tab. 2.

Tab.1. Výroby

Datum výroby	Počet výrob	Vzorky
11.11.2008	3	P (0+H); P (0,15+H); P (0,3+H)
5.12.2008	3	P (0,05); P (0,1); P (0,1+H)
28.1.2009	2	A; B
3.2.2009	3	C; D; E
26.2.2009	3	F; G; P
17.3.2009	3	A; B; P
3.4.2009	4	A; B; D; P

Tab. 2. Symboly vzorků

Značka	Složení
A	modifikovaný tapiokový škrob (0,2 %) + xanthan (0,05 %) + vepřová želatina (0,1 %)
B	svatojánský chléb (0,05 %) + modifikovaný kukuřičný škrob (0,15%)
C	modifikovaný škrob (0,3%)
D	modifikovaný kukuřičný škrob (0,3 %)
E	modifikovaný bramborový škrob I. (0,3 %)
F	modifikovaný bramborový škrob II. (0,3 %)
G	vepřová želatina (0,1 %) + mléčné bílkoviny (1,5 %)
P	vysokoesterifikovaný pektin (0,1 %; v případě použití jiné koncentrace je tato koncentrace uvedena v závorce, v případě, že je za koncentrací uvedeno „+H“ značí to, že byl hydrokoloid přidán ještě před fermentací)

5 ZÁKLADNÍ CHEMICKÁ A SENZORICKÁ ANALÝZA

5.1 Chemická analýza

Chemická analýza mléka se prováděla na přístroji Julie Z7, který zjistí obsah tuku, tukuprostou sušinu (tps), hustotu, obsah bílkovin, obsah laktózy, zvodnění mléka, obsah solí a bod mrznutí. U zkušebních výrob se určovala pouze tučnost u ostatních výrob i další parametry a to vždy u plnotučného mléka, odstředěného mléka a jejich směsi se sušeným mlékem.

Tab. 3. Zkušební výroby

Datum výroby	Tučnost mléka [%]		
	plnotučné	odstředěné	směs
11.11.2008	3,90	0,05	1,70
5.12.2008	4,19	0,00	1,40

Tab. 4. Normální výroby – plnotučné mléko

Datum výroby	Tučnost mléka [%]	tps [%]	Hustota [L ₂₀]	Bílkoviny [%]	Laktóza [%]	Přidaná voda (zvodnění)	Soli [%]	Bod mrznutí [°C]
28.1.2009	4,10	8,71	29,48	3,20	4,78	0,00	0,71	-0,559
3.2.2009	4,05	8,79	29,83	3,24	4,83	0,00	0,72	-0,564
26.2. 2009	4,01	8,64	29,28	3,18	4,74	0,00	0,71	-0,553
17.3. 2009	4,28	8,64	29,09	3,18	4,75	0,00	0,71	-0,555
31.3. 2009	4,01	8,64	29,31	3,18	4,75	0,00	0,71	-0,554

Tab. 5. Normální výroby – odstředěné mléko

Datum výroby	Tučnost mléka [%]	tps [%]	Hustota [L ₂₀]	Bílkoviny [%]	Laktóza [%]	Přidaná voda (zvodnění)	Soli [%]	Bod mrznutí [°C]
28.1.2009	0,00	8,80	33,15	3,23	4,84	0,00	0,72	-0,540
3.2.2009	0,03	8,62	32,43	3,17	4,74	0,00	0,71	-0,529
26.2. 2009	0,05	8,71	32,73	3,20	4,79	0,00	0,71	-0,534
17.3. 2009	0,08	8,77	32,94	3,22	4,82	0,00	0,72	-0,539
31.3. 2009	0,13	8,75	32,84	3,22	4,81	0,00	0,72	-0,538

Tab. 6. Normální výroby – směs

Datum výroby	Tučnost mléka [%]	tps [%]	Hustota [L ₂₀]	Bílkoviny [%]	Laktóza [%]	Přidaná voda (zvodnění)	Soli [%]	Bod mrznutí [°C]
28.1.2009	1,69	10,40	37,76	3,82	5,71	0,00	0,85	-0,662
3.2.2009	1,68	10,14	36,79	3,73	5,57	0,00	0,83	-0,643
26.2. 2009	1,87	10,55	38,20	3,88	5,80	0,00	0,87	-0,674
17.3. 2009	1,95	10,55	38,12	3,88	5,79	0,00	0,86	-0,675
31.3. 2009	2,05	10,82	39,05	3,98	5,94	0,00	0,89	-0,695



Obr. č. 17: Julie Z7

Druhý den ráno se po ukončení fermentace měřilo pH pomocí vpichové elektrody.

Tab. 7. pH koagulátu

Datum výroby	28.1.2009	3.2.2009	26.2.2009	17.3.2009	31.3.2009
pH	4,32	4,39	4,45	4,39	4,56



Obr. č. 18: Měření pH

5.2 Senzorická analýza

Tab. 8. Hodnotící schéma jogurtových nápojů

Jakost:	I.jakost	II.jakost
Vzhled a barva:	bílá, lehce smetanově nažloutlá	jiné barevné odchylky
Konzistence:	krémově tekutá, stejnorodá, hladká	řidká, hrubá
Chuť a vůně:	typická po použité kultuře, mírná, jogurtově nakyslá	silně kyselá, příp. cizí příchutě

Senzorické hodnocení bylo prováděno v počtu 3 až 5 osob.

Všechny vzorky je před hodnocením nutno protřepat.

Senzorické hodnocení jogurtových nápojů vyrobených dne 5.12.2008 a hodnocených dne 10.12.2008 je uvedeno v tab.9.

Tab. 9. Senzorické hodnocení ze dne 10.12.2008

Vzorek	Vzhled a barva	Konzistence	Chut' a vůně
P (0,05)	I.	I.	II.
P (0,1)	I.	I.	II.
P (0,1+H)	I.	I.	II.

Všechny tři vzorky zařazeny do II. jakostní skupiny pro příliš kyselou chuť.

Hodnocení provedená po 14 dnech a třech týdnech proběhla se stejným výsledkem.

Po měsíci již byly vzorky mikrobiálně znehodnoceny a tudíž sensoricky nehodnotitelné.

Senzorické hodnocení jogurtových nápojů vyrobených dne 28.1.2009 a hodnocených dne 2.2.2009 je uvedeno v tab.10.

Tab. 10. Senzorické hodnocení ze dne 2.2.2009

Vzorek	Vzhled a barva	Konzistence	Chut' a vůně
A	I.	I.	I.
B	I.	I.	I.

Vzorek A je mírně řidký a mírně uvolňuje syrovátku, také je v něm cítit přídavek cukru.

Vzorek B má oproti vzorku A velmi pevný a stálý film, který se téměř netrhá.

Senzorické hodnocení jogurtových nápojů vyrobených dne 28.1.2009 (vzorky: A, B) a dne 3.2.2009 (vzorky: C, D, E) hodnocených dne 9.2.2009 je uvedeno v tab.11.

Tab. 11. Senzorické hodnocení ze dne 9.2.2009

Vzorek	Vzhled a barva	Konzistence	Chut' a vůně
A	I.	II.	I.
B	I.	I.	I.
C	I.	II.	I.
D	I.	I.	I.
E	I.	II.	I.

Vzorek A po deseti dnech skladování zařazen do II. jakostní třídy pro písčitou konzistenci.

Vzorek C zařazen do II. jakostní třídy pro příliš hustou a písčitou konzistenci.

Vzorek D má pevný film a mírně uvolňuje syrovátku.

Vzorek E zařazen do II. jakostní třídy pro příliš řídkou a mírně hrubou konzistenci.

Senzorické hodnocení jogurtových nápojů vyrobených dne 26.2.2009 a hodnocených dne 2.3.2009 je uvedeno v tab.12.

Tab. 12. Senzorické hodnocení ze dne 2.3.2009

Vzorek	Vzhled a barva	Konzistence	Chut' a vůně
F	I.	II.	I.
G	I.	II.	II.
P	I.	I.	I.

Vzorek F zařazen do II. jakostní třídy pro příliš hustou konzistenci a hrudky.

Vzorek G zařazen do II. jakostní třídy pro písčitou konzistenci, hrudky, trhající se film a cizí pachut' způsobenou přídáním mléčnou bílkovinou.

Vzorek P uvolňuje syrovátku.

Senzorické hodnocení jogurtových nápojů vyrobených dne 17.3.2009 a hodnocených dne 18.3.2009 je uvedeno v tab.13.

Tab. 13. Senzorické hodnocení ze dne 18.3.2009

Vzorek	Vzhled a barva	Konzistence	Chut' a vůně
A	I.	I.	I.
B	I.	I.	I.
P	I.	I.	I.

Důvodem kladného hodnocení vzorků ze dne 18.3. může být skutečnost, že vzorky byly hodnoceny brzy po výrobě.

Senzorické hodnocení jogurtových nápojů vyrobených dne 31.3.2009 a hodnocených dne 3.4.2009 je uvedeno v tab.14.

Tab. 14. Senzorické hodnocení ze dne 3.4.2009

Vzorek	Vzhled a barva	Konzistence	Chuť a vůně
A	I.	II.	I.
B	I.	I.	I.
D	I.	II.	I.
P	I.	I.	I.

Vzorek A zařazen do II. jakostní třídy pro hrudky, hustou a písčitou konzistenci.

Vzorek B mírně uvolňuje syrovátku.

Vzorek D zařazen do II. jakostní třídy pro hrudky a písčitou konzistenci a také uvolňuje syrovátku. Ale naproti tomu má stálý film, který se netrhá.

Vzorek P uvolňuje syrovátku.

6 VYHODNOCENÍ VLIVU POUŽITÝCH HYDROKOLOIDŮ NA JAKOST KYSANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ

Vzorky A, které jsou kombinací modifikovaného tapiokového škrobu, xanthanu a vepřové želatiny, neuvolňují syrovátku. Ale jejich negativem je tvorba písčité konzistence a hrudek.

Vzorky B, které jsou kombinací svatojánského chleba a modifikovaného škrobu, mírně uvolňují syrovátku. Ale jejich pozitivem je pevný a stálý film, který se téměř netrhá a také jemná a hladká konzistence.

Vzorky C, které tvoří modifikovaný škrob, neuvolňují syrovátku. Jejich negativem však je hustá a písčítá konzistence.

Vzorky D, které tvoří modifikovaný kukuřičný škrob, mírně uvolňují syrovátku a mezi jejich další negativa patří i tvorba hrudek a písčítá konzistence. Pozitivem těchto vzorků je pevný film.

Vzorky E, které tvoří modifikovaný bramborový škrob I., neuvolňují syrovátku, ale jejich negativem je příliš řídká a mírně hrubá konzistence.

Vzorky F, které tvoří modifikovaný bramborový škrob II., neuvolňují syrovátku. Jejich negativem je hustá konzistence a mírná tvorba okem viditelných hrudek, které však nejsou na jazyku cítit.

Vzorky G, které jsou kombinací vepřové želatiny a mléčných bílkovin, neuvolňují syrovátku. Ale jsou písčité konzistence, tvoří hrudky, film se trhá a je v nich cítit cizí pachut', která je způsobena staršími mléčnými bílkoviny.

Vzorky P, tvořené vysokoesterifikovaným pektinem, poměrně hodně uvolňují syrovátku. Jejich dalším negativem je méně stálý film. Mezi pozitiva pak patří jemná a hladká konzistence.

Z výše uvedeného plyne, že hydrokoloidy, které mají dobrou vaznost syrovátky většinou zaostávají v dalších konzistenčních vlastnostech jako je tvorba hrudek a písčítá konzistence. Naopak hydrokoloidy s jemnou a hladkou konzistencí zaostávají ve vaznosti syrovátky a uvolňují ji. Nejlepší kompromis vidím ve vzorcích B, které syrovátku uvolňují jen málo a vyznačují se pevným a stálým filmem a také hladkou a jemnou konzistencí.

ZÁVĚR

Účelem této práce bylo popsat v teoretické části zakysané mléčné výrobky se zaměřením na výrobky s jogurtovou kulturou. A v praktické části sestavit výrobní postup pro termizovaný jogurtový nápoj s použitím hydrokoloidů a následně tento jogurtový nápoj v laboratorních podmínkách vyrobit a vybrat nejvhodnější hydrokoloid, nebo jejich směs, pro výrobu.

Po sestavení výrobního postupu se přistoupilo ke zkušebním výrobám, jejichž úkolem bylo zjistit reálnou použitelnost výrobního postupu a odhalit případné nedostatky tohoto výrobního postupu. Dalším úkolem zkušebních výrob bylo zjistit vhodnou koncentraci zkušebního hydrokoloidu. Jako zkušební hydrokoloid byl zvolen vysokoesterifikovaný pektin v množství 0,15 % a 0,30 %. A pro názornost byla vyrobena i jedna várka bez hydrokoloidu, která byla ukázkou toho, že jogurtový koagulát bez přídavku hydrokoloidu nevydrží proces termizace a uvolňuje syrovátku. Postupně byl jako nejvhodnější množství stanoven přídavek 0,10 % pektinu. Při normálních výrobcích už byly používány hydrokoloidy případně jejich směsi v kombinacích a množstvích navržených firmou NATURA a.s.

Syrovátku během termizace mírně uvolňovaly všechny vzorky, ale většina vzorků ji pak zpětně vstřebala při přelévání výrobku do spotřebitelských obalů. V reálné provozní výrobě by ke vstřebání mohlo dojít v tancích a v potrubí ještě před plněním do obalů. Ale v laboratorních podmínkách bylo potřeba plnit jogurtové nápoje za tepla ihned po termizaci, aby se co nejvíce snížilo riziko kontaminace z prostředí.

I přes veškerou snahu docházelo ke kontaminaci vzorků a mnohdy k mikrobiální zkáze už po 14 dnech skladování. Příčinou této kontaminace, způsobené převážně plísněmi a kvasinkami, byl mimo jiné paradoxně i proces termizace, který by v aseptických podmínkách plnění trvanlivost prodloužil. Ale v laboratorních podmínkách spíše tento proces usmrtil bakterie mléčného kvašení a tím odstranil i konkurenci případným kontaminujícím mikroorganismům.

Jako nejvhodnější hydrokoloid pro výrobu byl zvolen vzorek B, který je směsí svatojánského chleba a modifikovaného kukuřičného škrobu. Byl přidáván v množství 0,20 % a z toho 0,05 % tvoří svatojánský chléb a 0,15 % modifikovaný kukuřičný škrob. Tento vzorek byl vybrán, protože je nejvhodnějším kompromisem mezi konzistencí a schopností vázat syrovátku. Tvoří jemnou a hladkou konzistenci s pevným filmem a syrovátku uvolňuje jen minimálně. To bylo potvrzeno opakovanými výrobami a senzorickým hodnocením vzorků. Tento závěr byl ověřen i reologickým měřením (nebylo náplní této

vzorků. Tento závěr byl ověřen i reologickým měřením (nebylo náplní této práce), které ale z časových důvodů nebylo možno provést opakovaně.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HYLMAR, B. *Výroba kysaných mléčných výrobků*. 1st ed. SNTL, 1986. 212 p.
- [2] ZIMÁK, E. *Technologie pro 3.ročník střední průmyslové školy mlékárenské, obor zpracování mléka*. 1st ed. SNTL, 1982. 184 p.
- [3] PAVELKA, A. *Mléčné výrobky pro vaše zdraví*. 1st ed. Littera, 1996. ISBN 80-85763-09-5.
- [4] PROKŠ, J. *Mlékařství díl I*. 1st ed. SNTL, 1964. 224 p.
- [5] PROKŠ, J. *Mlékařství díl II*. 1st ed. SNTL, 1965. 368 p.
- [6] VALENTA, V. *CHR HANSEN, Fenomén jménem jogurt*. 2008.
- [7] Jogurt. *Wikipedie* [online]. , 10.2.2009 [cit. 2009-03-27]. Available from www: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Jogurt>
- [8] MRÁZEK, J. *Kysané mléčné výrobky*. 2008.
- [9] JIŘÍČKOVÁ, H. *Studium možnosti přidavku přídatných látek na jakost mléčných výrobků*. Universita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. 87 p.
- [10] ZIMÁK, E. *Technologie pro 4. ročník střední průmyslové školy mlékárenské, studium oboru zpracování mléka*. 1st ed. SNTL, 1988. 364 p.
- [11] TEPLÝ, M., et al. *Technologie mléčných výrobků*. 1st ed. SNTL, 1981. 372 p.
- [12] *Mlékárenská technologie I, Distanční text* [online]. 25.10.2007 Available from www: [www: www.cepac.cz](http://www.cepac.cz)
- [13] ŽIŽKA, B.; MARTINKOVÁ, Z. *Mikrobiologie pro 4. ročník SPŠ mlékárenské*. 1st ed. SNTL, 1980. 152 p.
- [14] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*. 1st ed. 1999. Part 4.4, Polysacharidy, p. 196-249.
- [15] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 3*. 1st ed. 1999. Part 11.4, Látky upravující texturu, p. 191-197.
- [16] PERNICKÁ, L. *Vliv vybraných aditivních látek na jakost termizovaných sýtů*. VOŠ potravinářská Kroměříž, 2007.

- [17] TAMIME, A.; ROBINSON, R. *Yoghurt science and technology* [online]. 2nd ed., Boca Raton, FL: CRC Press, 2001. 619 s. ISBN 978-0-8493-1785-9 Available from: <http://www.knihovna.utb.cz/digital/presmeruj.php?sysnum=36926>
- [18] TAMIME, A.,Y.; DEETH, H.,C. Yoghurt: Technology and biochemistry. *Journal of Food Protection* [online].1980, 43(12), s. 939-977. Available from: <http://www.fao.org/agris/search/display.do?f=./1982/v803/US8104059.xml;US8104059>
- [19] GUARNER, Francisco a kol. Should yoghurt cultures be considered probiotic? *British Journal of Nutrition* [online]. 2005, 93, s. 783-786. Available from: <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=919556>
- [20] TABATABAIE, F.; MORTAZAVI, A. Influence of Lactulose on the Survival of Probiotic Strains in Yoghurt. *World Applied Sciences Journal* [online]. 2008, 3 (1), s. 88-90. Available from: [http://66.102.1.104/scholar?hl=cs&lr=&scoring=r&q=cache:0KQZuIom2HkJ:ww.w.idosi.org/wasj/wasj3\(1\)/16.pdf+yoghurt](http://66.102.1.104/scholar?hl=cs&lr=&scoring=r&q=cache:0KQZuIom2HkJ:ww.w.idosi.org/wasj/wasj3(1)/16.pdf+yoghurt)

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

SH titrační kyselost dle Soxhlet-Henkela

MO mikroorganismy

L₂₀ Laktodenzimetrická hodnota

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č.1: Struktura xanthanu	25
Obr. č.2: Struktura svatojánského chleba	27
Obr. č.3: Struktura amylózy	28
Obr. č.4: Struktura amylopektinu.....	29
Obr. č.5: Struktura pektinu	30
Obr. č.6: Přeměna kolagenu na želatinu	31
Obr. č. 7: Baňky s připravenou směsí	34
Obr. č. 8: Bobtnání směsi.....	35
Obr. č. 9: Odvážené hydrokoloidy	36
Obr. č. 10: Homogenizace	36
Obr. č. 11: Pasterace	37
Obr. č. 12: Chlazení	37
Obr. č. 13: Termostat	39
Obr. č. 14: Stephan	39
Obr. č. 15: Kontrola teploty	40
Obr. č. 16: Dezinfekce skleniček a víček.....	40
Obr. č. 17: Julie Z7	43
Obr. č. 18: Měření pH	44

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Výroby</i>	41
<i>Tab. 2. Symboly vzorků</i>	41
<i>Tab. 3. Zkušební výroby</i>	42
<i>Tab. 4. Normální výroby – plnotučné mléko</i>	42
<i>Tab. 5. Normální výroby – odstředěné mléko</i>	43
<i>Tab. 6. Normální výroby – směs</i>	43
<i>Tab. 7. pH koagulátu</i>	44
<i>Tab. 8. Hodnotící schéma jogurtových nápojů</i>	44
<i>Tab. 9. Senzorické hodnocení ze dne 10.12.2008</i>	45
<i>Tab. 10. Senzorické hodnocení ze dne 2.2.2009</i>	45
<i>Tab. 11. Senzorické hodnocení ze dne 9.2.2009</i>	45
<i>Tab. 12. Senzorické hodnocení ze dne 2.3.2009</i>	46
<i>Tab. 13. Senzorické hodnocení ze dne 18.3.2009</i>	46
<i>Tab. 14. Senzorické hodnocení ze dne 3.4.2009</i>	47

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Yo-Flex YC-180

Příloha P II: Yo-Flex YC-381

PŘÍLOHA P I: YO-FLEX YC-180

CHR HANSEN

FD-DVS YC-180 - Yo-Flex®

Product Information

Description	Thermophilic Yoghurt culture. Defined mixed strain culture containing <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> and <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> blended in a convenient freeze-dried form to produce yoghurt.															
Application	YC-180 will produce yoghurt with a high viscosity and medium flavor. The culture is ideal for manufacturing the following types of yoghurt: <ul style="list-style-type: none">• Stirred• Frozen															
Packing	<table><thead><tr><th>Packing size</th><th>Item number</th></tr></thead><tbody><tr><td>10 x 50U</td><td>100249</td></tr><tr><td>25 x 200U</td><td>100255</td></tr><tr><td>20 x 500U</td><td>100260</td></tr></tbody></table>	Packing size	Item number	10 x 50U	100249	25 x 200U	100255	20 x 500U	100260							
Packing size	Item number															
10 x 50U	100249															
25 x 200U	100255															
20 x 500U	100260															
Storage and shelf life	Freeze-dried cultures should be stored at -18°C (0°F) or below. If the cultures are stored at -18°C (0°F) or below, the shelf life is at least 24 months. At +5°C (41°F) the shelf life is at least 6 weeks.															
Instructions for use	Remove the cultures from the freezer just prior to use. DO NOT THAW THESE CULTURES. Sanitize the top of the pouch with chlorine. Open the pouch and pour the freeze-dried granules directly into the pasteurized product using slow agitation. Agitate the mixture for 10-15 minutes to distribute the culture evenly.															
Dosage	Recommended dosage of freeze-dried DVS cultures in units to liters: <table border="1"><thead><tr><th>DVS inoculation percentage</th><th colspan="4">Amount of milk to be inoculated</th></tr><tr><td></td><th>250 l</th><th>1,000 l</th><th>5,000 l</th><th>10,000 l</th></tr></thead><tbody><tr><th>500U/2500 l</th><td>50U</td><td>200U</td><td>1,000U</td><td>2,000U</td></tr></tbody></table>	DVS inoculation percentage	Amount of milk to be inoculated					250 l	1,000 l	5,000 l	10,000 l	500U/2500 l	50U	200U	1,000U	2,000U
DVS inoculation percentage	Amount of milk to be inoculated															
	250 l	1,000 l	5,000 l	10,000 l												
500U/2500 l	50U	200U	1,000U	2,000U												
Incubation temperature	Recommended incubation temperature is 35-45°C (95-113°F). For more information please use Chr. Hansen's suggested recipes.															

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

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

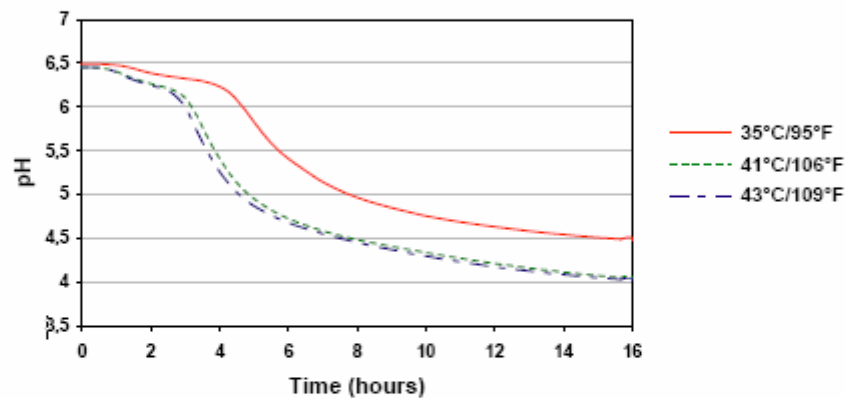
The information contained herein is to our knowledge true and correct, and presented in good faith. However, no warranty, guarantee or freedom from patent infringement is implied or inferred. This information is offered solely for your consideration and verification, and may not be duplicated or used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

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

Technical information

Figure 1. The effect of temperature on acidification

FD-DVS YC-180



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

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

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

References

References and analytical methods are available upon request.

PŘÍLOHA P II: YO-FLEX YC-381

CHR HANSEN

FD-DVS YC-381 - Yo-Flex®

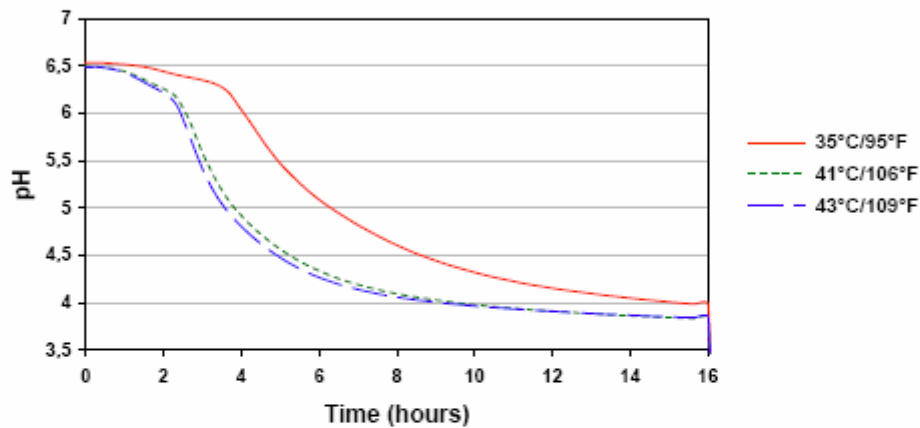
Product Information

Description	Thermophilic Yoghurt culture. Defined mixed strain culture containing <i>Streptococcus thermophilus</i> and <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> blended in a convenient freeze-dried form to produce yoghurt.														
Application	YC-381 will produce yoghurt with a high viscosity and strong flavor. The culture is ideal for manufacturing the following types of yoghurt: <ul style="list-style-type: none">• Stirred• Frozen														
Packing	<table><thead><tr><th>Packing size</th><th>Item number</th></tr></thead><tbody><tr><td>10 X 50U</td><td>100414</td></tr><tr><td>25 X 200U</td><td>660892</td></tr><tr><td>20 X 500U</td><td>601161</td></tr></tbody></table>	Packing size	Item number	10 X 50U	100414	25 X 200U	660892	20 X 500U	601161						
Packing size	Item number														
10 X 50U	100414														
25 X 200U	660892														
20 X 500U	601161														
Storage and shelf life	Freeze-dried cultures should be stored at -18°C (0°F) or below. If the cultures are stored at -18°C (0°F) or below, the shelf life is at least 24 months. At +5°C (41°F) the shelf life is at least 6 weeks.														
Instructions for use	Remove the cultures from the freezer just prior to use. DO NOT THAW THESE CULTURES. Sanitize the top of the pouch with chlorine. Open the pouch and pour the freeze-dried granules directly into the pasteurized product using slow agitation. Agitate the mixture for 10-15 minutes to distribute the culture evenly.														
Dosage	Recommended dosage of freeze-dried DVS cultures in units to liters: <table border="1"><thead><tr><th rowspan="2">DVS inoculation percentage</th><th colspan="4">Amount of milk to be inoculated</th></tr><tr><th>250 l</th><th>1,000 l</th><th>5,000 l</th><th>10,000 l</th></tr></thead><tbody><tr><td>500U/2500 l</td><td>50U</td><td>200U</td><td>1,000U</td><td>2,000U</td></tr></tbody></table>	DVS inoculation percentage	Amount of milk to be inoculated				250 l	1,000 l	5,000 l	10,000 l	500U/2500 l	50U	200U	1,000U	2,000U
DVS inoculation percentage	Amount of milk to be inoculated														
	250 l	1,000 l	5,000 l	10,000 l											
500U/2500 l	50U	200U	1,000U	2,000U											
Incubation temperature	Recommended incubation temperature is 35-45°C (95-113°F). For more information please use Chr. Hansen's suggested recipes.														
Kosher status	YC-381 is Kosher approved (Circle K D) for year-round use, excluding Passover.														

FD-DVS YC-381 - Yo-Flex PI EN vs2 July 2004.doo/Jul 2004/1:2

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

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

Technical information**Figure 1. The effect of temperature on acidification****FD-DVS YC-381****Fermentation conditions:**

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

Inoculation: 500U/2500 l

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

Technical service

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

References

References and analytical methods are available upon request.