

Tokové vlastnosti jogurtů

Dagmar Prachařová

Bakalářská práce
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Dagmar Prachařová**
Osobní číslo: **T12251**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Tokové vlastnosti jogurtů**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Kvalitní mléko, předpoklad pro dieteticko-léčebné vlastnosti jogurtu.
2. Bakterie mléčného kysání a jejich význam.
3. Druhy mléčných kultur pro přípravu kysaných mléčných výrobků.
4. Výroba jogurtů a kysaných mléčných produktů.
5. Tokové vlastnosti kapalin, požadavky na konzistenci jogurtů.

II. Praktická část

1. Příprava různých druhů jogurtů a zakysaných mléčných nápojů.
2. Vliv aditiv na viskozitu jogurtů.
3. Tokové křivky jogurtů.
4. Výsledné hodnocení reologických vlastností připravených jogurtů.
5. Diskuze získaných výsledků a formulace závěrů práce.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] TAMIME, A.Y; ROBINSON, R.K. Yoghurt [online]. Woohhead Publishing, 3.3.2010. ISBN 978-1-61583-327-6. Dostupné z:

http://portal.k.utb.cz.proxy.k.utb.cz/articles/record?id=FETCH-dawson_primary_97818456926121&lang=cze.

[2] KADLEC, Pavel, Karel MELZOCH a Michal VOLDŘICH. Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2010, 536 s. ISBN 978-80-7418-051-4.

[3] HYLMAR, Bohumil. Výroba zakysaných mléčných výrobků: technika a technologie potravinářského průmyslu. 1. Praha: Tiskařské závody, 1986. 212 s. ISBN 04-812-86.

[4] WEIN, Ondřej. Úvod do reologie. 1. Brno: Malé centrum, 1996, s. 84.

[5] BONG, D.D a Moraru, C.I. Use of micellar casein concentrate for Greek-style yogurt manufacturing: Effects on processing and product properties. Journal of Dairy Science. 2014, vol. 97, 3, s. 1259-1269. DOI: 10.3168/jds.2013-7488. Dostupný na ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030214000472>.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Mgr. Barbora Lapčíková, Ph.D.

Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

2. února 2015

Termín odevzdání bakalářské práce:

4. května 2015

Ve Zlíně dne 2. února 2015


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Prachařová Dagmar

Obor: CHTP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 4.5.2015

Prachařová

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ABSTRAKT

Cílem mojí bakalářské práce byla výroba bílých jogurtů z kravského mléka přidáním rozdílných jogurtových kultur a potravinářských zahušťovadel guar gum a xanthan gum a porovnání jejich reologických vlastností při 20°C. Viskozita jogurtů byla naměřena pomocí rotačního viskozimetru a porovnána s vybranými komerčními výrobky z obchodní sítě. Všechny měřené vzorky vykazovaly pseudoplastické chování. U vyrobených jogurtů byla provedena senzorická analýza.

Klíčová slova: mléko, bakterie mléčného kvašení, fermentace, jogurt, viskozita

ABSTRACT

The aim of this Bc. thesis was preparation of white yogurts from cow's milk with different starter cultures and selected addition of ingredients, especially food thickeners for example of guar gum and xanthan gum. Their influence on product viscosity was studied. The viscosity of yoghurt under study was measured using a rotational viscometer. Obtained results were compared with commercial products available from selected stores. All samples exhibited pseudoplastic rheological behaviour. There was performed sensory analysis of the studied yogurt samples.

Keywords: milk, lactic acid bacteria, fermentation, yogurt, viscosity

Tímto bych chtěla především poděkovat vedoucí bakalářské práce paní doc. Mgr. Barboře Lapčíkové, Ph.D. za poskytnuté rady a připomínky k bakalářské práci. Paní Ing. at Ing. Zálešákové poděkování za pomoc při práci v laboratoři. Poděkování patří hodnotící komisi, která se podílela na senzorické analýze zpracovaných jogurtů.

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1 KVALITNÍ MLÉKO - PŘEDPOKLAD PRO DIETETICKO - LÉČEBNÉ VLASTNOSTI JOGURTU.....	12
1.1 KVALITNÍ MLÉKO	12
1.1.1 Složení a vlastnosti kravského mléka	13
1.1.2 Složení a vlastnosti kozího mléka	13
1.1.3 Základní ošetření mléka	14
1.2 DIETETICKO LÉČEBNÉ VLASTNOSTI JOGURTU	14
2 BAKTERIE MLÉČNÉHO KVAŠENÍ A JEJICH VÝZNAM.....	16
2.1 FERMENTACE SACHARIDŮ	16
2.2 EXOPOLYSACHARIDY	17
3 DRUHY MLÉČNÝCH KULTUR PRO PŘÍPRAVU KYSANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ	19
3.1 MEZOFILNÍ KULTURY	19
3.2 TERMOFILNÍ KULTURA	20
3.3 BAKTERIÁLNÍ A KVASINKOVÁ KULTURA	21
3.4 POUŽITÍ MLÉKAŘSKÝCH KULTUR.....	22
4 VÝROBA JOGURTŮ A ZAKYSANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ.....	23
4.1 PRINCIP VÝROBY	23
4.1.1 Set type – klasická výroba.....	24
4.1.2 Stirred type	24
4.1.3 Drink type.....	24
4.2 KEFÍR	26
4.3 SKLADOVÁNÍ.....	26
4.3.1 Složení fermentovaných výrobků	26
4.3.2 Vady jogurtů.....	27
4.3.3 Vady kefíru.....	27
5 TOKOVÉ VLASTNOSTI KAPALIN	28
5.1 NEWTONSKÉ KAPALINY	28
5.2 NENEWTONSKÉ KAPALINY	28
5.2.1 Pseudoplastické kapaliny	30
5.2.2 Dilatantní kapaliny	30
5.2.3 Plastické kapaliny.....	30
5.2.4 Tixotropní kapaliny	31
5.2.5 Reopektické kapaliny	31
5.3 MĚŘENÍ VIZKOZITY	31
5.4 ROTAČNÍ VIZKOZIMETRY	31
5.5 POŽADAVKY NA KONZISTENCI JOGURTŮ	32
II PRAKTICKÁ ČÁST	35
6 PŘÍPRAVA RŮZNÝCH DRUHŮ JOGURTŮ A ZAKYSANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ.....	36

6.1	VÝROBA JOGURTŮ.....	36
6.1.1	Pro výrobu jogurtů byly použity tyto kultury BMK:	36
6.2	VÝROBA KEFÍRU.....	37
6.2.1	Kultura pro výrobu keřru:	37
6.3	STANOVENÍ SUŠINY U VYROBENÝCH KYSANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ.....	38
6.4	KOMERČNÍ VÝROBKY Z OBCHODNÍ SÍTĚ	38
7	VLIV ADITIV NA VISKOZITU JOGURTŮ.....	43
8	TOKOVÉ VLASTNOSTI JOGURTŮ	44
8.1	MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ.....	44
9	VÝSLEDKY A DISKUZE	45
9.1	VÝSLEDNÉ HODNOCENÍ REOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ PŘIPRAVENÝCH JOGURTŮ	45
9.2	SENZORICKÉ HODNOCENÍ	55
10	DISKUZE ZÍSKANÝCH VÝSLEDKŮ A FORMULACE ZÁVĚRU.....	57
	ZÁVĚR	59
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	60
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	64
	SEZNAM OBRÁZKŮ	65
	SEZNAM TABULEK.....	67
	SEZNAM PŘÍLOH.....	68

ÚVOD

Fermentace je jednou z nejstarších metod, zaznamenána už 10000-15000 před naším letopočtem, která pomáhala lidem udržovat potraviny v zásobě díky trvanlivosti. S tím souvisela domestikace zvířat a nadprodukce určitých potravin [1]. Historie jogurtu sahá až do 3. tisíciletí před naším letopočtem, mléko se tehdy přepravovalo ve vacích z kůže (z kozí kůže), které obsahovali bakterie. Při kontaktu mléka s bakteriemi zkyslo [2]. Podmínky skladování mléka byly při 40°C. V takovém klimatu mléko zkysalo během pár hodin a hygienické podmínky nebyly dodržovány (kontaminace rukou dojiče vysoká, kontaminace ze vzduchu, kontaminace ze zvířete). Takto zkyslé mléko bez bakterií mléčného kvašení bylo zatuchlé, bez chuti, koagulát byl nepravidelný, který obsahoval otvory způsobené plynem a velké množství syrovátky [1]. Je však pravděpodobné, že původ samotného slova pochází ze středovýchodu Turecka od slova „yogurt“, v turečtině představuje toto slovo „zkvašené mléko“ [1,2]. Vývoj tohoto fermentovaného produktu v průběhu věků lze připsat, kulinářské dovednosti kočovných lidí, kteří žijí v této části světa. Na začátku 19. století byl pak objeven a popsán význam jogurtů pro naše zdraví na základě dlouhověkosti pastevců, kteří hojně konzumovali kysané mléko a jogurt. Známý ruský badatel a lékař, prof. Ilja Iljič Mečnikov jako první zjistil, že „jogurt změnil přirozené neutrální prostředí ve střevech na lehce kyselé, ve kterém se mnohem hůře množí mikrobi způsobující střevní infekce“. Roku 1908 prof. Mečnikov si převzal Nobelovu cenu za imunitní systém [2]. Bakterie mléčného kvašení mají značný vliv na fermentovaný produkt, zlepšují chuť a konzistenci, proto byly produkty nazývány jako kyselé nápoje. Dnes, kysané mléčné výrobky jsou vyráběny v mnoha zemích. Bakterie mléčného kvašení jsou důležitou skupinou bakterií, které jsou používány pro výrobu fermentovaných potravin, jako je sýr, máslo a jogurt [1].

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KVALITNÍ MLÉKO - PŘEDPOKLAD PRO DIETETICKO - LÉČEBNÉ VLASTNOSTI JOGURTU

1.1 Kvalitní mléko

Důležitou surovinou pro výrobu jogurtů je kvalitní kravské mléko. Kvalita mléka je ovlivněna od prvopočátku v zemědělské sféře [3]. Kvalita syrového mléka je podstatným ukazatelem pro posouzení jeho zdravotní nezávadnosti, stanovení vhodnosti pro další zpracování, jakost je charakterizována souhrnem vlastností (smyslových, fyzikálních, mikrobiologických, hygienických a technologických), chemickým složením a výživovou hodnotou [4].

Na výrobu jogurtů mohou být používána mléka od různých druhů savců, ale každé mléko má významné rozdíly v chemickém složení. Výsledkem jsou změny v kvalitě jogurtu v závislosti na typu použitého mléka. Například ovčí mléko obsahuje vysoké procento tuku, vytváří bohatou a krémovou strukturu s vynikajícím „pocitem v ústech“, ve srovnání s jogurtem vyrobeného z mléka s nízkým obsahem tuku nebo mléka odtučněného - odstředěné mléko. Laktóza v mléce poskytuje zdroj energie pro startovací mikroorganismy. Protein hraje důležitou roli při vzniku koagulátu a tudíž viskozita produktu je přímo úměrná úrovni proteinu přítomného. I když chuť jogurtu je především výsledkem složitých biochemických reakcí iniciovaných mikrobiální aktivitou, chuť bázi mléka se liší v závislosti na druhu a tato vlastnost se odráží v konečném produktu [1].

Chemické složení čerstvého mléka se mění v průběhu času v rámci konkrétního plemene v závislosti na faktorech, jako fázi laktace, stáří krávy, ročním obdobím, teplotě prostředí, chovu krav, výkonnosti dojení, intervaly mezi dojení, výživou, hormonální nebo onemocněním vemene – mastitida [1].

Mléko je vhodným prostředím pro růst mikroorganismům, protože obsahuje vysoký podíl vody. Mikroorganismy se podílejí na kvalitě mléka a mléčných výrobků jak pozitivně tak i negativně. Zdroj kontaminace syrového mléka způsobuje *Streptococcus agalactiae* – zánět mléčné žlázy, další zdroje jsou z povrchu vemene, z těla zvířat, ze vzduchu, z rukou ošetřovatelů, z potrubí – *Escherichia coli*, rody: *Enterococcus*, *Bacillus*, *Clostridium* a mnoho dalších. I ve strukových kanálcích se nacházejí bakterie – *Micrococcus*, *Propionibacterium*. Mléko nesmí obsahovat inhibiční látky - zbytky čistících a dezinfekčních prostředků, bakteriofágy a antibiotika. Účinky těchto látek jsou baktericidní nebo bakteriostatické, které zastavují růst

čistých mlékařských kultur a tím je výroba mléčných produktů znehodnocena. Patogenní, toxinogenní mikroorganismy a jejich toxické produkty nesmí být obsaženy v mléce. Celkový počet mikroorganismů je nejvýše do 100 000 v 1 ml a počet somatických buněk je nejvýše do 400 000 v 1 ml [4].

1.1.1 Složení a vlastnosti kravského mléka

Ve většině zemí po celém světě je široce dostupné kravské mléko [1]. Mléko je důležitým zdrojem ve výživě mláďat od prvopočátku. Je to komplexní potravina, která má ve svém složení všechny nutričně významné látky především vápník [5]. Hlavními složkami v mléce jsou voda, tuk, bílkoviny, laktóza a minerální látky – popeloviny (viz tabulka 1) [1]. Smyslové znaky jakosti jsou posouzeny u mléka, jako je bílá barva, s lehce nažloutlým odstínem. Pro konzistenci a vzhled je to stejnorodá tekutina bez usazenin, vloček a hrubých nečistot. Chuť a vůně je vnímána čistě mléčná bez jiných příchutí a pachů [4].

Tab. 1 Chemické složení mlék různých druhů savců (g / 100g) [1].

Zvíře	Voda	Tuk	Proteiny	Laktóza	Popel
Kráva	87,4	3,9	3,3	4,7	0,7
Koza	87	4,5	3,3	4,6	0,6
Ovce	81,6	7,5	5,6	4,4	0,9

1.1.2 Složení a vlastnosti kozího mléka

Kozí mléko získalo důležitou roli v lidské stravě, protože má určité vlastnosti, které jej odlišují od kravského mléka, a díky tomu je alternativně cenným [6].

Lepší stravitelnost kozího mléka spočívá v rozměrech a složení tukových částic a jeho vlastností je, že je homogenní. Kozí mléko obsahuje mastné kyseliny kaprinovou a kaprylovou. V kozím mléce je vyšší obsah bílkovin než v kravském a lidé snášejí kozí mléko podstatně lépe díky složení bílkovin. Bílkoviny - kaseiny mléka jsou největším množstvím zastoupeny aminokyseliny glycinu, v menším množství argininu a zvláště methioninu, než je v kravském mléce [7]. Význam minerálních solí, větší množství některých minerálů, jako je vápník (Ca), zinek (Zn) a hořčík (Mg), v kozím mléce může mít vliv nárůst bakterií mléčného kvašení, protože jsou běžnou součástí některých enzymatických komplexů zapojených do laktózového kvašení. To poskytuje lepší schopnost Ca, P a Fe se vstřebávat a ukládat v cílových orgánech [6].

Kromě toho, kozí mléko je dobrým zdrojem některých vitamínů (A, B1, B2, B 12, C, D a E) a dalších minoritních složek, a byly zjištěny stopové prvky mangan, titan, chróm [7,6].

1.1.3 Základní ošetření mléka

V mlékárenském závodě musí být mléko tepelně ošetřeno, kvůli zdravotní nezávadnosti a trvanlivosti mléka. Tepelné ošetření je provedeno na pasterační stanici, která je doplněna o další základní operace mléka společně s řadou dalších mlékárenských produktů [8]. Mléko po oddojení je zchlazeno na teplotu 4-8°C do 150 minut [4]. Následuje odstředování mléka kdy mléko je rozděleno na odtučněné mléko a smetanu, dalším krokem je standardizace, kde se smíchá smetana s odstředěným mlékem na požadovanou tučnost. Mléko o požadované tučnosti se pasteruje na teplotu zpravidla pod 100°C. Při tepelném ošetření dochází k inaktivaci převážné části vegetativních forem mikroorganismů a přitom dochází k minimálním chemickým změnám suroviny [8]. Pasterace se provádí několika způsoby:

- 1) Dlouhodobá pasterace: Působením teploty 63°C po dobu 30 minut, používá se jen vzácně.
- 2) Šetrná pasterace: Teplota 72°C po 15 s je dosaženo pasteračního efektu nad 99,9 %.
- 3) Vysoká pasterace: Je teplota 95°C po dobu 5 s, indikována potlačováním aktivity laktoperoxidasy. Dochází k denuraci 50 % sérových bílkovin [8].

Při vysoké pasteraci jsou hlavními cíli denaturace sérových bílkovin, α -laktoalbuminu a β -laktoglobulinu, kdy při denuraci jsou vystaveny jejich aminokyselinové zbytky se schopností vázat vodu pomocí vodíkových vazeb. Tím dochází ke snížení redox potenciálu (Eh) a ke stabilizaci mléka. Dalším cílem je zničení termorezistentních bakterií a jejich spór [9]. Reologické vlastnosti kysaných mléčných výrobků se zlepšují díky tepelnému ošetření při vyšším záhřevu. Koagulát vzniká jemnější a pevnější, vytvoří se poměrně hustý výrobek a zmenšuje se možnost odlučování syrovátky při jeho skladování [10]. Pro tepelné ošetření mléka na pasterační stanici obvykle jsou používány deskové výměníky tepla, které dávají zpětné využití 70- 90 % tepla potřebného na záhřev mléka. V případě požadavků jsou doporučeny operace jako homogenizace mléka, deaerace – je odvětrávání mléka a baktofugace – slouží k odstranění sporotvorných mikroorganismů díky odstředivé síle [8]. Homogenizace je proces, kde jsou tukové kapénky mechanicky roztrženy, zabrání se vyvstávání tuku v mléce [4].

1.2 Dieteticko léčebné vlastnosti jogurtu

Při fermentaci mléka pomocí BMK se přeměňuje laktóza na kyselinu mléčnou a na některé další látky jako octová, propionová a mravenčí. BMK mají pozitivní přínos pro lidský organi-

zmus. Mikroorganismy svým působením zásadně zvyšují stravitelnost mléka. Během prokysávání dochází k nárůstu obsahu kyseliny listové, niacinu, biotinu, kyseliny pantotenové a pyridoxinu. Kyselina mléčná se podílí na lepší vstřebávání určitých vitamínů ale i vápníku, který je důležitý pro lidský organismus. V kyselém prostředí je podle všeho větší rozpustnost solí vápníku a tím jednoduší uvolnění vápníku [3]. Z pohledu výživy je mléko velmi významným zdrojem energie, bílkovin, mléčného tuku, vápníku, vitamínu A, D, skupiny B a zvláště riboflavinu, dalších minerálních látek a vitamínů. Z bílkovin mléka se při výrobě kysaných mléčných výrobků, se mohou uvolňovat biologicky aktivní peptidy (jsou prekursory) v trávicím traktu, jen část se jich podílí na snížení krevního tlaku, zesilují imunitu a vykazují antimikrobní efekt [4].

Antimikrobní účinek má na starosti kyselina mléčná, která svojí působností snižuje pH prostředí a tím zabraňuje růst rozmanité nežádoucí mikroflóry například u člověka, dokáže udržet zdravou rovnováhu střevní mikroflóry tím, že potlačuje patogenní mikroorganismy. Mají příznivý vliv na zmírnění zácpy, díky lepšímu průběhu trávení [3]. Antimikrobiální efekt kyseliny mléčné v menším množství podporuje kyselina octová a mravenčí [10].

Zajímavé jsou antikarcinogenní aktivity bakterií mléčného kysání. Pomáhají zvyšovat peristaltiku střev, patrně mohou snížit nebezpečí vzniku nádorových onemocnění tlustého střeva.

BMK posilují jaterní tkáň, protože produkují látky lipotropního charakteru a kladně tak působí na detoxikační kapacitu jater.

Pro významné vlastnosti mléčných produktů je dobré kvalitní mléko, aby nedocházelo k nežádoucím kontaminacím např. kvasinkami, plísněmi a koliformními organismy. Prospěšné mikroorganismy v životaschopném stavu [3].

2 BAKTERIE MLÉČNÉHO KVAŠENÍ A JEJICH VÝZNAM

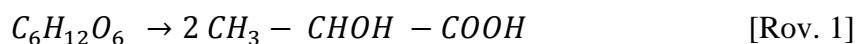
Bakterie mléčného kvašení jsou řazeny do skupiny grampozitivní, nesporolující, anaerobní bakterie, které se vyskytují ve formě tyčinek a koků. Jejich základní funkcí je produkce kyseliny mléčné z fermentace sacharidů [11]. Bakterie mléčného kvašení se nenacházejí jen v potravinách, ale vyskytují se v krmivech, ve střevech lidí a zvířat i na jejich sliznicích [12]. Historicky jádro skupiny tvoří rody *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* a *Streptococcus*. Taxonomická revize a popis nových rodů, znamenala rozšíření BMK. Z praktického a potravinového hlediska jsou tyto rody pokládány za hlavní: *Aerococcus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* a *Weissella*. Do této skupiny je klasifikován i rod *Bifidobacterium* ale je fylogeneticky nepříbuzný a má ojedinělý postup fermentace sacharidů. Hodnocení BMK do různých rodů je stanoven z velké části na morfologii, způsobu fermentace glukózy, růst při odlišných teplotách konfigurace kyseliny mléčné, schopnost růstu při vysokých koncentracích solí a tolerance ke kyselému nebo alkalickému prostředí [11]. Nevykazují moc velké proteolytické a lipolytické vlastnosti ale přece jen bílkoviny štěpí na peptidy a aminokyseliny, které slouží jako živiny (zdroj dusíku) pro nutričně náročné bakterie mléčného kvašení. Pokud si nedokáží syntetizovat aminokyseliny a peptidy potřebují fermentované rostliny a potraviny. Při jejich vývoji na umělých půdách musí být přidáván kvasničný extrakt, mléčná syrovátka nebo rostlinné šťávy. Můžou růst za přítomnosti vzduchu, jsou tedy aerotolerantní, mikroaerofilní nebo fakultativně anaerobní, vzduch na ně nepůsobí toxicky. V potravinářství mají důležitý a funkční význam. Produkty fermentace kyselina mléčná, octová a další metabolity přispívají ke vzniku typické chuti a aroma ve fermentovaném výrobku. Fermentace tvoří ve výrobku takové podmínky, které jsou nežádoucí pro škodlivé bakterie, protože dochází ke snižování pH pod 4,6. Z toho plyne, že mají konzervační vlastnosti, a jejich produkty (kyselina mléčná, octová) přispívají k prodloužení trvanlivosti potravin. Aplikují se pro kvašení potravin jak živočišného tak i rostlinného materiálu [12].

2.1 Fermentace sacharidů

Bakterie mléčného kvašení lze rozdělit podle fermentace sacharidů na dvě skupiny. Fermentace glukózy přes Embden-Meyerhof-Parnasovou dráhou je konečným produktem pouze kyselina mléčná. Rody s tímto metabolizmem se řadí k homofermentativním mléčným bakteriím [11]. Homofermentativní cestou vznikají z 1 molu glukózy 2 moly kyseliny mléčné a 2 moly ATP [13]. Glukóza je degradována Embden-Meyerhof-Parnasovou dráhou na pyruvát. Py-

ruvát je přeměněn pomocí enzymu laktát dehydrogenázy na laktát. Homofermentativní BMK jsou *Lactococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus helveticus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Jsou používány jako startovací bakterie mléčného kvašení [9].

Rovnice:



Naopak rody, které produkují kromě kyseliny mléčné, etanol a CO₂ využívají fosfoketolázové cesty. Rovnice:



Rody s tímto typem fermentace se zařazují mezi heterofermentativní mléčné bakterie. Jejich výtěžek je 1 mol kyseliny mléčné, 1 mol etanolu, 1 mol CO₂ a 1 mol ATP na 1 mol glukózy [11,13].

Obecně platí, že výnosy obou cest mohou během skutečného kvašení být měněny a závisí především na druhu a koncentraci substrátu, teplotním růstu a atmosférických podmínkách [9].

2.2 Exopolysacharidy

Bakterie mléčného kvašení dokáží syntetizovat exopolysacharidy (EPS), které jsou důležité tím, že zlepšují strukturu u fermentovaných mléčných výrobků. Produkce EPS je prováděna dvěma způsoby. První je, že jsou upevněny na povrchu buňky (formou kapsulí) nebo druhý způsobem jsou vylučovány do prostředí [14]. V závislosti na složení EPS rozdělujeme je do dvou skupin na homopolysacharidy a heteropolysacharidy. Homopolysacharidy jsou složeny pouze z jednoho typu monosacharidu např. z dextranu, zatímco heteropolysacharidy musí obsahovat dva nebo více různých monosacharidů v kombinaci nejčastěji galaktózy, manózy, rhamnózy [14, 9]. Exopolysacharidy jsou produkovány BMK v závislosti na typu BMK kmenů, kultivačních podmínkách a složení média.

EPS především slouží jako přírodní zahušťovadla, stabilizátory, emulgátory, želírující látky a tukové náhražky. Obvykle jsou používány v jogurtu a v dalších mléčných výrobcích, protože pomáhají snížit synerezi a tím zvyšují viskozitu a pevnost koagulátu výrobku. Kmeny v mléčných startovacích kulturách svou produkcí EPS eliminují nutnost přidání dalších stabilizátorů. V některých evropských zemích je omezeno přidávání stabilizátorů a přínosné jsou tedy EPS [9].

V mlékárenském průmyslu jsou nejčastěji používány hydrokoloidy nebo-li zahušťovadla, které upravují vzhled a konzistenci (viskozitu) u výrobků. Hydrokoloidy stabilizují proteinové molekuly ve formě sítě, která zpomaluje volný pohyb vody. U výroby jogurtů je možné mechanické namáhání způsobené čerpáním z tanku, plněním do obalu, kdy viskozita bude porušena a může dojít k oddělení syrovátky [1]. Pro zlepšení konzistence je lepší přídavek hydrokoloidů než zahušťování výrobku na odparkách (starší metoda), což je velmi energeticky náročné. U nízkotučných jogurtů bez přidání zahušťovadel by byla konzistence velmi řídká podobná nápoji. Zahušťovadlem se rozumí upravení sušiny jogurtu. Nejčastěji používanými látkami jsou modifikované škroby, přírodní škroby, želatina, pektin, moučka z lusku rohovníka, agar, karagen a agarová guma. Tyto látky nejsou pro člověka nebezpečné a jsou schváleny jako aditivní látky označované kódem „E“ (Vyhl. č. 4/2008 Sb. a Nařízení č. 1333/2008, příloha II a III) [4].

Xanthan je polysacharid, který je vyráběn pomocí bakterie *Xanthomonas campestris*, která fermentuje sacharidy. Tento stabilizátor s vysokou molekulovou hmotností je doporučen pro vodné systémy. Zahušťovadlo nebo vláknina, která je vyrobena ze semene rostliny *Cyamopsis tetragonolobus* se nazývá agarová guma. Její využití je v mléčných výrobcích pro mražené krémy, dále i v pekárenství i jako zahušťovadlo do omáček a polévek. Zahušťovadlo je spojeno u výrobku s jeho vlastnosti jako je pH, čírost a nejdůležitějším faktorem je kapalné prostředí, které je použito v koloidním systému [15].

3 DRUHY MLÉČNÝCH KULTUR PRO PŘÍPRAVU KYSANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ

Zákysové kultury se používají k očkovaní mléka, kdy při fermentaci vznikne žádoucí chuť, vzhled, vůně a trvanlivost, zaručí požadované hlavní vlastnosti výrobku. Očkovací dávka je nejméně 10^6 buněk/ g a je to určité definované množství mikroorganismů. Používají se v mlékárenství a jejich rozdělení může být podle skupiny mikroorganismů jako bakteriální, kvasinkové, plísňové a smíšené. Nebo se můžou dělit na jednokmenové, vícekmenové, smíšené a více kmenové a tradiční kultury. Rozdělení je v souvislosti i s funkcí kultury, kdy se může jednat o startovací – ovlivňují chuť, vůni a konzistenci výrobků přeměňují substráty, dále s funkcí protektivní – vznikají antimikrobiální látky, které inhibují nežádoucí mikroorganismy a s funkcí probiotickou – mají pozitivní účinek na lidské zdraví [5].

Pro výrobu jogurtů je výběr startovací kultury založen na obecných vlastnostech. Požadavky zahrnují intenzivní a rychlý růst, že je kultura schopna snížit pH k cílové úrovni v rámci 4 – 6 hodin. Kultura by měla produkovat dobrou příchut' bez hořkosti nebo přebytku kyselosti a rovněž se očekává odolnost vůči bakteriofágům. Musí být také tolerantní ke skladovacím podmínkám, ať je lyofilizovaná, musí být zachována životaschopnost a dlouhé lag fázi (přízpůsobování se mikroorganismů k novému prostředí) se vyhnout [9]. V minulosti byla startovací kultura významná. U producentů a spotřebitelů roste oblíbenost v poslední době u výrobků s kulturami přídatnými s protektivními a probiotickými vlastnostmi. Kultury se určují podle optimálních vlastností výrobku, kdy jedna stejná kultura se použije pro různé účely nebo přidá více kultur do výrobku odlišnými funkcemi [5].

3.1 Mezofilní kultury

Rody mikroorganismů, které spadají do této kategorie, jsou *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* [16]. Základní mezofilní kultura nebo smetanová je využívána k přípravě kysaných mlék, kysaného podmásí, kysané smetany a podobně zahuštěných kysaných mléčných výrobků. Tyto rody mikroorganismů se dělají v různých kombinacích, podle určitého typu fermentace. Zrání těchto výrobků přibližně probíhá při teplotě 21-23°C po dobu 16 – 20 hodin [4].

3.2 Termofilní kultura

Do kategorie zařazujeme mikroorganismy, které rostou při optimální teplotě mezi 37 – 45 °C. Rody mikroorganismů patřící do této kategorie jsou *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*. K nejpoužívanějším výrobkům do této skupiny patří jogurt a jogurtové mléka [16]. Jogurtová kultura je složena z *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus*, která je používána i pro výrobu sýrů. Kultura je v symbiotickém vztahu kvůli společné vysoké optimální teplotě kultivace tak i v ovlivňování, kdy laktobacily zastavují růst streptokoků tím, že uvolňují aminokyseliny při proteolytickém štěpení bílkovin mléka. Streptokoky stimulují růst laktobacilů vznikem kyseliny mravenčí, která snižuje v prostředí redox potenciál [17]. U kultury se sleduje vývoj kyselosti v růstovém médiu a u organismu jeho metabolická aktivita a rychlost růstu pomocí monitorovacího systému. Výrazný rozdíl v rychlosti vzniku kyseliny mléčné jogurtové kultuře ve srovnání s izolovanými jednotlivými kmeny [1]. Pro tvorbu kyseliny mléčné u jednotlivých kmenů je pro *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ideální teplota kolem 45°C a pro *Streptococcus thermophilus* 39°C [12]. Vznik kyseliny mléčné v jogurtové kultuře *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus* se zvyšuje s nárůstem teploty inkubace, a to až do maxima 40-45°C. Ve vztahu k výrobě kyseliny mléčné se doporučuje u jogurtové kultury dosažení poměru 1: 1 mezi *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, organismy by měla být inkubována při teplotě 42°C za použití 2 ml /100 ml inokulátu [1]. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* vytváří významný acetaldehyd, který se podílí na aroma jogurtu. Jogurtová kultura při 45°C za 4 hodiny dosahuje množství acetaldehydu 23,1 – 47,7 mg/ l [12]. Vzhledem k tomu, například, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* je schopen při samostatném růstu, produkovat větší množství kyselina mléčné a acetaldehydu v porovnání *Streptococcus thermophilus*. Vysoké teploty inkubace mohou vést k více kyselému a svěžímu jogurtu [9].

Jogurtová kultura může obsahovat větší počet kmenů druhů BMK, které mají tu vlastnost, že jsou odolnější vůči bakteriofágům. Problémem je u těchto směsných kultur složitý symbiotický vztah [10].

Lactobacillus acidophilus – acidofilní kultura, se používá se smetanovým zákysem při výrobě mléčných produktů, které mají pozitivní vliv na organismus člověka. Jedná se o mikroorganismus intestinálního původu. Inkubace při 38 - 40°C po dobu v rozmezí 4 – 6 hodin [4].

3.3 Bakteriální a kvasinková kultura

Smíšená kultura obsahuje mléčné bakterie a kvasinky. Při fermentaci laktózy na kyselinu mléčnou probíhá pomocí kvasinek alkoholové kvašení, kdy vzniká etanol a oxid uhličitý, který výrobku dává našlehanější konzistenci a mírně štiplavou. Mezi tyto výrobky patří kefir oblíbený nápoj z oblasti Kavkazu. K fermentaci dochází při teplotě 18-20°C po dobu 1- 2 dnů [16].

Tab. 2 Dle vyhlášky č.77/2003 Sb., jsou používány tyto druhy živých mikroorganizmů v mléčných fermentovaných výrobcích

Druh výrobku	Použité mikroorganizmy	Mléčná mikroflóra výrobku v 1g
Acidofilní mléko	<i>Lactobacillus acidophilus</i> a další mezofilní popř. termofilní kultury bakterií mléčného kvašení	10^6 <i>Lactobacillus acidophilus</i>
Jogurty *)	Protosymbiotická směs <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> a <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	10^7
Kysané mléko, vč. Smetanového zákysu, podmásli a kysané smetany	Monokultury nebo směsné kultury bakterií mléčného kvašení	10^6
Kefír	Zákys připravený z kefírových zrn, jehož mikroflóra se skládá z kvasinek zkvašujících laktózu <i>Kluyveromyces marxianus</i> nezkašujících laktózu <i>Saccharomyces unisporus</i> , <i>Saccharomyces cerevisiciae</i> , <i>Saccharomyces exigus</i> a dále, <i>Leuconostoc</i> , <i>Lactococcus</i> a <i>Aerobacter</i> , rostoucí ve vzájemném společenství	Bakterie mléčného kvašení 10^6 a kvasinky 10^4
Kefírové mléko	Zákys skládající se z kvasinkových kultur z <i>Kluyveromyces</i> , <i>Torulopsis</i> nebo <i>Candida valida</i> a mezofilních a	Bakterie mléčného kvašení 10^6 a kvasinky 10^2

	termofilních kultur bakterií mléčného kvašení v symbióze	
Kysaný mléčný výrobek s bifidokulturou	<i>Bifidobacterium</i> sp. v kombinaci s mezofilními a termofilními bakteriemi mléčného kvašení	10 ⁶ bifidobakterie

*) U jogurtových výrobků mohou být kromě základní jogurtové kultury přidávány kmeny produkující kyselinu mléčnou a pomáhající dotvářet specifickou chuťovou, a nebo texturovou charakteristiku výrobku. Musí být však zachován poměr obou základních kmenů jogurtové kultury [18].

3.4 Použití mlékařských kultur

Jsou v mnoha variantách, kultury můžou být vyrobeny tekuté, lyofilizované nebo mražené a pro použití jako matečné, provozní nebo pro přímou inokulaci do mléka. U tekutých kultur se požaduje vysoká jakost zákysů, kvalitní mléko, ošetření mléka, hygienický a sanitační režim a u zaměstnanců jsou vyžadovány jejich odborné znalosti. Jsou určeny podle požadovaných kritérií biochemický, sensorických a reologických vlastností. Kultury se mohou vyskytovat jako monokultury nebo směsné kultury obsahující odlišné druhy mikroorganismů.

V dnešní době se dává přednost pro přímé očkování do tanku a k tomu se používají kultury vysoce koncentrované a standardizované tzv. DVS kultury (Direkt-Vat-Set). Jsou ve stavu hluboko mraženém nebo lyofilizovaném – usušené vymražením [4].

4 VÝROBA JOGURTŮ A ZAKYSANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ

Dle vyhlášky 77/2003 Sb. Jogurtem se rozumí kysaný mléčný výrobek získaný kysaním mléka, smetany, podmáslí nebo jejich směsi pomocí mikroorganismů [18].

Tento výrobek a je popsán v širokém sortimentu produktů, které mohou být rozděleny podle právních norem na plnotučný, polotučný a nízkotučný. V závislosti na gelu set typ – s nerozmíchaným koagulátem, stirred type – s rozmíchaným kogulátem nebo drinking type – jogurtový nápoj nebo podle obsahu na přírodní, ovocný a ochucený. Běžná startovací kultura pro výrobu jogurtu se používá jogurtová kultura směs z *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* [17].

Výroba se odlišuje značně, například, v závislosti na zemi, typu vyráběných výrobků, použité suroviny a obsahu výrobku. Nicméně, hlavní zásady jsou zvýšením schopnosti zadržovat vodu v produktu, díky obsahu pevných látek v mléce. Základní tepelné ošetření nad 80°C po určitou dobu, kvůli správné denaturaci sérových bílkovin. Inokulace mléka startovací kulturou, správný proces fermentace po určitou dobu v souvislosti s typem kultury. Následné ochlazení, balení a chlazení ve skladu [17].

Mezi technologické vlivy ovlivňující jakost kysaných mléčných produktů patří kvalita použitého mléka, ošetření a standardizace mléka, homogenizace, tepelný záhřev, zakysávání mléka vhodnou kulturou, podmínky fermentace, mechanické zpracování koagulátu a podmínky skladování [10].

4.1 Princip výroby

Jogurt může být vyroben z odstředěného, nízkotučného a plnotučného mléka. Prvním krokem je přidavek sušeného mléka ke zvýšení sušiny mléka [9]. Zvýšení sušiny mléka může být provedeno prostřednictvím odpařování a přidavkem mléčných koncentrátů [5,9]. Po úpravě následuje homogenizace mléka, která umožňuje lepší rozptýlení mléčného tuku ve výrobku. Pasterace při 85-95°C po dobu 5 minut, při této teplotě jsou denaturovány sérové bílkoviny [4]. Denurací vzniká disulfidická vazba mezi κ -kaseinem a denaturovanými sérovými bílkoviny. Tepelné ošetření je významné pro texturní vlastnosti jogurtu [19]. Při použití UHT záhřevu je u jogurtů pevnější konzistence bez uvolňování syrovátky. Mléko se ochladí na požadovanou teplotu pro fermentaci přibližně kolem 35 – 45°. Podle jednotlivých zákysových kultur probíhá fermentace za určité teploty a času. Z inokulovaného mléka se můžou vyrobit tři typy fermentovaných jogurtů, které mají každý svoji metodu zakysání [4].

Hlavní funkcí BMK ve výrobě mléčných produktů je fermentace laktózy na kyselinu mléčnou a hodnota pH u výrobků klesá k izoelektrickému bodu kaseinu. Podle definice, izoelektrický bod jakéhokoliv proteinu je hodnota pH, při které čistý elektrický náboj je nulový, a protein má minimální rozpustnost. Hodnota pH se sníží a dochází k rovnováze náboje u aminokyselin (celkový počet nábojů kladných a záporných je nulový). Kaseiny mají obvykle negativní náboj. Při produkci kyseliny mléčné dochází ke snížení hodnoty pH mléka na 4,6 a kaseiny se sráží a je vytvořen gel – koagulát [9].

4.1.1 Set type – klasická výroba

Jogurtová kultura je zde v poměru bakterií *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus* je v dokonalém případě 2:1 až 1:2. Přibližně se jí očkuje do mléka kolem 1- 2 % kultury a dodržuje se teplota zrání 42-45°C po dobu 3-3,5 hodiny. Takto upravená směs se dává do plastových kelímků nebo do skleněných láhví a jsou uloženy do zracích skříní, tunelů nebo místností, kde musí být dodržována teplota zrání po určitý čas. Zrací skříně fungují i v režimu inkubace/chlazení, u některých probíhá pouze inkubace a po dovršení času fermentace jsou přemístěny pomocí vozíku do chladírny [4]. V obalech probíhá fermentace, která je klíčovým proces, kdy pH se zastaví nad požadovanou hodnotou a je nezbytné rychlé ochlazení, protože se zabrání růstu laktobacilů, kteří produkují nadměrné množství kyseliny mléčné. Pokud dojde ke snížení pH pod 4,6 dochází v gelu k chybám jako smršťování a synerese [17].

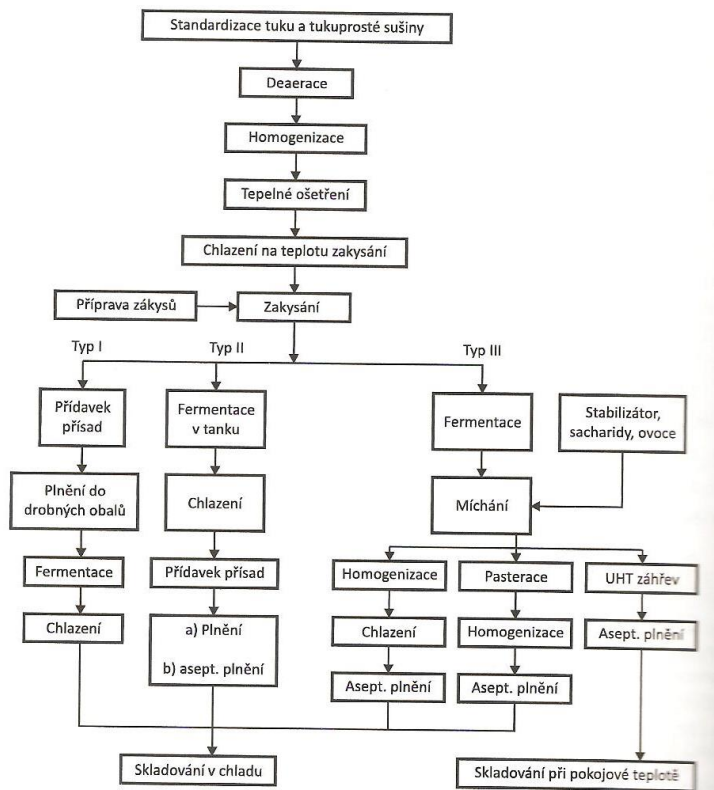
4.1.2 Stirred type

Jogurt je vyroben z nezahuštěného mléka [4]. Naočkuje se a inkubuje se ve velkých fermentačních tancích, získá se tak gel jemný hladký a viskózní [17]. Inkubace probíhá při 35°C po dobu 16 – 18 hodin. Poté je koagulát ochlazen v duplikátorovém tanku a pomocí čerpadla je přečerpáván např. pro plnění do obalů respektive do kelímků. Reologické vlastnosti výrobku jsou narušeny čerpáním a chlazením. V gelu dochází k narušení chemicko- fyzikální vazeb a hmota pomalu řídne, je to vada částečně vratná, ale původní gel nebude už nikdy obnoven [17]. Tuto vadu je možné zlepšit přidávkem stabilizátoru (např. želatiny, pektinu) [4].

4.1.3 Drink type

Fermentace probíhá v tancích podle typu výrobu stirred type. Výrobek má nízkou viskozitu, je tekutý, a proto je vhodný k pití. Výrobek může být skladován při pokojové teplotě, ale musí být asepticky zabalen a ošetřen UHT záhřevem. Jestli-že jsou výrobky po fermentaci ošetřené

tepelně, na obalu výrobku by měla být informace, že neobsahují živé mikroorganismy kvasných kultur [4].



Obr. 1 Výroba fermentovaných kysaných výrobků [5]

4.2 Kefír

Fermentovaný mléčný výrobek, tradiční výrobek pocházející z Kavkazských hor. Kefír může být připraven z různých mlék, jako z kravského, kozího a ovčího. Výroba spočívá přidání startovací kultury a fermentaci. Ve výsledku fermentace můžeme pozorovat mírně nažloutlá želatinová zrna. Kefír má smetanovou konzistenci a podle chuti se jeví mírně kyselý, protože při fermentaci vzniká kyselina mléčná a etanol. Etanol je zodpovědný za osvěžující chuť a výrazné aroma a je jedním z nejdůležitějších kritérií kvality kefiru. Tento nápoj je známý v mnoha částech světa, z Asie se dostal do východní a severní Evropy. Získal si konzumenty svým nutričním obsahem a blahodárným vlivem na zdraví. Například zlepšuje stravitelnost laktózy, má antioxidační, antimikrobiální a protimutagenní účinky. Je označován jako probiotický nápoj, který obsahuje bakterie mléčného kvašení, např. jejich různé druhy jako laktobacily, laktokoky, leukonostoky a směs kvasinek. Mikroflóra kefiru a kefirová zrna se liší podle vzniku a podle metody výroby. Kefír může být připraven také i ze sóji, kokusu a rýžového mléka [20].

4.3 Skladování

Mléčné fermentované výrobky se uchovávají při 2-5°C. Při 0-7°C u jogurtu se neprojeví chuťové vlastnosti ale až při 10-12°C jsou zřetelné a reologické vlastnosti přetrvávají na požadované úrovni. U nesprávného chlazení výrobku, dochází k překysání a na povrchu jogurtu se začíná vytvářet povlak - nárůst křísovitých mikroorganismů. Otázkou v letních měsících je, aby při skladování, přepravě, v distribuci a v domácnostech obvykle byl zaručen dostatečný chladicí řetězec [10].

4.3.1 Složení fermentovaných výrobků

Produkty mají obsahovat následující složky:

- Sušina 12,5 - 25 %,
- Bílkoviny 4 – 6 %,
- Tuk 0,1 – 20 % ,
- Laktosa 2 – 3 %,
- Kyselina mléčná 0,6 – 1,3 %,
- Ovocný podíl a sacharidy (bez laktosy) 5 – 25 % ,

- pH (dle typu fermentace a ovocného podílu) 3,8 – 4,6,
- Titrační kyselost 40 – 70 °SH [5].

4.3.2 Vady jogurtů

Vady vzhledu.

Při zamíchání vzduchu do jogurtu, nebo při překysání může dojít k oddělení syrovátky. Při výskytu koliformních bakterií a kvasinek se tvoří plynové bublinky ve výrobku. Křísovité povlak – nedostatečné skladování způsobené kvasinkami, nečistý vzhled – kontaminace z nečistot a tuková vrstva na povrchu je následkem nesprávně provedené homogenizaci mléčné směsi.

Vady chuti a vůně.

Je to prázdňá chuť, která vzniká příliš krátkou dobou zrání nebo příliš nízkou zrací teplotou. Opakem kdy je delší doba zrání, vysoká teplota zrání a vyšší očkovací dávka je chuť kyselá (překysaná). Vysokou a dlouhou dobu pasterace je příchut' mléka po připálení nebo taky vařivá chuť (špatné rozmíchání mléčné směsi). Nežádoucí mikroorganismy ve výrobku způsobují zatuchlou a nahořklou chuť. Hořká je vlivem proteolytické aktivity kultur u dlouhodobě skladovaných výrobků.

Vady reologických vlastností jsou řídká až tekutá konzistence - nekvalitní mléko, nevhodná kvalita namnožených kultur, aplikovaná malá očkovací dávka, krátká doba zrání a nevhodné mechanické zacházení. Hrubá až vločkovitá vada - pomalé srážení jogurtu. Na písčitou konzistenci má vliv prudký ohřev mléka. Při dlouhodobém ošetření mléčné směsi je konzistence kašovitá a mazlavá. Kontaminující mikroflóra vytváří nesprávné látky slizovitého charakteru [10].

4.3.3 Vady kefíru

Můžeme se setkat s nadbytečným množstvím CO₂ – bublinek, nestejnorodou směsí a hrubou konzistencí. Reologické vady jsou neobvyklé. Vady způsobené kontaminovanými mikroorganismy jsou chuťové a konzistenční. Kyselá chuť a vůně je typická pro mléčné a octové kvašení [10].

5 TOKOVÉ VLASTNOSTI KAPALIN

Reologické vlastnosti materiálů jsou popsány třemi charakteristickými veličinami, kterými jsou smykové napětí, rychlost smykové deformace a čas, protože jsou základním kritériem pro měření reologie. Kapaliny jsou deformovatelné smykovým napětím nebo stlačením. Z počátku je tangenciální síla použita k rovině materiálu, zatímco později je síla kolmá ke směru pohybu tekutiny, s vnějším napětím a stlačením v rovině [21].

5.1 Newtonské kapaliny

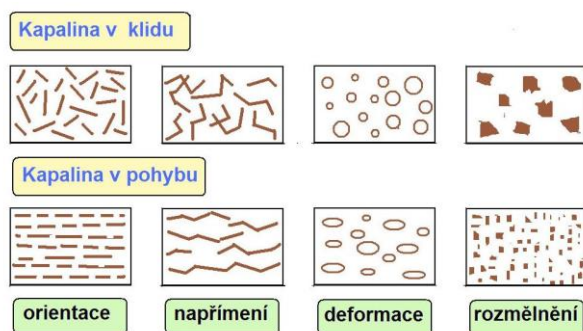
Kapaliny, které mají lineární vztah mezi smykovým napětím a výslednou rychlostí smykové deformace se nazývají ideálně viskózní kapaliny nebo newtonské. V průběhu působení deformace (čase) mají konstantní viskozitu. Newtonské chování kapalin popisuje rovnice přímky, která prochází počátkem kde smykové napětí je přímo úměrné součinu rychlosti smykové deformace γ a konstantní dynamické viskozitě η .

$$\tau = \eta \cdot \dot{\gamma} \quad (\text{Rov. 3})$$

V soustavě SI je jednotkou viskozity Pa.s. Převrácená hodnota dynamické viskozity $\varphi = 1/\eta$ se nazývá fluidita (tekutost). Podíl dynamické viskozity η a hustoty tekutiny ρ se nazývá kinematická viskozita $\nu = \eta / \rho$ [m²/s]. Mezi newtonské kapaliny patří například mléko (2 mPa.s při 20°C), olivový olej, etanol, voda, glycerol [22].

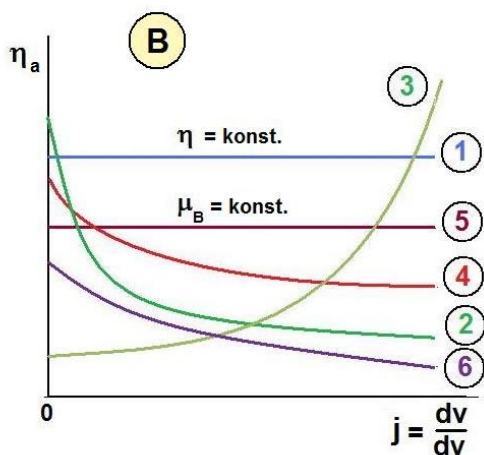
5.2 Neneutonské kapaliny

V mnoha případech se mění viskozita v různých rychlostech smykové deformace a jedná se například o biologické materiály nebo o potraviny. Při proudění kapaliny se mění její vnitřní uspořádání – struktura, takové kapaliny vykazují neneutonské chování [23].



Obr. 2 Vliv proudění na částice v neneutonské kapalině [23].

Jestliže není lineární vztah mezi smykovým napětím a rychlostí smykové deformace se kapaliny řadí mezi neneutonské. Nemají konstantní viskozitu, je označována jako zdánlivá viskozita s ohledem na rychlost smykové deformace. Jejich chování závisí na podmínkách smykového napětí, kterému jsou vystaveny kapaliny ale také i na čase působení. Dilatantní, pseudo-plastické a binghamské kapaliny jejich křivky neprocházejí počátkem (0,0) a nejsou závislé na době. Tixotropní a reopektické kapaliny jsou závislé na čase [22].



Obr. 3 Zdánlivá viskozita neneutonských kapalin [23]

1. Newtonská kapalina, 2. Pseudoplastická kapalina, 3. Dilatantní kapalina, 4. Skutečná plastická kapalina, 5. Binghamova – ideálně plastická kapalina, 6. Eyringův model.

U pseudoplastických kapalin vyjadřujeme index toku pomocí mocninového zákona. Je vyjádření rovnice toku pomocí Ostwalda a deWaele [23].

$$\tau = K \cdot \left(\frac{du}{dr}\right)^n = K \cdot \gamma^n \quad (\text{Rov. 4})$$

Tato rovnice je nazývána mocninová a její význam spočívá v závislosti smykové rychlosti na tečném napětí. Pokud index toku (n) dosahuje hodnoty menší jak $n < 1$ jedná se o pseudoplastické kapaliny, pro dilatantní je vyšší $n > 1$, a roven $n = 1$ jsou to kapaliny newtonské, veličina K představuje součinitel konsistence [24]. Pro charakterizaci neneutonských potravinářských kapalin se používají další běžné modely. Mezi tyto modely patří Herschel-Bulkley, který má 3 parametry a to τ smykové napětí, τ_0 prahové napětí a K konzistence, n je exponent a charakterizuje neneutonské chování.

$$\tau = \tau_0 + K \cdot \gamma^n \quad (\text{Rov. 5})$$

Dalším modelem je Casson vyjádřen rovnicí:

$$\tau^{\frac{1}{2}} = \tau_0^{\frac{1}{2}} + (\eta_c \cdot \dot{\gamma})^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Rov. 6})$$

Pro hodnocení reologických vlastností je nejpoužívanější rovnicí pro výpočet index toku mocninový zákon. Celkově procentově se ho využívá 47 %. Dále následuje Herschel-Bulkley model s 20 %, Casson model s 15 % a Crossův model s 5 % [25].

Z další časově nezávislých reologických modelů je rovnice Binghamova, kde τ_p je počáteční tečné napětí a μ_B - Binghamova viskozita[23].

$$\tau = \tau_p + \mu_B \cdot \dot{\gamma} \quad (\text{Rov. 7})$$

5.2.1 Pseudoplastické kapaliny

U těchto kapalin viskozita klesá se vzrůstajícím rychlostí smykové deformace, zjednodušeně jsou to řidnoucí kapaliny. V diagramu v závislosti smykového napětí na rychlosti smykové deformace má křivka konvexní profil (tvar), která je v tangenciálním sklonu je klesající s rostoucí rychlostí smykové deformace. Chování těchto kapalin je způsobeno se snižujícími molekulárními vazbami uvnitř molekul v kapalině během průtoku. V určité kapalině na začátku zvyšujeme rychlost smykové deformace a poté vrátíme do původní hodnoty, tak i přesto je viskozita stejná, jako před zvýšením rychlosti smykové deformace je tento děj reverzibilní. Příkladem může být vodný roztok xantanu. Opačný děj - ireverzibilní, kdy dochází ke změně ve viskozitě například u jogurtů [22].

5.2.2 Dilatantní kapaliny

U těchto kapalin dochází k zahušťování, kdy jejich viskozita je vzrůstající s rostoucí rychlostí smykové deformace [24,26]. Křivka v diagramu má tvar konkávní, ve kterém tangenciální sklon je zvyšující se zvyšující se rychlostí smykové deformace. Typickým příkladem je med [26].

5.2.3 Plastické kapaliny

Kapaliny mají zde mez toku a nezačnou proudit do té doby, než je překročeno minimální smykové napětí, které jim umožňuje proudit. Mez toku je závislá na teplotě, tomu je tak například u másla, kdy máslo v ledničce má vyšší mez toku než máslo, které je venku při pokojové teplotě. I v přípravě některých pokrmů je důležité dosáhnout meze toku, například u šlehačky aby udržela svůj tvar. Kapaliny mají dosáhnout meze toku takového rozsahu, že nebu-

dou proudit sami o sobě, nebudou pod silou své vlastní hmotnosti ale v závislosti na gravitaci [22].

5.2.4 Tixotropní kapaliny

U nichž je pozorována klesající viskozita v průběhu času při konstantní rychlosti smykové deformace. Předpokládá se, že pokles viskozity je způsoben s klesajícími intermolekulárními vazbami uvnitř molekul v materiálu. Je závislá na čase a viskozita klesá s rostoucím časem a působením napětí. Tento typ chování je výhodný pro nátěrové barvy, u potravin tento typ kapaliny je kečup [26].

5.2.5 Reopektické kapaliny

Při konstantní rychlosti smykové deformace roste viskozita kapalin. Když je rychlost smykové deformace zastavena, je původní struktura obnovena ale také i počáteční viskozita [26].

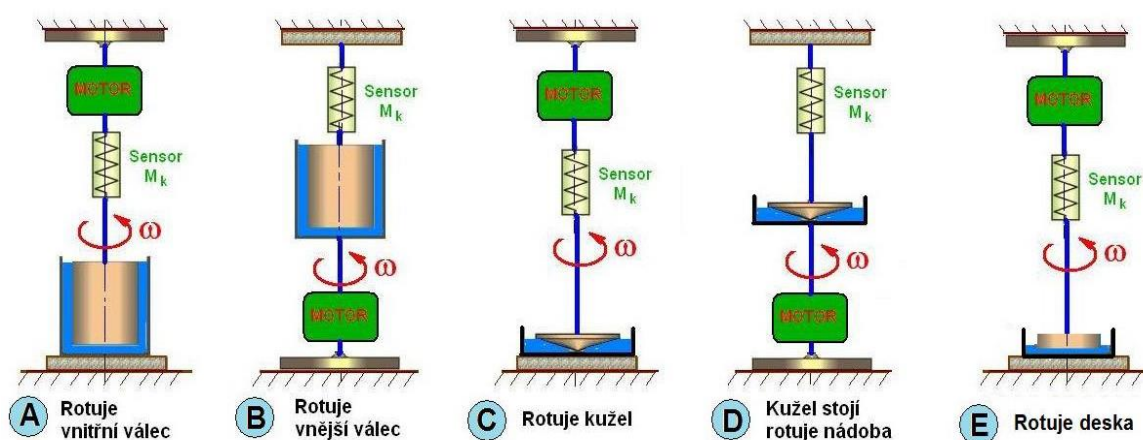
5.3 Měření viskozity

Pro kapaliny newtonské je jednodušší měření viskozity, využívá se pro jejich měření viskozimetry kapilární a kuličkové. U kapalin neneutonských je obtížnější stanovení viskozity, při jejich měření musí být naměřena celá toková křivka – renogram. Musí být použity takové přístroje, u nichž musíme odečítat hodnoty tečného napětí a samozřejmě také rychlost smykové deformace, musí probíhat laminární proudění a vymezena geometrie toku. Tyto parametry splňují kapilární viskozimetry, řídící se zákonem Poiseuillovým. U viskozimetru, kde platí Couettevo proudění v mezikruží se měří viskozita pomocí sousých válců, se nazývají rotační. U těchto zařízení pro neneutonské kapaliny se naměří hodnoty a z hodnot se sestavují tokové křivky. U různých materiálu se musí dbát na správně zvolené měřicí přístroje. U heterogenních materiálů může docházet k sedimentaci částic, odstředování částic a měření jsou potom zkreslená a neplatná, může použít úpravy, které zamezí nevhodným výsledkům, buď to změnou průměru kapiláry, nebo úpravou povrchu, tj. odmaštění [23].

5.4 Rotační viskozimetry

Měření kapalin probíhá mezi dvěma definovanými plochami, z nichž jedna plocha provádí pohyb kolem osy, jedná se o soustavu sousých válců. Vyhodnocuje se účinek při odlišných rychlostech otáčení - úhlová rychlost je důležitým parametrem a také odpor kapaliny proti smykovému napětí, který vede ke vzniku gradientu rychlosti. Rotační viskozimetry jsou ve třech provedení a jednotlivě se uplatňují dva sousé válce nebo kužel – deska nebo dvě rotující-

cí desky (Obr. 4). U sousých válců je vhodnější použití rotujícího vnitřního válce a proudění je zde dle Couetteva toku. Charakteristickými veličinami jsou krouticí moment M , úhlová rychlost ω a počet otáček, které se převedou na základní veličiny. V současnosti se můžeme u sousých válců setkávat i s různými typy konstrukcí například pohonem otáčejícího válce a metodou měření krouticího momentu. Vliv teploty vzorku na měření krouticího momentu, kdy dojde k poklesu u dané veličiny během měření. Zabráníme k poklesu jedině za pomoci chlazení. Proudění bude laminární, součinitel přestupu tepla bude malý. Chlazení při vysokých otáčkách a vysoké viskozitě se stává obtížným [23].



Obr. 4 Typy rotačních viskozimetrů [23].

5.5 Požadavky na konzistenci jogurtů

Na výslednou jakost kysaných mléčných produktů má vliv chuť, vůně, reologické vlastnosti, minimum synerese. Reologickými znaky u struktury koagulátu mléčných výrobků jsou tuhost, viskozita a sklon k syneresi. U výrobku reologické vlastnosti koagulátu jsou ovlivněny v závislosti na technologický postupu – standardizace, homogenizace, kultivační podmínky a chlazení popř. mechanické zpracování koagulátu, i se využívá kvalita použitých přísad [10]. Proteiny mají velký vliv na reologické vlastnosti koagulátu [27]. Standardizací u mléčných výrobků, kdy se dosahuje vyššího obsahu tuku, vyšší obsah tukuprosté sušiny (má vliv na viskozitu, pevnost koagulátu a vázání syrovátky v koagulátu), především bílkovin a vhodný poměr solí v mléce pozitivně působí na reologické vlastnosti. Správná teplota a tlak homogenizace mají zajistit vhodné reologické vlastnosti. Tlak by se měl pohybovat kolem 20 MPa a teplota v rozsahu 60 – 75°C, protože při vyšších teplotách dochází ke snížení viskozity u mléka (u bílkovin se mění struktura). Pasterace inhibuje růst vegetativních forem mikroorganismů, díky pastearci u mléka vznikají vhodné podmínky pro BMK ve formě čistých mlékař-

ských kultur. Doporučovaná pasterace kysaných mléčných výrobků jsou 90-95°C po dobu 2-5 minut a 85°C s výdrží 30 minut. I zakysání mléka ovlivňuje reologické vlastnosti jogurtu, při pomalém prokysání je dosaženo co největší množství aromatických látek a má to pozitivní účinek na koagulát. Nejenom kmeny, ale i druhy mlékárenských kultur mají rozdílnou schopnost tvorby koagulátu. U nich se posuzuje vliv na viskozitu a tuhost u koagulátu kysaných mléčných výrobků. Požadavky na BMK jsou, aby produkovaly látky hlenovitého charakteru zvyšující viskozitu a vytvořily vysokou aromaticnost. Smetanová kultura je nejlepší co se týče celkové viskozity má největší dynamickou viskozitu a brání synerezi. U jogurtových kultur se můžeme setkat s dobrou tuhostí koagulátu ale synereze se u nich objevuje a mají nižší dynamickou viskozitu (viz tab. 3) [10].

Tab. 3 Vliv jednotlivých druhů ČMK na jakost a reologické vlastnosti koagulátu [10]

Použitá kultura	Tuhost koagulátu ($St = g \cdot cm^{-2}$)	Celková viskozita (100 ml. s^{-1})	Dynamická viskozita (cP)	Oddělování syrovátky (ml . hl^{-1})	Senzorické hodnocení
Smetanová kmen 2	49,5	34,5	30,52	18	Jemná, aromatická, kmen vyhovující
<i>Lactobacillus acidophilus</i> Kmen 81	32,9	46,1	23,6	26	Ostře kyselá, hustá sraženina
Jogurtová kmen 21	53,4	27,3	27,09	42	Slabě aromatická, hrubší, film se trhá
<i>Streptococcus thermophilus</i> kmen 129	28,2	24,1	19,23	37	Prázdňá, nevýrazná, film se trhá
<i>Lactobacillus Bulgaricus</i> kmen 109	45,1	38,4	22,82	42	Málo aromatická, hrubší sraženina

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 PŘÍPRAVA RŮZNÝCH DRUHŮ JOGURTŮ A ZAKYSANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ

6.1 Výroba jogurtů

Pro výrobu jogurtů bylo použito kvalitní plnotučné kravské mléko, zchlazené na 4 °C od dodavatele Agrodruštvo Roštění (zakoupeno v automatu vedle nákupního centra Čepkov Zlín). Do jednoho litru studeného čerstvého mléka bylo přidáno 25 g sušené syrovátky a 25 g sušeného odtučněného mléka, od výrobce Moravia Lacto a.s.. Mléko bylo pasterizováno při 95°C po dobu 5 minut, poté ochlazen na teplotu 38°C. Mléko bylo rozděleno do 3 sklenic o objemu 1l, inokulováno příslušnou kulturou a důkladně promícháno. Fermentace probíhala při teplotě 40°C bez míchání, každé pro určitou dobu, dle doporučení výrobce. Proces kysání byl kontrolován měřením pH koagulátu (pH Spearfor food feeting), až do hodnoty pH 4,6 (izoelektrický bod kaseinu). Poté byly jogurty vloženy do lednice a zchlazeny na 5°C. Po vychladnutí byly vhodné ke konzumaci. U takto připravených jogurtů bylo po dvou dnech provedeno měření viskozity, stanovení sušiny a senzorická analýza.

6.1.1 Pro výrobu jogurtů byly použity tyto kultury BMK:

1) Jogurtová kultura termofilní Lambda 6

Výrobce: Ets Coquard

Složení: jogurtové bakterie - kultury jsou symbiózou *Lactobacillus bulgaricus* (LB) 20% a *Streptococcus thermophilus* (ST) 80%.

Množství: 0,1 g kultury / 1 l pasterizovaného mléka dle návodu pro přípravu KMV.

2) Jogurtová kultura Laktoflora sušená

Výrobce: MILCOM a.s. závod Tábor

Obsahuje: jogurtové bakterie *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*

Množství: 1 g kultury / 1 litr ošetřeného mléka dle návodu výrobce pro přípravu KMV.

3) Jogurtová kultura Bulharský jogurt BIFIDO

Výrobce: Genesis Laboratories Sofia

Obsahuje: Směs jogurtových a bifido kultur - jogurtové bakterie *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifido bacterium fantis*, *Bifido bakterium longum*, *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium adolescentis*.

Množství: 0,2 g / 1 litr ošetřeného mléka dle návodu výrobce pro přípravu KMV.

6.2 Výroba kefiru

Čerstvé mléko z automatu od výrobce Agrodružstvo Roštění bylo ohříváno ve vodní lázni při teplotě 95°C po dobu 5 minut. Poté bylo zchlazeno a při teplotě 29- 32°C inokulováno kefirovou kulturou. Kultura byla dobře rozmíchána. Inkubovalo se v termostatu při teplotě 30°C. Při dosažení pH 4,6 (po fermentaci) přibližně za 20 hodin byl kefir přemístěn do lednice teplotou skladování okolo 5°C. U takto připraveného kefiru byla změřena viskozita a sušina kefiru.

6.2.1 Kultura pro výrobu kefiru:

1) Mlékárenská kultura Kavkazský kefir na 1-5 l mléka

Výrobce: GenesisLaboratories Sofia

Původní mlékárenská kultura z Bulharska od bulharského výrobce Genesis Lab.Sofia. Vhodná k výrobě kvalitního kefirového nápoje s vysokým obsahem živých bakterií prospěšných pro lidské zdraví.

Obsahuje: Směs kefirových kultur *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *biovar. diacetylactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, *Lactobacillus kefir*, *Candida kefir*, *Saccharomyces unisporus*, kmeny jsou použité z přírodních zdrojů a nejsou geneticky modifikovány.

Množství: 1 sáček (o hmotnosti 1g) / 1 litr mléka na výrobu kefiru dle návodu.

U všech použitých kultur byla minimální trvanlivost 1 rok a tyto kultury by měly být uchovávány při teplotě 0-10°C. Obaly kultur se nemohou uchovávat otevřené.

Tab. 4 Označení vyrobených KMV

Označení	Kysaný mléčný výrobek
Vzorek č. 1	Jogurtová kultura termofilní Lambda 6

Vzorek č. 2	Jogurtová kultura Laktoflora sušená
Vzorek č. 3	Jogurtová kultura Bulharský jogurt BIFIDO
Vzorek č. 4	Mlékárenská kultura Kavkazský kefir

6.3 Stanovení sušiny u vyrobených kysaných mléčných výrobků

Sušina byla naměřena u každého vyrobeného jogurtu třikrát. Byla stanovena podle ČSN ISO 13580 – Jogurt- Stanovení obsahu celkové sušiny.

Tab. 5 Stanovení sušiny u vyrobených KMV

Kysaný mléčný výrobek	Vzorek č. 1	Vzorek č. 2	Vzorek č. 3	Vzorek č. 4
Sušina (%)	17,99	17,96	18,2	13,33
Směr. odchylka	0,01	0,01	0,06	0,02
Variační koeficient (%)	0,0002	0,0002	0,0033	0,17

6.4 Komerční výrobky z obchodní sítě

1) Klasik bílý jogurt 150 g

Výrobce: Olma, a.s. Olomouc

Složení: mléko, mléčná bílkovina, živé jogurtové kultury.

Tab. 6 Výživové údaje na 100 g:

Využitelná energie	260KJ, 62 kcal
Bílkoviny	4,9 g
Sacharidy	4,5 g
z toho Cukry	4,5 g
Tuk	2,7 g
z toho nasycené mastné kyseliny	1,6 g
Obsah soli	0,13 g



Obr. 5 Klasik bílý jogurt

2) Activia bílá zrající v kelímku (nová extra hustá)

Výrobce: Danone, a.s.

Složení: mléko, jogurtové kultury a *Bifidus ActiRegularis*

Tab. 7 Výživové údaje na 100g :

Využitelná energie	256 KJ, 61 kcal
Bílkoviny	3,7 g
Sacharidy	4,9 g
z toho Cukry	4,9 g
Tuk	3,1 g
z toho nasycené mastné kyseliny	1,5 g
Sodík	60 mg
Vápník	147 mg

3) Selský jogurt bílý Hollandia

Výrobce: Hollandia Karlovy Vary, s.r.o.

Složení: mléko, mléčná bílkovina, jogurtová kultura, kultura *Bifidobacterium* BB12 a *Lactobacillus acidophilus* LA 5 ($10^6/g$).

Tab. 8 Výživové údaje na 100 g:

Využitelná energie	265KJ, 63 kcal
Bílkoviny	3,5 g
Sacharidy	3,8 g
z toho Cukry	3,5 g
Tuk	3,8 g
z toho nasycené mastné kyseliny	2,1 g
Obsah soli	0,1 g



Obr. 6 Selský jogurt bílý Hollandia

4) Bílý jogurt z Valaška

Výrobce: Mlékárna Valašské Meziříčí, spol. s.r.o.

Složení: mléko, mléčná bílkovina, jogurtová kultura.

Tab.9 Výživové údaje na 100 g :

Využitelná energie	280KJ, 67 kcal
Bílkoviny	4,9 g
Sacharidy	5,0 g
z toho Cukry	5,0 g
Tuk	3,1 g
z toho nasycené mastné kyseliny	2,0 g
Sodík	0,04 g



Obr. 7 Bílý jogurt z Valaška

5) Bílý jogurt Clever

Výrobce: Hollandia Karlovy Vary, s.r.o.

Složení: mléko, mléčná bílkovina, jogurtová kultura, kultura Bifidobacterium BB12 a Lactobacillus acidophilus LA 5 .

Tab. 10 Výživové údaje na 100g :

Energie	280 kJ, 67 kcal
Tuky	3,7 g
z toho nasycené mastné kyseliny	1,8 g
Sacharidy	4,6 g
z toho cukry	4,2 g
Bílkoviny	3,8 g
Sůl	0,1 g



Obr. 8 Bílý jogurt Clever

6) Kefirové mléko nízkotučné

Výrobce: Mlékárna Valašské Meziříčí, spol. s.r.o

Složení: probiotické kultury (Lactobacillus Acidophilus 10^6 /g, Bifidobacteria 10^6 /g, Streptococcus Thermophilus 10^6 /g).

Tab. 11 Výživové údaje na 100g :

Využitelná energie	170 KJ, 40 kcal
Bílkoviny	3,3 g
Sacharidy	4,1 g
z toho Cukry	4,1 g
Tuk	1,2 g
Z toh nasycené mastné kyseliny	0,8 g
Sůl	0,1 g



Obr. 9 Kefírové mléko nízkotučné

7) Kozí jogurt bílý Bio

Výrobce: BIOFARMA DoRa s.r.o.

Složení: mléko, jogurtová kultura

Trvanlivost: 14 dní

Tab. 12 Výživové údaje na 100g:

Energie	251 kJ, 60 kcal
Tuky	3,1 g
Sacharidy	3,9 g
Bílkoviny	3,5 g



Obr. 10 Kozí jogurt bílý Bio

7 Vliv aditiv na viskozitu jogurtů

Při přidání jednotlivých kultur k mléku byly přidány aditiva, která jsou povolena ve vyhlášce přidávat do jogurtu. Po inokulaci kultury byly přidány guar a xanthan gum pouze do dvou výrobků.

Tab. 13 Aditiva přidané do vyrobených KMV

Označení jogurtů	Kysané mléčné výrobky	Kultura (g/l)	Guar gum (g/l)	Xanthan gum (g/l)
Vzorek č. 1	Termofilní Lambda 6	0,1	0,1	-
Vzorek č. 2	Laktoflora sušená	1	-	0,1
Vzorek č. 3	Bulharský jogurt BIFIDO	0,2	-	-
Vzorek č. 4	Kavkazský kefír	1	-	-

8 TOKOVÉ VLASTNOSTI JOGURTŮ

8.1 Měřicí zařízení

Tokové vlastnosti kysaných mléčných výrobků byly měřeny reometrem HAAKE Rheo Stress 1. Pro měření byl sestaven model válec – válec (Z 34 DIN). Kapalina byla smýkána mezi dvěma plochami, z nichž jedna se pohybovala rovnoměrně zrychleným pohybem k vzhledem ke druhé. Podmínky při měření byly: teplota ($20 \pm 0,5$)°C, objem měřeného vzorku byl 40 ml a viskozita byla měřena v oblasti smykových rychlostí $0,1-120 \text{ s}^{-1}$.



Obr. 11 Reometr HAAKE



Obr. 12 Měření reometrem HAAKE.

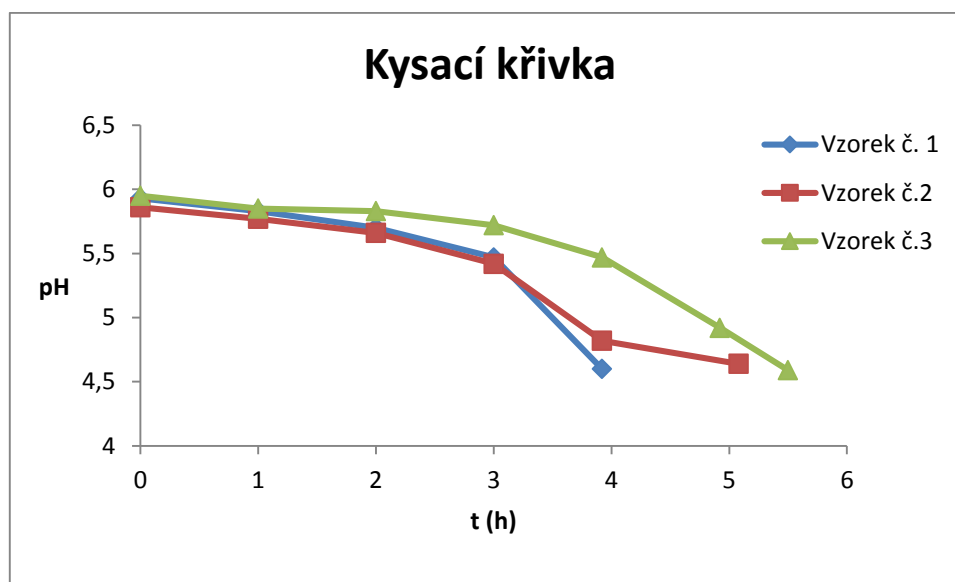
9 VÝSLEDKY A DISKUZE

9.1 Výsledné hodnocení reologických vlastností připravených jogurtů

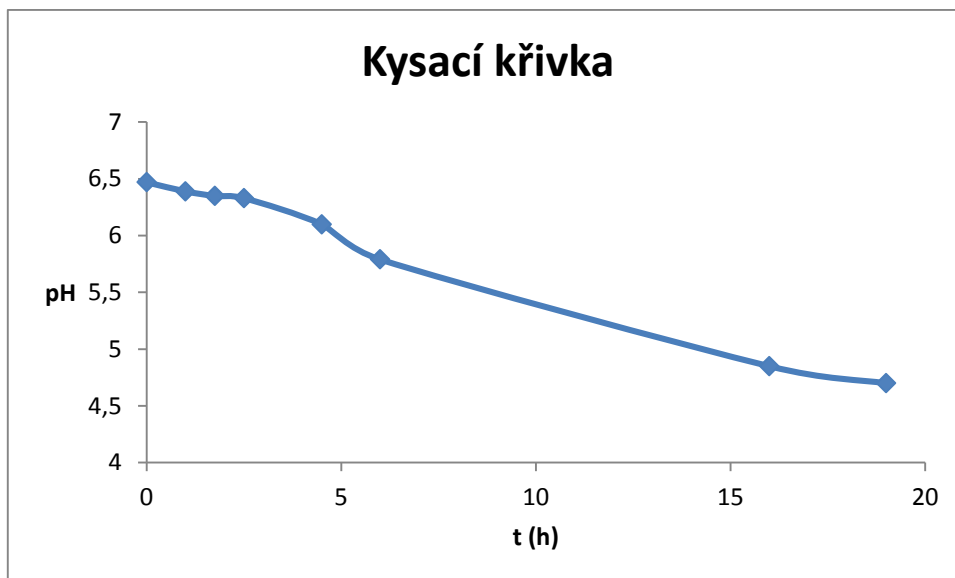
Průběhu fermentace byl měřen pH metrem Spear for food feeting a byla zaznamenána doba kysání u KMV. Grafické znázornění bylo v závislosti pH na čase. Čas byl uveden jednotkách hodin.

Tab. 14 Hodnoty pH při fermentaci KMV

Vzorek č.1		Vzorek č.2		Vzorek č.3		Vzorek č.4	
t (h)	pH	t (h)	pH	t (h)	pH	t (h)	pH
0	5,93	0	5,86	0	5,95	0	6,47
1	5,83	1	5,77	1	5,85	1	6,39
2	5,7	2	5,66	2	5,83	1,75	6,35
3	5,47	3	5,42	3	5,72	2,5	6,33
3,92	4,6	3,92	4,82	3,92	5,47	4,5	6,1
		5,08	4,64	4,92	4,92	6	5,79
				5,5	4,59	16	4,85
						19	4,7

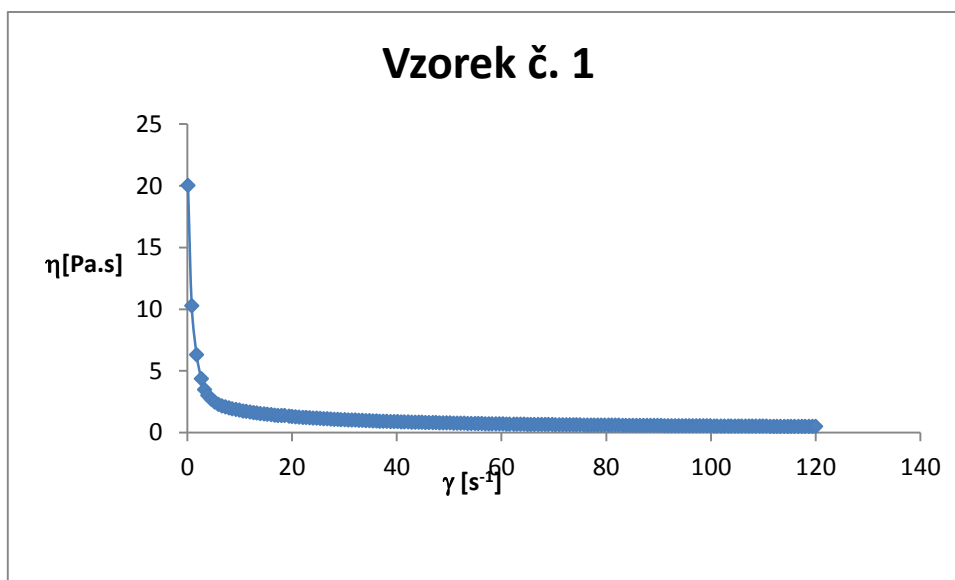


Obr. 13 Kysací křivka pro KMV

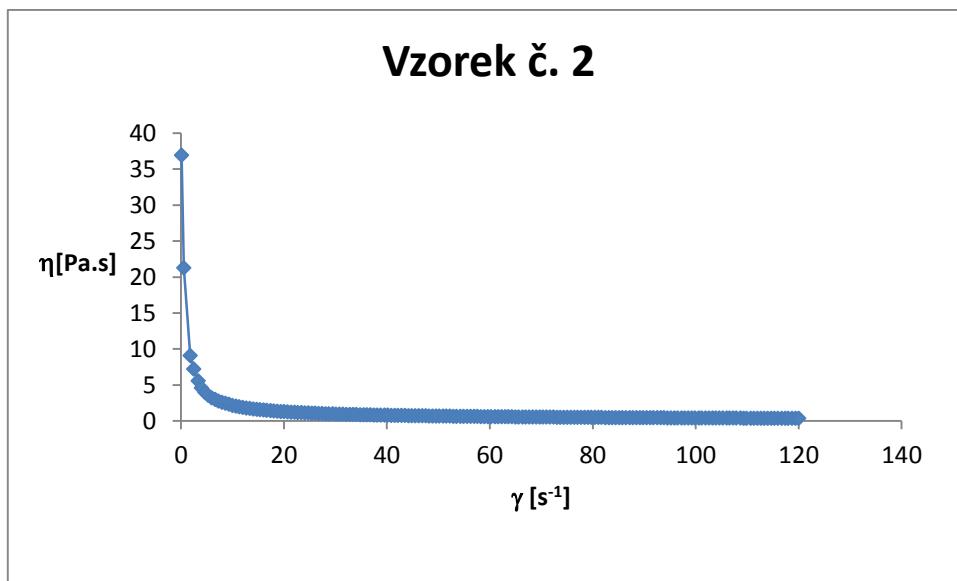


Obr. 14 Graf pro vzorek č. 4

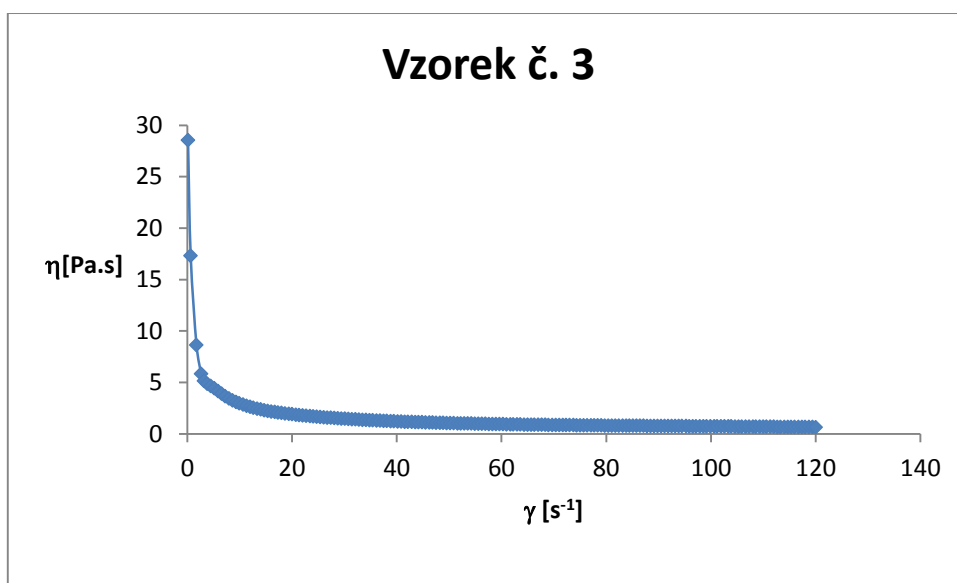
Tokové vlastnosti námi vyrobených jogurtů byly měřeny na přístroji reometr HAAKE Rheo Stress 1. Hodnoty viskozity, rychlosti smykové deformace a smykového napětí byly zpracovány do grafů. Grafy byly sestrojeny v závislosti smykového napětí a viskozity na rychlosti smykové deformace. Podle průběhu křivky závislosti byly KMV určeny jako pseudoplastické s indexem toku $n < 1$.



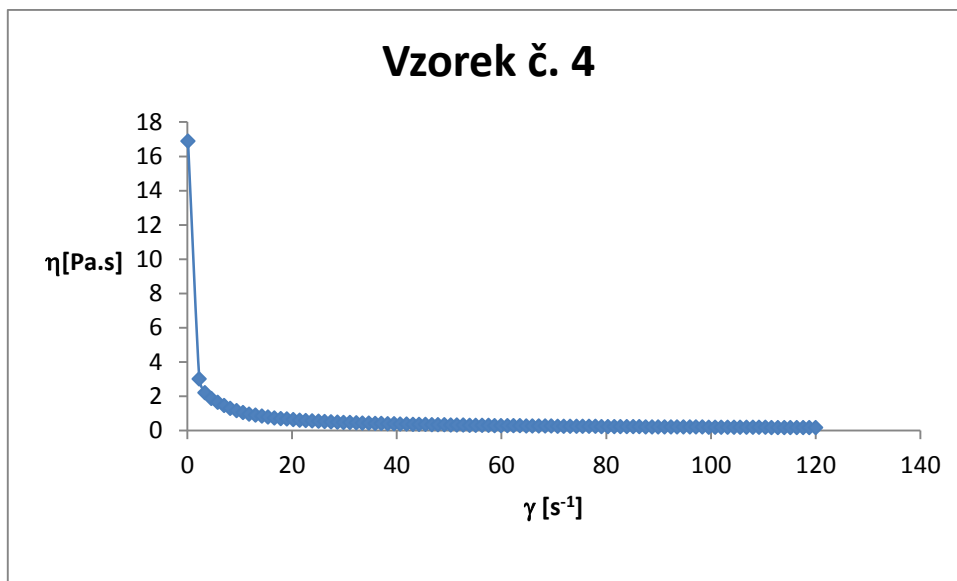
Obr. 15 Graf pro jogurt termofilní Lambda 6 (přídavek aditiva guar gum)



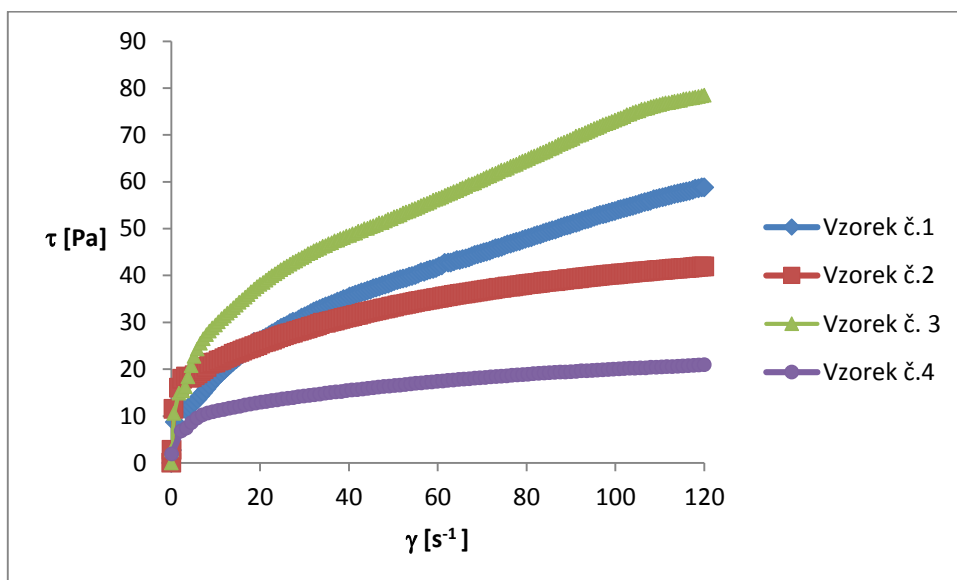
Obr. 16 Graf pro jogurt Laktoflora sušená (s přídavkem xanthan gum)



Obr. 17 Toková křivka pro Bulharský jogurt BIFIDO



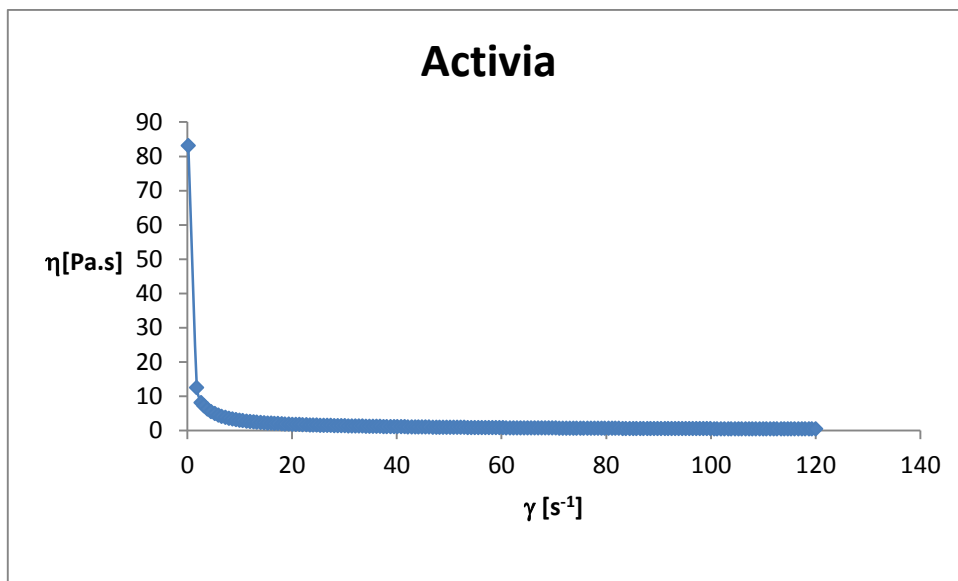
Obr. 18 Toková křivka pro kavkazský kefir



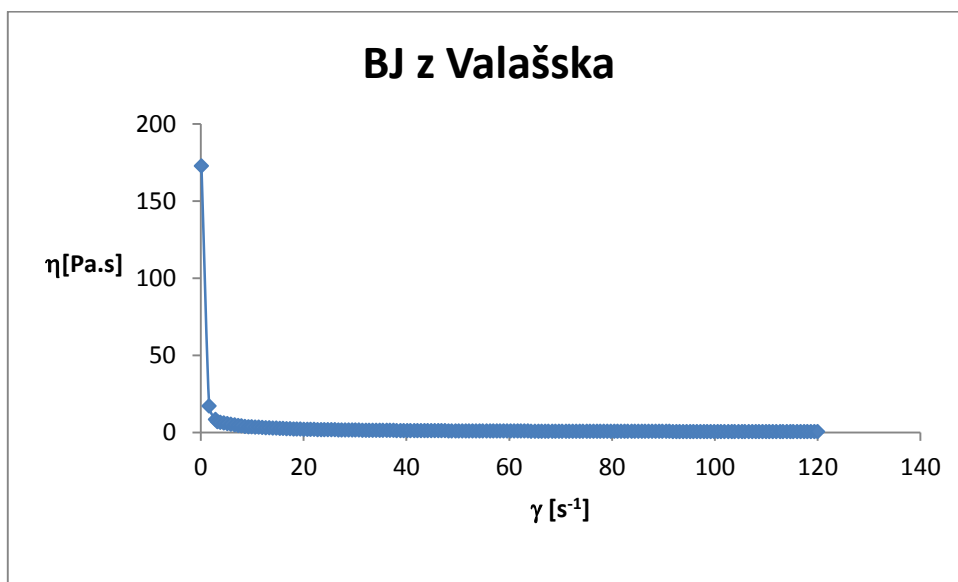
Obr. 19 Tokové křivky pro KMV

Pro srovnání viskozity námi vyrobených jogurtů byly naměřeny komerční výrobky zakoupené v obchodní síti.

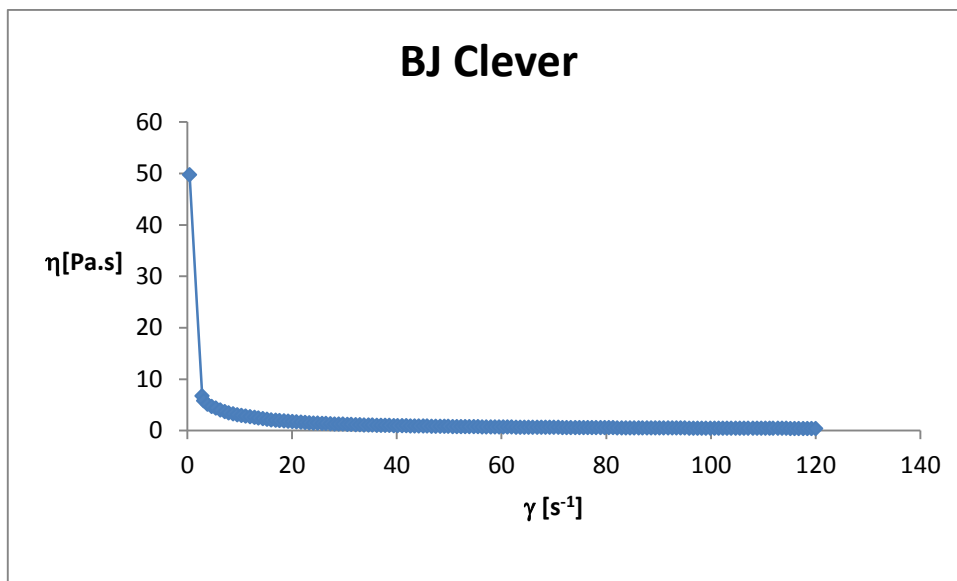
Nejprve byly vyhodnoceny grafy v závislosti dynamické viskozity na rychlosti smykové deformace.



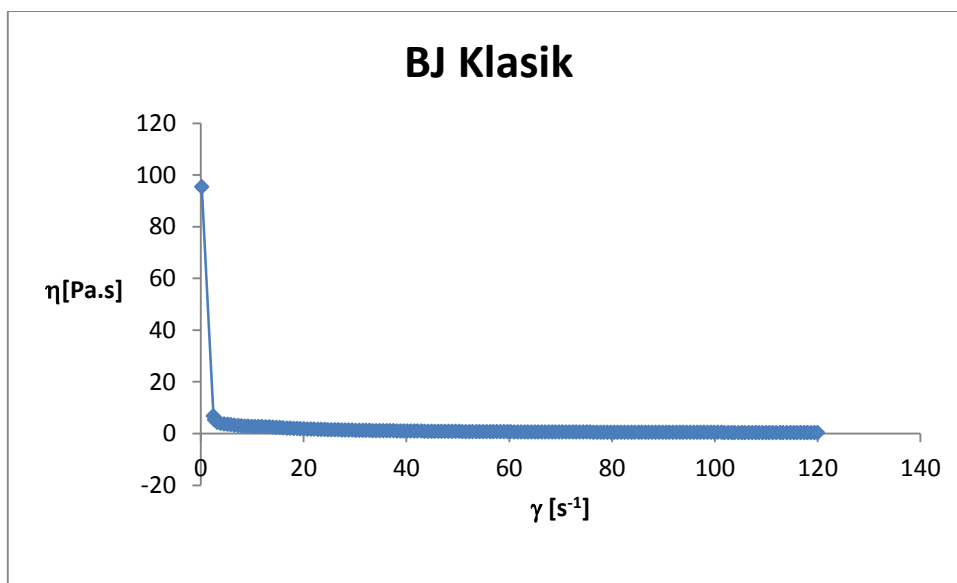
Obr. 20 Toková křivka pro Activia bílá



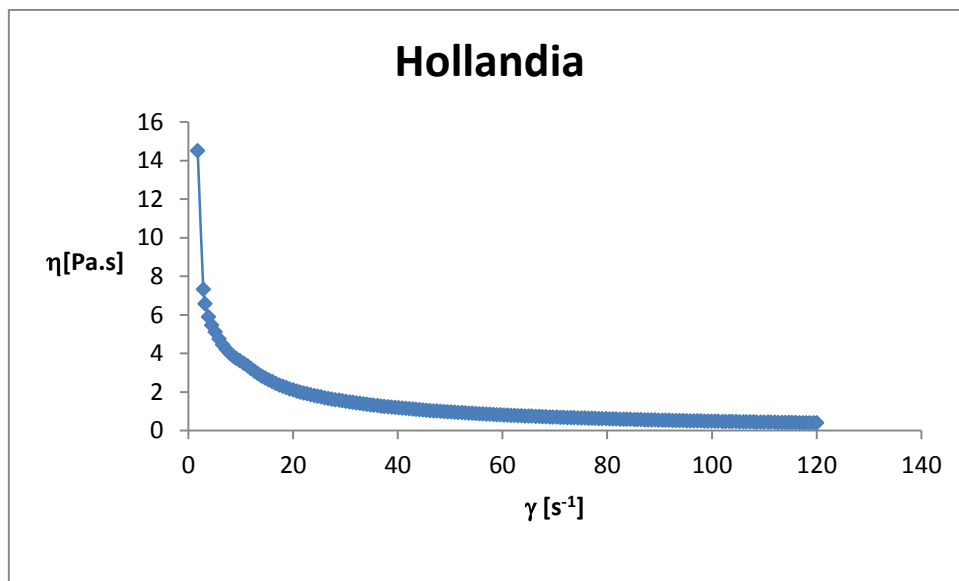
Obr. 21 Toková křivka pro Bílý jogurt z Valaška



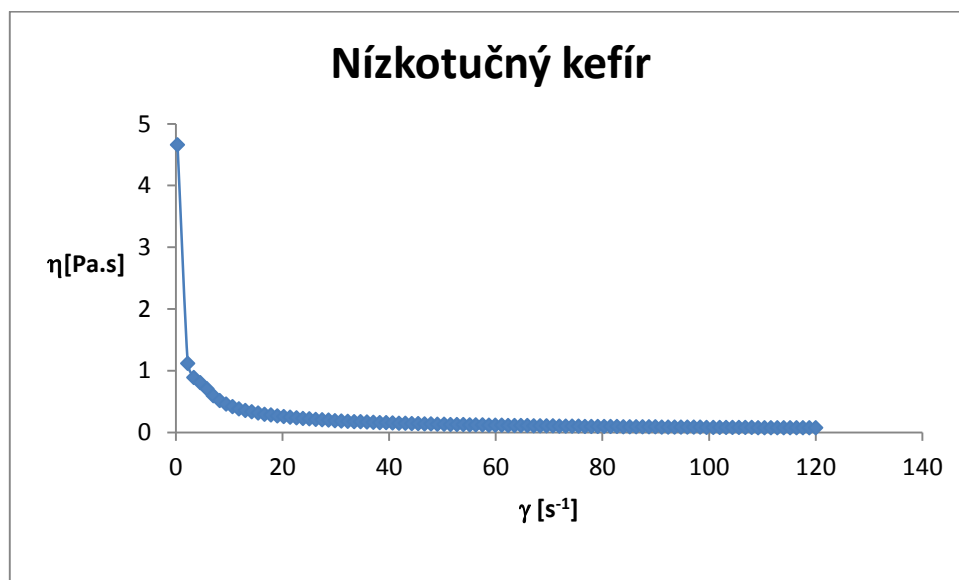
Obr. 22 Toková křivka pro bílý jogurt Clever



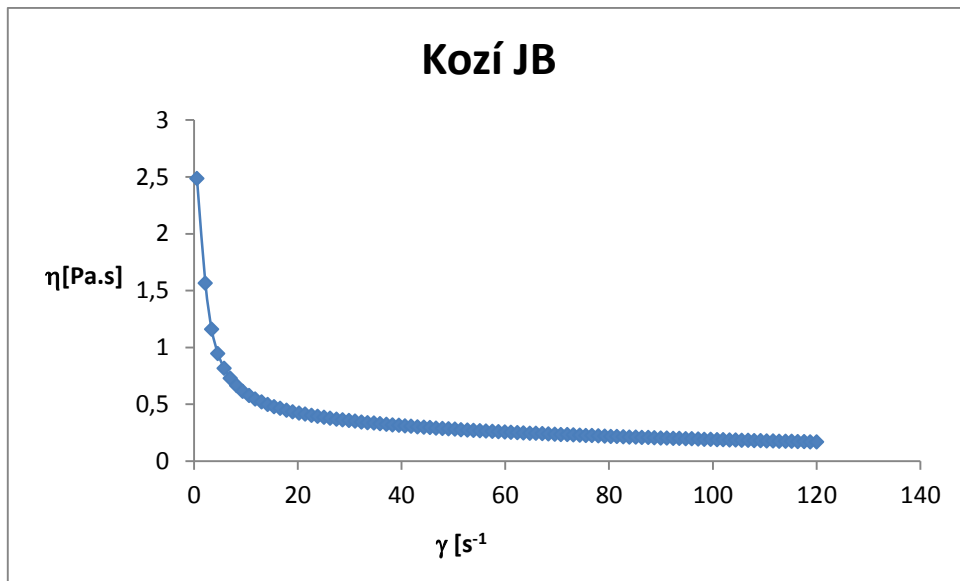
Obr. 23 Toková křivka pro bílý jogurt Klasik



Obr. 24 Toková křivka pro bílý selský jogurt Hollandia

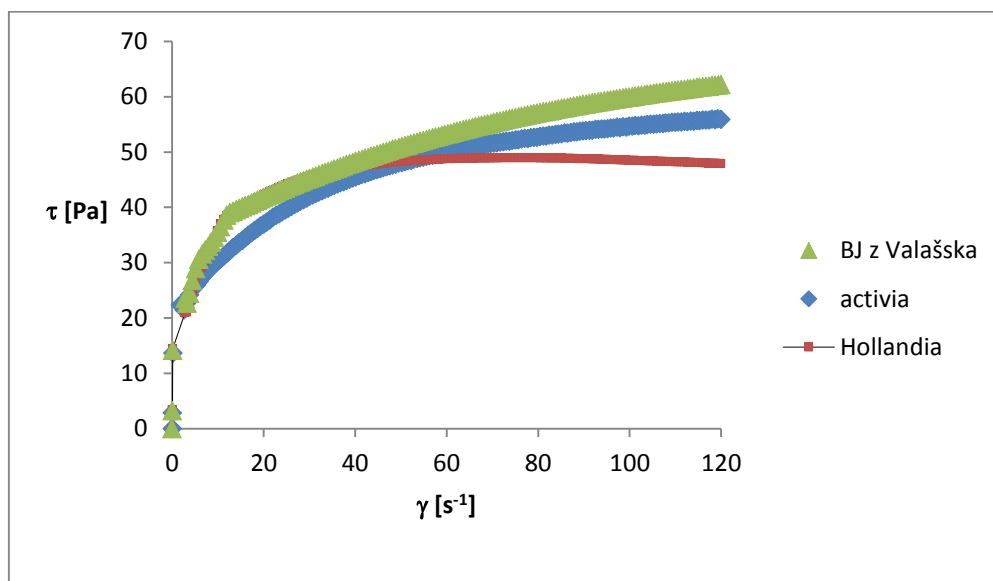


Obr. 25 Toková křivka pro nízkotučný kefír

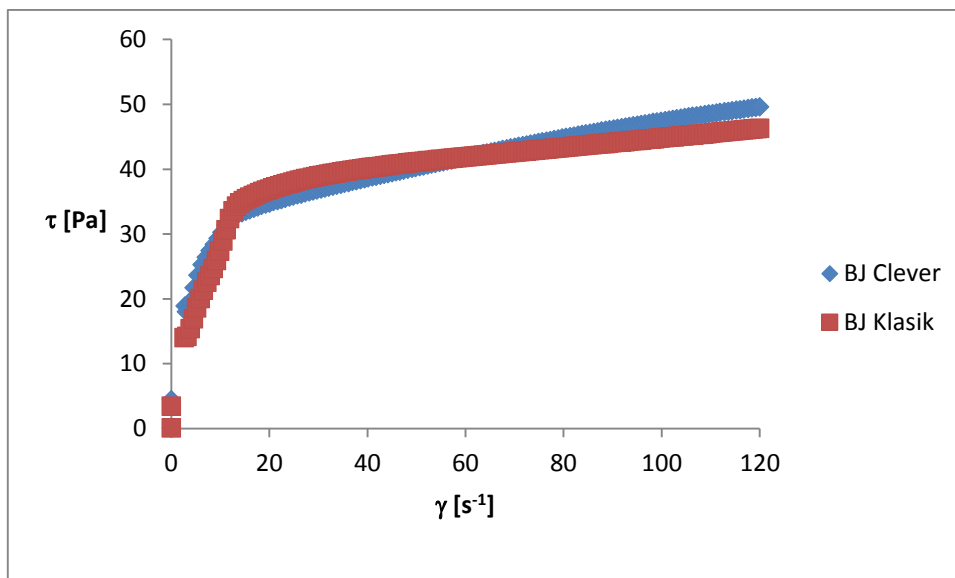


Obr. 26 Toková křivka pro Kozí jogurt bílý Bio

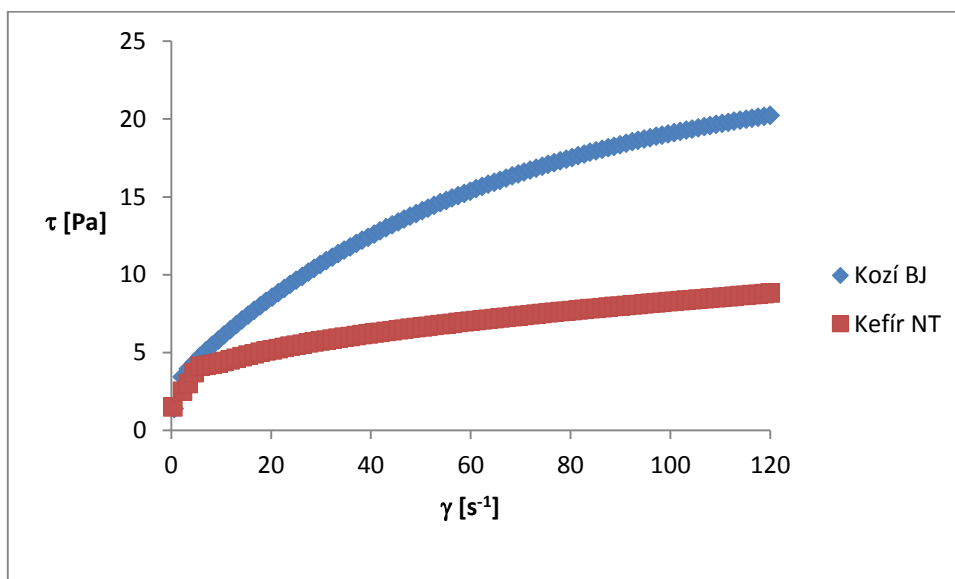
Byly sestaveny grafy v závislosti smykového napětí na rychlosti smykové deformace.



Obr. 27 Tokové křivky pro Bílý jogurt z Valaška, Activia bílá, bílý jogurt Hollandia



Obr. 28 Tokové křivky pro bílý jogurt Clever, bílý jogurt Klasik

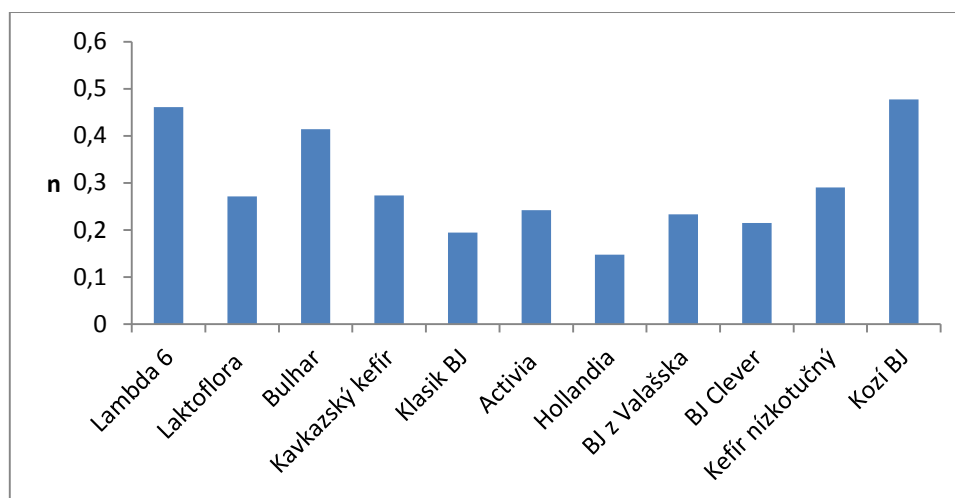


Obr. 29 Tokové křivky pro Kozí bílý jogurt a Kefír nízkotučný

Tab. 15 Hodnoty indexu toku pro jednotlivé KMV

Kysaný mléčný výrobek	Index toku	Koeficient konzistence [Pa.s ⁿ]
Vzorek č. 1	0,461	6,418
Vzorek č. 2	0,271	11,560
Vzorek č. 3	0,414	10,690
Vzorek č. 4	0,273	5,698
Klasik bílý jogurt	0,194	18,75
Activia bílá	0,242	18,18
Selský jogurt bílý Hollandia	0,147	25,810
Bílý jogurt z Vallaška	0,233	20,550
Bílý jogurt Clever	0,215	17,560

Kefír nízkotučný	0,290	2,168
Kozí jogurt bílý Bio	0,477	2,129



Obr. 30 Sloupcový diagram pro index toku u KMV

(* BJ – bílý jogurt)

Vyrobené a zakoupené KMV jsou řazeny do newtonských kapalin s pseudoplastickým chováním podle výsledků z grafického znázornění. Průběh křivky je jednoznačně klesající a index toku, který byl $n < 1$. Byl počítán pomocí mocninového zákona (rovnice č. 2) odpovídá pro pseudoplastické kapaliny.

I ostatní se zabývali konzistencí u jogurtů a měřením index toku. Používali kultury, které každé měly svoji charakteristickou vlastnost. Byly buď klasické, vysoce viskózní a byly ve formě buď ve formě hluboce zmrazené nebo lyofilizované. U výrobků, kde byla použita kultura hluboce zmrazená, byla u nich prokázána větší tuhost než u výrobku s normální startovací kulturou. Indexy toků byly spočítány pro jogurty a obecně u nich platí, že se zvyšujícím se součinitel konzistence klesá index toku [28].

Potvrdilo se nám a platí, že u všech KMV s vyšším koeficientem konzistence je menší index toku. Jednoznačně u selského jogurtu bílý Hollandia byl nejvyšší koeficient konzistence 25,81 Pa/sⁿ a nejmenší index toku $n = 0,147$. U vyrobených výrobků byl nejmenší index toku u vzorku č. 2 $n = 0,271$ a koeficient konzistence 11,56 Pa/sⁿ.

9.2 Senzorické hodnocení

Byly hodnoceny námi vyrobené jogurty, u nichž byly sledovanými znaky vzhled, chuť a vůně, přítomnost cizích pachů a pachutí. Každý znak měl určitou škálu hodnocení, podle kterého si hodnotící vybral určité bodové hodnocení. Na závěr bylo provedeno celkové hodnocení, kde byly vzorky seřazeny od nejlepšího. Posuzovatelé byli pracovníci z Ústavu analýzy a technologie potravin.

Tab. 16 Výsledky sensorické analýzy pro vzorek č. 1

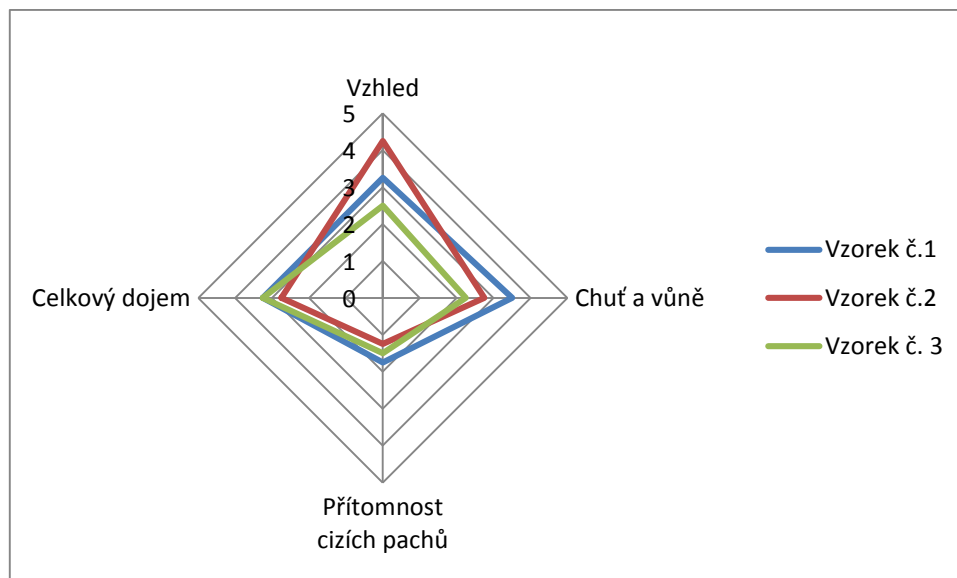
Vzorek č. 1	Vzhled	Chuť a vůně	Přítomnost cizích pachů	Celkový dojem
Arit.průměr	3,25	3,5	1,75	3,25
Směr. odchylka	1,71	0,6	1,50	1,26
Var. Koeficient (%)	52,5	16,5	85,7	38,7

Tab. 17 Výsledky sensorické analýzy pro vzorek č. 2

Vzorek č. 2	Vzhled	Chuť a vůně	Přítomnost cizích pachů	Celkový dojem
Arit. průměr	4,25	2,75	1,25	2,75
Směr. odchylka	0,50	0,50	0,50	0,50
Var. Koeficient (%)	11,8	18,2	40,0	18,2

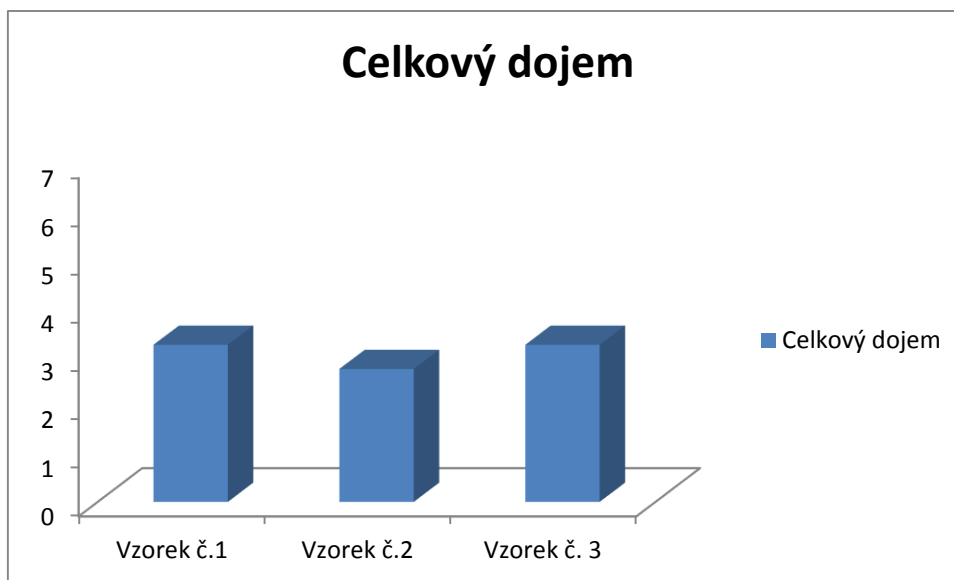
Tab. 18 Výsledky sensorické analýzy pro vzorek č. 3

Vzorek č. 3	Vzhled	Chuť a vůně	Přítomnost cizích pachů	Celkový dojem
Arit. průměr	2,5	2,25	1,5	3,25
Směr. odchylka	1,0	0,96	1,0	0,96
Var. Koeficient (%)	40,0	42,6	66,7	29,5



Obr. 31 Senzorické hodnocení KMV

Graf byl sestaven z průměrných hodnot jednotlivých hodnocení. Pro vzorek č. 2 byl vzhled velmi špatný, protože obsahoval hrudky, ale přesto na hodnotitele zapůsobil z celkového dojmu nejlépe oproti ostatním. Pro vzorek č. 1 byla nejhůře hodnocena chuť a vůně a pro hodnocení u vzhledu obsahoval velké hrudky. U vzorku č. 3 byl problém u vzhledu, protože byl řídký a obsahoval hrudky malé. Celkově vzorek č. 3 dopadl se vzorkem č. 1 stejně v celkovém dojmu.



Obr. 32 Celkové hodnocení KMV

10 DISKUZE ZÍSKANÝCH VÝSLEDKŮ A FORMULACE ZÁVĚRU

Cílem práce byla výroba kysaných mléčných výrobků z různých kultur a porovnání jejich reologických vlastností s komerčně vyráběnými produkty, měřením jejich tokových vlastností. U výroby jogurtů bylo především velmi důležité správné tepelné ošetření mléka, kvůli zabezpečení zdravotní nezávadnosti výrobků. Tím bylo zajištěno vhodné prostředí pro startovací kultury, které byly přidány do vychlazeného pasterovaného mléka.

Podle Tamime [1] je jednou z hlavních funkcí mikrobiologické startovací kultury v mléčných výrobcích zlepšení reologických vlastností výrobku. Specifické kultury i složení bakteriálních kultur používaných pro kvašení nebo kombinace startovacích kultur s jedním nebo více probiotiky, hrají roli ve vývoji struktury u jogurtu. Každá startovací kultura potřebuje určitou teplotu kysání, každá má jinou specifickou kysací schopnost. To má především vliv na chuť a konzistenci kysaných mléčných výrobků [1].

Byly sestrojeny kysací křivky, podle nichž bylo pozorováno pH u kysaných mléčných výrobků. Nejdelší proces fermentace byl u Kavkazského kefiru, který byl inkubován při 30°C. U jogurtů byl rychlejší průběh, neboť hraje roli startovací kultura a inkubace proběhla při 40°C po dobu 5,5 hodiny u Lambdy 6, Laktoflory sušené a u Bulharského jogurtu. Další rozhodující vlastností je sušina, která má vliv na pevnosti koagulátu a nedochází k oddělování syrovátky. Nejvyšší sušina byla naměřena u Bulharského jogurtu Bifido 18,2 % do něhož byla přidána sušená syrovátka 25 g/l a 25 g/l sušeného odtučněného mléka, což lze předpokládat. Nejmenší sušina byla 13,33 % u Kavkazského kefiru, který nebyl zahuštěn. U dalších výrobků bylo zjištěná hodnota sušiny 17,96 % u Laktoflory a 17,99 % u Lambda 6 přibližně stejná jako u Bulharského jogurtu Bifido, protože byly stejně zahuštěny.

Účinek přidání syrovátkové bílkoviny (sušené syrovátky) má vliv na strukturní vlastnosti u jogurtů. Složení mléka při tepelné ošetření značně ovlivňuje mikro i makroskopické vlastnosti koagulátu u jogurtů. Velikost částic se zvyšuje v závislosti při rostoucím obsahu syrovátkové bílkoviny a snižuje se v závislosti na zvýšený obsah tuku. Pevnost a zdánlivá viskozita se u jogurtů zvyšují v závislosti na zvýšeném působení mezi částicemi a to způsobené shlukováním syrovátkových proteinů. Čím vyšší je obsah kaseinu nebo hladiny tuku, tím jsou pozorovány menší dutiny v síti. Přidáním syrovátkových bílkovin do nízkotučných jogurtů posiluje jejich pevnost [29].

Tokové vlastnosti kysaných mléčných výrobků byly posouzeny podle naměřených dat a to podle hodnot smykového napětí, rychlosti smykové deformace a dynamické viskozity.

Z těchto hodnot byly sestrojeny grafy v závislosti dynamické viskozity a rychlosti smykové deformace, podle tvaru křivky bylo určeno jejich chování. U všech výrobků i komerčních z obchodů se jedná o pseudoplastické kapaliny, jsou řazeny mezi neneutonské, kdy se mění jejich viskozita klesá se zvyšující se smykovou rychlostí deformace. Typický průběh křivky je klesající závislosti dynamické viskozity, což je patrné z hodnot indexu toku. Výsledky indexu toku se pohybovaly v rozmezí $n < 1$, jedná se o kapaliny s pseudoplastickým chováním. Index toku byl počítán podle nepoužívanějšího a jednoduchého modelu mocninového zákona (dle rovnice č. 4). U komerčních výrobků byl nejvyšší index toku u výrobku kozí bílý jogurt Bio 0,477 a nejmenší index toku byl výrobku Selský jogurt bílý Hollandia 0,147. U vyrobených KVM byl index toku u vzorku č. 2 (Laktoflora sušená) 0,271 a nejvyšší 0,461 byl u vzorku č. 1 (termofilní Lambda 6).

U sensorické analýzy byla vnímána chuť vůně, vzhled, přítomnost cizích pachů a pachutí. Byly vyhodnoceny tyto KVM Lambda 6 (vzorek č. 1), Laktoflora sušená (vzorek č.2) a Bulharský jogurt (vzorek č.3). Nejlépe byl ohodnocen vzorek č. 2, zapůsobil celkovým dojmem nejlépe, i když byl hodnocen nejhůře pro vzhled, protože obsahoval hrudky.

ZÁVĚR

Na výrobu KMV byly používány různé startovací kultury a proces fermentace byl závislý na obsahu mikroorganismů použitých v kultuře. Nejdelší kysací průběh byl u kefiru, protože složení kultury si vyžaduje rozdílnou teplotu inkubace než u ostatních vyrobených KMV.

Tokové vlastnosti KMV zobrazené v grafech nám ukázaly, že se jedná o pseudoplastické kapaliny s indexem toku $n < 1$. Čím byl nižší index toku, tím bylo pseudoplastické chování výraznější. Odrazí se to zejména v konzistenci u jogurtu, kdy se jedná o hutnější konzistenci. Nejmenší index toku měl výrobek selský jogurt Hollandia 0,147 a u vyrobených jogurtů to byl vzorek č. 2 (Laktoflora sušená) index toku 0,271 a vzorek č. 4 (Bulharský jogurt s Bifido) index toku 0,273.

Z pohledu senzorické analýzy byl celkově hodnocen nejlépe vzorek č. 2, jogurt s kulturou Laktoflora sušená. U vzhledu byla vada, že obsahoval hrudky jinak chuť a vůně byla velmi dobrá, jogurtová chuť byla typická pro jogurt tohoto typu. U přítomnosti cizích pachů byly drobné odchylky od běžné vůně a chuti daného typu jogurtu.

U reologických vlastností potravin je velmi významné vědět jejich složení (stavební jednotky) a texturu. V rámci výroby být seznámen s podmínky zpracování a uskladnění, které často ovlivňují reologické chování (např. vliv teploty).

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] TAMIME, A. Y.; ROBINSON, R.K. Yoghurt [online]. WoohedPublishing, 3.3.2010. ISBN978-1-61583-327-6. Dostupné z: http://portal.k.utb.cz.proxy.k.utb.cz/articles/record?id=FETCHdawson_primary_97818456926121&lang=cze
- [2] Kde se vzal jogurt? [on-line]. [cit. 2014-02-21]. Dostupný z: <http://www.jimehlavou.cz/cz/mleko-a-mlecne-vyrobky/Emag/DetailClanku/ic-253/kde-se-vzal-jogurt.html>
- [3] KROOVÁ, Hana. *Jogurtový receptář*. Prevence a léčení pomocí jogurtů a mléčných kultur. Praha: Mediva, 1991. 39s. ISBN
- [4] ŠUSTOVÁ, Květoslava a Vladimír SÝKORA. *Mlékárenské technologie*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova univerzita, 2013, 223 s. ISBN 978-80-7375-704-5.]
- [5] KADLEC, Pavel, Karel MELZUCH a Michal VOLDŘICH. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2010, 536 s. ISBN 978-80-7418-051-4.
- [6] BERGILLOS-MECA, T., C. CABRERA-VIGUE, R. ARTACHO, M. MORENO-MONTORO, M. NAVARRO-ALARCÓN, M. OLALLA, R. GIMÉNEZ and D. RUIZ-LÓPEZ. Influence of milk ultrafiltration on Ca, Mg, Zn and plevels in fermented goats milk. *Small Ruminant Research*. March 2015, vol. 124, p. 95 – 100. Dostupný na Science-rect: <http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0921448815000127>
- [7] Kozí mléko.[online]. [cit. 2010-02-20]. Dostupný z : <http://www.schok.cz/produkty/kozi-mleko>
- [8] KADLEC, Pavel. *Technologie potravin II*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2002, 236 s. ISBN 80-7080-510-2
- [9] HUTKINS, Robert W. *Microbiology and technology of fermented foods*. 1st ed. Chicago: IFT Press, 2006, xi, 473 s. ISBN 978-0-470-27751-5. Dostupné z Xerxes: <http://onlinelibrary.wiley.com.proxy.k.utb.cz/book/10.1002/9780470277515>
- [10] HYL MAR, Bohumil. *Výroba zakysaných mléčných výrobků: technika a technologie potravinářského průmyslu*. 1. Praha: Tiskařské závody, 1986. 212s. ISBN 04-812-86.

- [11] SALMINEN, Seppo, Atte von WRIGHT a Arthur C OUWEHAND. *Lactic acid bacteria: microbiological and functional aspects*. 3rd ed., rev. and expanded. New York: Marcel Dekker, c2004, xiii, 633 s. ISBN 0-8247-5332-1.
- [12] GÖRNER, Fridrich a Ľubomír VALÍK. *Aplikovaná mikrobiológia poživatín: princípy mikrobiologie poživatín, potravinársky významné mikroorganizmy a ich skupiny, mikrobiologiapotravinárskych výrob, ochorenia mikrobiálneho povodu, ktorých zárodky sú prenášané poživatinami*. 1. vyd. Bratislava: Malé centrum, 2004, 528 s. ISBN 8096706497.
- [13] GOTTSCHALK, Gerhard. *Bacterial metabolism*. 2nd ed. New York: Springer, 1986, xiii, 359 s. ISBN 0-387-96153-4.
- [14] YILMAZ, M.T., E. DERTLI, O.S. TOKER, N.B. TATLISU, O. SAGDIC and M. ARICI. Effect of in situ exopolysaccharide production on physicochemical, rheological, sensory, and microstructural properties of the yogurt drink Ayran: an optimization study based on fermentation kinetics. *Journal of Dairy Science*. March 2015, vol. 98, 3, p. 1604-1624. Dostupný z ScienceDirect:
<http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0022030214009023>
- [15] PAVLÍNEK, Vladimír, ŠTĚNIČKA, Martin a Miroslav MRLÍK. *Reologie potravin a kosmetických prostředků. Zvyšování exkluzivity výuky technologie tuků, kosmetiky a detergentů*. Fakulta technologická, UTB ve Zlíně.
- [16] FERNANDES, Rhea. *Dairy products*. Cambridge: Leather head Publishing, c2009, xiii, 173 s. ISBN 978-1-9052-2462-3.
- [17] SMITT, GERRIT. *Dairy Processing – Improving Quality* [on-line]., WoohheadPublishing, 2.12.2003. ISBN 978-1-85573-676-4. Dostupné z :
<http://portal.k.utb.cz.proxy.k.utb.cz/articles/results?query=Dairy+processing&lang=cze>
- [18] ANONYM. Česko. Vyhláška č. 77/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje. *Sbírka zákonů České republiky*. 2003, částka 32, s. 2488-2516. ISSN 1211-1244.
- [19] AKALIN, A.S., G. UNAL, N. DINCKI and A.A. HAYALOGLUT. Microstructural, textural, and sensory characteristics of probiotics yogurts fortified with sodium calcium caseinate or whey protein concentrate. *Journal of Dairy Science*. July 2015, vol. 95, 7, p. 3617 -3628 DOI: 10.3168/jds.2011-5297. Dostupný na ScienceDirect:
<http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0022030212003426>

- [20]GUL,O., M. MORTAS, I.ATALAR, M. DERVISOGLU and T. KAHVAOGLU. Manufacture and characterization of kefir made from cow and buffalo milk, using kefir grain and starter culture. *Journal of Dairy Science*. March 2015, vol. 98 , 3, p. 1517-1525. DOI:10.3168/jds.2014-8755. Dostupný na ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0022030215000120>
- [21] LUCERO, M. J. , J. GARCÍA, J. VIGO and M. J. LEÓN. A rheological study of semisolid preparations of Eudragit. *International Journal of Pharmaceutics*. 1995, vol. 116, 1., p. 31-37. DOI:10.1016/0378-5173(94)00268-A. Dostupný na Science Direct: <http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/037851739400268A>
- [22]FIGURA, Ludger, Arturh A., TEXTEIRA. *Food Physics: Physical Properties - Measurement and Applications*. XV. Springer , 2007, 550 p. ISBN 978-3-540-34194-9
- [23]JANALÍK, Jaroslav. *Viskozita tekutin a její měření* [online]. Ostrava, 2010 [cit. 2013 – 03-06]. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. Dostupné z: <http://www.338.vsb.cz/PDF/TEXTviskozitaPDF.pdf>
- [24]WEIN, Ondřej. *Úvod do reologie*. Vyd. 1. Brno: Malé centrum, 1996, 84 s. ISBN 80-238-0928-8.
- [25] MULLINEUX, G., M.J.K., Simomons. Influence of rheological model on the processing of yoghurt. *Journal of Food Engineering*. 2008, vol. 84, 2., p. 250 – 257. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2007.05.015. Dostupný z ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0260877407003056>
- [26]MACOSKO, Christopher W. *Rheology: principles, measurements, and applications*. New York: Wiley, 1994, xviii, 550 s. ISBN 0-471-18575-2.
- [27] BONG,D.D a Moraru,C.I. Use of micellar casein concentrate for Greek-style jogurt manufacturing: Effects on processing and product properties. *Journal of Dairy Science*. 2014, vol. 97 , 3, s. 1259-1269. DOI: 10.3168/jds.2013-7488. Dostupný na ScienceDirect:<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030214000472>.
- [28] ROHM, H., A. KOVAC. Effects of starter cultures on small deformation rheology of stirred yoghurt. 1995, 3., p. 319-322. DOI: 10.1016/S0023-6438(95)94505-9 . Dostupný na ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0023643895945059>

[29] KRZEMINSKI, A., K. GROßHABLE, J. HINRICHS. Structural properties of stirred yoghurt as influenced by whey proteins. LWT – Food Science and Technology. 2011, 10., p. 2134- 2140. DOI:10.1016/j.lwt.2011.05.018. Dostupný na ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0023643811001666>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BMK Bakterie mléčného kvašení

EPS Exopolysacharidy

KMV Kysané mléčné výrobky

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Výroba fermentovaných kysaných výrobků [5].....	25
Obr. 2 Vliv proudění na částice v neneutonské kapalině [23].....	28
Obr. 3 Zdánlivá viskozita neneutonských kapalin [23].....	29
Obr. 4 Typy rotačních viskozimetrů [23].	32
Obr. 5 Klasik bílý jogurt.....	39
Obr. 6 Selský jogurt bílý Hollandia.....	40
Obr. 7 Bílý jogurt z Valašska	40
Obr. 8 Bílý jogurt Clever.....	41
Obr. 9 Kefírové mléko nízkotučné	42
Obr. 10 Kozí jogurt bílý Bio.....	42
Obr. 11 Reometr HAAKE	44
Obr. 12 Měření reometrem HAAKE.	44
Obr. 13 Kysací křivka pro KMV	45
Obr. 14 Graf pro vzorek č. 4.....	46
Obr. 15 Graf pro jogurt termofilní Lambda 6 (přídavek aditiva guar gum).....	46
Obr. 16 Graf pro jogurt Laktoflora sušená (s přídavkem xanthan gum).....	47
Obr. 17 Toková křivka pro Bulharský jogurt BIFIDO.....	47
Obr. 18 Toková křivka pro kavkazský kefir.....	48
Obr. 19 Tokové křivky pro KMV.....	48
Obr. 20 Toková křivka pro Activia bílá	49
Obr. 21 Toková křivka pro Bílý jogurt z Valašska	49
Obr. 22 Toková křivka pro bílý jogurt Clever.....	50
Obr. 23 Toková křivka pro bílý jogurt Klasik.....	50
Obr. 24 Toková křivka pro bílý selský jogurt Hollandia.....	51
Obr. 25 Toková křivka pro nízkotučný kefir.....	51
Obr. 26 Toková křivka pro Kozí jogurt bílý Bio.....	52
Obr. 27 Tokové křivky pro Bílý jogurt z Valašska, Activia bílá, bílý jogurt Hollandia.....	52
Obr. 28 Tokové křivky pro bílý jogurt Clever, bílý jogurt Klasik	53
Obr. 29 Tokové křivky pro Kozí bílý jogurt a Kefír nízkotučný	53
Obr. 30 Sloupcový diagram pro index toku u KMV	54
Obr. 31 Senzorické hodnocení KMV	56
Obr. 32 Celkové hodnocení KMV.....	56

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Chemické složení mlék různých druhů savců (g / 100g) [1].....	13
Tab. 2 Dle vyhlášky č.77/2003 Sb., jsou používány tyto druhy živých mikroorganismů v mléčných fermentovaných výrobcích	21
Tab. 3 Vliv jednotlivých druhů ČMK na jakost a reologické vlastnosti koagulátu [10].....	33
Tab. 4 Označení vyrobených KMV.....	37
Tab. 5 Stanovení sušiny u vyrobených KMV.....	38
Tab. 6 Výživové údaje na 100 g:	38
Tab. 7 Výživové údaje na 100g :	39
Tab. 8 Výživové údaje na 100 g:	39
Tab.9 Výživové údaje na 100 g :	40
Tab. 10 Výživové údaje na 100g :	41
Tab. 11 Výživové údaje na 100g :	41
Tab. 12 Výživové údaje na 100g:	42
Tab. 13 Aditiva přidané do vyrobených KMV	43
Tab. 14 Hodnoty pH při fermentaci KMV	45
Tab. 15 Hodnoty indexu toku pro jednotlivé KMV	53
Tab. 16 Výsledky sensorické analýzy pro vzorek č. 1	55
Tab. 17 Výsledky sensorické analýzy pro vzorek č. 2	55
Tab. 18 Výsledky sensorické analýzy pro vzorek č. 3	55

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: NÁZEV PŘÍLOHY