

Vliv hydrokoloidů na reologické vlastnosti termizovaných jogurtových výrobků

Dita Horníčková, DiS.

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: **Dita HORNÍČKOVÁ**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**
Téma práce: **Vliv hydrokoloidů na reologické vlastnosti termizovaných jogurtových výrobků.**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

- Popis a charakteristika kysaných mléčných výrobků.
- Zpracování literární rešerše o použitých hydrokoloidech, jejich chemické složení, struktura, vlastnosti a použití.

II. Praktická část

- Popis rozborů chemických, fyzikálně-chemických i senzorické analýzy.
- Reologická měření vyrobených výrobků
- Vyhodnocení vlivu použitých hydrokoloidů na senzorické vlastnosti termizovaných jogurtových výrobků.
- V závěru navrhnout neoptimálnější řešení.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] SYSTEM BIO-INDUSTRIES, Hydrocolloids, Ecoprint, France 1995.

[2] SANOFY BIO-INDUSTRIES, Technical document Pectins, Ecoprint, France 1995.

[3] Celostátní přehlídka sýrů 2008-sborník, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha 2008.

[4] Christian Hansen, Informační materiály, Christian Hansen, Denmark 2004.

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

Datum zadání bakalářské práce: **2. března 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

Tato práce je zaměřena na řešení problémů spojených s výrobou termizovaných jogurtových nápojů pomocí vysokomolekulárních látek zvaných hydrokoloidy.

Negativní vliv přináší různé výrobní operace spojené jak se samotnou přípravou mléčného výrobku, tak se snahou o prodloužení jeho údržnosti. V tomto případě jde především o následky tepelného termizačního záhřevu, jehož působením jsou negativně ovlivněny zejména konzistenční a sensorické vlastnosti výrobku. Tyto nežádoucí následky by měly pomoci eliminovat právě výše zmíněné hydrokoloidy.

Klíčová slova: hydrokoloidy, kysaný, sensorický, reologický

ABSTRACT

This work is aimed at solving the problems associated with production of thermized yoghurt beverages using high-molecular materials called hydrocolloids. The negative impact of a different manufacturing operations related to the actual preparation of milk product, so with the aim of extending its shelf-life. In this case, is above all about consequences of the thermal thermized heating, whose effects are negatively affected in particular the consistency and sensoric properties of the product. These side effects should help to eliminate the above-mentioned hydrocolloids.

Keywords: hydrocolloids, fermented, sensoric, reological

Poděkování

Mé poděkování patří především vedoucí mé bakalářské práce, paní Tykvartové, která mi byla vždy velmi nápomocná a pečlivě na mou práci dohlížela a panu Patrovskému, za jeho ochotu a vstřícnost. Dále panu Hraběti a paní Kadidlové, za pomoc se sensorickým hodnocením a samozřejmě i všem ostatním, kteří přispěli ke zdárnému dokončení této práce.

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

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 KYSANÉ MLÉČNÉ VÝROBKY	10
1.1 ČISTÉ MLÉKAŘSKÉ KULTURY (ČMK)	10
1.1.1 Použití čistých mlékařských kultur	10
1.1.2 Zdravotní význam čistých mlékařských kultur	11
1.1.3 Probiotika	12
1.1.4 Prebiotika	15
1.1.5 Symbiotika	16
1.2 VÝROBA FERMENTOVANÝCH MLÉK	16
1.2.1 Princip výroby	17
1.3 FERMENTOVANÉ VÝROBKY S TERMOFILNÍMI BAKTERIEMI - JOGURTY	22
1.3.1 Jogurtové nápoje	23
2 HYDROKOLOIDY	25
2.1 ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI POTRAVINÁŘSKÝCH POLYMERŮ	25
2.2 ZÁKONODÁŘSTVÍ A POTRAVINÁŘSKÉ HYDROKOLOIDY	28
2.3 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA POTRAVINÁŘSKÝCH POLYMERŮ	28
2.4 JEDNOTLIVÉ HYDROKOLOIDY	30
2.4.1 Pektiny.....	30
2.4.2 Moučky ze semen.....	34
2.4.3 Dusíkaté látky živočišného původu – Želatina.....	35
2.4.4 Dusíkaté látky živočišného původu – Kaseiny a kaseináty.....	38
2.4.5 Dusíkaté látky živočišného původu – Mléčné koprecipitáty.....	41
2.4.6 Látky mikrobiálního původu	41
2.4.7 Škroby, modifikované škroby	43
2.5 ADITIVA V MLÉKÁRENSKÉM PRŮMYSLU	52
2.5.1 Použití stabilizátorů.....	52
2.5.2 Stabilizátory pro kysané mléčné výrobky.....	54
2.6 CHARAKTERISTIKA ZKOUMANÝCH REOLOGICKÝCH VELIČIN	55
II PRAKTICKÁ ČÁST	56
3 CHARAKTERIZACE VYROBENÝCH VZORKŮ	57
4 CHEMICKÉ A FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ ROZBORY	59
4.1 POSTUPY STANOVENÍ.....	59
4.1.1 Stanovení tučnosti zakysaných mléčných nápojů Gerberovou ztekucovací metodou.....	59
4.1.2 Stanovení obsahu sušiny u zakysaných mléčných výrobků (s nasávací hmotou)	60
4.1.3 Stanovení sušiny pomocí infračerveného ohřevu („Kern-váhy“).....	61
4.1.4 Stanovení titrační kyselosti zakysaných tekutých mléčných výrobků.....	61
4.1.5 Stanovení aktivní kyselosti (pH)	62

4.2	VÝSLEDKY JEDNOTLIVÝCH STANOVENÍ	62
5	SENZORICKÁ ANALÝZA	64
5.1	SENZORICKÉ HODNOCENÍ TERMIZOVANÝCH JOGURTOVÝCH NÁPOJŮ	64
5.1.1	Výsledky sensorického hodnocení	64
5.1.2	Senzorické hodnocení elitních vzorků	66
5.1.3	Výsledky sensorického hodnocení elitních vzorků	67
6	REOLOGIE	69
6.1	REOLOGICKÁ MĚŘENÍ	69
6.1.1	Výsledky měření	71
7	VLIV POUŽITÝCH HYDROKOLOIDŮ NA SENZORICKÉ VLASTNOSTI TERMIZOVANÝCH JOGURTOVÝCH VÝROBKŮ	74
	ZÁVĚR	75
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	76
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	78
	SEZNAM OBRÁZKŮ	79
	SEZNAM TABULEK	80
	SEZNAM PŘÍLOH	81

ÚVOD

Mléko je považováno za základní potravinu, která zajišťuje člověku výživu již od narození. Je zdrojem mnoha vitamínů, minerálních látek a řady dalších významných živin, které jsou prospěšné pro lidské zdraví. Je také surovinou pro výrobu různých mléčných výrobků, z nichž velmi významné místo zauímají mléčné výrobky kysané. Ty jsou pro zdraví člověka obzvláště prospěšné, nejen obsahem řady důležitých živin, ale i mléčných bakterií a produktů jejich metabolismu.

Výroba a zpracování mléčných výrobků s sebou však přináší určité negativní vlivy projevující se především na konzistenci a stabilitě konečného produktu. K zamezení těchto nežádoucích projevů a k úpravě konzistenčních, sensorických a dalších vlastností se používají takzvané hydrokoloidy, což jsou vysokomolekulární látky mající mimo jiné často i význam nutriční. Důležitost těchto látek stále roste a jejich uplatnění je rozšířeno ve všech odvětvích potravinářského průmyslu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KYSANÉ MLÉČNÉ VÝROBKY

Základem výroby kysaných mléčných výrobků je fermentace mléka pomocí vhodných mikrobiálních kultur. 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 karbonylové sloučeniny, těkavé mastné kyseliny, aminokyseliny, ethanol, polysacharidy, oxid uhličitý, některé vitamíny, příp. antimikrobiální metabolity (např. bakteriociny, reuterin, kyselina benzoová atd.). 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. [10]

1.1 Čisté mlékařské kultury (ČMK)

1.1.1 Použití čistých mlékařských kultur

Cílené výrobě zakysaných mléčných výrobků předcházelo nahodilé zkvašení mléka různými druhy „divokých“ mikrobiálních kultur. Pro celý mlékárenský průmysl a jeho rozvoj měl dalekosáhlý význam objev čistých mlékařských kultur.

Již v prvním období používání čistých mlékařských kultur (ČMK) se ve výrobě mléčných výrobků projevíly veliké přednosti ve srovnání s používáním zákysů přírodních. Především byla odstraněna závislost jakosti mléčných výrobků na více nebo méně příznivém složení přírodní mikroflóry mléka používaného k výrobě. Tím se zabránilo dřívějšímu značnému kolísání jakosti výrobků, které bylo způsobeno proměnlivým složením přírodní mikroflóry. Používání ČMK pak vytvořilo předpoklad pro pasteraci mléka, a tím i zajištění zdravotní nezávadnosti mléčných výrobků. Dále byly vytvořeny podmínky pro zavádění výroby speciálních sýrů i mimo oblast jejich původní domoviny s typickou mikroflórou a umožnilo se rozšíření zakysaných mléčných nápojů i mimo území jejich lidové výroby. Používání čistých mlékařských kultur se pro tyto své přednosti rozšířilo do všech zemí s vlastním mlékárenským průmyslem a zakotvilo také v našem mlékařství [6].

Čisté mlékařenské kultury tedy nesmí být patogenní a umožňují výrobu mléčných potravin z pasterovaného mléka, a tím se zaručuje i jejich zdravotní nezávadnost. Význam ČMK je však daleko širší. Je prokázáno, že ČMK mají dieteticko-léčebné účinky na metabolismus člověka. Jde především o zvýšení výživné hodnoty výrobků, u nichž dochází k přeměně bílkovin mléka na stravitelnější formy. Některé mikroorganismy produkují vitaminy, jimiž obohacují prostředí. Bakterie mléčného kvašení obsažené v ČMK tvoří mléčnou kyselinu, která tlumí rozvoj škodlivé hnilobné mikroflóry. V tomto směru jsou zvláště významní mikroby se schopností implantace v lidském střevním traktu zejména v tlustém střevě. Podobný účinek mají antibiotika produkovaná některými kmeny mléčných kultur [7, 8].

1.1.2 Zdravotní význam čistých mlékařských kultur

Mléko má ve výživě důležitý význam jako potravinu působící proti civilizačním chorobám a vlivům životního prostředí. Zejména důležité jsou v tomto směru některé ČMK, hlavně bakteriální. Obecně, pokud se týká výživné stránky mléčných výrobků vyráběných za použití ČMK, jde o přeměnu bílkovin mléka ve stravitelnější formy a o tvorbu vitamínů, zvláště vitamínů skupiny B, produkovaných činností mikrobiálních kultur [10].

Dietetická a léčebná funkce ČMK spočívá v tvorbě mléčné kyseliny a schopnosti implantace v lidském střevním traktu. Tlumí vývin škodlivé hnilobné mikroflóry. Dále z hlediska léčivého je u určitých mlékařských kultur nutno zdůraznit tvorbu antibiotik.

V tomto směru se činnost ČMK v posledních letech blíže objasňuje. Dokonce se mikroorganismy (MO) některých kultur uplatňují i při tvorbě krevního barviva (hemoglobinu), jak bylo prokázáno při používání acidofilního mléka. V současné době probíhá prudký vzestup přímého léčivého využívání ČMK s hlavní složkou *Lactobacillus acidophilus*. Ve formě sušených koncentrátů, v prášku, granulcích nebo tabletách se používají zejména k léčení řady chorob trávicího ústrojí, např. chronické zácpy, funkcionálních průjmů, antibiotických kolitid apod. Příznivý vliv střevních laktobacilů na zdraví člověka je zřejmý. [7, 9]

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

1. Proteolytický účinek bakterií mléčného kvašení - natrávení bílkovin. Mléčná bílkovina (kasein) jemně vyvločkuje, a tím získá lepší stravitelnost a resorpci. Na trávení bílkovin působí příznivě i snížení kyselosti žaludečních šťáv a na trávení vůbec pak zvýšené vyměšování trávicích sekretů (slin, žluče, žaludečních šťáv a střevního sekretu).

2. Lipolýza a uvolnění mastných kyselin - ovlivňují příznivě stravitelnost a absorpci mléčného tuku.

3. Odstranění alergické reakce - vyvolané nativními bílkoviny nebo mléčným cukrem (laktosou), jehož obsah se účinkem bakterií mléčného kvašení podstatně snižuje.

4. Zvýšená retence důležitých prvků, např. fosforu, vápníku, železa v lidském těle. Biosyntézou probíhající při procesu zrání zakysaných mlék se zvyšuje obsah některých vitamínů skupiny B, stabilizovaných díky nižšímu pH zakysaných mlék.

5. Tlumivý nebo ničivý účinek bakterií mléčného kvašení proti patogenním MO a v některých případech mají i vlastnosti antivirové.

Na základě nových poznatků získaných u nás i v zahraničí lze připustit ničivé účinky kysaných mléčných výrobků na patogenní MO. Pravdou je, že patogenní MO v zakysaných mléčných výrobcích ztrácejí svou životnost v krátké době. Ve sladkém mléce přežívají týdny, často i měsíce. Tento účinek není způsoben jen vlivem mléčné kyseliny vytvářené MO čistých mlékárenských kultur. Je to v prvé řadě účinkem antibiotických a jiných produktů látkové výměny těchto ušlechtilých MO. [11]

1.1.3 Probiotika

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 nej-různějších probiotických produktů (např. „sladká“ mléka, syrovátkové nápoje, sýry, tvarohy, ovocné šťávy, farmaceutické preparáty), avšak fermentovaná mléka stále zůstávají nej-důležitějším vektorem pro transport probiotických bakterií do zažívacího traktu člověka. Bakterie používané do těchto produktů náleží nejčastěji mezi rody *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*. Pro výrobu fermentovaných mlék byla prostudována kolekce omezeného počtu

bakterií z hlediska jejich stability ve výrobku a prokázaných pozitivních účinků na organismus člověka např. *Lactobacillus acidophilus* LA1 (reklasifikován jako *Lactobacillus johnsonii* LJ1), *Lactobacillus acidophilus* NCFB 1748, *Lactobacillus acidophilus* NCFM, *Lactobacillus casei* Shirota, *Lactobacillus rhamnosus* GG, *Lactobacillus gasseri* ADH, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus plantarum* 299v, *Bifidobacterium longum* Bb 536, *Bifidobacterium bifidum* BB12.

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, mikroorganismus však 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. Množství probiotických bakterií ve fermentovaném výrobku ovlivňuje zejména:

Kombinace probiotických kmenů a tradičních zákysových kultur (např. laktobacily přežívají lépe díky vyšší toleranci ke kyslíku a nízkému pH než bifidobakterie, některé kmeny bifidobakterií produkují více než 0,4 g l⁻¹ kyseliny octové, která jednak nepříznivě ovlivňuje chuť a vůni finálního produktu, jednak stimuluje růst *Lactobacillus acidophilus*. Naopak bylo pozorováno, že *Lactobacillus acidophilus* stimuluje růst *Bifidobacterium bifidum*. U *Lactobacillus delbrueckii* subsp.*bulgaricus* byly prokázány jednak stimulační účinky produkcí volného valinu, glycinu a histidinu při proteolýze kaseinu na *Bifidobacterium* sp., jednak inhibiční účinky na *Lactobacillus acidophilus* a *Bifidobacterium* sp. silnou produkcí kyseliny mléčné a peroxidu vodíku. U *Streptococcus thermophilus* byla prokázána stimulace růstu striktně anaerobních bifidobakterií v důsledku intenzivního využívání přítomného kyslíku.

Složení fermentačního média (složení mléka a výše tepelného záhřevu mléka ovlivňují růst zákysových kultur zvláště probiotických). Přídavek kaseinu hydrolyzátu syrovát-

kových bílkovin, kvasničného extraktu, glukosy, vitaminů a minerálních látek může stimulovat růst a přežívání probiotických kmenů a zlepšovat konzistenci produktu. Charakter a množství aditiv je ve většině států regulováno legislativně. Přítomnost bílkovin zvyšuje pufrací kapacitu fermentovaného mléka, a tak působí preventivně na dodatečné nežádoucí změny pH v důsledku dodatečného prokysávání během skladování. Růst bifidobakterií ve výrobku i v trávicím traktu člověka stimulují tzv. prebiotika, k nimž patří např. laktulosa vznikající z laktosy při silném záhřevu mléka nebo do výrobku přidávané poly- a oligosacharidy).

Množství rozpuštěného kyslíku (bifidobakterie jsou obligátně anaerobní a laktobacily mikroaerofilní). Nízký obsah kyslíku ve výrobku dosažený deaerací mléka a použitím pro kyslík nepropustných obalů stimuluje růst i zlepšuje přežívání bifidobakterií i *Lactobacillus acidophilus*.

Velikost inokula. Protože probiotické bakterie často rostou v mléce špatně, používá se pro jejich zaočkování vyšší inokulum 5–10 % ve srovnání s obvyklým 1% u tradičních kultur.

Inkubační teplota je pro většinu probiotických bakterií vzhledem k jejich intestinálnímu původu 37 °C. Pro optimální produkci kyselin u jogurtové kultury je optimální teplota 40 – 43 °C. Proto při společné kultivaci nižší teplota podporuje růst probiotických kmenů.

Vysoká kyselost a akumulace D(-) kyseliny mléčné u překysaných produktů výrazně snižuje životaschopnost přítomných laktobacilů i bifidobakterií.

Nízká skladovací teplota (nižší než 4 °C) snižuje riziko růstu a dodatečné produkce kyselin u *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus*, čímž zlepšuje přežívání bifidobakterií.

Při průmyslovém **použití probiotických bakterií** se používá koncentrovaných zmrazených nebo lyofilizovaných zákysových kultur. Způsob jejich aplikace se může lišit od aplikace tradičních kultur. Používají se např. následující postupy:

- Oddělená kultivace zákysů tradičních a probiotických kultur. Probiotická kultura je kultivována v odděleném provozním zákysníku za použití teploty a upraveného kultivačního média. Kultury jsou smíchány v požadovaném poměru ve fermentačním tanku.

- Oddělená fermentace mléka. V tomto případě je mléko fermentováno různými kysovými kulturami a vzniklé koaguláty jsou smíchány za vzniku výsledného produktu. Používá se při výrazně odlišných teplotách kultivace, např. u probiotické kultury a mezofilní kultury.
- Zahájení fermentace probiotickou kulturou, následované přidavkem rychle prokysávající kultury.
- Fermentace mléka tradiční kulturou následovaná přidavkem koncentrované kultury před balením.
- Výroba sladkého probiotického mléka. V tomto případě je koncentrovaná probiotická kultura přidána do pasterovaného mléka při nízké teplotě, aby vůbec neproběhla fermentace a při této teplotě je výrobek uchováván až do doby konzumace. [12,10]

1.1.4 Prebiotika

V lidském gastrointestinálním traktu se nachází komplexní mikrobiální ekosystém, v němž se může vyskytovat až několik set bakteriálních druhů. Zvláště silně je osídleno tlusté střevo (colon), kde se může vyskytovat více než 10¹¹ bakterií v 1 g střevního obsahu. Tyto mikroorganismy a jejich metabolické aktivity mohou ovlivňovat pozitivním i negativním způsobem zdravotní stav člověka. Rovnováha tohoto ekosystému je dynamická a může se vyvíjet a měnit v závislosti na věku, medikaci, stresu, dietě a ostatních faktorech. Udržování optimální rovnováhy mikroflóry trávicího traktu s převahou pozitivně působících bakterií je důležité pro udržování dobrého zdravotního stavu.

Existují dva přístupy ke zvýšení počtu mikroorganismů pozitivně působících na organismus člověka v gastrointestinálním traktu. Prvním je příjem dostatečného množství probioticky aktivních bakterií rodu *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*. Zvláště bifidobakterie jsou dominantní složkou intestinální mikroflóry zdravých lidí. Protože tyto mikroorganismy jsou přirozenou součástí střevní mikroflóry, je druhou možností, jak zvýšit jejich počet, přísun selektivního zdroje uhlíku a energie, což selektivně podporuje množení probiotických mikroorganismů v ekosystému trávicího traktu. Tuto funkci zastávají přídatné látky, jako jsou laktulosa, laktitol, různé oligosacharidy a inulin. Gibson zavedl pro tyto látky pojem prebiotika a definoval je jako nestravitelné potravní doplňky, které pozitivně

ovlivňují hostitele selektivní stimulací růstu a nebo aktivity jednoho nebo omezeného počtu bakterií v tlustém střevě, tak že zlepšují zdraví člověka.

Nejčastěji používanými prebiotiky v průmyslovém měřítku jsou oligosacharidy, které zahrnují fruktooligosacharidy, glukooligosacharidy, galaktooligosacharidy, transgalaktooligosacharidy, isomaltooligosacharidy, xylooligosacharidy a oligosacharidy ze sóji. Velmi často jsou využívány oligosacharidy inulinového typu. Tyto sloučeniny vykazují pozitivní vliv na růst *Bifidobacterium sp.*, které může tyto sacharidy hydrolyzovat přednostně a využívat je jako zdroje energie.

Prebiotika se přidávají do mléka pro výrobu fermentovaných mléčných nápojů s obsahem bifidobakterií obvykle v množství 1 – 3 % hm. Lze je s výhodou přidávat i do krmné dávky hospodářských zvířat. V trávicím traktu zvířat po podání prebiotik dochází k pozitivnímu ovlivnění rovnováhy intestinální mikroflóry, ke snížení podílu hnilobných sloučenin ve výkalech, a tím i ke snížení nežádoucího zápachu odpadních produktů živočišné výroby. [12,10]

1.1.5 Symbiotika

Krátce lze říci, že symbiotika jsou výrobky, zahrnující v sobě jak obsah probiotik, tak prebiotik. Jedná se tedy o potraviny nebo potravinové doplňky do nichž byly přidány zdraví prospěšné probiotické mikrobiální kultury, společně s přídatkem živného substrátu pro tyto mikroorganismy. [12,10]

1.2 Výroba fermentovaných mlék

Výroba 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 zfermen-

továno pomocí speciálních mikroorganismů. Složení fermentovaných mlék dosahuje obvykle následujících parametrů:

Sušina (%)	12,5 – 25
Bílkoviny (%)	4 - 6
Tuk (%)	0,1 – 20
Laktosa (%)	2 – 3
kyselina mléčná (%)	0,6 – 1,3
ovocný podíl + sacharidy (bez laktosy) (%)	5 – 25
pH (dle typu fermentace a ovocného podílu)	3,8 – 4,6
titrační kyselost dle SH	40 – 70

[10]

1.2.1 Princip výroby

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.

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

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

- odpařování na odparkách (10 – 20 % objemu mléka),

- přídavek sušeného odtučněného mléka, příp. jiných sušených produktů na bázi mléka (syrovátka, podmáslí),
- přídavek mléčných koncentrátů,
- přídavek retentátu po ultrafiltraci odtučněného mléka.

Kromě složek mléčné sušiny se do výrobků přidávají sacharidy, umělá sladidla a stabilizátory, jejichž funkcí je upravovat chuť a konzistenci produktů. Nejčastěji se využívá buď samostatné sacharosy nebo glukosy nebo sacharidů tvořících součást ovocného podílu (může obsahovat až 50 % sacharosy). Přídavek vyšší koncentrace sacharidu (více než 10 %) před zaočkováním 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 (např. *Natural Yoghurt*) 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-agar a škrob.

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

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

Tepelné ošetření mléka před zaočkováním 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.

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 beta-laktoglobulin jako dominantní syrovátkový protein po interakci s kapa kaseinem stabilizuje koagulát vzniklý při fermentaci.

Chlazení na teplotu zakysání. Mléko po pasteraci je zchlazeno na teplotu inkulace, 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 pasteru a čerpá se do fermentačního tanku.

Zakysání se provádí podle typu použité zákysové kultury buď přečerpáním provozního zákyso do fermentačního tanku z provozního zákyšníku pomocí aseptického čerpadla nebo v případě superkoncentrovaných kultur se odpovídající množství kultury zaočkovává přímo do fermentačního tanku. Při použití provozního zákyso je třeba mikroorganismy uvolnit z koagulátu důkladným rozmícháním.

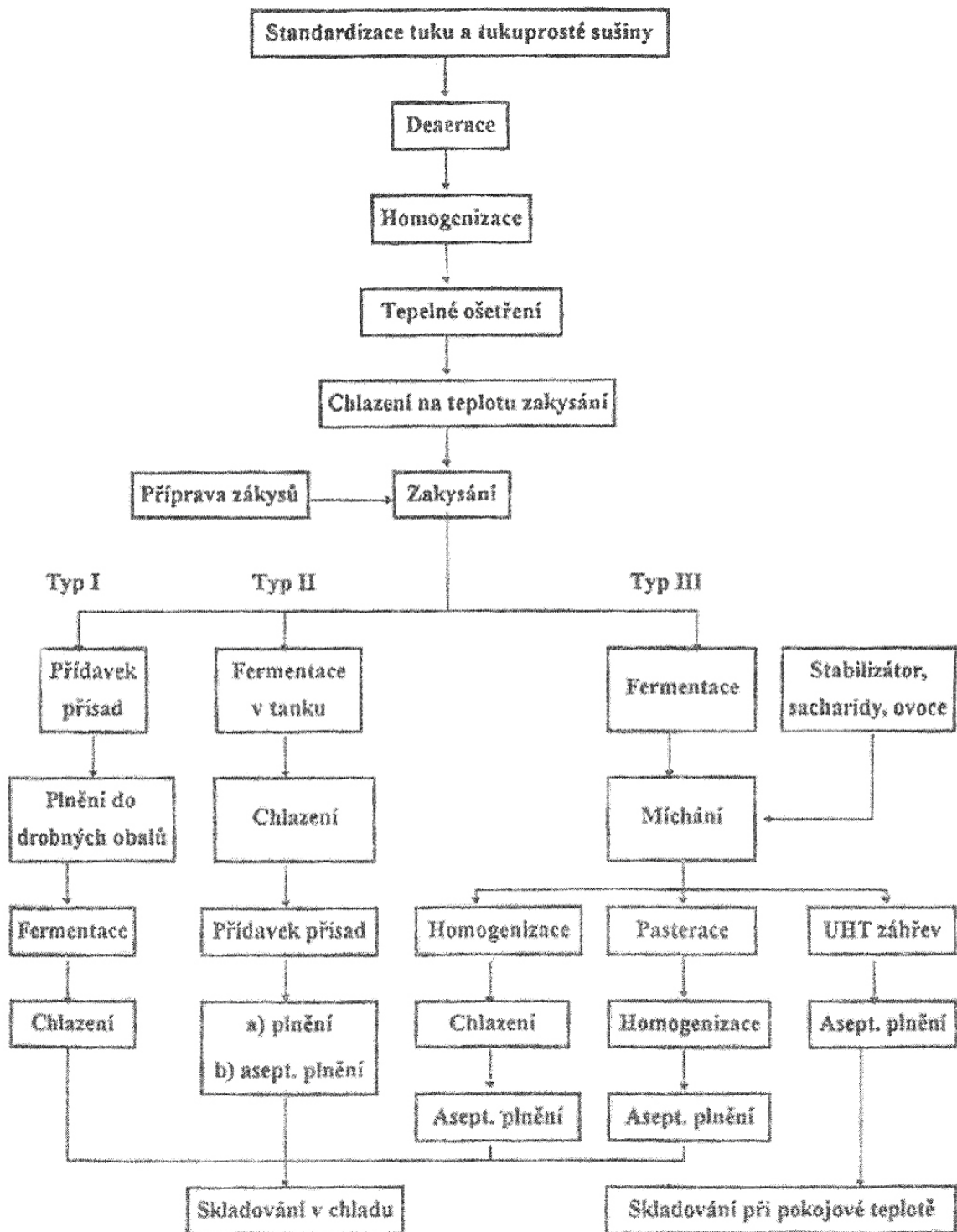
Fermentace a chlazení mléčné směsi a následující operace při výrobě fermentovaných mlék probíhají různým způsobem pro tři základní typy výrobků (**Obr. 1**).

U typu I (*Set Type*) – fermentovaného výrobku s nerozmíchaným koagulátem – se do mléka zaočkovaného zákysovou kulturou přidávají přísady (ovocný podíl, aroma) a takto upravená směs se plní do drobných spotřebitelských obalů (plastové kelímky, skleněné lahve), které se skupinově přemísťují do zracích skříní, zracích tunelů nebo zracích místností, kde je udržována požadovaná teplota. Zde proběhne fermentace přímo v obalech. Některé typy zracích boxů pracují v režimu inkubace/chlazení, jiné pracují pouze jako inkubátory a chlazení se provádí po přemístění palet s výrobky do chladicích komor.

U typu II (*Stirred Type*) – výrobku s rozmíchaným koagulátem – vzniká koagulát ve fermentačním tanku a struktura vzniklého gelu je rozrušena před nebo během procesu chlazení a balení. Chlazení koagulátu lze provádět buď přímo ve víceúčelovém tanku cirkulací

vody v meziplášti, speciálními agregáty zabudovanými do zracího tanku nebo ve výměnících tepla (deskové, trubkové), kam se koagulát přečerpává nejčastěji pomocí šnekového čerpadla. Čerpání a chlazení koagulátu má nepříznivý vliv na reologické vlastnosti výrobku, použití trubkových chladičů je šetrnější.

U typu III (*Drink Type*) – výrobek s nízkou viskozitou určený k pití – fermentace opět probíhá ve fermentačním tanku. Při následujících operacích zahrnujících podle typu výrobku tepelné ošetření (pasteraci, UHT záhřevem), příp. homogenizaci výrobku, je zcela rozrušena struktura vzniklého koagulátu. Výrobky ošetřené tepelně po fermentaci se liší zásadně od výrobků tepelně neošetřených neboť neobsahují živé mikroorganismy kyslíkových kultur a konzument by měl být o této skutečnosti informován údaji na obalu výrobku. Výrobky ošetřené po fermentaci UHT záhřevem a asepticky zabalené se mohou skladovat na rozdíl od všech ostatních typů výrobků při pokojové teplotě. [10]



Obrázek 1: Blokové schéma výroby fermentovaných mléčných nápojů

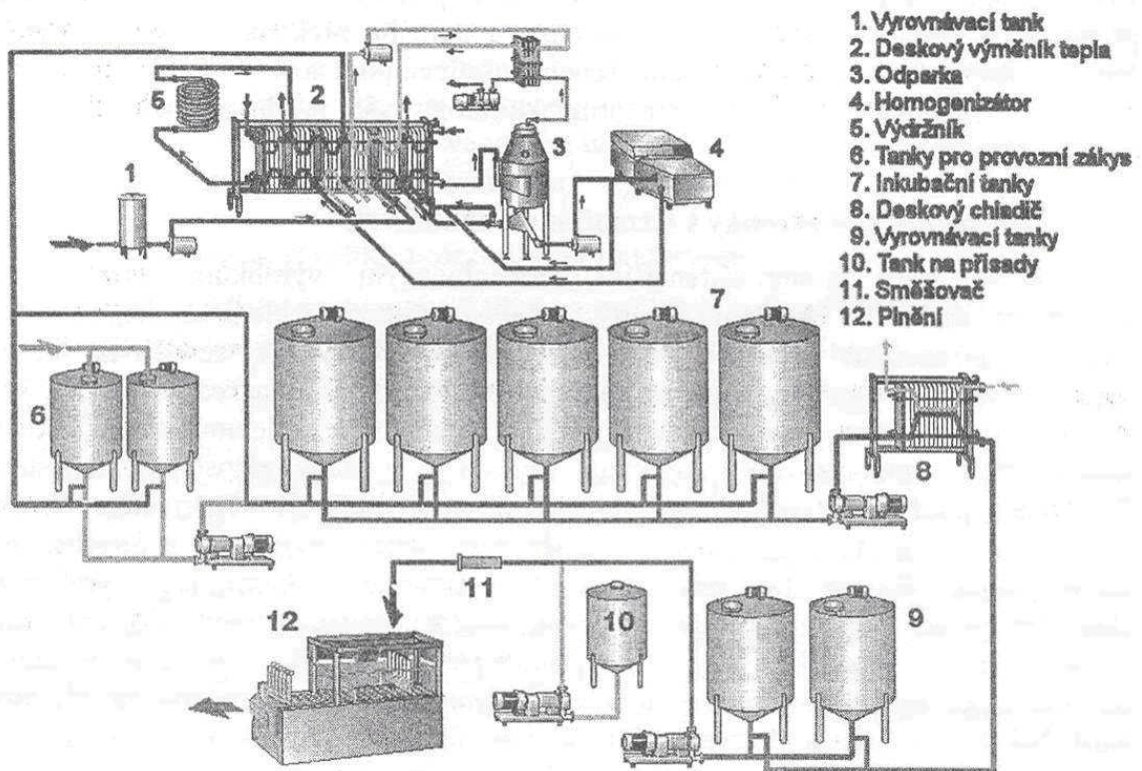
1.3 Fermentované výrobky s termofilními bakteriemi - jogurty

Celosvětově patří k nejrozšířenějším fermentovaným výrobkům s termofilními bakteriemi mléčného kvašení jogurty. Samotný název jogurt pochází z Turecka a znamená do slova a do písmene zkvašené mléko yogurt = zkvašené mléko, yogun = hustý. Jejich sortiment z hlediska konzistence i použitých přídatných látek je značně široký. Jogurtové výrobky se dělí na přírodní jogurty (*Natural Yoghurts, Yoghurts*) a ochucené jogurty (*Flavoured Yoghurts*), které mohou obsahovat různé nemléčné složky (různé formy ovoce, zeleninu, koření, cereálie, kakao, kávu, čokoládu atd.), aromata, barviva a přísady zlepšující konzistenci. Z hlediska použité mikroflóry se ve většině zemí definuje jogurt jako výrobek obsahující živé bakterie *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus*. Některé státy povolují přidavek ostatních bakterií, např. probioticky aktivních, zatímco jiné státy, např. Austrálie, požadují pouze přítomnost *Streptococcus thermophilus* a připouští různé druhy použitých laktobacilů. Ve Velké Británii je požadován *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, k němuž mohou být přidávány další bakterie mléčného kvašení. Do skupiny fermentovaných mlék s termofilními bakteriemi se někdy řadí i acidofilní mléka a ostatní fermentované mléčné výrobky s probiotickými bakteriemi mléčného kvašení, které často vyžadují speciální technologické postupy výroby.

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

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

Kvalita jogurtů (konzistence, chuť a vůně, trvanlivost) závisí na uspořádání výrobní linky, ošetření mléka a ošetření produktu. Intenzivní mechanické namáhání koagulátu (nešetrné míchání a čerpání při nevhodných teplotách) je třeba odstranit, neboť může být příčinou vad konzistence (řídnutí, vystávání syrovátky). Pro zajištění mikrobiální stability výrobků je nezbytností vysoká úroveň hygieny a sanitace provozu využívající kompletní CIP (*Cleaning in Place*) systém (čištění bez rozebrání výrobního zařízení). [10, 13]



Obrázek 2: Linka pro výrobu jogurtů s rozmíchaným koagulátem

1.3.1 Jogurtové nápoje

Jsou charakterizovány jako tekuté jogurty s nízkou viskozitou.

Jogurtové nápoje patří k rychle se rozvíjející skupině nových výrobků v mléčném průmyslu. Velice rychle se staly vyhledávanými výrobky, protože si zachovávají výhody jogurtů tj. mají přínos pro zdraví člověka, navíc se snadněji konzumují a jednoduše se s nimi manipuluje.

Potravinářská vyhláška tyto výrobky přesně nedefinuje. U jogurtu, kefiru, acidofilního mléka atd. vypisuje požadavky, které musí tyto výrobky splňovat, např. jejich obsah

tuku a sušiny, počet živých mikroorganismů atd. Ostatní výrobky nejsou tak přesně definovány, platí však, že pokud je výrobek označený jako „jogurtový“, musí nejméně polovinu tvořit jogurt, u mléčného musí být víc než polovinou zastoupeno mléko nebo syrovátka. Výrobce je pak povinen ostatní složky popsat na etiketě.

Základní předběžná úprava mléka pro kysání je v zásadě stejná jako pro tekuté jogurty. Přesto fermentace nemusí pokračovat. Fermentace může postupovat do pH 4,4-4,2, aby se docílilo nejlepší stability.

Po fermentaci, koagulát je rozbit, což je opakem míchaných jogurtů, kde s koagulátem je zacházeno s jistou opatrností. Ošetření se musí provést pro zabezpečení stejnorodého produktu s negelovitými hrudkami.

Ošetření po fermentaci

K rozbití koagulátu mohou být aplikovány různé metody:

- Míchání vysokou rychlostí
- Čerpání z tanku ke chladiči odstředivkovým čerpadlem
- Homogenizace

Aby se zvýšila stabilita jogurtových nápojů, výrobek se vychladí na 20-25 °C. Navíc je přidán stabilizátor, často v kombinaci s cukrem, ovocnou složkou nebo jinými chuticemi přísadami.

Po přidavku zbylých aditiv je jogurtový mix rozrušen pomalu nejméně 15 min před dalším ošetřením a balením.

Pro zvýšení krémovitosti a hladkosti jogurtových nápojů je vhodné vybrat poněkud viskóznější kulturu (např. produkující EPS) .

Prodlužování trvanlivosti výrobků

V některých případech se pro prodloužení trvanlivosti mléčných výrobků používá tepelné ošetření (např. termizace). Kritickým bodem pro stabilitu proteinu po tepelném zahřev je pH nižší než je isoelektrický bod kaseinu. Proto musí být přidán stabilizátor, aby minimalizoval sedimentaci a synerezi během skladování výrobků. [13]

2 HYDROKOLOIDY

Potravinářské hydrokoloidy jsou polymerní látky, které po rozpuštění nebo dispergaci ve vodě dávají hustý roztok nebo disperzi. Polymery jsou přítomny v různém množství prakticky ve všech přirozených potravinách. Ovlivňují jejich texturu, strukturu, ale do jisté míry i chuť a aroma. Můžeme je tedy rozdělit na takové, které jsou normálně přítomny v potravinách (což je škrob, bílkoviny, celulósa atd.) a nebo jsou do potravin přidány, aby byla zajištěna potřebná textura a funkční vlastnosti.

Jeden z hlavních cílů existence hydrokoloidů je zlepšovat vlastnosti potravin a tím i ekonomiku výroby. [14, 5]

2.1 Základní vlastnosti potravinářských polymerů

Obecně se polymerní látky nazývají polymery proto, že jejich makromolekuly jsou složeny ze stovek až mnoha set tisíc jednodušších molekul. Tyto molekuly mohou být jednoduché i složité, nejjednodušší je např. molekula ethyleny a složitou molekulou mohou být např. polysiloxan nebo glukosa atd. V případě biopolymerů se skládají makromolekuly výhradně ze složitých molekul. V zásadě rozeznáváme sacharidické nebo bílkovinné polymery a často též kombinované, skládající se jak ze sacharidických, tak z dusíkatých složek. Typickým polysacharidem je škrob, celulósa, rostlinné gumy; typicky bílkovinným polymerem je želatina, kasein, vaječný albumin, bílkoviny lepku. A konečně kombinovaným polymerem je pšeničná mouka, která se skládá ze sacharidického polymeru (škrobu) a dusíkatého polymeru (lepku, albuminu atd.).

Polymerů mohou být v zásadě tři druhy. Předně jsou to jednotlivé molekuly, které jsou součástí makromolekul seřazeny lineárně vedle sebe. Tyto polymery mají tu vlastnost, že ve vodě za studena bobtnají a rozpouštějí se, nebo bobtnají ale mají molekuly neschopné vedlejších spojení (např. v rostlinných gumách). Druhy typ polymeru je polymer rozvětvený který se skládá z jednotlivých lineárních řetězců a má podle určitých zásad další řetězec jako odvětvení. Konečně je třetí polymer, tzv. třídimensionální polymer, který se skládá z jednotlivých polymerních lineárních řetězců a mezi těmito řetězci je pospojován různým typem valenčních můstek. Tento polymer je zásadně nerozpustný.

Užitek a význam hydrokoloidů je dán jejich funkčními vlastnostmi. Hydrokoloidy jsou především dlouhé řetězce, rozpustné ve vodě za vzniku husté nebo řídké kapaliny, což

je dané zejména polymeračním stupněm. Tato vlastnost, tj. hydratace ve vodě je společná všem koloidům a je důvodem jejich použití. Viskozita (hustota) roztoku je dána jednak polymeračním stupněm (počet monomerů neboli jednodušších molekul vázaný v jedné jediné makromolekule), jednak vlastnosti monomerů. Typické je na jedné straně chování želatiny, která dává za horka nízkoviskózní roztoky chladnoucí v třídimensionální, extrémně viskózní gel, a na druhé straně chování roztoků derivátů celulosy, které dávají za studena extrémní viskozitu při nízké koncentraci, ale nevedou nikdy ke vzniku gelu. Tyto rozdíly jsou dány právě chováním jednoduchých molekul, ze kterých se skládá makromolekula. U celulosy na počátku vzniká vysoká viskozita proto, že molekuly berou na sebe ohromné množství hydratační vody, ale nejsou schopny vytvořit vazby mezi sebou. Zatímco u želatiny molekuly velké množství vody neberou a v případě chlazení se tvoří sekundární vazby, které vytvoří gel. Jen několik hydrokoloidů tvoří gely. Rozdíl mezi želírujícími a neželírujícími polymery je obrovský a způsobuje naprosto jiné použití v potravinách od začátku, podle toho, zda stabilizují potravinu, vytvářejí vysokou viskozitu v potravině a nebo naopak vytvářejí gel, který je charakteristickým znakem potravin (např. bonbonářská želé, zeleninové a rybí aspiky apod.).

Vlastnosti hydrokoloidů jsou vlastně tedy dány reakcí s vodou. Buďto vodu pouze více či méně váží, nebo působí na zesítní vlastních polymerních řetězců na vytvoření třídimensionální sítě, která imobilizuje vodu uvnitř do formy pevné nehybné struktury.

Z uvedených faktů vyplývají různá použití hydrokoloidů v potravinách:

- stabilizace potravin - salátové dresinky, mražené krémy, tvarohové a jogurtové deserty atd.
- stabilizátor pěny - pěna v marschmallow, pěna v mražených smetanových krémech, šlehané krémy, pivo
- inhibitor krystalizace - mražené krémy, mražená jídla, cukerné sirupy
- zahušťovadlo - krémy, krémovité potraviny, limonády, džemy, náplně do koláčů, omáčky, masové šťávy
- zjasňovací činidlo (čiřidlo) - pivo, víno
- zakalovací činidlo - ovocné nápoje
- vliv dietní - chleba a obecně dietní potraviny

- flokulační činidlo - víno
- enkapsulační činidlo - práškové vůně a barvy
- suspenzní činidlo - čokoládové mléko, limonády
- adhesivní látka - pekařské polevy
- plnidlo - dietní potraviny
- pojidlo - párky
- úprava povrchu - cukrovinky
- emulgátor - salátové zálivky
- obalující činidlo - fixátor v práškovitých vonných látkách
- tvorba filmu - ochranné obaly, obaly párků
- želírující činidlo - pudinky, dezerty, aspiky, cukrovinky
- činidlo pro uvolňování z forem - gumovité dropsy, želé
- ochranný koloid - vonné emulze
- činidlo pro zvětšování objemu - zpracovaná masa
- inhibitor synkreze - sýry, mražené potraviny
- šlehací činidlo - krémy na zdobení, polevy

Stručně lze tedy říci, že hydrokoloidy – tak se nazývají veškeré potravinářské polymerní látky – mohou sloužit téměř ve všech potravinách jako činidla ovlivňující technologii a techniku přípravy, technologii a techniku prodeje potravin a pak, a to je velmi důležitá věc, stabilitu textury (tj. viskozitu, pevnost, stabilitu, chuť, vůni atd.) a dodávají také konečnou podobu potravin.

Je velmi důležité, aby potravinářské hydrokoloidy buďto reagovaly, nebo nereagovaly s ostatními složkami potravin. My musíme složení a fyzikální vlastnosti potravinářských hydrokoloidů znát předem a dát je do vztahu k vlastnostem látek, ke kterým mají být použity, a vědět, jak budou reagovat a zda se dosáhne cílené potraviny. Složení potraviny je rozmanité a podobně bude rozmanité složení hydrokoloidů. Právě reakce mezi složkami po-

traviny a daným hydrokoloidem za předpokládaných fyzikálně-chemických podmínek přípravy nám dají ty vlastnosti, které žádáme. [14,15]

2.2 Zákonodárství a potravinářské hydrokoloidy

Potravinářské hydrokoloidy, které se do potravinových substrátů přidávají a nejsou jejich původní součástí, jsou vlastně cizorodé látky. To znamená, že všechny musí být řádně přezkoušeny, musí být stanovena jejich nezávadnost a množství přídavku do potravin, kritéria čistoty atd. Nezávadnost potravinářských aditiv je extrapolována pro lidskou potřebu z krmných testů na pokusných zvířatech. Hlavním parametrem je tzv. přijatelná denní dávka. Potravinářské aditivum, které se považuje za nezávadné pro použití v potravinách, má tzv. potravinářský status. [14]

2.3 Obecná charakteristika potravinářských polymerů

Jde o polymerní látky, jedlé nebo alespoň potravinářsky přijatelné. Z fyzikálně-chemického hlediska se jedná o polymery ze všech hledisek: ve vodě se ovšem rozpouštějí, takže je zde určité omezení. Po rozpuštění nebo dispergování ve vodě tvoří roztoky nebo disperze, kde jsou jednotlivé makromolekuly nebo jejich nadmolekulární shluky hydratovány (rozpuštěny).

Většina těchto látek jsou polysacharidy, ale patří sem i bílkoviny, a dokonce i některé syntetické polymery. U mnoha látek není známo přesné složení a struktura. Názvosloví je proto převážně empirické. [14]

Třídění potravinářských polymerů:

a) Přírodní

Rostlinné exsudáty -	arabská guma, tragantová guma, karaya guma,ghatti guma
Rostlinné extrakty-	pektiny, arabinogalaktan (modřínová guma)
Moučky ze semen-	z rohovníku (svatojánský chléb), z luštěnin y gust, z jitrocele blešníku, z kdoule
Extrakty z mořských chalu-	agar, algináty, karagenan, furcellaran

Obilné škroby

-škroby ze semen- kukuřičný, pšeničný, rýžový, voskový kukuřičný, sorgový, voskový sorgový

-škroby z hlíz- bramborový, marantový, maniokový

Dusíkaté látky

živočišného původu- želatina, albumin, kasein

Dusíkaté látky

rostlinného původu- sojový protein

Vejce a vaječné produkty

b) Modifikované polo-syntetické

Deriváty celulosy- karboxymetylcelulosa, metylcelulosa, hydroxypropylmetylcelulosa, metyletylcelulosa, hydroxypropylcelulosa

Nízkoesterifikovaný pektin

Látky mikrobiálního původu- dextran, xantanový polysacharid

Propylenglykolalginát

Předželatinové škroby

Modifikované škroby- karboxymetylškrob, hydroxymetylškrob, hydroxypropylškrob

Modifikované mouky

c) Syntetické

Vinylové polymery- polyvinylpyrolidon, polyvinylalkohol, karbovinylpolymer

Etylenoxidové polymery- Polyox [14]

2.4 Jednotlivé hydrokoloidy

V následujícím textu jsou uvedeny pouze charakteristiky hydrokoloidů souvisejících s touto prací.

2.4.1 Pektiny

2.4.1.1 Původ a obecná charakteristika

Pektin z řeckého „Pektos“ (hustý) je koloidní slizovitá látka z vyšších rostlin, kde se vyskytuje jako složka buněčných stěn. V roce 1825 ji izoloval z rostlinných extraktů Francouz J. Braconnot.

Pektinová látka nazývaná „protopektin“ se váže na celulosu a dává buněčným stěnám schopnost absorbovat velké množství vody. Společně s dalšími složkami navázanými na celulosu také tvoří vyživovací tkáň a „cement“, který dává rostlinným buňkám jejich tvar. Celulosa hraje důležitou roli ve struktuře; dává buňkám pevnost, zatímco pektinové látky se podílejí na tvorbě textury.

Pektin je zastoupen v každém ovoci v různých množstvích, stejně jako v některých kořenech (řepa, mrkev), hlízách (brambory), ve slunečnicových květech, atd. Nejvýznamnější však je, že se vyrábí krom citrusových plodů též z jablečných výlisků, tzn. z naprosto dostupné a levné suroviny. Má tedy vedle modifikovaných škrobů a želatiny vynikající perspektivu. [3, 4, 14]

2.4.1.2 Stavba

Pektin je složen převážně z jednotek α -D-galaktopyranosyluronové kyseliny, částečně esterifikované methanolem. V menší míře obsahuje zbytky L-ramnosy a jiných neutrálních jednotek (galaktosy, arabinosy, xylosy). Zbytky α -D-galaktopyranosyluronové kyseliny s konfigurací 4C_1 spojené vazbou (1→4) tvoří hlavní řetězec.

V pevném stavu nebo ve formě roztoku (bez Ca^{2+} iontů) tvoří vysokoesterifikované pektinové řetězce trojrozměrnou šroubovicovou strukturu.

Krátké postranní řetězce jsou tvořeny hlavně neutrálními zbytky (galaktany, arabiny, xylany), které se napojují přes equatoriální vazby a sekundární hydroxylové skupiny hlavního řetězce. Vznikají krátce po degradaci vyvolané hydrolyzou z protopektinu. Vy-

skytují se většinou v blocích, které se nazývají „hairy“ (vlasaté, chlupaté) oblasti a vytvářejí mezery v pravidelných homogalaktouronových řetězcích. Tato pravidelná stuktura je také přerušena jednotkami L-rhamnosy. Jejich umístění v pektinovém řetězci vede k tvorbě smyček: L-rhamnosa se váže na C₁ a C₂.

Jednotky galaktouronové kyseliny jsou většinou přítomny jako methylestery v extrahovaném pektinu.

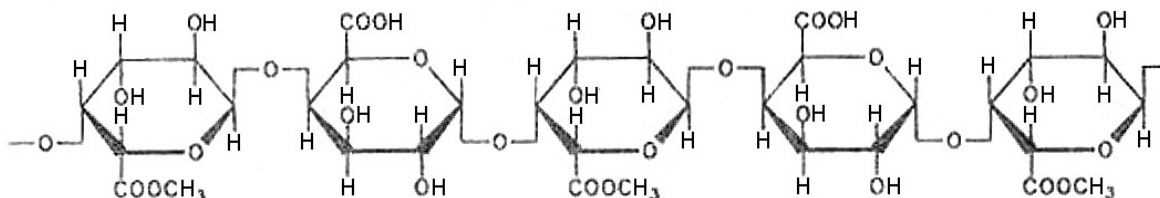
Některé pektiny jsou demethylovány kyselinami či zásadami. Používá-li se při demethylačním procesu amoniaku, jsou některé estery přeměněny na amidovou skupinu.

Pektiny jsou charakterizovány svým stupněm esterifikace (DE), který udává procento jednotek galaktouronové kyseliny ve formě methylesteru. Stupeň amidace (DA) ukazuje procento karboxylových skupin v amidové formě.

Pektiny jsou obvykle děleny následovně:

- HM pektiny se stupněm esterifikace vyšším než 50%
- LM pektiny se stupněm esterifikace nižším než 50%

Kromě toho existují LM pektiny jako amidované v závislosti na demethylačním procesu. [3, 4, 14]



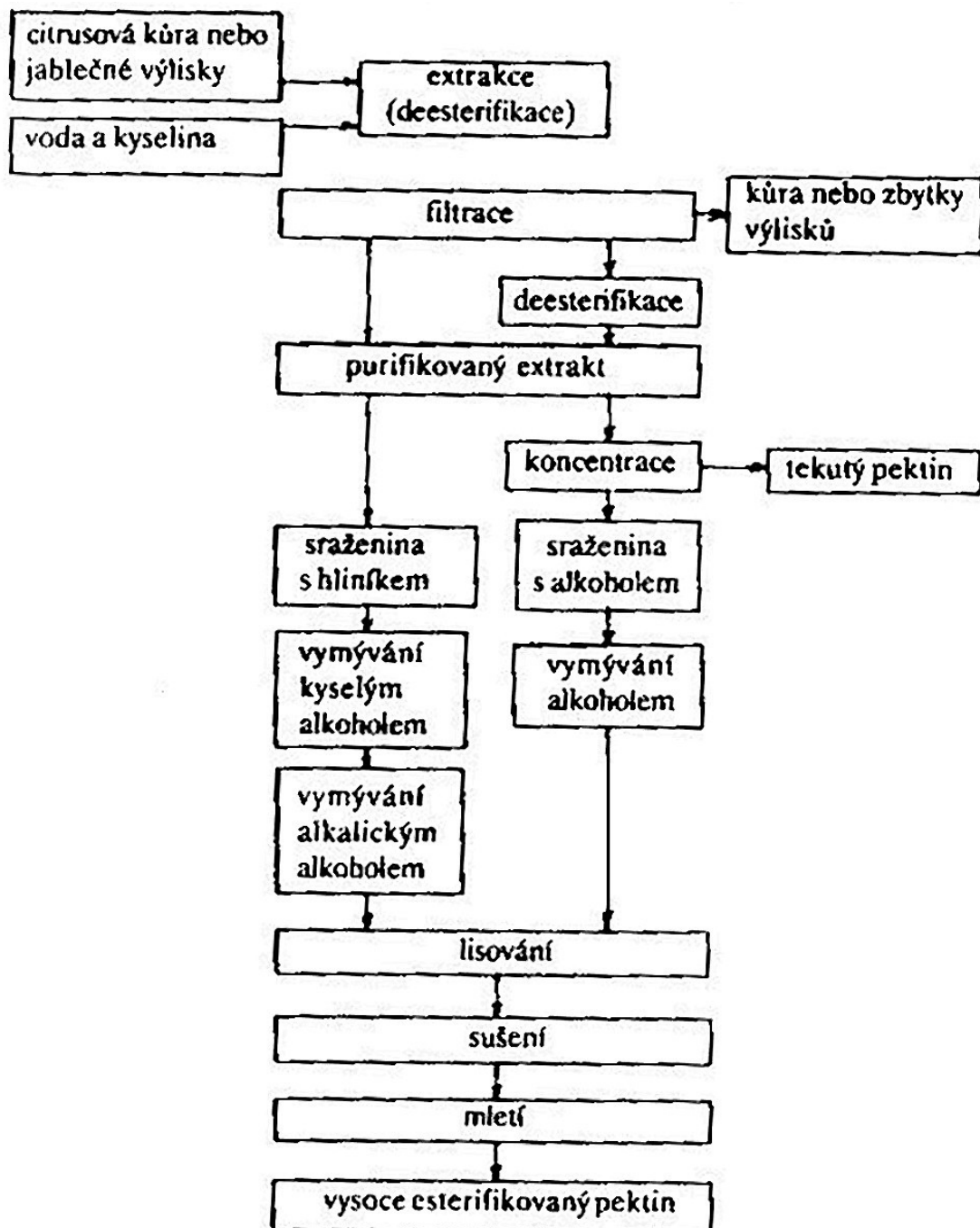
Obrázek 3: Struktura pektinu

2.4.1.3 Charakteristika a úprava pektinových izolátů

Pektin je čištěný sacharidický preparát, získaný ze zředěného kyselého extraktu vnitřní části kůry citrusového ovoce nebo z jablečných výlisků. „Pektinové látky“ je souhrnný název pro vysokomolekulární polysacharidy, které jsou v podstatě složeny z řetězců kyseliny anhydrogalakturonové. Obsahuje převážně methylovanou kyselinu galakturonovou, ve které jsou zbývající karboxylové skupiny buď ve formě volné kyseliny, nebo ve formě amonných, draselných nebo sodných solí. Některé typy jsou (celkem výjimečné) ve formě

anhydritu. Střední molekulová hmotnost je velmi kolísavá, Pohybuje se kolem 100 000 a je závislá na původu a způsobu, kterým se pektin získá.

Obchodní preparát zvaný pektin je normálně zředěn z důvodů standardizace sacharosu a je vždy smísen s vhodným potravinářským pufrům pro úpravu pH a jeho udržení. Obchodní preparáty jsou specifikovány hodnotou pH, tělotvornou mohutností, viskozitou, stupněm esterifikace a charakteristikou prostředí.



Obrázek 4: Základní výrobní metody pro vysokoesterifikované pektiny

Pektin je bílý, někdy nažloutlý, výjimečně světle hnědý prášek. Obsahuje minimálně 65% kyseliny galakturonové, bráno na sušinu bez popela. Maximálně 25% karboxylových skupin smí být amidováno. Poměr metoxylovaných skupin galakturonové kyseliny k celkovým skupinám se nazývá stupeň metoxylace.

Stupeň metoxylace je 50% rozděluje pektiny na dva základní typy:

1. Vysoce metoxylované pektiny, nebo vysokoesterifikované ($DE > 50\%$),
2. Nízko metoxylové pektiny nebo nízkoesterifikované ($DE < 50\%$).

Nízkoesterifikované pektiny se získávají z vysokoesterifikovaných. Patří tudíž mezi tzv. přírodní polymery.

Vysokoesterifikovaný pektin tvoří gel pouze v roztocích, které mají sušinu větší než 50% a relativně nízké pH (pH 3-4). Při nižších pH a vysoké teplotě dochází k deesterifikaci. Pektin pak tvoří gel pomalu s nízkou tuhostí. Tuhost gelu se stále snižuje při pH vyšších než 5 a nízké teplotě.

V neutrálním prostředí je pektinový gel stabilní pouze v přítomnosti mléka. Pektin totiž reaguje s mlékem a vznikají komplexy, jež jsou velmi stabilní. Tento fakt dělá z pektinu vhodné zahušťovadlo a stabilizátor pro mléčné výrobky.

Rychlost tvorby gelu u vysokoesterifikovaného pektinu závisí na stupni esterifikace. Tvorbu pevného gelu usnadňuje dostatečný obsah cukru (kolem 6% nejméně). Relativně nízké pH pro tvorbu gelu je příčinou, že vysokoesterifikovaný pektin se používá téměř výlučně pro ovocné výrobky. Může se použít i ve výrobcích neobsahujících cukr. Jedná se o tvorbu gelu v přítomnosti sorbitolu a jiných alkoholických cukrů. Tyto gely se vyrábějí stejným způsobem jako gely s cukrem, pouze pH se musí poněkud zvýšit.

Vysoce esterifikovaný pektin je výborný pro kombinaci s jinými želírujícími činidly, např. se želatinou nebo modifikovanými škroby. V případě použití pektinu za část želatiny, škrobu nebo v kombinaci se výrazně zvýší tepelná stabilita výrobku.

Přestože vysokoesterifikovaný pektin je dokonale tavitelný v gelu, lze jej použít i pro nízkoenergetické výrobky. Je to dáno tím, že úprava konzistence vyžaduje velmi malé množství pektinu. [14]

2.4.1.4 *Použití pektinu v potravinářství*

Dlouhá léta se používaly v domácnostech k zahušťování (želírování) džemů pektiny přirozeně se vyskytující v ovoci. Jejich zdrojem byly jablečné jádřince nebo kdoule. Teprve od začátku 20.století byl pektin průmyslově extrahován.

Dnes se v ovocném a cukrářském průmyslu široce využívá pro své želírující vlastnosti v kyselém a sladkém substrátu.

Pektin má další četné vlastnosti, jako je jeho želírující působení v méně kyselém prostředí a v přítomnosti vápníku, zahušťování, stabilizace suspenze, ochrana kaseinu, atd. Kromě toho hraje velmi důležitou roli při výrobě potravin a farmaceutických produktů.

Pektin nemá žádná omezení při svém použití ve správné výrobní praxi. Je to přírodní produkt, známý i dnes jako zcela neškodný. [3, 4]

2.4.1.5 *Farmaceutické využití pektinu*

Důležité zjištění udělala, pokud jde o pektin, medicína. Zjistilo se, že pektin má vedle svých fyzikálních vlastností také vlastnosti fyziologické. Je jednoznačně prokázáno, že pektin snižuje hladinu krevního cholesterolu, což je nesmírně důležité v naší době, kdy nemoci cév a cholesterol hrají významnou roli v otázce zdraví obyvatelstva. Dále se zjistilo, že pektin působí velmi příznivě na peristaltickou činnost střev, má schopnost vázat na sebe kovy a jiné toxické látky, zejména ale prodlužuje dobu působení léčiv. Využívá se intenzívně ve farmacii.

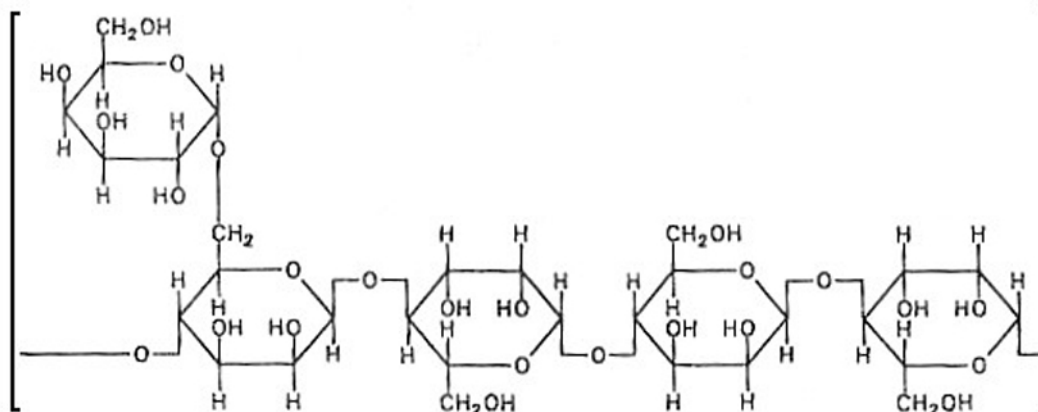
Z toho plyne, že pektin má mezi biopolymery velice významné postavení. Nejen že ovlivňuje konzistenci potravin a umožňuje výrobu některých potravin vůbec (pektinové bonbonářské želé), ale má významné postavení fyziologické. [14]

2.4.2 **Moučky ze semen**

Mouček ze semen je obrovské množství. Uplatnění v potravinářství nalézají zejména moučka ze semen svatojánského chleba, guma gust a guma tara. Další moučky ze semen, jako např. guma z kdoulí, ze semen lnu a jiných olejnin, mají význam pouze historický a nebo speciální. [14]

2.4.2.1 Moučka ze semen svatojánského chleba

Moučka ze semen svatojánského chleba se vyrábí ze semen stromu *Ceratonia dilliqua*. Skládá se především, z polysacharidů vysoké molekulové hmotnosti na bázi galaktomananů. Obchodní názvy se specifikují dle viskozity.



Obrázek 5: Struktura moučky ze semen svatojánského chleba

Moučka ze semen svatojánského chleba je ve formě bílého až žlutavého prášku, bez chuti a zápachu. Prášek ve studené vodě bobtná, avšak rozpustnost je nepatrná. Viskozita disperze se zvyšuje teprve po zahřátí. Tím je její použití částečně omezeno. Při zahřívání kyselých roztoků o pH pod 3,5 dochází k rychlé hydrolyze. V alkalickém prostředí je stabilní. Byly proto připraveny hydroxyetyl a karboxymetyl étery této moučky, které mají pro použití mnohem vhodnější vlastnosti. V současné době se moučka ze svatojánského chleba používá zejména v komplexních směsích pro výrobu limonád do pudingů a má značný význam pro kojeneckou výživu. [14]

2.4.3 Dusíkaté látky živočišného původu – Želatina

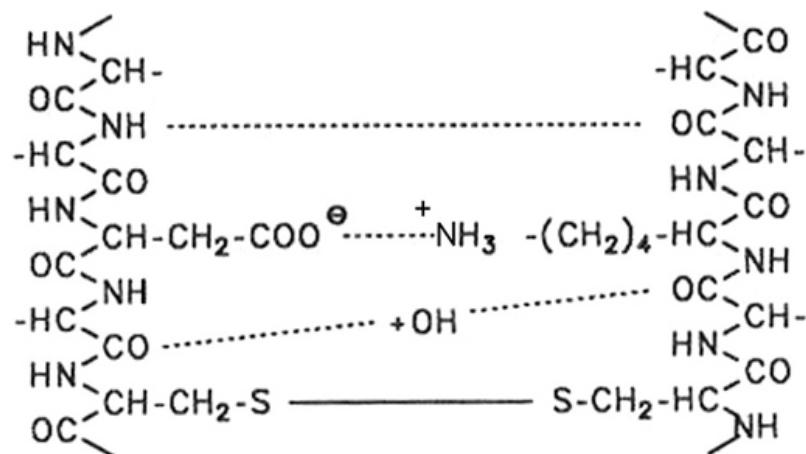
2.4.3.1 Původ a charakteristika

Želatina má mimořádný praktický význam. Vyrábí se z kolagenů, které tvoří kolem 25% živočišných tkání. Vyskytuje se téměř ve všech pojivových tkáních. Z pojivové tkáně, obsahující nativní kolagen, se zředěnými kyselinami uvolňují vlákna tropokolagenu. Mají tvar tyčinek a molekulární hmotnosti 340 000. Jsou složeny ze tří paralelních vzájemně se ovíjejících polypeptidových šroubovic. Denurací kolagenu vzniká želatina, kde jsou tyto

jednotlivé polypeptidové řetězce od sebe vzájemně odděleny. Primární struktura kolagenu se liší tím, že obsahuje značné množství hydroxyprolinu a α -hydroxylyzinu.

Želatina je lineární polypeptid o molekulární hmotnosti 100 - 200 000. Průmyslově se vyrábí z kostí a kůže. Želatina je definována jako produkt získaný částečnou hydrolýzou kolagenu kůže, bílé pojivové tkáně a kostí živočichů. Skládá se stejně jako kolagen, z 18 různých aminokyselin spojených podle přesného řádu. Velikost molekulární hmotnosti ovlivňuje některé vlastnosti zejména gelotvornou schopnost, viskozitu a teplotu tvorby gelu a tavení.

U želatiny se rozlišují dva druhy označené A a B. Typ A je želatina kyselého původu (kyselá želatina). Má izoelektrický bod mezi pH 7 – 9. Typ B je želatina zásaditého původu, hydrolýza probíhá pod vlivem vápníku. Má izoelektrický bod mezi pH 4,7 – 5,1. Želatina se vyrábí ve více druzích, hlavně pokud jde o želírující schopnost vyjádřenou ve stupních bloom.



Obrázek 6: Typy vazeb při želírování želatiny.

2.4.3.2 Vlastnosti a použití

Želatina má při tvorbě gelu ohromnou schopnost vázat vodu, a to více než padesátinásobek své vlastní hmotnosti. Je dodávána ve formě světle nažloutlého až tmavě žlutého jemného prášku nebo hrubých krystalů. Před rozvářením se nechává alespoň hodinu nabobtnat. U želatiny je jedna důležitá věc že nesmí v případě tvorby gelu překročit teplotu vyšší než 60°C. V případě překročení této teploty gelotvorná schopnost rychle klesá. Želatina se obecně používá všude tam, kde je požadována struktura gelu, tj. v rybích a masných

rosolech, mlékárenských výrobcích, pekárenských výrobcích, ve stabilizátorech pro mražené smetanové krémy, jako fixátor různých látek apod.

Velmi specifické je její použití v cukrovinkách. Důkazem toho jsou výrobky obsahující želatinu, uváděné na trh, a to především výrobky bez cukru. Výrobci želatiny hledají stále nová uplatnění zejména pro želatinový bílkovinný hydrolyzát. Želírující schopnost vyjádřená v jednotkách bloom (např. 200 – 260 bloom) se hodí pro výrobu gumových cukrovinek. Z modifikovaných želatin, byla vyvinuta proteinová látka jako pojivo pro výrobu např. tyčinek, typu müsli. Tento hydrolyzát má nulovou hodnotu bloom, rozpouští se za studena a nekoaguluje. Obsah bílkovin se pohybuje v rozsahu 90 – 96%. Toto nízkoviskózní želatinové pojivo se používá obecně jako nízkoviskózní bílkovinné (tedy na rozdíl např. od škrobů) viskozitní pojivo. Jen je třeba dát pozor na izoelektický bod. Želatina s nízkou hodnotou bloom (100 – 200) se používá u karamel. Jiná kritéria želatiny jsou pro výrobu pěnových cukrovinek atd.

2.4.3.3 Jedlá želatina

Vlastnosti: Světležlutohnědá zrnitá látka, s velikostí částic zhruba jako krystalový cukr. Ve vodě bobtná zahřevem se rozpouští na viskózní roztok, který po ochlazení zrosolovává.

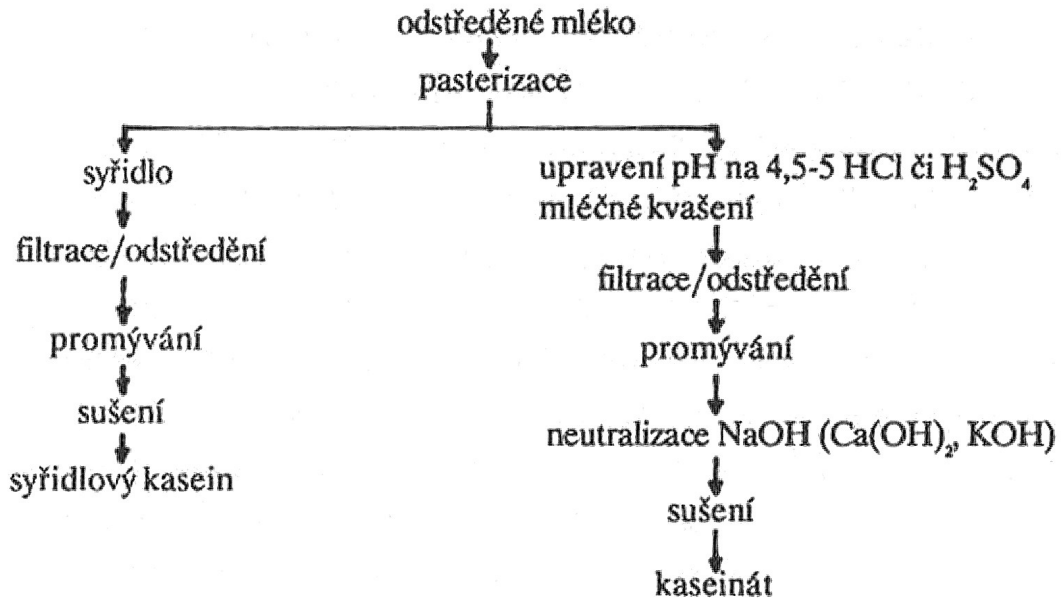
Želírovací schopnost klesá zahříváním nad 60°C. Chuť samotné želatiny je bezvýrazná, před konzumací se různými způsoby ochucuje. Na lidský organismus má velmi dobrý účinek.

Použití: K výrobě želatinových cukrovinek, mražených krémů aspiků, masných, drůbežích a rybích výrobků, mléčných výrobků, na čiření vína, v potravinářském a farmaceutickém průmyslu, v domácnostech apod.

Způsob zpracování: Závisí na účelu použití. Většinou se želatina nechá napřed nabobtnat v menším množství studené vody 10 – 30 minut, a pak se rozpustí na vodní lázni do 60°C. Vzniklý roztok se může zředit vodou a používat podle zvolených technologických postupů anebo vybraného receptu.

2.4.4 Dusíkaté látky živočišného původu – Kaseiny a kaseináty

Kaseiny a kaseináty se získávají při zpracování mléka buďto za použití syřidla nebo za použití kyselého srážení.



Obrázek 7: Výrobní schéma pro kasein a kaseináty

2.4.4.1 Původ a charakteristika kaseinů

Kaseinové bílkoviny v mléce tvoří 80% z celkového obsahu bílkovin v mléce, 20% tvoří sérové (syrovátkové) bílkoviny – laktalbumin.

Kaseinový komplex je tvořen v nejjednodušším rozdělení kaseiny skupiny α , β a κ . Jedná se o částečnou proteolýzu κ -kaseinu nativní mléčnou proteázou plazminem. Tyto kaseiny jsou citlivé k působení Ca^{2+} iontů a jejich existence v mléčném séru v polydisperzním systému je umožněna funkcí ochranného hydrofilního koloidu – kaseinu.

V kaseinu jsou fosfoproteiny s vázanou kyselinou fosforečnou na volných serinových OH-skupinách. κ -kasein je glykoproteid, sacharidová část udělí této bílkovině hydrofilní charakter. Kaseinový komplex existuje v mléce ve formě rovnovážného stavu s interakcí minerálních látek, z nichž významnou roli v stabilizaci kaseinové struktury mají citráty a fosfáty spolu s kationy Ca^{2+} a Mg^{2+} . Vzájemnou interakcí kaseinových frakcí, stabilizací vodíkovými můstky, S-S vazbami a konečně i interakcemi s volnými ionty Ca^{2+} a Mg^{2+} a

s koloidními fosfáty a citráty, je podmíněna výstavba kaseinových micel jako nativní formy kaseinového komplexu v mléce.

Porušením fyzikálně-chemických vlastností – rovnováhy – vnějšími zásahy do polydisperzního systému mléka je kasein destabilizován, tím dochází k jeho vyloučení z mléčného séra.

Při výrobě sladkého kaseinu nebo přírodních sýrů je působením proteolytických enzymů syřidel dosaženo štěpení κ -kaseinu na para κ -kasein-kaseinomakropeptid. Reakce se týká vazby Phe-Met 105 – 106 od N-kaseinové struktury. Tím ztratí κ -kasein funkci ochranného hydrofilního koloidu a α , β kaseiny jsou destabilizovány. Stávající micelární struktura se nejprve rozruší a následně polymeruje v gel, ve kterém jsou parakaseiny polymerovány včetně para κ -kaseinu, zatímco κ -kaseinomakropeptid zůstává v roztoku spolu s bílkovinami syrovátky.

Vytvořený gel podléhá následně synerezi v závislosti na teplotě a koncentraci Ca^{2+} iontů, ale také v závislosti na pH. Kaseinový gel uvolňuje syrovátku uzavřenou v jeho struktuře, probíhá synereze. Tyto principy jsou základem výroby sýrů s použitím syřidlového enzymu včetně výroby tzv. sladkého kaseinu.

Volbou faktorů ovlivňujících synkrezi lze regulovat obsah sušiny v kaseinovém gelu spolu s jeho mechanickým zpracováním, tzn. výrobou sýrového zrna.

Při kyselém srážení mléka se jedná o využití vlastností kaseinového komplexu jako hydrofilního solu. Zvýšení koncentrace H^+ iontů přidávkem minerálních kyselin nebo fermentací laktosy na kyselinu mléčnou se postupně snižuje vnější negativní náboj kaseinových micel až k nulové hodnotě v izoelektrickém bodě kaseinu při pH 4,6. Kasein se začíná srážet v přítomnosti minerálních látek ve formě anionů a kationů prakticky při pH pod 5,5 s maximálním podílem vysráženého kaseinu při pH 4,2 – 4,6.

Toto širší rozmezí je dáno rovněž heterogenitou kaseinového komplexu, který tvoří desítky druhů a genetických variant.

Při izoelektrickém srážení ztrácejí kaseinové micely vodní obaly, následně se do roztoku uvolňují i vápenaté a hořečnaté ionty a destabilizovaný kasein se vysráží z mléčného séra. V praxi se k výrobě kyselého kaseinu používá HCl, výjimečně H_2SO_4 .

Pokud v mléce nejsou denaturovány bílkoviny syrovátky, získá se relativně velmi čistý kasein. Tepelnou denurací bílkovin vlivem působení teplot v rozmezí 85 – 95°C se bílkoviny syrovátky srážejí ve formě koprecipitátu mléčných bílkovin. Podle obsahu a druhu kationů použitých při výrobě se koprecipitáty liší svými funkčními vlastnostmi, zejména rozpustností a vazbou vody. [14]

2.4.4.2 Vlastnosti a použití kaseinátů

Obchodní kaseinát (sodný, draselný, vápenatý) se vyrábí neutralizací odpovídající alkálií na pH 8 – 10, kdy se rozpustí kaseinová sraženina. Používá se proto výhradně kasein kyselý. Viskozní suspenze (asi 20 %) se pasteruje a suší ve sprejové sušárně. Obchodní kaseináty, většinou sodné a draselné, jsou dobře rozpustné ve vodě a vysoce termostabilní za různých podmínek (např. 140°C, pH 7, 15 min běžně vydrží).

Kaseinát sodný, je-li čerstvý, má příjemné aroma a vykazuje vynikající vaznost vody. Je velmi dobře rozpustný a lze jej snadno rozptýlit v původních směsích, homogenizovat v přítomnosti tuku či oleje. Kaseinát sodný poskytuje žádaný základ do takových výrobků, jako je náhražka kysaných krémů, náhražka vajec, čokoládových nápojů, mražených dezertů, pomocná náhražka šlehaných výrobků atd.

Kaseináty mají výborné povrchové vlastnosti své struktury. Použité ve výrobcích s pH vyšším než 6 tvoří viskózní roztoky, vykazující vynikající emulgační účinky, vaznost vody a tuku, nášleh pěny a charakteristiku gelu.

Tyto pozitivní vlastnosti jsou dány zásluhou větších a silnějších agregátů kaseinátu vápenatého, jejichž velikost ovlivňuje vápník. Předpokládá se, že kaseinátové agregáty jsou menší a méně citlivé k pH, než koloidní fosforečnany obsahující kaseinové micely.

Pěnové náhražky lze dělat z mléka (jakožto zdroje proteinu), ale kaseinát sodný se používá častěji. Kaseináty jsou obvykle rozpustné při pH větším než 5. Kaseinát vápenatý je připravován z kyselého kaseinu přidavkem 1,5 % CaOH₂. Po dosažení pH kolem 6,5 se kaseinát běžně suší na sprejové sušárně. Kaseinan vápenatý je vysoce odolný vůči teplu a chemickému namáhání. Kaseinát vápenatý tvoří stabilní koloidní disperze a snáze než roztoky nachází uplatnění ve většině emulgačních aplikací. Existují ovšem výjimky, kde není nutné používat mléčné produkty ve vodě rozpustné. V tomto případě se používá protein,

který se přidává za sucha např. do mouky. To umožňuje použití v pekárenských výrobcích a cukrovinkách. [14]

2.4.5 Dusíkaté látky živočišného původu – Mléčné koprecipitáty

Koprecipitát znamená společně vysrážený produkt. U mléčných bílkovin jsou to takové preparáty bílkovin, které kromě kaseinu obsahují také ostatní frakce mléčných bílkovin izolované v jediném postupu srážení.

Pokud jde o strukturní vlastnosti, jsou koprecipitáty vůči kuchyňským zpracovatelským technikám nepoměrně odolnější než kasein, o kterém je známo, že při ohřevu na teplotu pod 100°C přechází v těstovitou vláknitou hmotu. Koprecipitáty nemohou být strukturně změněny žádoucím způsobem. Na druhé straně mají obrovskou výhodu, že si při pečení zachovávají svoji strukturu.

Srážejí se kyselinami při pH 5 – 7 a dodávají se buď ve formě nerozpustné nebo rozpustné s přítomností hydroxidu sodného, draselného nebo čpavku. [14]

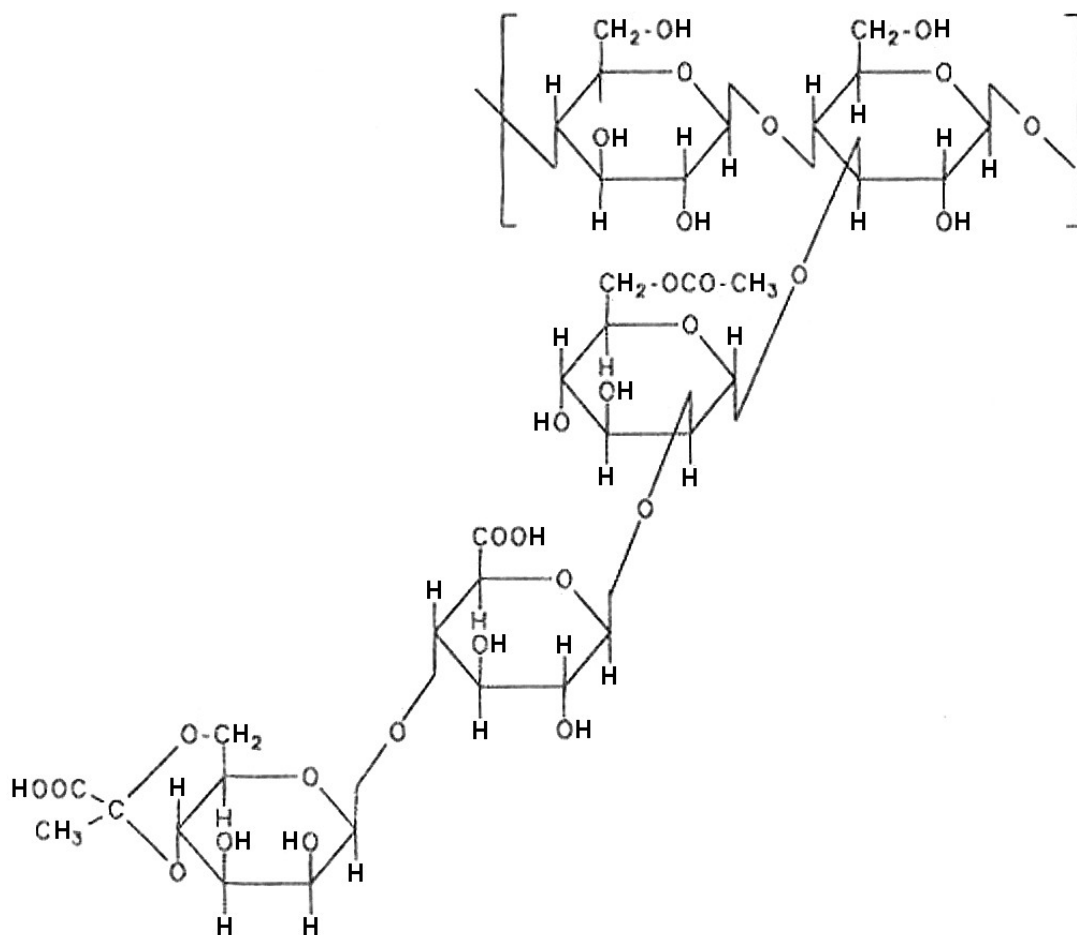
2.4.6 Látky mikrobiálního původu

Do skupiny modifikovaných přírodních látek se většinou řadí i látky mikrobiálního původu. Dosud bylo popsáno velké množství hydrokoloidů tvořených mikroorganismy. Jsou to např. dextran, xanthanový polysacharid, fosfomanan, sukcinoglukan, mannogalaktan, lutean, mikrobiální alginát, ervinia polysacharid. Jen několik z nich se vyrábí v takovém množství a má tak relativně nízké náklady, že se může běžně používat. Nejrozšířenější je dextran, xanthan a pullulan.

2.4.6.1 Xanthan

Nejvýznamnější ze skupiny mikrobiálních polysacharidů je xanthan. Guma xanthan je vysokomolekulární polysacharid produkovaný fermentací sacharidů čistou kulturou *Xanthomonas xantopetris*. Xanthan se sráží alkoholem (metanol nebo izopropanol), rafinuje se metylalkoholem, suší a mele. Obsahuje D-glukosové molekuly, jakožto hlavní dextrované jednotky, dále kyselinu glukuronovou a pyronovou. Je připravován jako sodná, draselná nebo vápenatá sůl. Jeho roztoky jsou neutrální. Obchodní preparáty jsou specifikovány podle viskozity.

Literární údaje z různých zdrojů se poměrně liší v popisu vlastností xanthanu. Hlavním důvodem těchto rozdílů jsou pravděpodobně použité bakteriální kultury. V různých zemích se používají různé mutanty vzniklé umělými zásahy a jsou voleny různé podmínky kultivace. V současné době genových mutací je tento faktor zvláště aktuální.



Obrázek 8: Struktura xanthanové gumy

Xanthanový polymer se rozpouští ve studené vodě asi tak do 1% roztoku. V organických rozpouštědlech je nerozpustný. Roztoky xanthanu mají ohromnou viskozitu, která stoupá extrémně rychle s koncentrací. Již ani ne 1% roztok má charakter gelu. Viskozita jeho vodných roztoků je stabilní za přítomnosti solí, kyselin nebo alkálií. Je pouze velmi citlivý na mikroorganismy. Na rozdíl od ostatních ve vodě rozpustných polysacharidů vykazuje xanthanový polysacharid tepelnou stabilitu. Tato vlastnost je výraznější u deacetylovaného polysacharidu. Polysacharid má výborné emulgační účinky, již minimální množství dokonale stabilizuje emulze typu olej ve vodě.

Xanthanový preparát je dodáván mimořádně čistý a je deacetylovaný. Používá se obecně jako stabilizátor emulzí a pěn, dále se používá jako náhrada lepku ve všech potravinách pro pacienty trpící celyakií. Je to drahý preparát, a proto se vyrábí v kombinacích s dalšími levnějšími polysacharidy, např. s moučkou ze semen svatojánského chleba anebo s modifikovanými škroby. Zde je ohromná paleta výběru. [14, 16]

2.4.7 Škroby, modifikované škroby

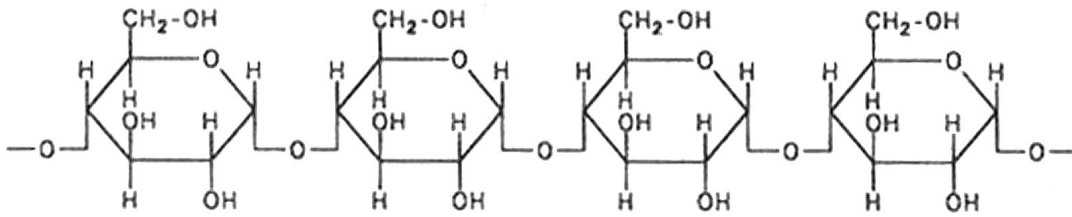
2.4.7.1 *Původ a charakteristika*

Škroby jsou zásobní polysacharidy většiny rostlin. Ale jen z malého počtu rostlin, resp. jejich částí, se škroby dají prakticky vyrobit. Vyskytují se v zásadě v podobě částic (zrn), velikosti a struktury charakteristické pro jednotlivé rostliny. Výskyt škrobu v rostlinách je nejcharakterističtější vlastností škrobu. Částice, neboli zrna, se vyskytují vždy ve volné formě; na žádnou chemickou složku nejsou ani chemicky, ani fyzikálně vázána. Pouhým mechanickým rozdrcením a oddělením (vypíráním) a dekantací na sítích, nebo na základě různé specifické hmoty na hydrocyklonech a odstředivkách, lze škrob oddělit v chemicky naprosto čisté formě.

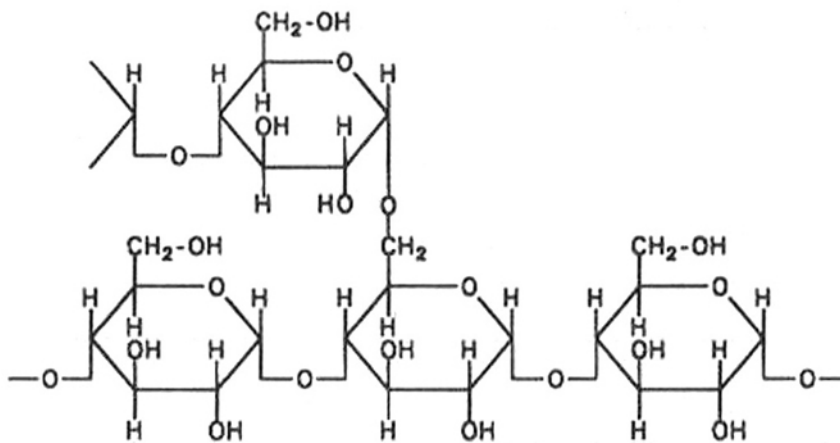
Škroby se vyskytují ve všech částech rostlin (semenech, hlízách, kořenech, listech), pro nás jsou zajímavé hlízy nebo semena. Mezi hlízovými škroby a škroby ze semen je zásadní rozdíl. Škrob uložený v hlízách (např. škrob bramborový) se vyskytuje v materiálu, jehož převážnou složku představuje voda. Charakteristické je, že tato zrna jsou velká, polydisperzní, zejména však nakypřená a je možné, aby voda volně vstupovala dovnitř a ven jakoby velkou smotanou molekulární sítí. Naopak škroby v zrnech (kukuřice nebo pšenice) jsou uloženy na opačném místě rostliny, kde obsah přítomné vody obnáší nejvýše 20 %. Tyto škroby jsou většinou monodisperzní, drobné a kompaktní, vstup nebo výstup vody jde velmi pomalu.

Škroby jsou tvořeny měnícím se množstvím dvou frakcí: lineární amylosou, větvené amylopektinem. Převážná většina škrobů obsahuje 20 – 25 % amylosy a 75 – 80 % amylopektinu. Některé druhy rostlin, které jsou speciálně vyšlechtěné, vykazují vysoký obsah amylosy (amylosové kukuřice) a nebo prakticky čistý amylopektin (kukuřice vosková). Obsah amylosy a amylopektinu je řídícím pro řadu vlastností škrobu, z nichž nejdůležitější

je reologické chování a retrogradace. Základním stavebním kamenem molekul škrobu (strukturní jednotkou) je molekula glukosy. [14 ,15, 16]



Obrázek 9: Molekula amylosy



Obrázek 10: Molekula amylopektinu

2.4.7.2 Vlastnosti škrobů

Retrogradace škrobů

Dosavadní zkušenosti dokazují, že retrogradace je rozhodující vlastností potravinářských škrobů. Můžeme ji též nazvat stálostí škrobových hydrokoloidů, i když na stálost působí více vlivů. Fyzikálně chemický jev nazývaný nejčastěji retrogradace (též reasociace) byl předmětem velmi častého zkoumání. V nejhrubších rysech je retrogradace škrobu vlastně asociací molekul v agregáty. Probíhá několika možnými průběhy s různým výsledkem pro koloidní disperzi. Základním východiskem je dvousložková teorie škrobu. Podle této teorie se škroby skládají ze dvou frakcí, které jsou zastoupeny v různém poměru. U škrobů u nás významných (bramborového, pšeničného) se vztah pohybuje vždy velmi blízko poměru 8 : 2, kde 8 je amylopektin. Ve frakci, zvané amylosa, se vyskytují především výhradně vazby 1,4 alfa, což znamená, že řetězce jsou lineární. Charakter molekuly amylosy

a vysoká ohebnost vazby 1,4 mezi glukosovými zbytky dávají molekule možnost zaujmout různý tvar ve vodném prostředí a zejména vzájemně přilnout. Řadou měření bylo prokázáno, že molekula amylosy se ve vodném prostředí za normálních podmínek vyskytuje ve svinutém stavu (ať už ve formě spirály- v neutrálním prostředí; nebo klubka- za extrémních podmínek pH či teploty). Stáním v roztoku dochází ke konstitučním změnám, které se projevují netažením molekuly, tedy porušením svinuté formy. Natažené molekuly se orientují, vzájemně přitahují a přilnutím k sobě se navzájem částečně dehydratují. Dehydratace je způsobena vytlačením obalové vody a snížením celkového povrchu. Energie nutná pro tyto pochody se uvolňuje tvorbou vodíkových můstků, především na hydroxyly č. 6. Tvorby vodíkových můstků se zúčastňuje i přítomná voda.

U složky amylopektinové, která kromě vazeb 1,4 obsahuje ještě vazby 1,6 (odvětující), to není možné. Amylopektin má jednak nedostatek přístupných –OH skupin pro tvorbu vodíkových můstků (odvětvení), jednak mu zhruba kulový tvar dává malou možnost semknutí molekuly a orientace.

Znamená to, že pouze amylosa je původcem vlastností zvané retrogradace a že amylopektin se retrogradace zúčastňuje tak, že s postupující asociací amylosy se zapojuje do jejího komplexu. V praxi lze říci, že amylosa strhává amylopektin k asociaci.

Z toho vyplývá ohromný význam pro užití různých druhů škrobu, zejména těch, které obsahují jenom lineární amylosu (bleskově retrogradují) a nebo jenom amylopektin, který je svou retrogradací velmi odolný.

Vliv na stabilitu má obsah různých příměsí ovlivňujících škrob, především elektrolytů, což se ovšem v potravinářství redukuje na přítomnost chloridu sodného a iontů vápníku. Další vliv na stabilitu má přítomnost různých látek, zejména proteinů a sacharosy a také vliv pH.

Souhrnné požadavky na potravinářské modifikované škroby jsou poměrně komplikované. Škroby jsou bezkonkurenčně nejlevnější hydrokoloidy, dostupné takřka ve všech zemích světa. Proto je snahou všech výrobců veškeré problémy v potravinách pokud možno řešit škrobem. Tím ovšem kladou na škrob přílišné požadavky. Modifikované škroby musí být:

- a) stabilní vůči vlivu:
 - vysokých teplot (sterilace, pečení, vaření)

- nízkých teplot (zmrazování)
 - mechanickému namáhání (mísení, homogenizace, plnění obalů)
 - chemickému (zejména vlivu kyselin)
- b) musí bránit dělení fází:
- vločkování
 - koagulaci
 - synerezi (uvolňování séra např. syrovátky)
 - nesmí retrogradovat
- c) musí mít v případě potřeby zahušťovací schopnost
- d) musí tvořit čiré pasty a gely

Hydratační vlastnosti škrobů představují komplex jevů, charakterizujících chování dané škrobové modifikace ve vodném prostředí disperzního systému potravin. První otázkou je rozpustnost obecně. Tu ovlivňuje řada vlivů, jako teplota, koncentrace a také přítomnost cizích látek, zejména iontů vápníku. S rostoucí koncentrací iontů vápníku rozpustnost škrobů přirozeně klesá. Rozpustnost škrobů obecně stoupá se stupni hydrolyzy škrobu, ovšem také s klesající viskozitou. Druhou možností zvýšení rozpustnosti je hydrofilní substituce, např. karboxymetylová. Ta je ovšem značně hygienicky problematická, a tak v prostředí škrobů bude omezována složením potraviny (týká se hlavně mléčných výrobků) a odbourání škrobů se nelze vyhnout. Typickým příkladem jsou škroby odbourané enzymaticky. Již proto, že enzymová hydrolyza je rovnoměrná a jednotlivé molekuly mají přibližně srovnatelné molekulové hmotnosti.

Vaznost vody sušinou modifikovaného škrobu je tím vyšší, čím vyšší je polymerační stupeň tedy i zdánlivá viskozita škrobu. Vaznost vody je dále umocněna substitucí, především substitucí hydrofilní; zejména pak síťtím škrobu. Vliv složení systému na hodnotu vaznosti vody se z různých typů modifikací projevuje různě. Citlivé jsou hlavně škroby bramborové, neboť obsahují vázanou kyselinu fosforečnou. Škroby obilní nereagují na kyselé prostředí prakticky vůbec; proto jsou vhodné zejména fosfátové diestery nebo acetátové diestery obilních škrobů (např. škrobu kukuřičného voskového).

Disperzní stabilita je rozhodující vlastností především se zřetelem na vliv procesů výroby; složení potraviny má na disperzní stabilitu malý vliv. Disperzní stabilitou rozumí-

me fyzikální a chemickou stabilitu dosaženého disperzního stavu škrobu v daném systému. Hlavním jevem, který má vliv na disperzní stabilitu, je retrogradace škrobu.

Velmi zajímavou zkouškou na stanovení disperzní stability škrobu je metoda zvaná Thermal Shock Test. Jde v podstatě o opakované zmrazování a rozmrazování 5 % vodné disperze škrobu při teplotě -20°C . Po pěti cyklech se stanovuje oddělená voda (např. v odstředivce). TST je výborná metoda, která nám vypovídá, jak u výrobků, které jsou mrazírenské nebo alespoň chladírenské, může škrob a nebo jeho modifikace vyhovovat.

Smršťování gelů v polotekutých a tekutých potravinách se projevuje částečným uvolněním vody ze systému. V potravinářském pojetí se tento jev obecně nazývá synkreze. Synkreze je vyvolána částečnou retrogradací škrobu a kontrakcí škrobové složky. Velmi často (zejména v mlékárenském průmyslu) se retrogradace děje nejen škrobovou molekulou, ale i reakcí škrobové molekuly s přítomnou molekulou bílkoviny. Tato kontrakce je většinou vratná; mechanickým přepracováním hmoty lze uvolněnou vodu opět škrobové složce vrátit. Je to jev příznačný pro gelovité a krémovité smetanové a mléčné výrobky, ve kterých se po delším stání někdy uvolňuje syrovátky. Vratné smršťování gelů škrobů je typické pro hydrolyzované škroby, částečně pro škroby oxidované. Substituované deriváty, ať už zesíťené nebo nezesíťené, nebo škroby z voskové kukuřice tento jev neznají. Je to dáno tím, že substituovaný derivát nedovolí vzájemné přiblížení molekul odbouraného škrobu a tím zplstění do agregátu.

Chemická stabilita je odolnost hydratovaného škrobu vůči vlivům chemickým, v potravinách zpravidla kombinovaným s mechanickou nestabilitou. Jde v podstatě o hydrolyzu s přítomnými látkami za zvýšených teplot, např. při sterilaci. Chemická nestabilita škrobu je pravděpodobně nejslabší článek skupiny modifikovaných škrobů v potravinářství, neboť v podstatě neexistuje metoda, jak ji omezit. Částečně chemickou stabilitu zlepšuje síťování škrobu. Chemické nestabilitě škrobů lze čelit především technologickým opatřeními při výrobě potravin, tedy že se škrob dávkuje do výrobku co nejpozději, aby tepelný vliv byl omezen na minimum. To ovšem u výrobků konzervovaných teplem není možné.

Mechanická stabilita je jev částečně související s chemickou stabilitou, neboť při mechanickém namáhání systému hydratovaný škrob – voda bezesporu dochází k porušování makromolekul. Protože při mechanickém vlivu jde ale o porušování nadmo-

lekulární struktury hydratované disperze škrobu, musí se fyzikální stabilita posuzovat zvlášť.

V potravině se škrob může vyskytovat ve dvou různých formách. Je to jednak forma spojitá, ať už solu nebo gelu; jednak forma nespojitá u jednotlivých nabobtnalých částic škrobového gelu, ta přichází v úvahu hlavně u zahušťování. Obě tyto formy jsou citlivé na mechanické namáhání; reagují na ně, ale různě.

Spojité gely nebo soly jsou na mechanické namáhání citlivé. Citlivost závisí na viskozitě systému. Při namáhání hmot s vysokou viskozitou se hodnota tečného napětí projevuje samozřejmě vyšším namáháním. Struktura se trhá a viskozita prudce klesá. Systémy s vysokou viskozitou jsou mechanickým zásahem porušovány až v oblasti polymeračního stupně škrobu. Jsou to změny nevratné.

Nespojité systémy, ve kterých se škrob vyskytuje ve formě nabobtnalých částic, jsou na mechanické namáhání méně citlivé. V první fázi se porušují nabobtnalé částice, klesá sice viskozita systému, ale vaznost vody škrobem se naopak zlepšuje. Teprve s hlubokých mechanickým zásahem (vysokotlaká homogenizace) se poruší i struktura agregátů makromolekul, může dojít nejen ke ztrátě zahušťovací schopnosti, ale i vaznosti vody.

Fyzikální odolnost škrobu je ovlivnitelná bez problému síťováním škrobu. Pro tyto účely se zdají nejvýhodnější modifikované škroby získávané extruzním vařením.

Reologické vlastnosti modifikovaných škrobů jsou pro potravinářské využití v podstatě nadsazovány. U potravin má na výslednou konzistenci zejména vliv její vlastní složení. Pouze v případech, kdy škrob působí jako zahušťovadlo tekutých složek, mají reologické vlastnosti podstatný význam. Pro zahušťovací účely má škrobová látka viskoplastický tok. Tuto vlastnost mají zejména termicky modifikované obilné škroby a síťené škroby. V případech, kdy škrob působí pouze jako stabilizační nebo voduvazná složka, nehrají takové vlastnosti škrobu žádnou roli. Naopak je nežádoucí, aby se stabilizátor svými reologickými vlastnostmi na konečné textuře podílel. Dokladem této skutečnosti je kysaná krémovitá smetana. Koagulovaný kasein má při dostatečné homogenizaci velmi příznivou konzistenci. Úkolem škrobového stabilizátoru je pouze tuto strukturu stabilizovat v čase a vázat přebytečnou vodu v systému. Jakmile by škrob sám o sobě vytvořil svou vlastní strukturu, ztratil by mléčný výrobek své původní typické znaky.

2.4.7.3 Typy modifikovaných škrobů

Modifikované škroby jsou velmi různorodé. Na prvním místě však stále stojí škroby nativní, které mají různé použití. Je to škrob bramborový, pšeničný, kukuřičný voskový, kukuřičný amylosový, tapiokový atd., a to vše ještě v mnoha různých variantách. U modifikovaných škrobů rozeznáváme několik základních typů modifikací: enzymaticky hydrolyzované škroby, chemicky degradované škroby, oxidované škroby, substituované deriváty škrobů, termicky modifikované škroby a dextriny. Tyto typy se dělí na jednotlivé skupiny, v nichž je nepřehledný počet možností. Lze je buďto dodávat zahorka, nebo zastudena rozpustné podle toho, je-li škrob sušen (zahorka rozpustný), anebo je-li podroben termické modifikaci (několika způsoby), pak bude dodáván ve formě zastudena rozpustné.

Hydrolyzované škroby

Hydrolyza škrobů může v zásadě probíhat třemi způsoby, pro potravinářské účely jsou vhodné dva – katalyzovaná hydrolyza enzymem a katalyzovaná chemicky. Mezi oběma skupinami výrobků je velký rozdíl, mají prakticky velmi málo společného.

Enzymaticky modifikované škroby

Mezi enzymaticky modifikované škroby počítáme všechny škroby, u kterých je odbourání vedeno cestou enzymatickou nad teplotou mazovatění. Je celá řada způsobů výroby. Vyjádřeno v DE (Dextrose equivalent), je možno odbourávat škrob od DE = 0, což je nativní škrob, do DE = 100, což je glukosa. Jako hydrokoloid působí do DE = 20. Znamená to, že modifikované škroby začínají slabě hydrolyzovaným nativním škrobem, kde stupeň hydrolyzy nelze vyjádřit jinak než změnou viskozity, tj. molekulárního stavu. Až od asi DE = 2 lze vyjadřovat stupeň hydrolyzy nejen změnou viskozity, ale i změnou polymeračního stupně.

Enzymaticky modifikované škroby mají několik velmi důležitých charakteristik. Vyznačují především zvýšenou rozpustnost v prostředí omezujícím bobtnání škrobů, mají též zmírněnou a nebo přímo odstraněnou škrobovou příchut'. Maltodextriny od DE vyšší než 5 se vyznačují naprosto inertní chutí, vůní a velkou rozpustností absolutní ve všech prostředích, včetně extrémně nízkého pH. Maltodextriny s DE vyšším než 10 – 12 již mají slabě nasládlou příchut'. Ovšem tato příchut' je velmi příjemná a dá se nazvat maltosovou.

Enzymově modifikované škroby všech typů jsou vždy rozpustné zastudena. Typy maltodextrinů s DE menším než 3 jsou zpravidla mírně nebo více zakalené, neboť v průběhu sušení probíhá retrogradace.

Chemicky degradované škroby

Cílem degradace škrobů obecně je snížení polymeračního stupně. Na rozdíl od enzymových katalyzátorů je v případě chemických snížení polymeračního stupně nerovnoměrné a i při nízkých hydrolyzách nacházíme velice krátké štěpy (až glukosu) vedle škrobu naprosto neporušeného. Toto je z hlediska modifikace velmi nevýhodné. Chemicky hydrolyzované škroby se vyrábějí v zásadě ze tří důvodů. Jedním je jednoduché snížení viskozity pro další modifikační reakce, např. acetylace (z důvodů funkčních). Druhým je vytvoření zcela specifických želírujících vlastností a konečně třetím důvodem je vytvoření zvláštní struktury právě v důsledku silné retrogradační schopnosti při sušení, kdy se vyrábí výborné kalící prostředky.

Oxidované škroby

Oxidované škroby lze získat buďto selektivní nebo neselektivní oxidací škrobu. Selektivní činidlo oxiduje na škrobu jen určité místo (např. HNO_3 oxiduje skupinu C_6 na karboxyl), činidla neselektivní oxidují škrob na různých místech a vytvářejí karboxyly, karbonyly, dikarbonyly atd. za současné hydrolyzy škrobu. Pro potravinářský průmysl je účelná zejména oxidace škrobu neselektivní. V poslední době význam oxidovaných škrobů mírně klesá. Jednak vzhledem k námitkám proti obsahu karboxylových a karbonylových skupin a jednak kvůli tomu, že narůstá význam škrobů enzymatických.

Substituované deriváty škrobů

V podstatě existují tři druhy substituovaných derivátů. Předně jsou to škrobové étery, kterých je ale pro potravinářství velice málo a v zahraničních nabídkách je nacházíme zcela ojediněle. Jsou to především karboxymetylškroby, hydroxyetylškroby.

Druhou skupinou jsou škrobové estery. Na rozdíl od éterů je tato skupina poměrně dost plná, zejména v kombinaci se skupinou třetí, se zesíťnými škroby, které jsou vyráběny nikoli éterifikací, jak se to děje v technické chemii škrobů, nýbrž především esterifikací. Je to způsobeno tím, že hlavním esterifikačním činidlem je kyselina fosforečná, která může vytvářet jak monoester, tak diester podle použitého esterifikačního činidla. Podobně reaguje kyselina citrónová nebo adipová, kyselina octová vytváří acetyléster, stojí nad skupinami

jako obecné činidlo zaručující především omezení nebo absolutní odstranění retrogradačních vlastností škrobů.

Význam derivátů škrobu spočívá především ve vlivu substituentu na koloidně chemické vlastnosti.

Termicky modifikované škroby

Termická modifikace je metoda, jejímž hlavním cílem je převedení škrobů do formy rozpustné zastudena. Metod, kterými se to provádí, je k dispozici celá řada. Nejdůležitější z nich jsou metody dvě – termická modifikace na válcích a termická modifikace extruzí. Oba tyto způsoby spočívají v podstatě v tom, že škrob se hydratuje ve vodě při vysoké teplotě (na sušicím válci při bodu varu směsi, v extrudéru lze použít teploty podstatně vyšší). Náhlým a bleskovým vysoušením, tedy odejmutím hydratační vody, se vytvoří ve škrobu struktura bez vnitřních vodíkových můstků, schopná přijímání vody bez dodání tepelné energie.

Na sušicích válcích lze provádět termickou modifikaci velmi snadno a k dispozici jsou řady typů termických modifikací. Jednoznačnou předností práce na sušicím válci je skutečnost, že lze docílit podržení polymeračního stupně škrobu, tj. max. využití viskozity.

U extrudéru je výhodou malá hmotnost zařízení a menší spotřeba energie, ale nevýhoda tkví ve značném vlivu extruzní techniky na vlastnosti škrobu, především polymerační stupeň.

Je tedy zřejmé, že je nutno pro jednotlivé typy termicky modifikovaných škrobů s ohledem na jejich původ a účel volit nejvhodnější způsob termické modifikace.

Termicky lze modifikovat jak škroby nativní, tak škroby předem modifikované. Ať provádíme kteroukoli modifikaci, můžeme buďto po ukončení modifikace preparát promýt, zfiltrovat a usušit a získáme škrob zahorka rozpustný nebo se po promytí škrob disperguje ve vodném prostředí; termicky se modifikuje buďto na válci nebo v extrudéru a tím získáme škrob zastudena rozpustný.

Samozřejmě můžeme modifikovat tímto způsobem i škroby nativní, dále nativní škroby anebo modifikované v přítomnosti dalších látek, které buďto mají být v konečném výrobku (např. sacharosa, kakao, lecitin atd.), nebo látky, které ovlivňují příslušný materiál (např. odstranění škrobové příchuti, zlepšení rozpustnosti atd.).

Termická modifikace značně zvyšuje hydratační vlastnosti škrobu, na druhou stranu ale přináší i řadu problémů. Jedním z nich je, že zcela eliminuje původní želírující schopnost pomocí vodíkových můstků (např. u oxidovaných nebo hydrolyzovaných škrobů). Je to dáno tím, že všechny vodíkové můstky ve škrobu jsou k dispozici pro vodu a tuto vodu si tak rychle vezmou, že jsou hned schopny pouhým ochlazením roztoku vytvořit vodíkové můstky prostřednictvím molekul vody, tj. za vzniku tuhého gelu. [14, 15]

2.5 Aditiva v mlékárenském průmyslu

Účinek aditivních látek v mlékárenských výrobcích se projevuje především v konzistenci (emulgátory, stabilizátory, zahušřovadla), sensorických vlastnostech ochucených tržních druhů (aromata, barviva, ochucující látky), údržnosti (antioxidanty) a v nutričních hodnotách vybraných potravin (vitamíny, přísady pro dietní výrobky).

K úpravě a udržení konzistence, zabránění oddělování syrovátky, napěňování a udržení struktury a pěny, zajištění emulzní stability výrobků s přídavkem tukových složek apod. jsou nezbytná stabilizační, emulgační a zahušřovací aditiva.

Uvedené látky zvyšují vazbu vody a tuku, napomáhají vytvoření homogenní hladké struktury a zjemnění chuťového vjemu. Speciální aditiva, např. pektin, mohou mít i dietetický význam. Aditiva zpravidla tvoří doplňující složku mléčných výrobků a jejich použití má splňovat zdravotní a legislativní normy. Jako stabilizátory se používají látky, které po disperzi ve vodě bobtnají, přičemž tvoří vysoce viskózní roztoky, suspenze nebo gely, a umožňují tak získat výrobek s žádanou strukturou zabraňující synerezi. Tyto látky zlepšují konzistenci výrobků a působí jako pěnotvorná činidla. Některé přídatné látky se projevují jako emulgátory i stabilizátory současně. [14]

2.5.1 Použití stabilizátorů

Stabilizátory jsou vysokomolekulární látky podporující stavbu mléčných výrobků svou schopností absorbovat velké objemy vody, tvořit gely a velmi viskózní suspenze nebo roztoky s nízkým obsahem sušiny. Jejich velké molekuly mají schopnost vytvářet ochranný film kolem molekul bílkovin, což umožňuje vytvořit jemnou a stabilní disperzi, brzdit synerezi, případně koagulaci bílkovin při záhřevu. Přídavkem stabilizátorů lze vyrobit kysané mléčné výrobky s vynikajícími reologickými vlastnostmi. Hlavní působení hydratujících

vázaných prostředků spočívá v tom, že se aglomerací kaseinových micel snižuje kontrakční síla kaseinového koagulátu. Na druhé straně se zvyšuje odolnost koagulátu proti kontrakční síle, čímž se snižuje synereze spojená s odlučováním syrovátky. Kysané mléčné výrobky jsou pak homogennější. Hladší, jemnější a stabilnější proti otřesům a tepelným výkyvům. Vázání vody umožňuje hydratační vazba hydrokoloidů, zvyšování hydratační síly složek mléka a vytvoření molekulární síťovité struktury se složkami mléka. Voda se pak nemůže pohybovat.

Při rozmanitosti druhů a technologií výroby kysaných mléčných výrobků je třeba v každém jednotlivém případě zjišťovat, který druh stabilizátorů je nejvhodnější k zajištění nejlepší jakosti finálního výrobku. Při výběru vhodné stabilizační látky se má přihlížet k takovým vlastnostem, jako je rozpustnost v závislosti na teplotě, bobtnavost, sklon k vytváření chuchvalců, vliv na viskozitu, želírující schopnost, hladkost, schopnost ovlivnit hydrataci bílkovin v kyselém prostředí, hladkost, schopnost ovlivnit hydrataci bílkovin v kyselém prostředí, možnost vyvločkování bílkoviny při různých hodnotách pH, tepelná stabilita, antioxidační účinky na chuť, nutná koncentrace apod.

Aplikace stabilizátorů není v tak složitém systému, jako je mléko, vůbec jednoduchá. Neexistuje totiž žádný univerzální typ hydrokoloidů, i když některé jsou mnohostranněji použitelné než druhé. Technologické aplikaci stabilizátoru musí vždy předcházet experimentální ověření na konkrétních případech podle technologických recepturních podmínek, protože nevhodným nebo nesprávným způsobem aplikovaný stabilizátor (nízká nebo vysoká dávka) se projeví zhoršeným slohem výrobku a často způsobí nežádoucí změny kvality během skladování. Účinnost stabilizátoru výrazně ovlivňuje přítomnost dalších složek v potravině, kyselost prostředí, obsah rozpustné sušiny i způsob technologického zpracování výrobku. Výběr hydrokoloidů závisí na požadovaném účinku.

Hydrokoloidy používané zejména pro zajištění správné konzistence, se v mlékárenství přidávají zejména do termizovaných výrobků, tvarohových pěn a mražených smetanových krémů pro zabránění synereze a zajištění nášlehu. Pro stabilizaci se většinou nepoužívá jeden typ hydrokoloidů, ale směs různých druhů, protože jejich vlastnosti se vzájemně ovlivňují a doplňují. [14]

2.5.2 Stabilizátory pro kysané mléčné výrobky

V mlékárenském průmyslu se obvykle aplikují komerční stabilizátory, které jsou směsí hydrokoloidů v upraveném poměru základních složek, podle vhodnosti pro daný typ výrobku. Mléčné výrobky kyselé povahy, které vyžadují přídavek stabilizátorů, jsou jogurtové nápoje, krémovitý jogurt, jogurt s pevným koagulátem, nápoje z kysaného podmáslí, tvarohové dezerty, kysaná smetana a dresinky.

Stabilizátory zajišťují ochranu bílkovin proti koagulaci teplem, omezují tvorbu písčivosti, synereze, usazování pevných látek a mají vliv na zlepšení viskozity u kysaných nápojů, tzn. Dosažení jemné a plné chuti.

Ke stabilizaci kysaných mléčných výrobků se doporučují především různé druhy nativních i modifikovaných škrobů. Dále se doporučují přídavky želatiny, pektinu, agaru a traganu, svatojánského chleba (moučky z jader rohovníku) a algináty. Ze syntetických stabilizátorů je vhodná karboxymethylcelulosa.

Škroby jsou nejrozsáhlejší skupinou hydrokoloidů vyráběných z domácích surovin. Uplatnění nacházejí škroby modifikované, jejichž zahušťovací a stabilizační schopnost je na pH nezávislá, nereagují s mlékem a neovlivňují průběh fermentace.

Další významnou skupinou hydrokoloidů pro výrobu zakysaných mléčných výrobků jsou pektiny. Rozlišují se na dvě skupiny, a to pektiny vysokoesterifikované (HM) a nízkoesterifikované (LM). Pektiny HM tvoří gely v prostředí s vyšší koncentrací cukru a při pH 3,0 až 3,4. Pektiny LM vyžadují k tvorbě gelu nikoli cukr, ale dvojmocné ionty, např. vápník. Proti většině ostatních hydrokoloidů mají pektiny optimální stabilitu a účinek v kyselém prostředí (pH 3,5 až 4,5). Pektiny LM se doporučují pro zlepšení struktury krémovitého jogurtu i jogurtu s pevným koagulátem, zvláště při snížené sušině. Pektiny HM se používají pro výrobu kysaných nápojů a jogurtů s prodlouženou trvanlivostí. Rovněž se používají při výrobě kysaných mléčných nápojů, získaných smícháním mléka s různými ovocnými šťávami (tzv. přímo okyselená mléka).

Tradičním hydrokoloidem bílkovinného typu je želatina. Její nejdůležitější vlastností je tvorba reverzibilního gelu. Používá se při výrobě jogurtů ke zvýšení viskozity koagulátu a k zamezení oddělování syrovátky. Přídavky činí podle druhu želatiny 0,2 až 0,6 %. Vyšší dávky vytvářejí až příliš tuhé gely.

Želírující schopnost želatiny se snižuje při dalším záhřevu a mechanickém namáhání. Použití samostatné želatiny je proto u termizovaných nebo pasterovaných výrobků málo účinné. Při výrobě termizovaného ovocného jogurtu se želatina kombinuje s moučkou z jader lusků rohovníku, guar gumou nebo s pektiny. [14]

2.6 Charakteristika zkoumaných reologických veličin

Hydrokoloidy a výrobky, při jejichž přípravě byly použity, bývají často podrobovány reologickým měřením pro zjištění vlivu těchto látek na výslednou konzistenci produktu. U tekutých mléčných výrobků, jimiž se zabývá tato práce, je touto zkoumanou veličinou především dynamická viskozita a další s ní související fyzikální veličiny.

Kapaliny jsou látky, které se účinkem i malé vnější síly trvale deformují – tečou. Rychlost toku kapaliny je tím větší, čím větší je vnější síla a čím menší jsou vnitřní síly, které působí proti toku. Vnitřní síly (vnitřní tření) vznikají v kapalině jako důsledek tepelného pohybu a mezimolekulárních přitažlivých sil. Při malých rychlostech proudění (laminární proudění) se tok kapalin uskutečňuje jako smyková deformace, která charakterizuje změnu materiálu při smykovém (tečném) napětí (to je napětí, kdy smyková síla F působí ve směru tečny k ploše S). Při laminárním proudění reálné tekutiny vzniká v důsledku mezimolekulárních sil ve stykové ploše dvou vrstev pohybujících se různou rychlostí v tečné napětí τ , jímž se snaží rychlejší vrstva urychlovat vrstvu pomalejší a ta naopak zpomalovat vrstvu rychlejší. Podle Newtona je toto tečné napětí přímo úměrné gradientu rychlosti $\frac{dv}{dy}$, tj. přírůstku rychlosti dv mezi dvěma přiléhajícími vrstvami dělenému vzdáleností vrstev dy . Platí:

$$\tau = \eta * \frac{dv}{dy}, \quad [\eta] = \mathbf{Pa \cdot s}, \quad \text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$$

kde konstanta úměrnosti η se nazývá dynamická viskozita. V soustavě SI vyjadřuje sílu v newtonech, která je zapotřebí, aby se vrstva o ploše 1 m^2 posunula oproti stejné vrstvičce ve vzdálenosti 1 m o 1 m ve vodorovné rovině. Hlavní jednotkou dynamické viskozity je $\text{N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}$ hlavní jednotkou kinematické viskozity je $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

kde: η ... koeficient dynamické viskozity (dynamická viskozita) [$\text{Pa} \cdot \text{s}$], [$\text{N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}$]

ν ... kinematická viskozita [$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$]

ρ ... hustota [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]

τ ... smykové (tečné) napětí paralelní s laminárním tokem [Pa]

v ... rychlost ve směru x [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]

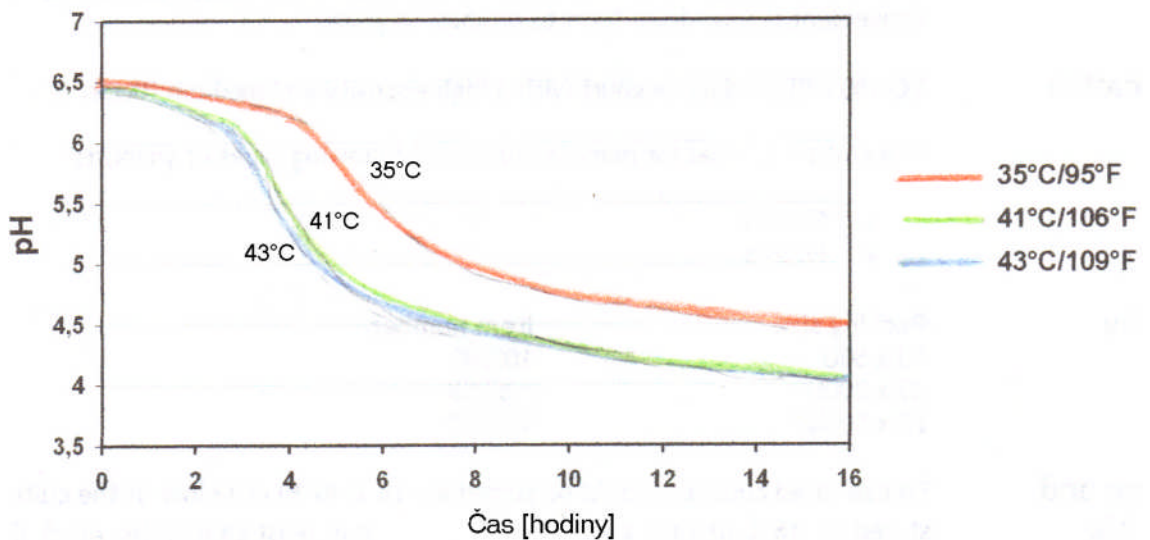
... gradient rychlosti, smyková rychlost [s^{-1}] [19]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 CHARAKTERIZACE VYROBENÝCH VZORKŮ

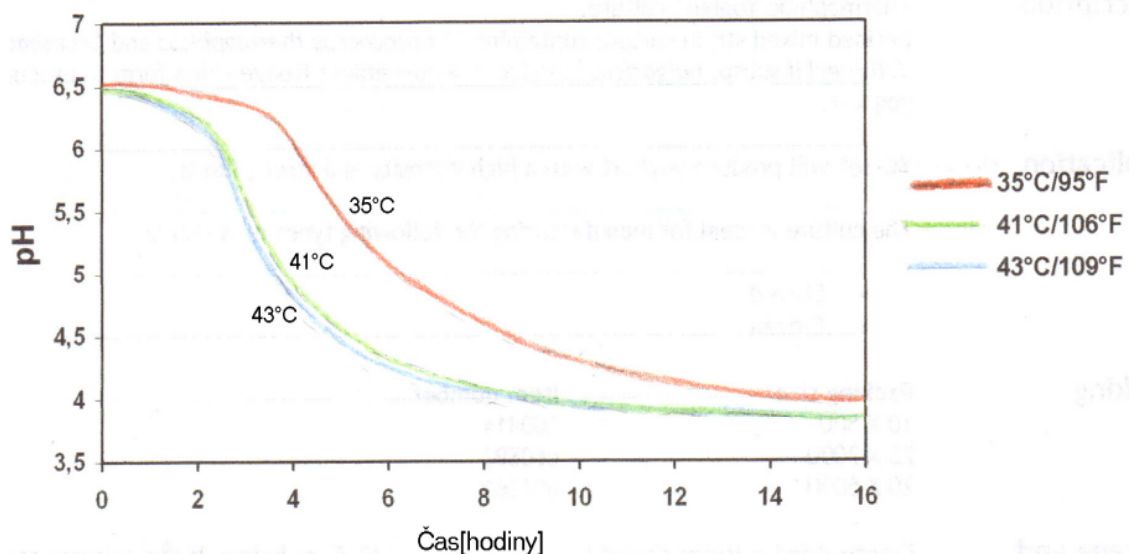
V rámci této práce bylo provedeno 7 výrob termizovaných jogurtových nápojů s použitím dvou směsných mikrobiálních kultur.

První termofilní směsná jogurtová kultura obsahovala mikroorganismy *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a byla použita pro první a druhou zkušební výrobu.



Obrázek 11: Prokysávací schopnost směsné jogurtové kultury 1

Zbývající výroby byly provedeny s pomocí druhé termofilní směsné jogurtové kultury obsahující *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*.



Obrázek 12: Prokysávací schopnost směsné jogurtové kultury 2

Do výrobků byly zkušebně přidávány různé druhy hydrokoloidů a jejich směsí, podle nichž získaly vzorky pracovní označení: A, B, C, C-P, D, E, F, G.

U prvních dvou výrob byly zkušebně přidávány pouze různé koncentrace pektinového hydrokoloidu pro zjištění správného dávkování.

Obsah hydrokoloidů v jednotlivých vzorcích:

Vzorek: A: nativní tapiokový škrob, xanthanová guma E415, jedlá vepřová želatina 225

Bloom E441

B: svatojánský chléb E 410, modifikovaný kukuřičný škrob E1422

C: modifikovaný bramborový škrob E1414

D: modifikovaný kukuřičný škrob E1422

E: modifikovaný bramborový škrob E1422

F: modifikovaný bramborový škrob E1422

G: jedlá vepřová želatina 250 Bloom E441, mléčný bílkovinný přípravek MBP-A

C-P: vysokoesterifikovaný citrusový pektin E 440

C-P₀: bez hydrokoloidu

C-P_{0,05; 0,1; 0,15}: různá množství přidávaného pektinu [g]

C-P_{0,1+H}: pektin dávkovaný těsně před termizací

U každé výroby byly prováděny chemické, fyzikálně-chemické a senzorické rozbory, kterými se sledovaly vlastnosti vyrobených produktů.

4 CHEMICKÉ A FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ ROZBORY

S výrobou potravin v dnešní době úzce souvisí též řada rozborů a stanovení, přinášejících výrobci i spotřebiteli mnoho důležitých informací o složení a kvalitě potraviny. Tato stanovení se provádí jak u vstupních surovin, u nichž se sleduje jejich jakost, zdravotní nezávadnost a zastoupení jednotlivých složek, tak během výroby, kdy jsou zjištěné parametry důležité též pro správné řízení technologického postupu. Analyzují se také vyrobené produkty a to následně po výrobě, případně i během doby skladování.

Tyto rozborů mají tedy jednak za úkol sledovat jakost potraviny a pomocí svými výsledky při standardizaci jejího složení.

4.1 Postupy stanovení

4.1.1 Stanovení tučnosti zakysaných mléčných nápojů Gerberovou ztekucovací metodou

Z dokonale upraveného vzorku se odměří v zábrusovém odměrném válci 100 ml a k ztekucení se přidá 10,00 ml amoniaku nebo alkalické směsi (odměří se bezpečnostní pipetou!). Odměrný válec se uzavře a obsah se promíchává opakovaným převrácením, až se dokonale ztekutí.

Do mléčného tukoměru (butyrometru) se odměří bezpečnostní, permanentní nebo automatickou pipetou $10 \pm 0,2$ ml Gerberovy H_2SO_4 o hustotě $\rho_{20} = 1\,817 \pm 3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a mléčnou pipetou 11,00 ml ztekuceného vzorku vytemperovaného na teplotu $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Při odměřování mléka se odečítá horní meniskus a obsah pipety se vypouští tak, aby nedošlo k předčasnému smíchání mléka s H_2SO_4 : špička pipety se přiloží k vnitřní stěně spodní části hrdla tukoměru a pipeta se vypouští skloněná pod úhlem asi 45° . Po skončení výtoku se počká 3 až 5 s a špička pipety se otře o hrdlo tukoměru. Potom se do tukoměru odměří skopnou nebo automatickou pipetou $1 \pm 0,05$ ml amylalkoholu, tukoměr se uzavře pryžovou zátkou a obsah se protřepává tak dlouho, až se rozpustí všechny bílkoviny. Tukoměry se protřepávají buď jednotlivě, nebo se použije automatická třepačka pro celou sadu tukoměrů.

Při promíchávání a převrácení tukoměrů se jejich obsah zahřeje na teplotu kolem 70°C , takže se může ihned odstředovat. Před odstředováním se však musí nejdříve posunout

zátku tak, aby horní hladina tukového sloupce dosáhla nejvyššího dílku stupnice; tím se zajistí, že po odstředování a vytemperování tukoměru bude celý tukový sloupec v rozsahu stupnice, aby manipulace se zátkou při odečítání byla minimální.

Horké tukoměry se vloží do patron odstředivky tak, aby dělená část tukoměru směřovala ke středu a dbá se na to, aby byla odstředivka dokonale vyvážená. Pokud teplota tukoměru před odstředováním klesla, musí se přehřát ve vodní lázni teplé 65 až 68°C. Tukoměry se odstředují 6 minut tak, aby se během dvou minut dosáhlo předepsaných otáček.

Po odstředování se tukoměry vloží do vodní lázně teplé 65 až 68°C, patrony vodní lázně musí být naplněny vodou (destilovanou, aby se neusazoval vodní kámen) tak, aby hladina sahala k hornímu okraji stupnice tukoměru, aby se zajistil rychlý přestup tepla. Po 3 až 5 minutách temperance se rychle odečte objem tuku tak, že rozhraní vodné a tukové fáze se nastaví na nejbližší celý dílek stupnice a horní část tukového sloupce vymezuje spodní okraj menisku, který se odečítá s přesností na polovinu nejmenšího dělení stupnice (běžně na 0,05). Při odečítání musí být sloupec ve výšce oka a teplota tuku má být $65 \pm 2^\circ\text{C}$.

Použité výpočty

- Výpočet hmotnostně objemových procent (p_t):

$$p_t = t * 1,1 \text{ [g tuku/100ml vzorku]} \quad t \dots \text{hodnota odečtená na butyrometru}$$

- Přepočet na hmotnostní procenta ($p_{t,h}$):

$$p_{t,h} = \frac{(p_t + 0,04)}{1,04} \text{ [g tuku/100g vzorku]}$$

4.1.2 Stanovení obsahu sušiny u zakysaných mléčných výrobků (s nasávací hmotou)

Do hliníkové váženky se skleněnou tyčinkou se naváží 20 až 30 g křemenného písku, předsouší se 1 hodinu v sušárně vyhřáté na teplotu $102 \pm 2^\circ\text{C}$ a poté se uloží do exsikatoru, kde musí nejméně 30 minut chladnout v analytické váhovně.

Po zvážení se do vychladlé váženky s pískem navažuje asi 5 ml upraveného vzorku, který se rychle odměří pipetou a zváží s přesností na 0,1 mg. Přenese se do sušárny, kde se předsouší 30 minut při 60°C a promíchává, aby na povrchu nevznikala ztvrdlá oschlá krusta, která by znesnadňovala další odpařování vody. Promíchává se opatrně, aby nedošlo k

„vystřelování“ písku a vysoušené hmoty z váženky. Následuje vlastní sušení při $102 \pm 2^\circ\text{C}$ přesně 3 hodiny.

Po uplynutí potřebné doby vysoušení se váženka uzavře víčkem, uloží se do exsikátoru, kde chladne minimálně 30 minut a zvaží.

Použité výpočty

- Procento sušiny:

$$p_s = \frac{m_s * 100}{m_n} = \frac{(m_2 - m_0) * 100}{(m_1 - m_0)} [\%]$$

m_nhmotnost navážky [g]

m_shmotnost vysušené navážky [g]

m_0hmotnost prázdné váženky (event. s pískem a tyčinkou) [g]

m_1hmotnost váženky s navážkou vzorku [g]

m_2hmotnost váženky s navážkou vzorku po vysušení [g]

4.1.3 Stanovení sušiny pomocí infračerveného ohřevu („Kern-váhy“)

Na váhosušárně („Kern-váhy“) nastavíme požadované parametry: teplota sušení (105°C), režim, doba sušení (do konstantní hmotnosti), vložíme hliníkovou misku s filtračním papírem a navážíme asi 3 g vzorku. Váhosušárnu zavřeme a spustíme. Po uplynutí potřebné doby se na displeji přímo vypíše % sušiny vzorku.

4.1.4 Stanovení titrační kyselosti zakysaných tekutých mléčných výrobků

Vzorek se odměří do 100 ml odměrného válce se zabroušenou zátkou, v němž se po přidavku 2 ml 2 % roztoku fenolftaleinu titruje. Po přidavku odměrného roztoku NaOH o $c_{\text{NaOH}} = 0,25 \text{ mol.l}^{-1}$ se válec uzavře zátkou a obsah se promíchá převrácením válce. To se opakuje tak dlouho, až roztok zůstane slabě růžový (zbarvení musí vydržet nejméně 30 s).

Použité výpočty

- Výpočet titrační kyselosti:

$$\text{SH} = V_{\text{NaOH}} * f_{\text{NaOH}} * 2 [\text{SH}] \quad V_{\text{NaOH}} \dots \text{spotřeba odměrného roztoku NaOH [ml]}$$

f_{NaOH}faktor odměrného roztoku NaOH

4.1.5 Stanovení aktivní kyselosti (pH)

Po vytemperování vzorku na teplotu 20°C, můžeme vnořením elektrody do vzorku přímo měřit jeho pH pomocí pH-metru.

4.2 Výsledky jednotlivých stanovení

Tab. 1: Výroba 1

Vzorky	pH	SH	Tuk [g/100g vzorku]	Sušina [%w/w]
C-P ₀	4,78	39,16	1,625	12,05
C-P _{0,15}	4,81	38,96	1,625	12,27

Tab. 2: Výroba 2

Vzorky	pH	SH	Tuk [g/100g vzorku]	Sušina [%w/w]
C-P _{0,05}	3,80	46,46	1,73	11,75
C-P _{0,1}	3,78	46,56	1,625	12,90
C-P _{0,1+H}	3,77	46,77	1,73	12,90

Tab. 3: Výroba 3+4

Vzorky	pH	SH	Tuk [g/100g vzorku]	Sušina [%w/w]
A	3,99	52,70	1,784	14,55
B	3,96	54,16	1,731	13,54
C-P	3,91	55,62	1,678	11,36
D	3,99	51,87	1,625	12,46
E	4,01	51,46	1,730	12,33

Tab. 4: Výroba 5

Vzorky	pH	SH	Tuk [g/100g vzorku]	Sušina [%w/w]
C-P	4,421	46,87	1,73	13,04
G	4,306	49,16	1,73	13,73
F	4,446	43,33	1,68	12,77

Tab. 5: Výroba 6

Vzorky	pH	SH	Tuk [g/100g vzorku]	Sušina [%]
A	4,316	53,41	1,784	12,38
B	4,194	53,01	1,731	12,26
C-P	4,411	51,59	1,678	12,69

Tab. 6: Výroba 7

Vzorky	pH	SH	Tuk [g/100g vzorku]	Sušina [%w/w]
A	4,36	45,33	1,731	12,92
B	4,34	44,33	1,731	12,94
C-P	4,22	47,24	1,678	12,38
D	4,29	45,44	1,625	12,68

Výsledky stanovení sušiny infračerveným ohřevem zde nejsou uvedeny z důvodu nepřesného měření Kern-vah.

5 SENZORICKÁ ANALÝZA

Senzorická analýza je způsob hodnocení jakosti potravin pomocí lidských smyslů. Jde o smyslové hodnocení určitých znaků potravin několikačlennou hodnotící komisí, která podle předem stanovených parametrů zařazuje testovanou potravinu do určité jakostní třídy.

5.1 Senzorické hodnocení termizovaných jogurtových nápojů

V rámci této práce byly u termizovaných jogurtových nápojů hodnoceny tyto znaky: vzhled a barva, konzistence, chuť a vůně. Vzorky byly podle výsledků zařazovány do I. nebo II. jakostní třídy. Hodnocení prováděla po každé výrobě pětičlenná hodnotící komise, která postupovala podle schématu uvedeného v příloze 1.

5.1.1 Výsledky sensorického hodnocení

Tab. 7: Druhá výroba

Vzorek č.	Vzhled a barva	Konzistence	Chuť a vůně
C-P _{0,05}	I.	I	II. *
C-P _{0,1}	I.	I.	II. *
C-P _{0,1+H}	I.	I.	II. *

* Všechny tři vzorky byly zařazeny do druhé jakostní třídy pro příliš kyselou chuť.

Tab. 8: Třetí výroba

Vzorek č.	Vzhled a barva	Konzistence	Chuť a vůně
A *	I	I	I
B	I	I	I

* Vzorek A mírně uvolňuje syrovátku.

Tab. 9: Čtvrtá výroba

Vzorek č.	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 B a D byly vyhodnoceny jako nejlepší (vzorek D však mírně uvolňoval syrovátku)

*Písčitá konzistence

**Hustá písčitá konzistence

***Řídká, hrubá konzistence

Tab. 10: Pátá výroba

Vzorek č.	Vzhled a barva	Konzistence	Chut' a vůně
C-P*	I	II**	I
G	I	II***	I
F	I	I	I

*Vzorek C-P mírně uvolňuje syrovátku

**Hustá hrudkovitá konzistence

***Hrudkovitá, písčitá konzistence

Tab. 11: Šestá výroba

Vzorek č.	Vzhled a barva	Konzistence	Chut' a vůně
A*	I	I	I
B	I	I	I
C-P	I	I	I

*Vzorek A měl nejřidší konzistenci

Tab. 12: Sedmá výroba

Vzorek č.	Vzhled a barva	Konzistence	Chuť a vůně
A	I	I	I
B	I	I	I
C-P	I	I	I
D	I	I	I

Poslední dvě výroby již byly zaměřeny pouze na vzorky sensoricky vyhodnocené jako nejlepší (A, B, C-P, D). Vzorky z těchto výrob byly podrobeny dalšímu sensorickému hodnocení a získané výsledky počítačově zpracovány pomocí speciálního statistického programu Statk25.

5.1.2 Sensorické hodnocení elitních vzorků

Sensorické hodnocení spočívalo v posuzování jednotlivých druhů termizovaných jogurtových nápojů pomocí pětibodové jakostní ordinální stupnice hedonického typu s charakteristikou každého stupně. Orientace škály byla zvolena tak, že první stupeň odpovídal úrovni „vynikající“ a pátý stupeň úrovni „nevyhovující“. Tímto způsobem byly posuzovány tyto sensorické znaky: vzhled a barva, konzistence, chuť a vůně. Sensorická analýza byla doplněna také párovou porovnávací zkouškou, která dovoluje zachytit mezi srovnávanými vzorky menší odchylky v porovnání se stupnicovými metodami. Dále byl proveden pořadový preferenční test.

Hodnocení elitních vzorků (A, B, C-P, D) provedlo u šesté výroby 12 hodnotitelů a u sedmé 15. Vzorek C-P je zde pro zjednodušení označen C*.

Hodnotící komise postupovala dle schématu uvedeného v příloze 2.

U sensorických metod byla při statistickém hodnocení použita 5% hladina významnosti. Výsledky sensorických analýz byly statisticky vyhodnoceny za použití Friedmanova a Kruskall Wallisova testu, který bere na zřetel druh použité ordinální stupnice, pro srovnání dvou výběrů. K výpočtům byl použit program Statk25.

5.1.3 Výsledky senzoričkého hodnocení elitních vzorků

Šestá výroba: Počet vzorků: 3 (A, B, C-P resp. C*)

Počet hodnotitelů: 12

❖ Hodnocení senzoričkových znaků

Tab. 13: Hodnocení senzoričkových znaků

Vzorek	Vzhled a barva			Konzistence			Chuť a vůně		
	A	B	C*	A	B	C*	A	B	C*
Median	2	1	2	2	1	3	3	2	2.5

Pozn: Senzoričké hodnocení bylo provedeno pomocí pětibodové ordinální stupnice hedonické typu (stupeň 1 – vynikající, stupeň 5 – nevyhovující) a výsledky jsou prezentovány jako mediány.

U vzorků nebyl prokázán statisticky významný rozdíl ve vzhledu a barvě v souvislosti s použitým hydrokoloidem. V konzistenci byl zjištěn rozdíl mezi vzorky A-B a B-C*, přičemž konzistence vzorku B byla hodnocena v obou případech jako lepší. V chuti a vůni nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl.

❖ Párový test

V chuti a vůni je výrobek B preferován před výrobkem A. V ostatních případech nebyl na hladině významnosti 5% shledán mezi výrobky statisticky významný rozdíl.

V konzistenci byl na hladině významnosti 5% shledán statisticky významný rozdíl pouze mezi výrobky B-C*. Výrobek B byl ohodnocen jako konzistenčnější.

❖ Pořadový preferenční test

S 95% spolehlivostí existují statisticky významné rozdíly v preferencích mezi třemi zkoumanými vzorky. Jako nejvíce preferovaný označili hodnotitelé vzorek B, další v pořadí je vzorek C* a jako nejhorší byl hodnocen vzorek A. Statisticky významné rozdíly jsou však pouze mezi vzorky A a B. Mezi ostatními nebyly na 5% hladině významnosti v preferencích zjištěny statisticky významné rozdíly.

Sedmá výroba: Počet vzorků: 4 (A, B, C-P, D)

Počet hodnotitelů: 15

Vzorek C-P je opět pro zjednodušení označen jako C*.

❖ Hodnocení sensorických znaků

Tab. 14: Hodnocení sensorických znaků

Vzorek	Vzhled a barva				Konzistence				Chut' a vůně			
	A	B	C*	D	A	B	C*	D	A	B	C*	D
Median	2	1	2	2	2	1	2	3	2	1	2	2

Pozn: Sensorické hodnocení bylo provedeno pomocí pětibodové ordinální stupnice hedonického typu (stupeň 1 – vynikající, stupeň 5 – nevyhovující) a výsledky jsou prezentovány jako mediány.

Statisticky významný rozdíl v souvislosti s použitým hydrokolloidem byl prokázán ve vzhledu a barvě u vzorků B-C* a v konzistenci mezi vzorky B-D. V obou případech byl vzorek B hodnocen jako lepší. V chuti a vůni nebyl mezi vzorky zjištěn statisticky významný rozdíl.

❖ Párový test

V chuti a vůni i v konzistenci je výrobek B preferován před výrobkem A. U ostatních dvojic vzorků nebyl na hladině významnosti 5% shledán mezi výrobky statisticky významný rozdíl.

❖ Pořadový preferenční test

S 95% spolehlivostí existují statisticky významné rozdíly v preferencích mezi čtyřmi zkoumanými vzorky. Jako nejvíce preferovaný označili hodnotitelé vzorek B, pořadí dalších je: vzorek C, A a jako nejhorší byl hodnocen vzorek D. Statisticky významné rozdíly jsou však pouze mezi vzorky B a D. Mezi ostatními nebyly na 5% hladině významnosti v preferencích zjištěny statisticky významné rozdíly.

6 REOLOGIE

Struktura fermentovaných mlék je unikátní. Přestože obsahují vysokou hladiny vody (téměř stejně jako v mléce), chovají se jako pevné materiály. Toto chování je způsobeno shlukováním micel kaseinu v mléce a vytvořením tří-dimenzionální sítě.

Konstrukční prvky ve fermentovaném mléku obsahují tukové globule, vodu, koloidní agregáty bílkovin a přísad, jako jsou stabilizátory. Texturní vlastnosti výrobku závisí na jeho mikrostruktuře a fyzikálně-chemických interakcích mezi různými konstrukčními prvky. Dvěma hlavními prvky mikrostruktury mléka jsou kaseinové micely a tuk.

Přídavek stabilizátorů může mít vliv na reologické vlastnosti a rozdíly ve strukturách jogurtů. Tyto sloučeniny stabilizují molekuly bílkovin ve formě sítě, která brzdí volný pohyb ostatních složek. Struktura jogurtu v přítomnosti různých stabilizátorů je odlišná. Například přidávání karagenanu vyústilo ve vytvoření vláknité struktury, která byla spojena velkými uskupeními kaseinových micel a vlákna neměla volné konce, ale byla tenká a dlouhá. Avšak přídavek škrobu do jogurtových mlék dal vzniknout krátkým vláknům, která měla často volný konec. [17]

6.1 Reologická měření

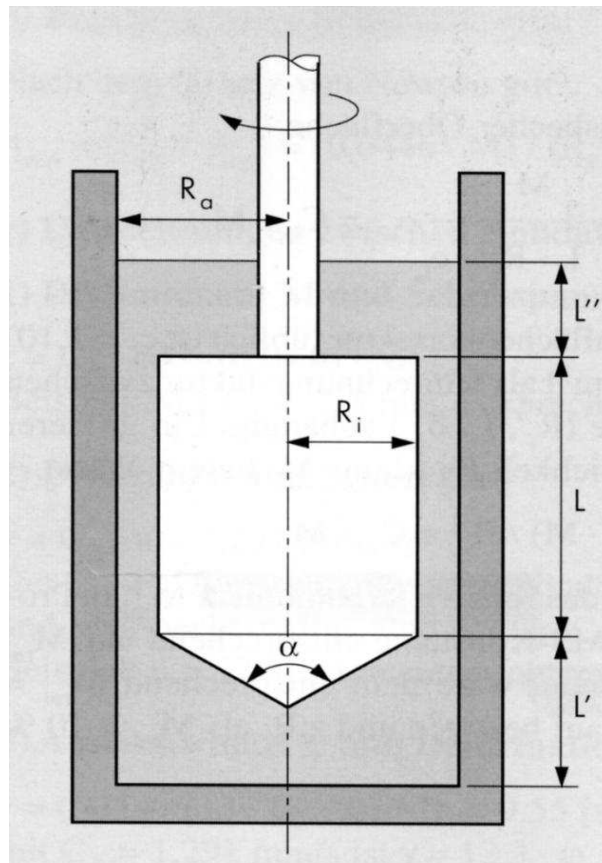
Termizované jogurtové nápoje byly nejprve podrobeny výše popsanému senzoričkému zhodnocení, při němž byla hodnocena i jejich konzistence. Z hodnocení vyplynulo, že vzorek A byl ze zdárně poloprovozně připravených - elitních produktů nejřidší a naopak konzistenčně nejlepším se ukázal být výrobek B.

Naplánována byla též reologická měření, která se z důvodu nedostatečnosti přístrojového vybavení uskutečnila pouze okrajově a to na přístroji Reolab. I tato však byla zkrácena z důvodu časově velmi omezeného přístupu k analytické technice, nepokrývajícího celou dobu odhadované minimální trvanlivosti ani u jedné sady připravených produktů a tím bylo i znemožněno ověření reprodukovatelnosti výsledků proměřením podruhé vyrobené sady elitních vzorků.

Měřicí soustava tohoto přístroje sestává z kovové měřicí nádoby, jež se naplní měřenou kapalinou po vyznačenou rysku. Do naplněné nádoby se poté zasune kovové válčové těleso (viz obr.: 13), které se po spuštění přístroje v kapalině otáčí. Otáčky se v určitých

časových intervalech zvyšují a hodnoty měřených veličin jsou promítány na displeji přístroje.

Přístroj je propojen s termostatem, který udržuje při měření stálou teplotu. To je velmi důležité, protože teplota má na reologické veličiny zásadní vliv a každý sebemenší teplotní výkyv se okamžitě promítne v naměřených výsledcích.



Obrázek 13: Schéma měřicí soustavy přístroje Reolab

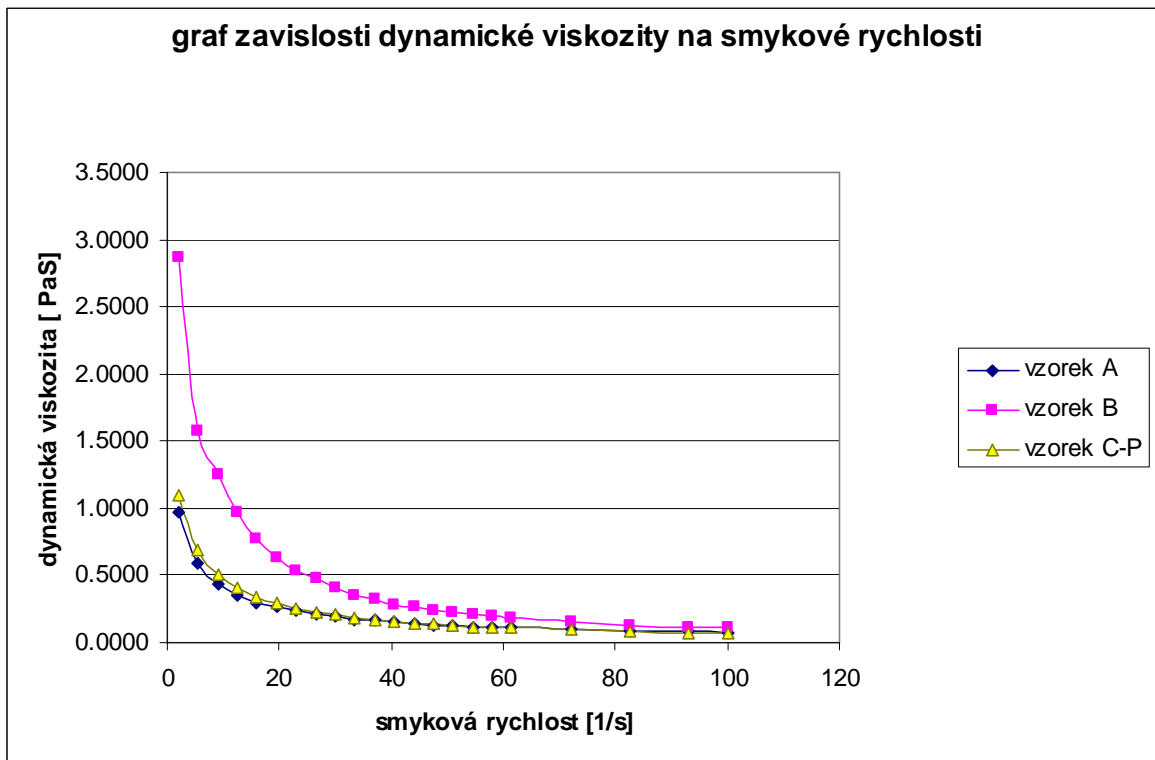
Měřeny byly elitní vzorky A, B a C-P ze šesté výroby a naměřené výsledky graficky vyhodnoceny. Při měření byla udržována teplota $12^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$.

Ostatní uskutečněná měření, provedená na jiných typech reologických přístrojů, dopadla neúspěšně především proto, že použité přístroje nebyly vhodné pro měřený typ vzorků. Použitelných výsledků nebylo u těchto měření buď dosaženo vůbec, nebo přinášela výsledky naprosto nereprodukovatelné, bez jakékoli vypovídací hodnoty.

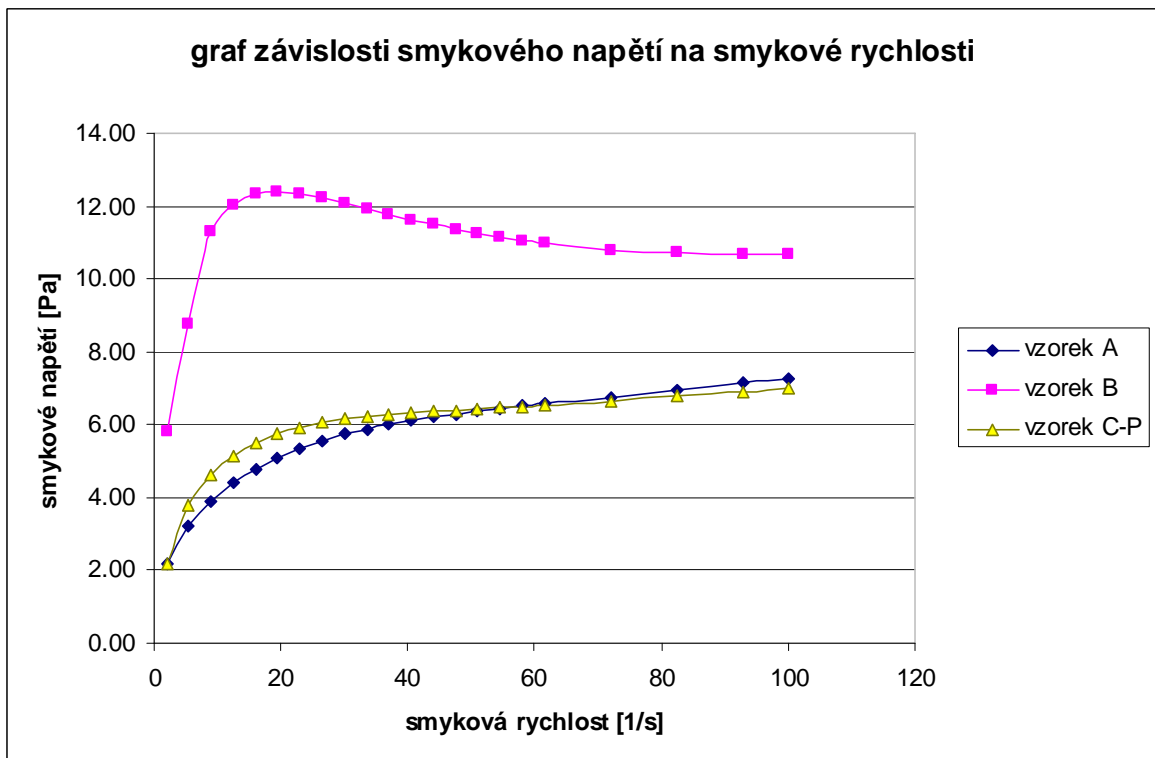
6.1.1 Výsledky měření

Tab. 15: Výsledky měření na přístroji Reolab

Smyková rychlost [1/s]	Průměrné hodnoty					
	Vzorek A		Vzorek B		Vzorek C	
	Průměr smyk. napětí [Pa]	Průměr dynamické viskozity [Pa.s]	Průměr smyk. napětí [Pa]	Průměr dynamické viskozity [Pa.s]	Průměr smyk. napětí [Pa]	Průměr dynamické viskozity [Pa.s]
2	2.18	0.9758	5.81	2.8724	2.18	1.0921
5.5	3.21	0.5840	8.77	1.5805	3.79	0.6885
9	3.89	0.4323	11.31	1.2562	4.62	0.5129
12.5	4.39	0.3512	12.05	0.9641	5.12	0.4096
16	4.78	0.2982	12.33	0.7706	5.48	0.3425
19.5	5.09	0.2610	12.40	0.6359	5.75	0.2944
23	5.36	0.2328	12.35	0.5369	5.93	0.2575
26.5	5.57	0.2101	12.24	0.4819	6.06	0.2287
30	5.74	0.1914	12.11	0.4034	6.16	0.2053
33.5	5.89	0.1757	11.95	0.3567	6.24	0.1860
37	6.01	0.1623	11.80	0.3188	6.29	0.1699
40.5	6.11	0.1508	11.64	0.2875	6.33	0.1563
44	6.21	0.1411	11.50	0.2614	6.37	0.1446
47.5	6.30	0.1325	11.37	0.2394	6.40	0.1347
51	6.38	0.1251	11.26	0.2208	6.43	0.1262
54.5	6.45	0.1184	11.16	0.2048	6.47	0.1186
58	6.52	0.1125	11.07	0.1909	6.50	0.1120
61.5	6.59	0.1071	6.47	0.1051	6.53	0.1061
72	6.76	0.0939	6.66	0.0925	6.71	0.0932
82.5	6.97	0.0854	6.86	0.0836	6.91	0.0845
93	7.13	0.0775	7.04	0.0761	7.09	0.0768
100	7.26	0.0726	7.17	0.0717	7.21	0.0721



Obrázek 14: Graf závislosti dynamické viskozity na smykové rychlosti



Obrázek 15: Graf závislosti smykového napětí na smykové rychlosti

Z prvního grafu (Obr.:14) jednoznačně vyplývá, že vzorek B má z měřených vzorků nejvyšší hodnoty viskozity. Ze zbylých dvou vzorků je viskóznější vzorek C-P a nejnižších hodnot dynamické viskozity dosahuje vzorek A. Se zvyšující se smykovou rychlostí je narušována síťovitá struktura gelu a viskozita všech vzorků postupně klesá. Při hodnotě smykové rychlosti 100 s^{-1} , je již viskozita všech tří vzorků prakticky vyrovnána.

Z druhého grafu (Obr.15) vidíme, že vzorek B opět významně převyšuje zbylé dva vzorky, tentokrát v naměřených hodnotách smykového napětí. Nejvyšších hodnot dosahuje, při hodnotě smykové rychlosti 20 s^{-1} , přičemž dalším zvyšování hodnoty smykového napětí pozvolna klesají. Přesto jsou však stále mnohem vyšší než u vzorku A a C-P. Tyto dva vzorky se v hodnotách smykového napětí téměř neliší. Největší rozdíl nastává pouze při hodnotě smykové rychlosti 20 s^{-1} , kdy dosahuje vyšších hodnot vzorek C-P.

7 Vliv použitých hydrokoloidů na sensorické vlastnosti termizovaných jogurtových výrobků

Z použitých hydrokoloidů, popsaných v této práci, byly na základě hodnocení jednotlivých sensorických znaků postupně vybrány ty, jejichž účinky pomohly vyráběným vzorkům termizovaných jogurtových nápojů dosáhnou požadované sensorické jakosti. Tím se rozumí hladký homogenní vzhled, krémově tekutou, stejnorodou, hladkou konzistenci a stabilní netrhající se film bez hrudek. Použité hydrokoloidy se též nesměly negativně projevit v chuti a vůni, jež by měla být jemná a typická po použité jogurtové kultuře ani měnit typickou smetanově žlutou barvu výrobku.

Tyto požadavky byly splněny u čtyř vybraných elitních vzorků, což byl vzorek A s přidavkem nativního tapiokového škrobu, xanthanové gumy E415 a jedlé vepřové želatiny 225 Bloom E441, vzorek B se svatojánským chlebem E 410 a modifikovaným kukuřičným škrobem E1422, vzorek C-P s vysokoesterifikovaným citrusovým pektinem E 440 a vzorek D s modifikovaným kukuřičným škrobem E1422. Jako jednoznačně nejlepší ze všech vzorků, s nejvyšším ohodnocením sensorické jakosti, byl vybrán vzorek B.

U zbývajících vzorků s ostatními použitými hydrokoloidy nebyla sensorická jakost zcela odpovídající daným požadavkům, což jistě nemusí znamenat nižší kvalitu těchto hydrokoloidů, ale jejich menší vhodnost a omezenou použitelnost pro tento typ výrobků.

Poslední z požadavků, jež byly na hydrokoloidy kladeny, souvisel s jejich schopností vázat velké množství vody, což by kromě hustší konzistence výrobku mělo též zabránit uvolňování syrovátky – synerezi produktu. I tento požadavek byl u elitních vzorků z velké části splněn. Některé vzorky však syrovátku stále více či méně uvolňovaly ačkoli byly ze stejné výrobní šarže jako ostatní. Postupně se ukázalo, že příčinou je jejich delší ohřev v termizátoru, z něhož byly nalévány do obalů jako poslední.

Tato skutečnost ukazuje, že teplota, která zde mimo jiné napomáhá správné funkci hydrokoloidů, může mít při zbytečné prodlevě díky organizaci výrobního procesu či technickým problémům (porucha baličky apod.) i negativní vliv na konečnou sensorickou jakost výrobku.

ZÁVĚR

V této práci se tedy podařilo jednak určit vzorek termizovaného jogurtového nápoje (B), který díky použité směsi hydrokoloidů (svatojánský chléb E 410, modifikovaný kukuříčný škrob E1422) dosáhl požadované sensorické jakosti, a zároveň ověřit i některé technologické souvislosti, které mohou kvalitu a trvanlivost výrobku negativně ovlivnit.

Na základě dosažených výsledků lze tedy říci, že při použití zahušťujících a želírujících přídatných látek je nezbytné především porozumět mechanismu jejich účinku a s tím souvisejícím případným technologickým omezením. Následně je nutno stanovit optimální způsob jejich aplikace pro daný typ výrobku, vždy ve vztahu k danému nebo vzhledem k použití zvolených přísad modifikovanému technologickému postupu. Zároveň lze využít synergismu účinků vybraných hydrokoloidů s cílem posílit jejich funkci s možností i snížit jejich celkové dávkování s pozitivním dopadem na cenu výrobku.

Závěry z experimentální části práce byly také potvrzením důležitosti přesného dodržování výrobního postupu, zejm. z hlediska teplotního a časového průběhu záhřevu včetně doby jeho výdrže při současném rozpouštění hydrokoloidů, dále podmínek homogenizace, ale i teploty a doby prodlevy při vlastním balení, což může mít na výslednou jakost výrobku a jeho trvanlivost zásadní vliv.

V laboratorních podmínkách byly sice opakovaně jako nejvhodnější vybrány dále poloprovozně testované kombinace hydrokoloidů, ale pro omezený přístup k přístrojové technice v závěrečné části práce nebyly provedeny testy reprodukovatelnosti výsledků opakovaným měřením reologických vlastností poloprovozních vzorků dle již vytypovaných receptur (B, příp. A , C-P, D). Tyto praktické zkoušky jsou však již rozvrženy do připravovaných experimentů, kde cílem je dosáhnout ověření závěrů této práce v reálných provozních podmínkách.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ŠTĚTINA, J.; ČURDA, L. (eds.). *Celostátní přehledky sýrů 2008*. Praha, leden. 2008. ISBN 978-80-7080-695-1.
- [2] INDRA, Z.; MIZERA, J. *Chemické kontrolní metody pro obor zpracování mléka*. 1.st ed. 1992. ISBN 13 197/92.
- [3] SYSTEM BIO-INDUSTRIES, *Hydrocolloids*, Ecoprint, France 1995.
- [4] SANOFY BIO-INDUSTRIES, *Technical document Pectins*, Ecoprint, France 1995.
- [5] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 3*. 1st ed. 1999. Part 11.4, Látky upravující texturu, p. 191-197.
- [6] Christian Hansen, *Informační materiály*, Christian Hansen, Denmark 2004.
- [7] TEPLÝ, M. a kol. *ČMK - Výroba, kontrola použití*. 1.vyd. Praha: SNTL. 1984. 250s.
- [8] PAVELKA, A. *Mléčné výrobky pro vaše zdraví*. 1.vyd. Brno: Littera 1996. 105s. ISBN 80-85763-09-5.
- [9] NOSRETI, D. *Mléko pro a proti* [online]. [cit. 2008-2-5, 9:50]. Dostupné z [www: ≤http://www.darius.cz/archeus/ZP_mleko_D.html≥](http://www.darius.cz/archeus/ZP_mleko_D.html).
- [10] KADLEC, P. a kol. *Technologie potravin I*. 1st ed. 2002. ISBN 80-7080-510-1.
- [11] OBERMAN, H., LIBUDZISZ, Z. *Microbiology of fermented foods*. Second edition, Edited by Brian J.B.Wood. London: Published by Blackie Academic and Professional, Thomson Science. 1998. 1000s. ISBN 0-7514-0216-8.
- [12] NEVORAL, J. *Probiotika, prebiotika, synbiotika*. [online]. [cit. 2008-3-23, 20:30]. Dostupné z [www: ≤http://www.solen.cz/pdfs/ped/2005/02/02.pdf≥](http://www.solen.cz/pdfs/ped/2005/02/02.pdf).
- [13] VALENTA, V. *Informační materiály*, Christian Hansen, Praha 2008.
- [14] KODET, J.; ŠOTOLOVÁ, I.; ŠTĚRBA, S. *Plnicí, zahušťovací, tělotvorné a stabilizační látky pro potravinu (potravinářské hydrokoloidy)*. 1st ed. Praha, 1993. ISBN 80-85120-32-1.
- [15] KODET, J.; ŠTĚRBA, S.; ŠLECHTA, L. *Modifikované škroby*. 1st ed. Praha, 1982.
- [16] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin I*. 1st ed. 1999. Part 4.4, Polysacharidy, p. 196-249.

- [17] TAMIME, A. *Structure of Dairy Products*. 1st ed. Oxford : Blackwell, 2007. ISBN 978-1-4051-2975-6.
- [18] KŘÍŽ, O.; BUŇKA, F.; HRABĚ, J. *Senzorická analýza potravin II*. 1st ed. Zlín : UTB, 2006. ISBN 80-7318-494-X.
- [19] BUREŠ, M.; ČERNÝ, Č.; CHUCHVALEC, P. *Fyzikální chemie II*. VŠCHT, Praha, 1994.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

KTJ Kolonii tvořící jednotka

EPS Exopolysacharidy

MO Mikroorganismy.

ČMK Čisté mlékařské kultury

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Blokové schéma výroby fermentovaných mléčných nápojů	21
Obrázek 2: Linka pro výrobu jogurtů s rozmíchaným koagulátem	23
Obrázek 3: Struktura pektinu	31
Obrázek 4: Základní výrobní metody pro vysokoesterifikované pektiny	32
Obrázek 5: Struktura moučky ze semen svatojánského chleba	35
Obrázek 6: Typy vazeb při želírování želatiny.	36
Obrázek 7: Výrobní schéma pro kasein a kaseináty	38
Obrázek 8: Struktura xanthanové gumy.....	42
Obrázek 9: Molekula amylosy	44
Obrázek 10: Molekula amylopektinu.....	44
Obrázek 12: Prokysávací schopnost směsné jogurtové kultury 1	57
Obrázek 13: Prokysávací schopnost směsné jogurtové kultury 2.....	57
Obrázek 14: Schéma měřicí soustavy přístroje Reolab	70
Obrázek 15: Graf závislosti dynamické viskozity na smykové rychlosti	72
Obrázek 16: Graf závislosti smykového napětí na smykové rychlosti	72

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Výroba 1	62
Tab. 2: Výroba 2	62
Tab. 3: Výroba 3+4	62
Tab. 4: Výroba 5	62
Tab. 5: Výroba 6	63
Tab. 6: Výroba 7	63
Tab. 7: Druhá výroba	64
Tab. 8: Třetí výroba	64
Tab. 9: Čtvrtá výroba	65
Tab. 10: Pátá výroba	65
Tab. 11: Šestá výroba.....	65
Tab. 12: Sedmá výroba	66
Tab. 13: Hodnocení sensorických znaků	67
Tab. 14: Hodnocení sensorických znaků	68
Tab. 15: Výsledky měření na přístroji Reolab	71

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: schéma sensorického hodnocení 1

Příloha P II: schéma sensorického hodnocení 2

PŘÍLOHA P I: SCHÉMA SENZORICKÉHO HODNOCENÍ 1

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

PŘÍLOHA P II: SCHÉMA SENZORICKÉHO HODNOCENÍ 2

HODNOCENÍ VZHLEDU A BARVY

Vyberte vhodný barevný odstín a vzhled:

- 1–VYNIKAJÍCÍ: barva smetanově-bílá až nažloutlá, stejnorodá, bez cizích odstínů
vzhled – hladký, homogenní, stejnorodý
- 2–VÝBORNÁ: barva lesklá, bez cizích odstínů
vzhled – hladký, homogenní, ojedinělý výskyt oddělujících se složek
- 3–DOBRÁ: barva mírně matná
vzhled – homogenní s oddělujícími se složkami
- 4–MÉNĚ DOBRÁ: barva matná, vzhled nehomogenní
- 5–NEVYHOVUJÍCÍ: barva netypická, vzhled silně nehomogenní

HODNOCENÍ KONZISTENCE

Vyberte vhodnou konzistenci:

- 1–VYNIKAJÍCÍ: krémově tekutá, stejnorodá, hladká, stabilní film bez hrudek
- 2–VÝBORNÁ: krémově tekutá, stejnorodá, film hladký, méně stabilní bez hrudek
- 3–DOBRÁ: krémově tekutá, stejnorodá, film méně stabilní s ojedinělými hrudkami
- 4–MÉNĚ DOBRÁ: krémově tekutá, stejnorodá, film nestabilní, patrné kousky sraženiny
- 5–NEVYHOVUJÍCÍ: krémově tekutá, nestejnorodá, krupičkovitá, silné uvolnění syrovátky

HODNOCENÍ CHUTĚ A VŮNĚ

Zhodnot'te chuť a vůni:

- 1–VYNIKAJÍCÍ: lahodná, jemná, typická po použité jogurtové kultuře
vůně čistě mléčná, cizí vůně a chutě vyloučeny
- 2–VÝBORNÁ: chuť a vůně harmonická, cizí příchutě a pachy vyloučeny

3–DOBRÁ: chuť a vůně s mírnými odchylkami, ne plně výrazné, stále harmonické

4–MÉNĚ DOBRÁ: výskyt cizích příchutí, méně harmonické, slabě nečisté

5–NEVYHOVUJÍCÍ: nečistá, hořká, zatuchlá, netypická pro jogurtovou kulturu

Hodnocení párovým testem

Ochutnejte postupně vzorky (ke vzorkům se smí vracet) a určete:

Pár A - B

Který z následujících vzorků preferujete v chuti a vůni? A B

Který z následujících vzorků má lepší konzistenci? A B

Pár A - C*

Který z následujících vzorků preferujete v chuti a vůni? A C*

Který z následujících vzorků má lepší konzistenci? A C*

Pár B – C*

Který z následujících vzorků preferujete v chuti a vůni? B C*

Který z následujících vzorků má lepší konzistenci? B C*

a další dvojice

Hodnocení pořadovým preferenčním testem

Seřadte následující vzorky dle vašich preferencí (1-nejlepší, 3-nejhorší)