

Extrakce biologicky aktivních látek z jogurtu

Bc. Jaroslava Obdržálková

Diplomová práce
2010

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav biochemie a analýzy potravin
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jaroslava OBDRŽÁLKOVÁ**
Osobní číslo: **T080343**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Extrakce biologicky aktivních látek z jogurtů**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

- Zpracovat literární rešerši na obsah a stanovení biologicky aktivních látek v jogurtech.

II. Praktická část

- Zvolit vhodnou metodiku extrakce a stanovení biologicky aktivních látek, provést její optimalizaci a validaci.
- Statisticky vyhodnotit získané výsledky a diskutovat je.



Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] Athes V, Lillo MPY, Bernard C, et al. Comparison of experimental methods for measuring infinite dilution volatilities of aroma compounds in water/ethanol mixtures. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2004, 52, 2021–2027.

[2] Lubbers S, Decourcelle N, Vallet N, et al. Flavor release and rheology behavior of strawberry fatfree stirred yogurt during storage *Journal of agricultural and food chemistry*, 2004, 52, 3077 –3082.

[3] Mei JB, Reineccius GA, Knighton WB, et al. Influence of strawberry yogurt composition on aroma release. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2004, 52, 6267 –6270.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Vladimír Mrkvička, Ph.D.**

Ústav chemie

Datum zadání diplomové práce: **4. ledna 2010**

Termín odevzdání diplomové práce: **19. května 2010**

Ve Zlíně dne 8. dubna 2010



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan




prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
ředitel ústavu

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 19.5.2010

.....

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 vzdělávacímu 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

V praktické části této jsou charakterizovány jogurty a jejich způsob výroby. Dále jsou zde také popsány látky podílející se na aromatu potravin.

V praktické části této práce byla sledována aktivní kyselosti, titrační kyselost a také množství biologicky aktivní látky v jogurtu v závislosti na době skladování. Aktivní kyselost měla až na osmý den skladování klesající tendenci až k pH 4,1. Titrační kyselost nakonec dosáhla v den spotřeby 668 SH u bílého jogurtu a 588 SH u jahodového jogurtu z původních 540 SH (resp. 450 SH) v první den skladování tohoto pokusu. Obsah většiny stanovených biologicky aktivních látek byl nejvyšší v osmém dni skladování.

Klíčová slova: aktivní a titrační kyselost, biologicky aktivní látky

ABSTRACT

In the theoretical part of this thesis yogurts and their production is described. Then the substances which make food aroma are described as well.

In the practical part of this thesis the active sourness, titrating sourness and quantity biologically active compounds were determined depending on storage. Active sourness went down to 4.1 in exception of the eighth day of storage. The titrating sourness reached 668 SH by white yoghurt and 588 SH by strawberry yoghurt in consumption day from 540 SH (resp. 450SH) in the first day of storage. The amount of the major determined biological active compounds was highest in the eighth day of storage.

Keywords: active and titrating sourness, biologically active substances

Touto cestou chci poděkovat za odborné vedení, cenné připomínky a návrhy k vypracování svého vedoucímu diplomové práce Ing. Vladimíru Mrkvičkovi, Ph.D. a také chci poděkovat Ing. Markétě Šípalové za odbornou pomoc v laboratoři.

Také bych ráda poděkovala společnosti Yoplait Czech, a.s za poskytnutí vzorků jogurtu.

Zvláště bych chtěla poděkovat rodičům za obětavou pomoc a podporu za dobu mého studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 MLÉKO	12
1.1 BIOLOGICKÁ A NUTRIČNÍ HODNOTA MLÉKA A MLÉČNÝCH VÝROBKŮ.....	12
1.2 ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI A SLOŽENÍ MLÉKA	12
1.2.1 Mléčný cukr.....	13
1.2.2 Bílkoviny mléka	14
1.2.3 Mléčný tuk.....	14
1.2.4 Minerální látky	15
1.2.5 Vitaminy mléka	15
1.3 VLASTNOSTI MLÉKA	16
1.3.1 Organoleptické vlastnosti mléka	16
1.3.2 Fyzikálně-chemické vlastnosti mléka	16
2 ČISTÉ MLÉKAŘSKÉ KULTURY	18
3 ROZDĚLENÍ FERMENTOVANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ	21
3.1 JOGURTY.....	21
3.1.1 Jogurty s pevným koagulátem	22
3.1.2 Jogurty krémovité.....	27
3.1.3 Jogurty tekuté (pitné, nápoje)	32
4 VLIV JOGURTU NA ZDRAVÍ A SPOTŘEBA JOGURTŮ	35
5 AROMATICKÉ LÁTKY	38
5.1.3.1 Aldehydy.....	43
5.1.3.2 Ketony.....	43
5.1.4 Karboxylové kyseliny.....	43
5.1.4.1 Nižší mastné kyseliny	44
5.1.4.2 Alifatické hydroxykyseliny	44
5.1.4.3 Aromatické kyseliny	44
6 BIOLOGICKY AKTIVNÍ LÁTKY STANOVENÉ V JOGURTECH	45
II PRAKTICKÁ ČÁST	47
7 CÍL PRÁCE	48
8 VZORKY	49
9 METODIKA PRÁCE	51
9.1 EXTRAKCE BIOLOGICKY AKTIVNÍCH LÁTEK A STANOVENÍ EXTRAKTŮ.....	51
9.1.1 Extrakce vzorků.....	51
9.1.2 Analýza vzorků.....	52
9.2 STANOVENÍ AKTIVNÍ A TITRAČNÍ KYSELOSTI	52
9.2.2 Stanovení aktivní kyselosti potenciometrickou metodou.....	53
9.2.3 Stanovení titrační kyselosti.....	53
9.3 STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ	53
10 VÝSLEDKY	54

10.1 VÝSLEDKY STANOVENÍ AKTIVNÍ KYSELOSTI.....	54
10.2 VÝSLEDKY STANOVENÍ TITRAČNÍ KYSELOSTI	55
10.3. VÝSLEDKY STANOVENÍ BIOLOGICKY AKTIVNÍCH LÁTEK	56
11 DISKUZE VÝSLEDKŮ	58
ZÁVĚR	59
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	60
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	63
SEZNAM OBRÁZKŮ	64
SEZNAM TABULEK.....	65
SEZNAM PŘÍLOH.....	66

ÚVOD

Jogurty jsou u nás velmi populární. Patří k nejoblíbenějším a také nejzdravějším výrobkům z mléka. Jejichž spotřeba se od poloviny devadesátých let v České Republice více než zdvojnásobila, ale stále je o 40 procent menší než třeba v Německu. Oproti Nizozemsku je domácí spotřeba na obyvatele třetinová, proti Francii poloviční.

Vyrábí se nejčastěji z kravského mléka a v dnešní době si jej můžeme vyrobit i doma.

Při své relativně nízké energetické hodnotě je jogurt bohatým zdrojem plnohodnotných bílkovin, vápníku, fosforu a různých vitaminů skupiny B.

Klasický jogurt obsahuje dvě živé jogurtové kultury: *Lactobacillus bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus*. Bakteriální kultury obsažené v jogurtu pozitivně ovlivňují složení střevní mikroflóry. Nenahraditelné jsou ve chvíli, kdy je rovnováha bakterií v trávicím traktu narušena, například po léčbě antibiotiky. Jogurty díky obsahu zdraví prospěšných živých kultur dlouhodobě napomáhají snadnějšímu vstřebávání minerálních látek a některých vitaminů. V neposlední řadě pomáhají jogurtové bakterie chránit dětský organizmus před průjemovými onemocněními a omezují s nimi spojený úbytek hmotnosti.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MLÉKO

Mlékařství je aplikovaná věda zabývající se výrobou mléka, jeho zpracováním a distribucí. Můžeme rozlišit dvě složky mlékařství: prvovýrobní a průmyslovou. První část zahrnuje produkci a ošetření mléka, průmyslová složka zabezpečuje úpravu a zpracování mléka v mlékárenských závodech [1,42].

Mléko jako produkt mléčné žlázy savců se s vývojem lidstva stalo jednou ze základních potravin. Protože je základní potravinou (krmivem) pro mláďata, musí obsahovat téměř všechny potřebné látky pro jejich výživu. Tato skutečnost se využívá i pro výživu dospělých osob [2].

1.1 Biologická a nutriční hodnota mléka a mléčných výrobků

Mléko a mléčné výrobky mají ve výživě člověka klíčové postavení. Je to nenahraditelný pokrm kojenců, ale i důležitá součást stravy pro dospívající, dospělé, staré a nemocné lidi.

Mlékem se nazývá tekutý sekret mléčné žlázy savců. Sekrety mléčné žlázy se dělí na dvě skupiny – mléka nezralá a mléka zralá. Nezralé mléko (mlezivo) je vylučováno mléčnou žlázou na konci gravidity před porodem (předběžné mlezivo) a hned po porodu (mlezivo pravé). Mlezivo není využíváno k průmyslovému zpracování. Přechod mleziva v mléko zralé trvá průměrně 7-10 dní po porodu. Podle vzájemného poměru kaseinové a albuminové části bílkovin rozlišujeme u zralých mlék: mléka albuminová (ženské, psí, kočičí a kobylí) a mléka kaseinová (kravské, kozí, ovčí, velbloudí). V našich podmínkách se průmyslově zpracovává především mléko kravské, v menší míře mléko ovčí a kozí [1,42].

1.2 Základní vlastnosti a složení mléka

Mléko, jako první potraviny narozeného savce, je potravinou ideální, což ale platí pouze pro mláďata téhož druhu, z něhož mléko pochází. Poměr, v němž jsou živiny v mléce zastoupeny, zejména vitamíny a minerální soli, je velmi příznivý. Množství jednotlivých živin v mléku je značně proměnlivé. Závisí na dědičných vlastnostech plemene dojnic, na zdravotním stavu, na biologické hodnotě a množství krmiv, na době laktace a stáří dojnic. Kravské mléko obsahuje průměrně 88 % vody a 12 % sušiny. Průměrný obsah živin

v kravském mléce je uveden v tabulce 1. Mléko dále obsahuje enzymy, pigmenty a hormony [1,42].

Sušina kravského mléka u zdravých dojnic zřídka klesá pod 12 %, množství tuku nebývá menší než 3,0 % a tukuprostá sušina nemá klesnout pod hodnotu 8,5 %. Mezi jednotlivými složkami mléka existují určité zákonité vztahy, např. mezi obsahem sušiny, obsahem tuku a měrnou hmotností. Na základě obsahu sušiny, tukuprosté sušiny a tuku v sušině lze usuzovat na porušení mléka přidavkem vody nebo sebráním tuku. Podle obsahu laktosy a některých minerálních látek pak lze usuzovat na mléko od nemocných dojnic [1,42].

Tab.1. Průměrné složení kravského mléka (g/l) [1]

Složka	Obsah
bílkoviny	31 - 35
esenciální aminokyseliny	1,3
mléčný tuk	30 – 46
mléčný cukr	45 – 50
minerální látky	7
vitaminy	0,1 – 0,4

1.2.1 Mléčný cukr

Ze sacharidů se v mléce vyskytuje laktosa a v nepatrném množství její štěpné produkty glukosa a galaktosa, dále pak kvasný produkt laktosy – kyselina mléčná [1].

Laktosa se vyznačuje nízkou sladivostí a dobrou stravitelností (až 99 %). Laktosa má příznivý vliv na trávení, protože vazbou vody vyvolává zbobtnání střevního obsahu a podporuje peristaltiku. Enzymem β -galaktosidasou se štěpí v tenkém střevě na glukosu a galaktosu. [1,42].

Hlavní význam laktosy z hlediska fyziologie výživy je v tom, že kyselina mléčná, která vzniká v intestinálním ústrojí mikrobiální činností, zvyšuje resorpci vápníku. Ještě lepší využití vápníku nastává při konzumaci kysaných mléčných výrobků [1].

Kyselina mléčná vytváří žádoucí kyselé prostředí v obsahu střev, má antimikrobní účinky na některé druhy bakterií a tím i brání růstu hnilobných mikrobů [1].

1.2.2 Bílkoviny mléka

Mléko je velmi dobrým zdrojem lehce stravitelných a výživově kvalitních bílkovin. Kravské mléko obsahuje dvě velké skupiny bílkovin. Těmito bílkoviny jsou kaseiny a bílkoviny syrovátky. Kasein je hlavní a současně výhradní bílkovinou mléka, se kterou se jinde v přírodě nesetkáme. Je obsažen ve všech druzích mléka a patří k nejlépe probádaným bílkovinám [3].

Mezi bílkoviny mléka převládá kasein v množství 2,5 % w/w. Kasein obsahuje všechny nepostradatelné aminokyseliny. Z hlediska jejich kvantitativního zastoupení je zvláště cenný pro vysoký obsah lysinu. Závažnější je nízký obsah cystinu a tryptofanu [1,42].

Syrovátkové bílkoviny mléka jsou bílkoviny, které zůstanou v roztoku po vysrážení kaseinu syřidlem nebo kyselinou. Podílejí se celkem asi 20 % na všech bílkovinách mléka. Mezi bílkoviny syrovátky převládají beta-laktoglobulin a alfa-laktalbumin, které v této skupině představují 70-80 % [3].

1.2.3 Mléčný tuk

Obsah tuku, který udává do značné míry energetickou hodnotu mléka je udáván v syrovém farmářském mléce 4 %. Z nutričního hlediska je velmi významné, že mléčný tuk je z větší části v mléce obsažen v jemně rozptýleném, emulgovaném a proto velmi dobře stravitelném stavu [1].

Střední hodnota průměru těchto tukových kuliček je 2–3 μm a jejich počet v jednom ml mléka činí $1,5\text{--}4,6 \times 10^9$. Hlavní podíl lipidů v tukových kuličkách tvoří triglyceridy (98 – 99 %), malé množství lipidů je přítomno ve formě fosfolipidů a sterolů v membráně tukových kuliček [1,42].

Mléčný tuk je využitelný až z 99 % a z hlediska výživy je jedním z nejvýhodnějších tuků vůbec. Mezi nenasycenými mastnými kyselinami mléčného tuku jsou i esenciální, které organismus nedovede syntetizovat (kyselina linolová, linolenová). Obsah cholesterolu v kravském mléce je poměrně malý, v litru mléka je ho průměrně 120 mg.

Množství cholesterolu, ať již v mléce nebo v mléčných výrobcích, záleží na obsahu tuku. Cholesterol je obsažen hlavně v membráně tukových kuliček. Obsah cholesterolu v tvarohu z odstředěného mléka dosahuje 5–10 mg/kg, v másle 1920–3500 mg/kg [1].

Pro srovnání činí obsah cholesterolu ve vaječném žloutku 17 500 mg/kg, v rybích játrech 15 000 mg/kg [1].

1.2.4 Minerální látky

Hodnota minerálních látek v mléce vynikne při srovnání s látkami jiných potravin, u nichž je z pravidla nižší obsah, nebo jsou v nevhodném vzájemném poměru. Mléko je zejména donátorem vápníku, fosforu a draslíku. I ostatní minerální látky saturují z větší nebo menší míry potřeby člověka. Poměr mezi vápníkem a fosforem je v mléce ideální 1:1,3. Mléko je hlavním zdrojem vápníku v lidské stravě (obsahuje kolem 0,120 g ve 100 g). Denní doporučený příjem vápníku je 0,8–1,2 g, přičemž mléko a mléko a mléčné výrobky hradí toto množství v průměru z cca 75 % [2].

Vápník z mléka se snadno resorbuje. Resorpci podporuje řada mléčných složek, zejména laktosa, lysin, valin, histidin, vitamin D a kyselina citrónová. Při konzumu kysaných mléčných výrobků se resorpce vápníků může až zdvojnásobit [1,42].

Z dietetického hlediska je významné, že obsah chloridu sodného v mléce není příliš vysoký (1,25 g/l mléka) [1].

1.2.5 Vitaminy mléka

V mléce jsou obsaženy vitaminy rozpustné jak ve vodě, tak i v tuku. Jejich hodnota je vzhledem k jejich počtu i obsahu významná. Vlivem nešetrného ošetřování nebo při technologickém zpracování dochází ke snižování obsahu vitaminů oproti jejich obsahu v čerstvě nadojeném mléce, a to až o 50 % a více [1,42].

Mléko obsahuje relativně vysoký obsah vitaminu A i jeho prekurzoru karotenu. Jeho koncentrace však přímo úměrně záleží na krmení zeleným krmivem [1].

Mléko je velmi důležitým zdrojem ve vodě rozpustného vitaminu B₂ (riboflavinu) a vitaminu B₁₂ (kyanokobalaminu) a poměrně dobrým zdrojem vitaminu B₁ (thiaminu), B₆ (pyridoxinu), biotinu a cholinu. [1]

Čerstvě nadojené mléko obsahuje také vitamin C, ale oxidací je o tento vitamin ochuzováno. Proto se mléko považuje za chudý zdroj vitamínu C. Mléko přispívá k výživě člověka pouze zanedbatelným množstvím vitaminů D a K a malým množstvím vitaminu E [1]. V některých zemích se proto přidává vitamin A a D do sušeného mléka a vitamin D do zahuštěného mléka [1].

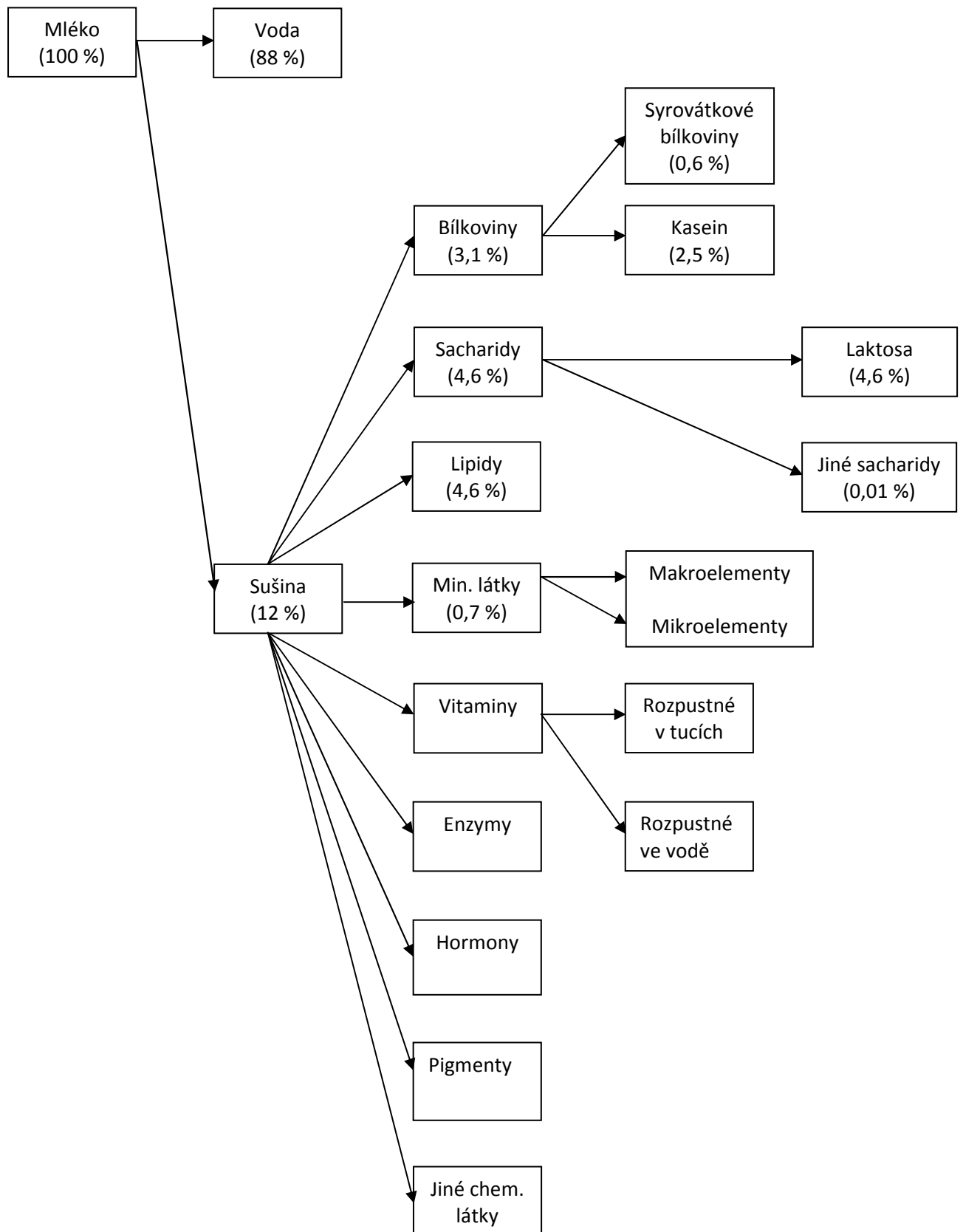
1.3 Vlastnosti mléka

1.3.1 Organoleptické vlastnosti mléka

K organoleptickým vlastnostem mléka patří barva, konzistence, struktura, vůně a chuť. Krémově bílý neprůhledný vzhled mléka způsobuje mléčný tuk, kasein a částečně nerozpustný fosforečnan vápenatý. Krémově žlutý odstín mléka způsobují karotenoidy, které jsou v malých množstvích rozpuštěné v tuku a riboflavin nacházející se ve vodném roztoku [1,42].

1.3.2 Fyzikálně-chemické vlastnosti mléka

Tekutá konzistence je dána vysokým obsahem vody v mléce. Struktura je homogenní vlivem polydispersního systému, ve kterém se tuk nachází v emulzní fázi, bílkoviny ve fázi koloidní, laktosa a minerální látky ve fázi molekulární. Vůně mléka je ovlivněna prostředím např. ovzduším stáje, protože čerstvě nadojené mléko nemá zvláštní, výraznou vůni. Přijímání vůně a zápachů způsobuje velký počet a velká plocha tukových kuliček, na které se aromatické látky dobře adsorbují. Nasládlou chuť mléka způsobuje laktosa [1].



Obr.1. Průměrné složení kravského mléka (v hm. %) [1]

2 ČISTÉ MLÉKAŘSKÉ KULTURY

Použití čistých mlékařských kultur

Průmyslové výrobě zakysaných mléčných výrobků předcházelo nahodilé zkvašení mléka různými druhy „divokých“ mikrobiálních kultur. Pro mlékárenský průmysl a jeho rozvoj měl dalekosáhlý význam objev čistých mlékařských kultur [11].

Už v prvním období používání čistých mlékařských kultur (ČMK) se ve výrobě mléčných výrobků projevíly veliké přednosti ve srovnání s používáním kvasů přírodních [11].

Především byla odstraněna závislost jakosti mléčných výrobků na více nebo méně příznivému složení přírodní mikroflóry mléka používaného k výrobě. Čímž se zabránilo dřívějšímu značnému kolísání jakosti výrobků, způsobené proměnlivým složením přírodní mikroflóry. Používání ČMK vytvořilo předpoklad pro pasteraci mléka, a tím i zajištění zdravotní nezávadnosti mléčných výrobků. Byly taktéž 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 původní výroby [11].

Pro tyto své přednosti se používání čistých mlékařských kultur rozšířilo do všech zemí s vlastním mlékárenským průmyslem a zakotvilo také v našem mlékařství [11].

Čisté mlékárenské kultury nesmí být patogenní a umožňují tak výrobu mléčných potravin z pasterovaného mléka, a tím se zaručuje i jejich zdravotní nezávadnost. Význam ČMK je však daleko širší. Je dokázáno, že ČMK mají dieteticko-léčebné účinky na metabolismus člověka. Především jde 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 [12,13].

Zdravotní význam čistých mlékařských kultur

Ve výživě má mléko důležitý význam jako potravina působící proti civilizačním chorobám a vlivům životního prostředí. Zejména důležité jsou v tomto směru některé ČMK, hlavně bakteriální. Co 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 činnostmi mikrobiálních kultur [15].

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 [15].

V tomto směru se činnost ČMK v posledních letech blíže objasňuje. Jak bylo prokázáno při používání acidofilního mléka, uplatňují se mikroorganismy (MO) některých kultur i při tvorbě krevního barviva (hemoglobinu). V současné době probíhá prudký vzestup přímého léčivého využívání ČMK s hlavní složkou *Lactobacillus acidophilus*. Používá se zejména k léčení řady chorob trávicího ústrojí, např. chronické zácpy, funkcionálních průjmů, antibiotických kolitid apod. a to ve formě sušených koncentrátů, v prášku, granulcích nebo tabletách. Příznivý vliv střevních laktobacilů na zdraví člověka je zřejmý [12,14].

Důležitá funkce čistých kultur spočívá také 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 [16]:

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) [16].

2. **Lipolýza a uvolnění mastných kyselin** - ovlivňují příznivě stravitelnost a absorpci mléčného tuku [16].

3. **Odstranění alergické reakce** - vyvolané nativními bílkovinami nebo mléčným cukrem (laktosou), jehož obsah se účinkem bakterií mléčného kvašení podstatně snižuje [16].

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 [16].

5. **Tlumivý nebo ničivý účinek** bakterií mléčného kvašení proti patogenním MO a v některých případech mají i vlastnosti antivirové [16].

Z nově získaných poznatků 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 především účinkem antibiotických a jiných produktů látkové výměny těchto ušlechtilých MO [16].

3 ROZDĚLENÍ FERMENTOVANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ

Fermentované mléčné výrobky rozdělujeme podle různých hledisek. Především je nutno odlišit průmyslovou mlékárenskou výrobu od výroby (přípravy) a domácnostech [4,6].

Průmyslově vyráběné kysané mléčné výrobky lze rozdělovat podle fyzikálně-chemických vlastností, podle způsobu výroby i podle použitých čistých mlékařských kultur [4].

Tak se kysané mléčné výrobky dělí na čerstvé, mražené a sušené nebo na trvanlivé (asepticky vyrobené, pasterované) a s krátkou záruční dobou. Podle základní suroviny použité k výrobě se rozlišují kysané mléčné výrobky z mléka, smetany, podmáslí a syrovátky. Podle typu použitého mléka mohou být tyto výrobky rozděleny na výrobky z mléka kravského, ovčího, kozího, buvolího, kobyliho a velbloudího [4,6].

Podle fyzikálně-chemických vlastností se dělí na beztuké, polotučné, plnotučné a smetanové. Podle konzistence se dělí na tekuté, krémovité a pevné (s neporušenou sraženinou). Podle způsobu výroby se dělí na ty, které zrají v drobném balení, a ty, které zrají ve zracích tancích a po uzrání, případně i vychlazení se plní do spotřebitelských obalů [4,6].

Nejčastěji se však dělí podle druhu mikroorganismů uplatňujících se při jejich výrobě na fermentované mléčné výrobky vyrobené pomocí mezofilních streptokoků mléčného kvašení (kysané plnotučné mléko, zahuštěný smetanový zákys, kysaná smetana s obsahem tuku 12%), fermentované mléčné výrobky vyrobené pomocí termofilních bakterií mléčného kvašení (acidofilní mléko, Biokys a řada jogurtových výrobků – jogurt bílý a ovocný, jogurtový krém a jogurtový krém ovocný atd.), fermentované mléčné výrobky pomocí bakterií mléčného kvašení a kvasinek (kefírové mléko) [4,6].

3.1 Jogurty

Nejrozšířenějším a nejoblíbenějším fermentovanými mléčnými výrobky jsou v celosvětovém měřítku jogurty. Podle charakteru výroby i požadovaných organoleptických vlastností se řídí i výběr vhodných čistých mlékařských kultur pro zajištění biochemických pochodů [4].

K zajištění biochemických pochodů, a tedy i celé výroby jogurtů, se používá směsná jogurtová kultura. Klasická jogurtová kultura se skládá z kmenů *Lactobacillus bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus*. Směsná jogurtová kultura bývá v zahraničí doplňována také

kmeny *Straptococcus lactis*, které jsou rezistentnější vůči nevhodným kultivačním podmínkám a inhibičním látkám. U nás byla jogurtová kultura doplněna kmeny *Pediococcus acidilactici*, které jsou odolné zvláště vůči penicilínu a jiným antibiotikům [6,8].

Bifidobakterie jsou probiotické organismy, které zlepšují rovnováhu v lidském těle. Mohou být začleněny jako živé kultury ve fermentovaných mléčných výrobcích, včetně jogurtu, kvůli přenosu do člověka. Protože jsou bifidobakterie citlivé na vysokou kyselost, jejich životaschopnost v jogurtu je omezená [5].

Jogurtová směsná kultura bývá složena z jednoho nebo více kmenů uvedených druhů bakterií mléčného kvašení. Kultury složené z většího počtu kmenů jsou rezistentnější vůči napadení fágy, ale jejich symbiotické vztahy jsou složitější a vzhledem k redukci některých kmenů stálým pasážováním se nesnadno udržuje standardnost biochemické aktivity. U nás jsou jogurtové kultury složeny jen z jednoho kmene *Lactobacillus bulgaricus* a z jednoho kmene *Straptococcus thermophilus*. Vhodný poměr mezi lactobacily a streptokoky ve směsné kultuře je 1:1 až 1:2. K zajištění standardních podmínek velkovýroby se někde mléko pro výrobu jogurtu očkuje monokulturami *Lactobacillus bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus* v požadovaném poměru [4,8].

Vyráběné jogurty je možno třídit podle různých hledisek, nejčastěji se dělí podle reologických vlastností na pevné (tuhé), krémovité (pastovité) a tekuté (pitné, nápoje) [4].

3.1.1 Jogurty s pevným koagulátem

a) Technologie výroby jogurtu s pevným koagulátem u nás

Z této skupiny jogurtových výrobků se u nás vyrábí jogurt bílý, jogurt ovocný a jogurt s ovocným sirupem [4].

Bílý jogurt obsahuje nejméně 4,5 % mléčného tuku a celkovou sušinu nejméně 21 %. Titrací kyselost bílého jogurtu smí být po výrobě nejvýše 65 °SH (při koncentraci NaOH 2,5 mmol/l), v době expedice 75 °SH (c = 2,5 mmol/l) a v době prodeje 85 °SH (c = 2,5 mmol/l). Ovocný jogurt se připravuje z jogurtu bílého přidávkem džemu nebo jednopruhové marmelády na dno spotřebitelského obalu, ve kterém jogurt zraje, nebo na povrch koagulátu po uzrání. Na 180 ml bílého jogurtu se přidává 30 až 35 g ovocného džemu. Přídávkem džemu nebo jednopruhové marmelády se mění hodnoty finálního výrobku tak, že ob-

sahuje 3,5 % mléčného tuku a jeho celková sušina je nejméně 26,7 %. Hodnota pH po výrobě se má pohybovat v rozmezí 4,5 až 4,2 a v době expedice 4,4 až 4,0 pH. Jogurt s ovocným sirupem se vyrábí ze stejné mléčné směsi jako jogurt bílý, a jelikož na 100 litrů této směsi se přidává asi 8,5 litrů sirupů, má stejné hodnoty jako jogurt ovocný [7,9].

Bílý jogurt se vyrábí z plnotučného syrového mléka běžně mlékárensky ošetřeného. Po pasteraci se toto mléko vychladí na teplotu vhodnou k dalšímu zpracování a napouští se do nádrže, v níž se upravuje mléčný tuk, aby měl po zahuštění požadovaný obsah tuku i sušiny [4].

Mléko se zahušťuje na odparce k výrobě jogurtů, na odparce sušárenské nebo přidavkem sušeného odtučněného mléka vyrobeného mlhovým způsobem. Při zahušťování přidavkem sušeného odtučněného mléka se postupným přisypáváním přidává sušené mléko v potřebném množství do mléčné směsi s upravenou tučností a zchlazené na teplotu 30 až 40 °C, a to za stálého míchání až do dokonalého rozpuštění mléčného prášku [7,9].

Zahuštěné mléko se znovu pasteruje při teplotě 95 °C po dobu 20 sekund, popř. při teplotách nižších s úměrně prodlouženou dobou výdrže. Ke zlepšení konzistence finálního výrobku se doporučuje homogenizace zahuštěného mléka při tlaku 18 až 20 MPa a teplotě 60 až 70 °C. Takto ošetřená mléčná směs se zchladí na takovou teplotu, aby se po stočení do drobných obalů pohybovala v rozmezí 42 až 45 °C. Potom se napouští do nádrže, kde se provede zakysání. Vytemperovaná směs se zakysá provozním zákysem jogurtovým v množství 1 až 2 %. Množství přidaného zákyse se volí podle kysací schopnosti mléka tak, aby finální výrobek vykazoval po uzrání požadovanou kyselost. Zakysaná směs se při teplotě 42 až 45 °C stáčí na vhodném zařízení do skleněných lahvíček, kelímků či vaniček z plastu, popř. i do konví. Při výrobě bílého jogurtu se obal po naplnění ihned uzavírá předepsanými uzávěry. Naplněné obaly uložené v čistých přepravkách se přemisťují buď do zracích skříní, nebo komor, které jsou vyhřívány vzduchem nebo do vodních lázní. Teplota zrání se udržuje v rozmezí 42 až 45 °C po dobu zrání, které zpravidla trvá 2,5 až 3,5 hodiny [4,9].

Po uzrání se jogurtový koagulát vychladí tak, aby jeho titrační kyselost nepřesáhla 65 °SH ($c = 2,5 \text{ mmol/l}$). Vychlazený a uzavřený bílý jogurt se uchovává do doby expedice v chladárně při teplotě pod 10 °C [7].

Při výrobě jogurtu je nutné věnovat velkou pozornost výběru mléka. Požadavky na jeho jakost jsou ze všech mlékárenských výrobků u jogurtu nejvyšší. Rozhodující význam má nejen obsah sušiny mléka, ale i obsah proteinu, vyvážený poměr solí v mléce a organoleptické vlastnosti mléka. Aby prokysání zahuštěné mléčné směsi proběhlo rychle a správně, musí být mléko bohaté na některé volné aminokyseliny. I přes dobrý výběr mléka se stále stává, že mléko při přechodu z letního období na podzimní a ze zimního na jarní, pro nedostatek volných aminokyselin, jako je valin apod., špatně a pomalu prokysává. Je samozřejmé, že mléčná směs nesmí obsahovat inhibiční látky [4].

b) Výroba jogurtu s pevným koagulátem v zahraničí

V zahraničí se mlékárensky ošetřené mléko podle druhu vyráběného bílého jogurtu standardizuje na požadovanou tučnost. Při výrobě plnotučných jogurtů se tučnost upravuje nejméně na 3 %, u polotučných nejméně 1,5 % a u tukuprostých bílých jogurtů se obsah tuku pohybuje kolem 0,1 % [4].

Také celková sušina bývá v zahraničí nižší než u nás normou předepsaných 21 %. Běžně se k výrobě bílého jogurtu používá nezahuštěné plnotučné mléko nebo mléko se zvýšenou sušinou o 1,5 až 3 %. Nižší celková sušina než 12,5 % je však považována za nedostačující k tomu, aby mohlo být dosaženo dobrých reologických vlastností bílých jogurtů. Čím více se zvýší obsah tukuprosté sušiny, tím více je možno snížit obsah tuku [6].

Zahuštění mléka se provádí v odparkách za sníženého tlaku při teplotě 45 až 50 °C [6].

Ke zlepšení konzistence jogurtů se v zahraničí vedle zahušťování používá přídavek stabilizátorů schopných zvýšit viskozitu koagulátu a omezit odlučování syrovátky. Typ hydrofilních koloidů používaných ke stabilizaci bílého jogurtu a velikost přídavku se musí stanovit v každé výrobě individuálně na základě praktických zkušeností. Nevhodné stabilizátory nebo jejich předávkování může způsobit nevhodnou konzistenci výrobku [4].

Stejně jako u nás je kladen velký důraz na způsob pasterace a homogenizace mléčné směsi. Běžný pasterační krátkodobý záhřev je nevhodný, neboť se jím nedosáhne ani pevné konzistence, ani charakteristické chuti jogurtu. Navíc neusmrtí případně se vyskytující specifické fágy napadající *Streptococcus thermophilus*. Pasterace při teplotách nižších než 85 °C, třeba i dlouhodobá, má za následek měkkou konzistenci jogurtu. Proto se doporučuje podobně jako v našich technologických postupech tepelné ošetření při teplotě 85 °C

s výdrží 15 až 45 minut nebo při teplotě 85 až 90 °C s výdrží 5 až 15 minut, nebo nejlépe při teplotě 95 °C s výdrží 2 až 3 minuty či nad 95 °C s výdrží 20 sekund [8,10].

Aby bylo využito příznivého vlivu homogenizace, je nezbytné, aby byla homogenizována veškerá mléčná směs, a nikoliv jen smetana. Homogenizací se nejen tříští a zmenšují tukové kuličky, ale zlepšují nehydrofilní vlastnosti kaseinových micel tím, že částečně vznikají submicely, které se pak shlukují v konglomeráty. Zahuštěná pasterovaná a homogenizovaná mléčná směs vychlazená na očkovací teplotu 40 až 45 °C se zakysává 1%ní až 2%ní dávkou namnožené jogurtové kultury ve vybraném mléce nebo ve vhodném živném médiu. Nedoporučuje se příprava provozního jogurtového zákysu v zahuštěném mléce. Aby nedocházelo k větším výkyvům a k opožděnému zrání jogurtu, je nutno namnoženou kulturu těsně před očkováním důkladně rozmíchat a homogenně ji mícháním rozptýlit v mléčné směsi. Nerovnoměrné a nedostatečné rozmíchání jogurtové kultury může způsobit 30minutové i delší zdržení kysacího procesu. K důkladnému rozmíchání namnožené jogurtové kultury v zahuštěné mléčné směsi se někdy okuje před homogenizací, takže homogenizační proces zajistí i dokonalou homogennost naočkované kultury ve směsi. Tento postup je však riskantní, neboť vzniká nebezpečí kontaminace naočkované mléčné směsi [7,9].

Zakysaná zahuštěná mléčná směs se plní do spotřebitelských obalů, ve kterých bílý jogurt zraje, a to ručně, poloautomaticky nebo automaticky na speciálních plnicích a balících linkách, popř. na monobloku pro stáčení konzumního mléka. Bílý jogurt se nejčastěji plní do širokohrdlých skleněných lahviček nebo kelímků z plastů. Plnění musí být ukončeno nejpozději 30 minut po zakysání mléčné směsi. Bílý jogurt zraje převážně již v uzavřených spotřebitelských obalech, jsou však země, kde probíhá zrání v otevřených obalech, aby nebyly negativně ovlivněny chuťové vlastnosti hotového jogurtu [7,9].

Pro zakysání slouží vodní lázně nebo zrací komory. Jako vodní lázně se používají zrací stoly a soustavy zracích táců otevřených nebo umístěných ve skříních. Teplota zrání se zde udržuje přívodem teplé vody. Ve zracích komorách nebo skříních se teplota udržuje přívodem teplého vzduchu. Výhodou vodních lázní je rychlý přesun tepla a poměrně jednoduché zařízení. Výhodou teplovzdušných komor je, že zaujímají méně místa a povrch zralých bílých jogurtů je hladký, kdežto povrch jogurtů zrajících ve vodních lázních bývá vlivem různé teploty výrobku a okolního vzduch zvrásněný. Aby zrály všechny jogurty ve zrací komoře stejnoměrně, je třeba zajistit řádnou cirkulaci vháněného teplého vzduchu. V zahraničí se přestup tepla urychluje vháněním vlhkého vzduchu. To však předpokládá

vzduchotěsné uzavření zrajících jogurtů ve spotřebitelském balení. Volba zrací teploty se řídí kultivační teplotou, na kterou je použita jogurtová kultura adaptována, a výrobním zařízením pro výrobu jogurtů, zvláště možností rychlého vychlazení. Jelikož se u bílých jogurtů požaduje vysoká tvorba typického jogurtového arómatu, doporučuje se používat vyšší zrací teploty kolem 45 °C, které umožňují nejen dostatečné pomnožení termostreptokoků, ale i laktobacilů a jejich zvýšenou látkovou výměnu [8,9].

Dobu zrání není možné neúměrně zkracovat, např. zvyšováním očkovací dávky, neboť by docházelo k tvorbě hrubší konzistence, oddělování syrovátky a snížení tvorby aromatických látek. Proto je nutno zachovat dobu zrání delší než 2,5 nebo lépe 3 hodiny. Produkce mléčné kyseliny začíná asi po 30 minutách zrání, tj. asi po prvním dělení mikroflóry jogurtové kultury. Tvorba aromatických látek nastává později než tvorba kyseliny a je k ní zapotřebí určitého počtu namnožených mikroorganismů i určitého snížení pH. S přibývajícím mléčnou kyselinou se tvoří i acetaldehyd [4].

Při zrání je důležité přesně vystihnout okamžik, kdy se má proces přerušit a začít s chlazením. Tento okamžik je třeba stanovit nikoli podle kultivační doby ale, nýbrž podle pevnosti koagulátu a kyselosti. U bílých jogurtů s vysokou sušinou u nás vyráběných je možno započít s chlazením při titrační kyselosti 60 °SH ($c = 2,5 \text{ mmol/l}$) tam, kde jsou podmínky pro intenzivní chlazení a při 55 °SH ($c = 2,5 \text{ mmol/l}$), kde je možno chladit jen pozvolna. Ukončuje-li se zrání podle hodnot pH, doporučuje se rozmezí 4,5 až 5,0 pH, nejméně 4,7. K měření pH je nejvýhodnější kontinuální zařízení, kde je měření spojeno s automatickým vypínacím a signalizačním zařízením. Sražený jogurt se chladí ve vodní lázni chladnou vodou a ve zracích komorách vychlazeným vzduchem. Při chlazení jogurty ještě dále částečně kysají a tuhnou. Bílý jogurt se vychlazuje na teplotu 5 až 10 °C. Nedostatečně vychlazený jogurt nejen překysává, ale také se při vyšších teplotách na jeho povrchu tvoří po určité době skladování povlak u nárůstu křísovitých mikroorganismů [7].

Při převážení bílých jogurtů do chladíren, stejně jako při skladování a rozvozu, je třeba zabránit různým otřesům a nárazům, aby se nenarušila homogennost ani pevnost koagulátu a neoddělovala se syrovátka [4].

c) Technologie výroby ovocného jogurtu

Ovocný jogurt se vyrábí z bílého jogurtu. Ovocný džem nebo jednodruhá marmeláda se plní do spotřebitelských obalů ze skla nebo plastů dvojím způsobem. Při prvním způsobu je dávkuje džem nebo marmeláda na dno a teprve potom začne plnění zaočkovanou zahuštěnou mléčnou směsí a celý výrobní proces pokračuje jako při výrobě bílého jogurtu. Při druhém způsobu se džem dávkuje na povrch zralého bílého jogurtu. V prvním případě se doporučuje, aby džem, který je dávkován na dno, byl zahřát na přibližně stejnou teplotu, jako je zrací teplota jogurtu, a zrání probíhá v uzavřených obalech. Přitom je vhodné, aby mezi vpravováním džemu na dno a plněním mléčné směsi byl dostatečný časový odstup, umožňující potřebné ztuhnutí džemu. V druhém případě výroby ovocného jogurtu se džem dávkuje na pevný a zralý koagulát, a teprve potom se spotřebitelský obal uzavírá. U nás se převážně používá džem ne jednodruhá marmeláda jahodová, meruňková a malinová. Vrstva džemu na povrchu jogurtu omezuje nežádoucí činnost vzdušné kontaminace, především kvasinek a plísní. Které během zracího procesu sedimentovali na povrchu koagulátu [4,10].

Aby ovocné přísady dodávaly jogurtu příjemnou chuť, musí mít vyhovující jakost a nesmějí zatékat. Toho se dosáhne zvýšenou refraktometrickou sušinou a dostatečným obsahem ovocné hmoty. Také musí obsahovat požadované množství jakostního pektinu a musí mít správnou hodnotu pH [4].

Při výrobě ovocných jogurtů pevné konzistence v zahraničí bývá zahuštěná mléčná směs obohacena určitým množstvím, např. 2 % sacharosy [10].

3.1.2 Jogurty krémovité

a) výroba krémovitých jogurtů u nás

Z této skupiny jogurtových výrobků se u nás vyrábí jogurtový krém a jogurtový ovocný krém zvaný Jovokrém a Jovomix. Jogurtový krém bez přísad má stejné chemické složení jako bílý jogurt s pevnou konzistencí a obsahuje 4,5 % mléčného tuku a nejméně 21 % celkové sušiny. Titrační kyselost pro výroby je nejvýše 70 až 75 °SH ($c = 2,5 \text{ mmol/l}$). Ovocné jogurtové krémy se vyrábějí v tržních druzích s ovocným protlakem, dřením, s džemem i s ovocným sirupem a ovocným kompotem. Koagulát mléčné směsi před přidá-

ním ovocných přísad má mít titrační kyselost 70 až 75 °SH ($c = 2,5 \text{ mmol/l}$), tj. pH 4,1 až 4,2. Celková sušina je rozdílná u jednotlivých tržních druhů. Ovocný jogurtový krém s protlakem má celkovou sušinu nejméně 26,7 %, s džemem nejméně 25,5 % a se sirupem a kompotem nejméně 22 % [7,9].

Ovocný jogurtový krém se vyrábí z plnotučného mléka vybraného, běžně mlékárensky ošetřeného a standardizovaného na předepsanou tučnost, aby zahuštěná mléčná směs obsahovala nejméně 4,5 % mléčného tuku. Zahuštění se provádí ve vakuové odparce nebo přísadkem mlhově sušeného odtučněného mléka [4].

Zahuštěná mléčná směs se pasteruje při teplotě 95 až 98 °C po dobu 20 až 60 sekund. Nezbytná je homogenizace při teplotě 60 až 70 °C a tlaku 18 až 20 MPa. Pasterovaná a homogenizovaná směs se vychladí na teplotu podle zvoleného způsobu zrání, a to na 43 až 45 °C za krátkodobé zrání a na 30 °C za dlouhodobé zrání. Zchlazená směs se čerpá do uzavřených tanků, které musí mít možnost temperance a jsou vybaveny účinným a přitom šetrným zařízením na míchání obsahu [6,7].

Při krátkodobém zrání se mléčná směs zchlazuje na teplotu 43 až 45 °C a zakysává 1 až 2 % rozmnožené jogurtové kultury, která je přiváděna do zracího tanku současně s přitékající mléčnou směsí. Obě složky se dokonale promíchají. Zrání za klidu trvá při uvedené teplotě 2,5 až 3 hodiny do dosažení titrační kyselosti 70 až 75 °SH ($c = 2,5 \text{ mmol/l}$), tj. pH 4,1 až 4,2, při níž se zrací proces omezí zchlazením na 37 až 34 °C, nejlépe bez míchání. Při uvedené teplotě se zubovým čerpadlem čerpá pasterovaná ovocná dřev o stejné teplotě do jogurtového koagulátu, případně se přičerpává džem nebo sirup a kompot. Směs se promíchá šetrným způsobem, který je závislý na typu tanku a míchadel [10].

Při dlouhodobém zrání se mléčná směs zchlazuje na teplotu 30 °C, čerpá do zracího tanku a zde se zakysává 0,05 až 0,10 % rozmnožené jogurtové kultury zředěné v poměru 1:1 vysokopasterovaným mlékem a důkladně se promíchá. Zrání trvá 16 až 18 hodin a na konci mám mít jogurt titrační kyselost 70 až 75 °SH ($c = 2,5 \text{ mmol/l}$), tj. pH 4,1 až 4,2. Při této kyselosti se zubovým čerpadlem přičerpává pasterovaná ovocná dřev, džem či sirup a kompot o stejné teplotě, jako jogurtový koagulát. Směs se promíchá šetrným způsobem, který je závislý na typu tanku a míchadel [4].

Promíchaná směs krémovitého jogurtu se čerpá zubovým čerpadlem na plnicí zařízení a za občasného promíchání se plní do spotřebitelských obalů. Jogurtové krémy v obalech se

ukládají do katrónů nebo přepravek nebo se jinak skupinově balí a odvázejí do chladírny, kde se do doby expedice (do příštího rána) vychladí na teplotu pod 10 °C. Uchováním výrobků při nízkých teplotách do příštího dne dojde k částečné obnově jeho viskozity [7,10].

Z přidávaných ovocných přísad se džem i sirup a kompot tepelně neošetřují. Ovocné dřeně, ať již zmrazené nebo pasterované, se přidávají až po tepelném ošetření při teplotě 75 °C s výdrží 30 minut za stálého míchání a vychlazení na teplotu jogurtového koagulátu. Někdy se dřeň před pasterací promíchá s krystalovým cukrem, např. v poměru 56 % dřeně a 44 % cukru v duplikátorové nádrži umožňující temperaci a intenzivní míchání [6,7].

Jogurtový krém (bílý, bez přísad) se vyrábí podle stejného technologického postupu jako ovocný jogurtový krém za použití krátkodobého zrání, aniž by se do koagulátu přidávaly ovocné přísady. U jogurtového krému, stejně jako u bílého jogurtu s pevným koagulátem je důležitým kritériem při sensorickém hodnocení jeho typické aróma, jehož vznik nejvíce podporuje zrací teplota 42 až 45 °C. Tato teplota je optimální pro mikroflóru jogurtové kultury z hlediska jejich biochemických pochodů a nejvhodnější je pro tvorbu látek, které jsou původci typického jogurtového arómatu. Proto je nezbytné dodržovat krátkodobé zrání při vyšších teplotách. Uvažuje-li se však další využití získaného jogurtového koagulátu pro přípravu ovocných jogurtových krémů, u nichž převažuje chuť i vůně ovoce a jogurtové aróma je zastřeno, pak lze pozměnit podmínky kultivace ve prospěch reologických vlastností. Těmto požadavkům vyhovuje dlouhodobé zrání při teplotě 30 °C [10].

b) Výroba krémovitých jogurtů v zahraničí

Technologie výroby krémovitých jogurtů byla poprvé zavedena ve Švýcarsku a ihned potom se také ujala v Nizozemí. Teprve tato technologie umožnila výrobu jogurtů s ovocnými přísadami přímo v koagulátu. V posledních letech se rychle rozšířila po celém světě, neboť má některé nesporné přednosti vedle možnosti kombinování s ovocnými přísadami. Tyto přednosti jsou nejen výrobně technologického a ekonomického rázu, ale jsou přitažlivé i pro spotřebitele, který si cení organoleptických vlastností jogurtových krémů. Navíc tato technologie umožňuje částečnou kontinualizaci výroby jogurtů [4].

Při výrobě krémovitých jogurtů je třeba úzkostlivě dbát všech faktorů, které ovlivňují rozhodujícím způsobem krémovitou až pastovitou konzistenci. V zahraničí se vyrábějí krémovité jogurty o různé kyselosti. Má-li být zajištěna dobrá konzistence krémovitých jogurtů,

je třeba, aby bylo mléko částečně zahuštěné nebo aby byly přidávány stabilizační látky. Bezpodmínečně je nutný vysokotepelný záhřev a důkladná homogenizace celé směsi. Také je třeba mít k dispozici vhodnou jogurtovou kulturu, které vytváří v požadovaném množství látky slizovitého charakteru a je částečně táhlovitá. Pro zajištění krémovitější konzistence a vázání syrovátky ovocných jogurtových krémů je výhodnější dlouhodobé zrání při teplotě 30 °C. Při tomto dlouhodobém zrání se však musí dbát na přísné dodržování hygieny výroby, neboť případná kontaminace může výrobek znehodnotit. Kontaminující mikroflóra, např. koliformní bakterie, se totiž během 16hodinové až 18hodinové kultivace značně pomnoží. Proto je i při výrobě ovocných jogurtových krémů v některých mlékárenských závodech zavedeno zrání krátké, které je však z hlediska energetického i pracovní doby méně vhodné. Jinak se k zajištění reologických a dalších charakteristických vlastností používají podle dostupného technologického zařízení různé očkovací dávky od 0,05 do 2%, různé zrací teploty od 28 do 45 °C a různá doba zrání od 2,5 do 18 hodin. Také se doporučuje dvoutepelné zrání, a to při teplotě 45 °C po dobu 30 až 60 minut a po vychlazení při 20 až 23 °C dalších 5 až 10 hodin. Čím je očkovací dávka a teplota zrání nižší a naopak, čím je doba zrání delší, tím jsou reologické vlastnosti jogurtového koagulátu lepší. Sraženina je jemnější, viskóznější, pevnější a oddělování syrovátky je omezeno. Během zrání se nesmí s naočkovanou mléčnou směsí pohybovat, jinak dojde ke ztrátě stability, a umožní se tím oddělování syrovátky [7,9].

Velmi důležité je ukončení kysání, přidávání ovocných přísad a mechanické zpracování koagulátu při nejvhodnější hodnotě pH a vyhovující teplotě. Nemají-li se zhoršit reologické vlastnosti, zvláště uvolňování syrovátky, je třeba začít s mícháním až po dosažení hodnoty pH 4,2, tj. titrační kyselost asi 70 °SH ($c = 2,5 \text{ mmol/l}$) u našich krémovitých jogurtů. Kyselost koagulátu by však při zahájení míchání neměla dosáhnout hodnoty pod pH 4,1, tj. titrační kyselost asi 75 °SH ($c = 2,5 \text{ mmol/l}$) u našich jogurtových krémů, neboť potom je finální výrobek příliš kyselý a smyslově je hodnocen nízko. K zajištění dobrých reologických vlastností je také nutné, aby jogurtový koagulát nebyl na začátku mechanického zpracování teplejší než 37 °C. Při dlouhodobém zrání a zrací teplotě 30 °C je možno začít s mícháním ihned, jakmile bylo dosaženo požadované kyselosti. Při krátkodobém zrání je třeba před mechanickým zpracováním koagulátu bez míchání vychladit ze zrací teploty 42 až 45 °C na teplotu 37 °C. Pro úsporu času a zjednodušení technologie se v praxi postupuje tak, že při výrobě ovocných jogurtových krémů upravuje očkovací teplota na 42 °C a při této teplotě

začíná naočkovaná mléčná směs zrát. Během zrání se v meziplášti tanku tato teplota neudrží přívodem přehřívací vody, ale naopak se teplota obsahu zracího tanku nechá postupně vychladnout tak, aby na konci zrání byla nejvýše 37 °C a mohlo být ihned přikročeno k přičerpávání ovocných přísad a mechanickému zpracování koagulátu [4].

Promíchání jogurtové hmoty samotné nebo s ovocnými přísadami má být šetrné, avšak intenzivní a nemá docházet k provzdušňování. Poněvadž míchací zařízení jsou v každém závodě jiná, je nutno získat znalost o nejlepších podmínkách míchání vlastními zkušenostmi a pozorováním. Frekvence otáčení by se měla přizpůsobit teplotě koagulátu, hodnotě pH, konzistenci a objemu tanku. Protože velikost vloček rozhoduje o viskozitě mechanicky zpracovaného koagulátu, je snaha, aby výsledkem míchání byly velké vločky takových dimenzí, jež dávají finálnímu výrobku homogenní krémovitý vzhled [7].

Přídavek ovocných přísad může postupně zlepšit reologické vlastnosti jogurtového koagulátu. K tomuto zlepšení přispívá nejen zvýšení sušiny, ale také přídavek pektinu obsaženého v ovocných přísadách, který jako hydrokoloid má stabilizační účinky, pokud jde o viskozitu a omezení oddělování syrovátky. Důležité je, aby ovocné přísady měly přibližně stejnou teplotu při směšování jako zpracováváný koagulát a také, aby jejich hodnota pH byla podobná [9].

Mechanicky zpracovaný koagulát se většinou před plněním do spotřebitelských obalů nevychladuje, jinak chlazení po promíchání má být okamžité, rychlé a rovnoměrné, stejně jako chlazení ve spotřebitelském balení. Přeprava koagulátu k plnění na balících linkách potrubím a čerpadly i průchod písty při dávkování mohou negativně ovlivnit jeho strukturu. Plnění do spotřebitelských obalů a převoz do chladíren má na sebe navazovat a uskutečnit se bezprostředně po zpracování koagulátu [4].

Při vychlazení finálního výrobku pod 10 °C v chladírnách dochází k částečné obnově strukturální složky viskozity a k získání konečných reologických vlastností krémovitých jogurtů. Ke zlepšení konzistence zde může přispět vhodně vybraná jogurtová kultura. Z tohoto hlediska jsou nejvhodnější kultury, které se vyznačují krátkým druhotným prokysáváním, zajišťujícím podstatný návrat k původní konzistenci koagulátu, ale jen málo zvyšujícím kyselost krémovitých jogurtů [7].

3.1.3 Jogurty tekuté (pitné, nápoje)

V zahraničí i u nás se v posledních letech nejvíce rozšiřuje výroba kysaných nápojů, a tedy i jogurtových nápojů. Tento trend je velmi žádoucí z hlediska racionální výživy, ale k rozšíření přispívá především obliba u spotřebitelů a jednoduchost technologie u výrobců. Možnost použití nápoje bez použití lžičky vyhovuje současnému stylu života. Jogurtové nápoje se vyznačují vyššími osvěžujícími a výraznými chuťovými vlastnostmi, nepřesycují a jednoduše se konzumují. Ke zvýšení jejich osvěžujících vlastností se pitné jogurty také sytí oxidem uhličitým. Výhodná je jednoduchá technologie na běžném výrobním zařízení a menší riziko zhoršení jakosti než při výrobě krémovitých a pevných jogurtů [4].

a) Technologie výroby tekutých jogurtů u nás

U nás se ze skupiny tekutých jogurtových výrobků vyrábí Jovokoktejl a jogurtové mléko s ovocem. Jovokoktejl obsahuje 3 % mléčného tuku a jeho celková sušina nesmí být nižší než 20 %. Jogurtové mléko s ovocem obsahuje 3,5 % mléčného tuku a celková sušina nesmí být nižší než 18 % [10].

Jovokoktejl se vyrábí zahuštěním mlékárensky ošetřeného mléka o tučnosti 1,8 % na odparce do získání požadované celkové sušiny nebo zahuštěním mléka o příslušné tučnosti přidávkem mlhově sušeného odtučněného mléka [10].

Zahuštěná směs se pasteruje při teplotě 95 až 98 °C s výdrží 20 sekund, případně při nižších teplotách s příslušně prodlouženou výdrží. Při teplotě 60 až 70 °C se směs homogenizuje za použití tlaku 18 až 20 MPa. Homogenizovaná směs se vychladí na teplotu zrání 30 °C a zakysává 0,1% rozmnožené jogurtové kultury, které se asepticky vpraví do směsi ve zracím tanku. Následuje důkladné promíchání a zrání v klidu po dobu 12 až 16 hodin, až je dosaženo titrační kyselosti 45 až 60 °SH ($c = 2,5 \text{ mmol/l}$). Při této kyselosti se k jogurtovému koagulátu přičerpává ovocný sirup a homogenizuje se při tlaku 1 až 5 MPa, přičemž místo homogenizátoru postačí zařazení čerpadla. Jovokoktejl se dále vychlazuje na chladiči na teplotu pod 10 °C, plní se do spotřebitelských obalů a ukládá v chladírně do doby expedice [9].

Jogurtové mléko s ovocem se vyrábí ze standardizované mléčné směsi, u níž pasterace a homogenizace probíhá za stejných podmínek jako při výrobě Jovokoktejlu. Potom se směs vychladí na teplotu 45 °C a zakysá 2 % namnožené jogurtové kultury. Po důkladném promíchání probíhá zrání směsi v klidu 2,5 až 3,5 hodiny do dosažení titrační kyselosti 42 °SH

($c = 2,5 \text{ mmol/l}$). Následuje chlazení na deskovém chladiči na teplotu 6 až 8 °C. Při této teplotě se jogurtová kultura uchovává do druhého dne. Ovocná směs se připraví tak, že se kompot mele na mlýnku za plynulého přidávání cukru a směs se v zásobníku kompotu intenzivně promíchá. Takto získaná ovocná směs se dávkuje kontinuálně pomocí pístového dávkovacího čerpadla. Jedním pístem se čerpá jogurtové mléko a druhým pístem ovocná směs. Hotová směs jogurtového mléka s ovocem se vede do zásobníku balící linky a plní do spotřebitelských obalů. Titrační kyselost jogurtového mléka s ovocem je max. 60 °SH ($c = 2,5 \text{ mmol/l}$) [4].

Nespornou předností obou ovocných jogurtových nápojů u nás vyráběných je jejich nízká energetická hodnota ve srovnání s ovocnými jogurty s pevnou nebo krémovitou konzistencí a jednoduchá technologie, zvláště u Jovokoktejlu. Výhodná je zde dodatečná homogenizace koagulátu s přidavkem ovocného sirupu, která zajistí jemnost a homogennost finálního výrobku, aniž by se oddělovala syrovátka. Především je nutno ocenit zvýšení obsahu bílkovin v poměru k obsahu tuku a snížení obsahu sacharidů ve srovnání s klasickými ovocnými jogurty i s jogurtovým mlékem. U jogurtového mléka je třeba ocenit jeho chuťové vlastnosti a přítomnost ovocné dřevě [9].

b) Výroba tekutých jogurtů v zahraničí

V zahraničí se vyrábějí jogurtové nápoje i ovocné jogurtové nápoje v širokém sortimentu. K výrobě se používá jak mléko odtučněné, tak mléko polotučné a plnotučné. Všude se oceňuje hladká konzistence, někde i mírně táhlovitá, ale dobře pitná. Tak např. v Rusku se z jogurtových nápojů vyrábí nápoj *Jižní* o tučnosti 3,2 % a tukuprosté sušiny 8,0 %, slazený nápoj *Snížek* o tučnosti 3,4 % a obsahu tukuprosté sušiny 8,1 % a přidavek sacharózy 7 %, nápoj *Snížek* s ovocnou přísadou o tučnosti 3 %, obsahu tukuprosté sušiny mléčné 8,1 % a s přidavkem sacharózy v ovocné přísadě 14,5 %. Dále je to kyška mečnickovská o tučnosti 3,2 % a obsahu tukuprosté sušiny 8,1 % nebo o tučnosti 6 % a obsahu tukuprosté sušiny 8,0 %. Vedle toho se v Rusku vyrábí řada dalších jogurtových nápojů [4].

V Dánsku se osvědčil jogurtový nápoj s obsahem tuku 1,5 až 2 %, s přidavkem 0,08 % citronového nebo pomerančového koncentrátu. Vyrábí se tak, že se k standardizovanému homogenizovanému mléku přidá 5 % cukru, následuje záhřev na teplotu 95 °C s 20minutovou až 70minutovou výdrží a zchlazení na teplotu 43 °C. Při této teplotě se při-

dávají 3 % namnožené jogurtové kultury a mléko zraje v klidu do dosažení titrační kyselosti 42 °SH ($c = 2,5 \text{ mmol/l}$), kdy se přidá ochucovací koncentrát. Ihned následuje homogenizace při tlaku 8 až 10 MPa a zchlazení na teplotu 5 °C. Stupeň viskozity výrobku se pohybuje mezi viskozitou mléka a podmáslí. Trvanlivost v chladničce je 14 dnů [4,7].

Také byl navržen podobný postup výroby jogurtového nápoje s prodlouženou trvanlivostí. Pasterované a homogenizované mléko o tučnosti 2 % se zchladí na teplotu 43 °C, zaočkuje 3% namnožené jogurtové kultury a nechá zrát až do kyselosti pH 4,3 až 4,4. Potom se koagulát homogenizuje při nízkém tlaku 0,4 MPa a ohřeje na teplotu 53 °C. Přidá se 7 až 10 % cukru, 0,1 až 1,0 % chuťového extraktu nebo 5 až 10 % ovocných koncentrátů, 0,25 % pektinu a 0,025 % askorbové kyseliny. Následuje zchlazení na teplotu 15 až 20 °C, další homogenizace při tlaku 17,2 MPa, balení výrobku a skladování při teplotě 4 °C. Trvanlivost výrobku při 2 až 4 °C je delší než 3 týdny. Z přírodních chuťových koncentrátů se osvědčily pomerančový a višňový. Přídavek oxidu uhličitého do hotového výrobku zvyšuje osvěžující charakter nápoje a přispívá k pocitu uhašení žízně [4,10].

Jogurtová nápoj *Dough* pocházející z Íránu se vyrábí tak, že kyselý jogurt se zředí s vodou v poměru 1:1 a přidá se k němu 1 % chloridu sodného. K nápoji se přidávají chuťové látky. Hotový nápoj má 1,22 % tuku, 1,52 % bílkovin, 5,60 % celkové sušiny a titrační kyselost se pohybuje kolem 30 °SH ($c = 2,5 \text{ mmol/l}$) [4].

Řidší jogurtový nápoj se také připravuje z podmáslí a uvádí se na trh jako jogurtové podmáslí. Tento druh jogurtového výrobku získal oblibu právě tím, že je dobře tekutý, osvěžující a lépe se hodí jako nápoj [4].

Ke zvýšení polynenasycených mastných kyselin v jogurtu se doporučuje přídavek sojového oleje za použití ovocných šťáv k překrytí nežádoucí chuti [4].

Vyrábí se i jogurtový nápoj a krémovitý jogurt za použití přídavku neutralizované syrovátky, která se získává při výrobě sýra Cottage. Surovátka se přidává tekutá, zahuštěná nebo sušená. Surovátkovou sušinou je možno nahradit 1 až 2 % mléčné sušiny. Při vyšších přídavcích vyvstává syrovátková chuť a konzistence řídne. Použitím přídavku syrovátky se snižují náklady na výrobu jogurtů [4].

4 VLIV JOGURTU NA ZDRAVÍ A SPOTŘEBA JOGURTŮ

4.1 Vliv jogurtu na zdraví

Jogurt je vyvážená a zdraví prospěšná potravina

Při své relativně nízké energetické hodnotě je jogurt bohatým zdrojem plnohodnotných bílkovin, vápníku, fosforu a různých vitaminů skupiny B. Polotučný jogurt má obsah tuku kolem 3 %, většina jiných potravin obsahuje tuk v podstatně větším množství. Například vejce obsahují 11 % tuku, uzeniny 35 až 50 %, máslo 80 %, maso obsahuje 20 až 40 % tuku [17].

Podle Státního zdravotního ústavu jsou nízkotučné mléčné výrobky důležité pro každý věk. Týdně bychom měli přijmout nejméně 4 litry mléka, a to buď ve formě nízkotučného, zejména zakysaného nápoje nebo ve formě nízkotučných jogurtů, tvarohů a sýrů. Obecně se doporučuje konzumovat 2 až 3 porce mléčných výrobků denně, 3 až 4 porce denně by měli konzumovat dospívající, těhotné a kojící ženy [18].

Mléko je hlavním a nenahraditelným donátorem vápníku. V přítomnosti s mléčnou bílkovinou se vápník velmi rychle vstřebává. Ke zlepšení vstřebatelnosti přispívá i mléčný cukr - laktóza. Vápník spolu s fosforem a hořčíkem se podílí jako stavební látka na tvorbě, výstavbě a přeměně kostí. Velmi důležitou roli hraje vápník při ovlivňování srážlivosti krve a regulaci nervosvalové dráždivosti [19].

Obsah živých kultur

Klasický jogurt obsahuje dvě živé jogurtové kultury: *Lactobacillus bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus*. Bakteriální kultury obsažené v jogurtu pozitivně ovlivňují složení střevní mikroflóry. Nenahraditelné jsou ve chvíli, kdy je rovnováha bakterií v trávicím traktu narušena, například po léčbě antibiotiky. Jogurty díky obsahu zdraví prospěšných živých kultur dlouhodobě napomáhají snadnějšímu vstřebávání minerálních látek a některých vitaminů. V neposlední řadě pomáhají jogurtové bakterie chránit dětský organizmus před průjmovými onemocněními a omezují s nimi spojený úbytek hmotnosti [20].

Probiotika

Kromě dvou tradičních jogurtových kultur *Lactobacillus bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus* obsahují některé mléčné výrobky i další živé kultury patřící mezi tzv. probiotika. Podle definice přijaté Světovou zdravotnickou organizací jsou probiotika „mikrobiální

součástí potraviny, která při konzumaci v dostatečném množství vykazuje příznivé účinky na zdraví člověka“. Termín „probiotika“ byl historicky poprvé použit německým vědcem Ferdinandem Verginem v roce 1954. Slovo „probiotika“ je odvozeno z řečtiny (pro = příznivý a bios = život) a již samotný název značí, že jsou to látky příznivé pro život. V kontrastu s názvem „probiotikum“ je název „antibiotikum“. Antibiotika jsou látky, které usmrčují mikroorganismy nebo brání jejich růstu. Zasahují tak proti původcům infekcí, jejich nežádoucím účinkem je ale i poškození mikroflóry na povrchu některých sliznic a ve střevním traktu [20].

4.2 Spotřeba jogurtů

Mléčné výrobky jako komodita jsou přizpůsobivější, což je jejich největší přednost. Jsou snadno kombinovatelné a dělitelné na části [20].

V jídelníčku Čechů se těší rostoucí oblibě jogurty, jejichž spotřeba se od poloviny devadesátých let více než zdvojnásobila. V roce 1994 představovala pět kilogramů na osobu ročně, loni to již bylo 13,4 kilogramu, sdělila ČTK Společnost pro probiotika a prebiotika (SPP). Češi jsou ale stále o 40 procent menší jedlíci jogurtů než třeba Němci. Oproti Nizozemsku je domácí spotřeba na obyvatele třetinová, proti Francii poloviční [20].

V průměru se u českých dětí, mládeže i dospělých těší podle průzkumu největší oblibě jahodové jogurty. Vesměs populární jsou také třeba borůvkové, višňové nebo broskvové. Malé děti přitom obecně dávají přednost krémovitým jogurtům s jemnou konzistencí, zatímco starší děti a dospělí lidé upřednostňují tužší konzistenci a kousky ovoce, uvedla SPP [20].

Mlékárenské výrobky obecně jsou po propadu spotřeby v první polovině devadesátých let v Česku stále oblíbenější. Loni jejich konzumace činila podle předběžných údajů v přepočtu 239 kilogramů mléka na osobu proti 188 kilogramům v roce 1995. Spotřebu táhne vzhůru vedle zakysaných mléčných výrobků hlavně rostoucí obliba sýrů. Naopak konzumního mléka se stále pije méně. Celkově ale spotřeba mléka a výrobků z něj zaostává za úrovní roku 1989, kdy dosahovala v přepočtu 260 kilogramů na hlavu ročně [20].

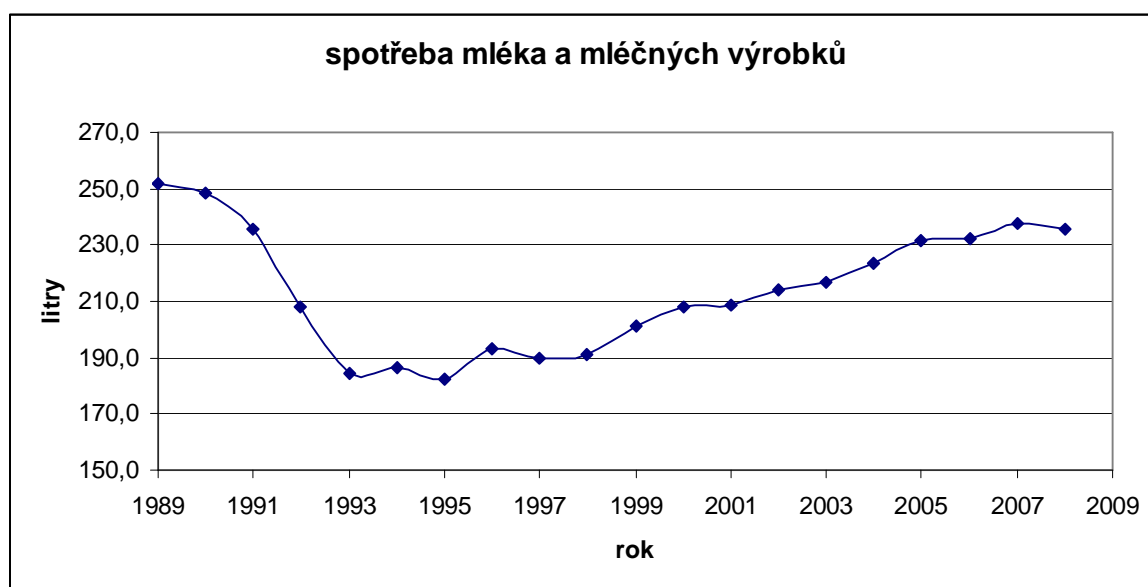
Propad konzumace po roce 1989 byl podle odborníků způsoben hlavně cenovou liberalizací a následným zdražením mlékárenských produktů. Stoupajícímu zájmu spotřebitelů od

druhé poloviny devadesátých let pomohlo rozšiřování sortimentu, zvyšování jakosti, lepší obaly mléčných výrobků, a také rostoucí kupní síla [20].

Tab. 2: Spotřeba mléka a mléčných výrobků (bez másla)[21]

rok	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
spotřeba (l)	252	248,7	235,6	208	184,6	186,3	182,3	193,4	189,5	191,3

1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
201,3	207,9	208,8	214,2	216,9	223,3	231,4	232,4	237,5	235,6



Obr. 2: Grafické znázornění spotřeby mléka a mléčných výrobků v letech 1989 až 2008 (bez másla) [21]

5 AROMATICKÉ LÁTKY

Nejvýznamnějším psychickým faktorem ve výživě člověka jen sensorická neboli smyslová jakost, která zásadně ovlivňuje druh a množství konzumované potravy a také její využitelnost [22].

Senzorickou jakost potravin určují přítomné sensoricky aktivní látky. Jsou to látky, které vnímáme smysly, tedy čichem, chutí, zrakem a často také hmatem. K nejvýznamnějším sensoricky aktivním látkám proto patří [22,25]:

- látky vonné (ovlivňující vůni potravin),
- látky chuťové (udílejícím potravinám chuť),
- barviva (látky propůjčující potravinám barvu),
- látky ovlivňující vzhled a fyzikální vlastnosti potravin, které označujeme termínem textura.

Vůně, chuť, barva a textura jsou proto důležité organoleptické vlastnosti potravin. Pro konzumenta mají běžně větší význam než jiné důležitější atributy (např. obsah vitamínů apod.), neboť je vnímá jako první informace, které výrazně přispívají k vytvoření celkového dojmu o dané potravinářské surovině, potravině nebo pokrmu. Mnohé potraviny a pokrmy se proto aromatizují, ochucují, barví, upravuje se jejich textura a četné další jsou konzumovány výhradně jen pro svoji sensorickou hodnotu (různé pochutiny, lahůdky) [22].

Podle původu lze vonné, chuťové i barevné látky rozlišit do dvou základních skupin [28].

- Jsou již přítomny v potravinách (v potravinářských surovinách) živočišného, rostlinného nebo jiného původu jako produkty sekundárního metabolismu. Jsou tedy sekundárními metabolity produkovanými vnitrobuněčnými procesy. Jejich kvalita a kvantita závisí hlavně na genetických dispozicích daného organismu (živočišného nebo rostlinného druhu). U rostlin, živočichů i jiných organismů existuje v určitých mezích jistá variabilita způsobená některými zevními faktory. U rostlin se například uplatňuje lokalita, odrůda, stáří, stupeň zralosti (vegetační stádium), doba sklizně, různé environmentální faktory (množství vláhy, živin, teplota, světlo) a podmínky během posklizňového skladování. Pro tyto sensoricky aktivní látky se často používá název primární sensoricky aktivní látky [22,28].

- Řada vonných, chuťových i barevných látek je v potravinách přítomna ve vázané, sensoricky inaktivní formě, především jako glykosidy nebo estery. Z těchto sloučenin se sensoricky aktivní látky uvolňují působením enzymů (např. při desintegraci pletiv). Sensoricky aktivní látky vznikají také během skladování a zpracování potravin jako produkty enzymových a neenzymových reakcí bílkovin, sacharidů, lipidů (tedy produktů tzv. primárního metabolismu), případně dalších chemických složek potravin jako jsou vitamíny, různé pigmenty (přírodní barviva) aj. Fermentační pochody a tepelné zpracování potravin (vaření, pečení, smažení, uzení, sušení aj.) jsou hlavními procesy, při kterých tyto látky vznikají ze svých prekurzorů. Z chemických reakcí se při jejich vzniku uplatňují především autooxidační reakce, Maillardova reakce (resp. Reakce neenzymového hnědnutí) a reakce enzymového hnědnutí. Sensoricky aktivní látky vznikající v průběhu zpracování a skladování potravin se často označují jako sekundární sensoricky aktivní látky [22,28].

Výsledný vjem vůně, chuti a barvy potravin bývá jen výjimečně určován přítomností jedné látky (tzv. klíčové látky) nebo několika málo látek. Obvykle jde o složité směsi několika nebo mnoha sloučenin [22].

Vonné látky jsou látky, které působí na čichové receptory a vyvolávají dojem vůně. Mohou současně působit na chuťové receptory a jsou potom zároveň chuťovými látkami. Vonné látky jsou převážně málo polární nebo nepolární ve vodě málo rozpustné až nerozpustné těkavé látky vyvolávající širokou škálu nejrůznějších sensorických vjemů [22,23].

Chuťové látky jsou ty, které působí na chuťové receptory a vyvolávají dojem chuti v ústní dutině. Obvykle se rozeznávají čtyři základní chuti: sladká, slaná, kyselá a hořká. Chuťové receptory reagují rovněž na další vjemy, např. na takové, které se popisují jako chuť trpká (svíravá), pálivá (palčivá), případně některé další. Chuťové látky mohou současně vonět, ale nemusí. Jsou to obvykle ve vodě rozpustné polární a netěkavé látky [25].

Komplexní (jednotný) sensorický vjem chuti a vůně, vyvolaný současně vonnými i chuťovými látkami, se dnes často označuje anglickým termínem flavour. V minulosti byl v české odborné literatuře označován jako chutnost, později jako aróma. Název aróma je v běžné mluvě také synonymem slova vůně a také názvem pro preparáty používané k aromatizaci různých výrobků. Termín aromatické látky potom logicky zahrnuje veškeré vonné a chuťové látky působící na čichové a (nebo) na chuťové receptory, tedy látky vyvolávající dojem

vůně a (nebo) chuti. V organické chemii však má tento termín zcela jiný význam, neboť názvem aromatické sloučeniny jsou označovány jako deriváty benzenu [22,29].

Analogicky se pro označení změněné, nepřirozené vůně nebo chuti v důsledku nejrůznějších vlivů nejčastěji používá anglický termín off-flavour, poměrně často se v tomto případě užívá také českých termínů cizí aróma, příchach, příchut', pachut' apod. [26].

Barevné látky (barviva) také patří k významným sensoricky aktivním látkám obsaženým v potravinách. Podmiňují nejen charakteristickou barvu potravin, ale ovlivňují i prahové koncentrace chuťových látek a schopnost identifikovat vůně. Potravina, které má vyhovující nutriční a hygienickou hodnotu, vynikající chuť, vůni i texturu není konzumenty akceptována, nemá-li charakteristickou barvu odpovídající danému typu výrobku [25].

Nositeli vlastností potravin zahrnovaných pod pojem textura jsou převážně makromolekulární složky potravin, zejména proteiny a polysacharidy a také produkty jejich vzájemných interakcí a interakcí s dalšími složkami potravin, na prvním místě s vodou. Texturou se rozumí takové vlastnosti potravin, které vyvolávají hmatový neboli haptický vjem registrovaný hmatovými receptory v ústní dutině. Velmi často se také uplatňuje dotyk a hmat rukama. Atributy textury jako je tvar a velikost částic potraviny nebo celé potraviny se často označují termínem vzhled. Ten úzce souvisí s barvou potraviny. Termínem konzistence se označují aspekty textury související s fyzikálními (mechanickými) vlastnostmi potravin, které se dnes nejčastěji označují termínem reologické vlastnosti [22].

5.1 Vonné látky

Vůně potravin je velmi často komplexním vjemem vyvolaným velkým počtem vonných látek. Celkový počet vonných látek identifikovaných v potravinách se odhaduje na téměř 10 000. Běžně bývá v každé potravine několik set různých vonných sloučenin. Na charakteristické vůni potraviny se sice z různých důvodů (charakter vůně, vysoká prahová koncentrace) řada z nich nepodílí vůbec, jiné velmi málo, některé sloučeniny však mají zásadní význam. Výslednou vůni potom tvoří těchto několik látek. Typickým příkladem je vůně pomerančů nebo pražené kávy, která je výsledným vjemem několika desítek různých sloučenin [22].

Pouze v omezeném počtu případů lze typickou vůni potravin spojovat s vůní jedné nebo několika málo sloučenin, tzv. klíčových složek vůně [22].

Intenzita a kvalita vůně i chuti však závisí nejen na přítomných vonných látkách, ale také na dalších složkách potravin, především bílkovinách, sacharidech a lipidech, se kterými vonné látky interagují. Tyto nezávazné interakce pak ovlivňují koncentrace vonných látek v plynné fázi [25].

K významným primárním vonným látkám se řadí zejména terpeny. Sekundární vonné látky vznikají [22]:

- jako produkty metabolismu mikroorganismů v kvasných procesech,
- oxidací a degradací labilních složek potravin (např. lipidů a karotenoidů),
- při termických procesech zejména z proteinů a sacharidů v Maillardově reakci.

Vonné látky lze nalézt prakticky v každé skupině organických sloučenin. Primárními i sekundárními vonnými látkami jsou některé uhlovodíky, avšak většina vonných látek obsahuje v molekule kyslík (alkoholy, ethery, aldehydy, ketony, kyseliny, estery aj.), dusík (např. aminy, dusíkaté heterocykly) a síru (thioly, sulfidy, sirné heterocykly) [24].

5.1.1 Uhlovodíky

Uhlovodíky jsou běžnou složkou mnoha potravin. Nejčastěji bývají přítomny jako silic a lipidového podílu potravin. Jsou buď přirozenou složkou potravinářských surovin a materiálů (jako primární látky) nebo vznikají během skladování a zpracování potravin enzymovými a chemickými reakcemi jako sekundární látky. Jsou zejména sekundárními produkty oxidace lipidů, ale i mnoha dalších složek potravin, např. karotenoidů [22].

Pro aromatizaci potravin se uhlovodíky používají poměrně málo, využívá se jich však jako výchozích surovin pro syntézu jiných vonných látek. Použití jako rozpouštědla našly některé alifatické uhlovodíky (hexan) nebo jejich směsi (petrolether, benzín) v průmyslu vonných a chuťových látek a v tukovém průmyslu. Rezidua těchto uhlovodíků mohou být proto přítomna v silicích, extrakčních olefinových šrotech apod. materiálech, které se získávají extrakcí uhlovodíků [24].

5.1.2 Alkoholy

Alkoholy a také fenoly lze formálně považovat za první stupeň oxidační řady uhlovodíků. Alkoholy bývají primárními i sekundárními vonnými a chuťovými látkami potravin rostlinného a živočišného původu [30].

Jako aromatické látky se uplatňují hlavně volné primární alkoholy a jejich estery, zejména u ovoce a alkoholických nápojů [22].

Přírodními vonnými látkami jsou především nižší alifatické nasycené a nenasycené alkoholy. Vyšší terpeny se mohou jako vonné látky uplatnit prostřednictvím svých rozkladných produktů [27].

Pro aromatizaci potravin se používají alkoholy, které mají nejvýše 15-18 atomů uhlíku v molekule. Použití vyšších alkoholů je spíše výjimkou. Nižší alkoholy slouží k výrobě příslušných esterů, acetalů aj. sloučenin používaných k aromatizaci potravin nebo také jako potravinářská aditiva (např. rozpouštědla) [22].

5.1.3 Karbonylové sloučeniny

Karbonylové sloučeniny obsahují ve své molekule aldehydovou skupinu $-\text{CH}=\text{O}$ nebo ketoskupinu $-\text{C}(=\text{O})-$, dělí se proto na [30]:

- aldehydy,
- ketony.

Těkavé aldehydy a ketony patří k nejpoužívanějším vonným a chuťovým látkám. Vyskytují se v potravinách jako primární látky (např. jako složky různých silic) a vznikají rovněž enzymovými a chemickými reakcemi z různých prekurzorů jako sekundární látky. Častou jsou žádoucími složkami aróma potravin, ale v některých případech jsou také nositeli nežádoucí vůně a chuti. Slouží potom jako indikátory nežádoucích změn sensorické či výživové hodnoty potravin (např. při autooxidaci lipidů) [22,31].

5.1.3.1 Aldehydy

Alifatické nasycené a nenasycené aldehydy

Jako vonné látky mají význam téměř všechny nasycené alifatické aldehydy počínaje methanalem (formaldehydem) a konče zhruba dodekanalem. Z nenasycených alifatických aldehydů jsou důležité monoterpenové aldehydy. Z aldehydů s přímým řetězcem je významný zejména propenal (akrolein), některé 2-alkenaly a 3-alkenaly, 2,4-alkadienaly i některé další aldehydy s dvěma, třemi, případně čtyřmi dvojnými vazbami [24,26].

Terpenové aldehydy

Praktický význam mají monoterpenové aldehydy a zřídka také některé seskviterpenové aldehydy. K nejčastěji se vyskytující náleží alifatický nenasycený aldehyd citrát [29].

Aromatické aldehydy

Velmi často bývají složkami silic či aromatu různých potravin aromatické aldehydy. Rozšířeným aldehydem je benzaldehyd, který bývá přítomen volný nebo vázaný v některých kyanogenních glykosidech [29].

5.1.3.2 Ketony

Mnohé ketony se vyznačují charakteristickým pachem, a proto se uplatňují jako žádoucí nebo také nežádoucí složky různých aromat [29].

Alifatické a alicyklické ketony

V potravinách bývají přítomny zpravidla nasycené a nenasycené alifatické ketony s 3-17 atomy uhlíku v molekule, které vznikají několika různými způsoby [22].

Nejrozšířenějším ketonem je propanol. Je běžným metabolitem mnoha mikroorganismů. Vzniká dekarboxylací 3-oxobutanové (acetocetové) kyseliny [22].

5.1.4 Karboxylové kyseliny

Karboxylové kyseliny jsou významné složky především rostlinného původu. V potravinách se vyskytují především karboxylové kyseliny alifatické, alicyklické a aromatické nebo heterocyklické. Jako vonné a chuťové látky se uplatňují hlavně nižší mastné kyseliny a některé aromatické kyseliny. Jako chuťové látky mají největší význam vícesytné karboxylové kyseliny.

liny, z alifatických kyselin pak octová a mléčná kyselina, které jsou významnými nositeli kyselé chuti potravin [24,26].

5.1.4.1 Nižší mastné kyseliny

Mezi nižší mastné kyseliny se řadí především nasycené monokarboxylové kyseliny obsahující maximálně 10 atomů uhlíku v molekule, která vedle karboxylové skupiny neobsahuje další funkční skupiny [29].

Máselná, kapronová, kaprylová kaprinová kyselina se v poměrně vysokém množství vyskytují spolu s dalšími kyselinami (např. isokyselinami, anteisokyselinami a kyselinami s lichým počtem atomů uhlíku) v mléčném tuku ve formě triacylglycerolů [22].

5.1.4.2 Alifatické hydroxykyseliny

Hydroxykyseliny jsou vesměs netěkavé polární sloučeniny a jako vonné látky se v potravinách prakticky neuplatňují. Vonnými látkami jsou však některé jejich reakční produkty, zejména laktony [25].

5.1.4.3 Aromatické kyseliny

Nejjednodušší aromatickou kyselinou je benzoová kyselina, která je v rostlinných materiálech poměrně rozšířená [22].

Benzoová kyselina bývá ve velmi malém množství přítomna v jogurtu (asi 0,0015 %). Vzniká zde hydrolyzou hippurové kyseliny [22].

6 BIOLOGICKY AKTIVNÍ LÁTKY STANOVENÉ V JOGURTECH

Studie prokázala primární alkoholy jako 2-methyl propylalkohol, 3-methyl butylalkohol ve slaném jogurtu. Byly detekovány na konci skladování. Primární alkoholy větveného methyly mohou být odvozeny z FFAs nebo redukcí aldehydů tvořeny Streckerovou degradací z aminokyselin (např. 3-methyl butylalkohol z leucinu) [36,37].

Dalšími detekovanými látkami byly etanol, butanol, hexanol, oktanol, dekanol, tetradekanol, heptadekanol, oktadekanol a další [36,37].

Látky byly sledovány po dobu 90 dní. Množství Dekanolu bylo naměřeno skoro dvojnásobné množství u jogurtu než u syrového mléka. U jogurtu se množství pozvolna zvyšuje, kolem 8 dne nastává zlom a množství zase klesá. Obdobně se pohybuje množství dodekanolu, tetradekanolu i heptadekanolu [36,37].

Také byla u této studie měřena aktivní kyselost, pH syrového mléka byla 6,68, pH jogurtu 3,78 [36,37].

V další studii bylo zjištěno celkem 16 těkavých kyselin, které byly identifikovány v jogurtu už po dvou dnech skladování, byla to především kyseliny octová, déle pak acetaldehyd, aceton, diacetyl, 2-butanon, 3-hydroxy-2-butanon a 3-methyl-2-butanon.

Tyto látky byly stanovovány během produkce jogurtu a skladování při 4 °C. Acetaldehyd byl nalezen ve všech jogurtech a jeho koncentrace se během skladování mírně zvyšovala [38,39].

Další aldehydy jako 4-pentanal, hexanal, 2-methylbutanal byly také nalezeny v jogurtu, ale v nízkém množství [38,39].

Studie dále stanovovala pH v jogurtech o různé tučnosti. Z výsledků vyplývá že obsah tuku na pH jogurtu nemá výjimečný vliv. Jogurt o tučnosti 0,9 % tuku má pH 4,34, o tučnosti 2,3 % tuku má pH 4,38, o tučnosti 3,8 % tuku má pH 4,38 a o tučnosti 6,6 % tuku má pH 4,48 [38,39].

Kyselina orotová, která je také produktem kravského metabolismu byla popisována jako růstový faktor pro *L.delbrueckii subs. bulgaricus*, stejně jako prekurzor pro syntézu nukleotidů. V této studii se kyselina orotová nahromadila v průběhu času ve všech typech jogurtu, odrážející snížení obou buněčných množství a metabolické aktivity *L.delbrueckii* [40,41].

Katabolismus laktózy *S.thermophilus* a *L.delbruecki* má za následek hlavně produkci kyseliny mléčné, která poskytuje zřetelnou a charakteristickou chuť jogurtu [40,41].

Methylketony jako 2-butanon a aceton (2-propanon) byly objeveny v mírně vyšších úrovních v UHPH vzorcích než v tradičních jogurtech, ačkoliv rozdíl nebyl statisticky významný. Tyto sloučeniny pocházejí z B-oxidace nasycených volných mastných kyselin a další dekarboxylace B –ketonových kyselin což závisí na lipolytické aktivitě jogurtu [40,41].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo sledovat v průběhu skladování :

- měření aktivní kyselosti jogurtů,
- měření titrační kyselosti jogurtů,
- stanovení biologicky aktivních látek v jogurtu.

8 VZORKY

Vzorky jogurtů byly poskytnuty společností Yoplait Czech, a.s. patří k významným výrobcům mléčných kysaných výrobků a zakysaných smetan na českém trhu. Yoplait Czech, a.s. je součástí mezinárodní skupiny Yoplait, která má zastoupení ve více než 50 zemích světa a patří k nejvýznamnějším výrobcům čerstvých mléčných produktů na světě [32].

Firma Yoplait Czech, a. s. sídlí ve Slušovicích u Zlína. Zde se nachází jak výrobní závod, tak i vedení podniku pro Českou i Slovenskou republiku [32].

Pro extrakci biologicky aktivních látek byly použity dva typy výrobků a to [32] :

- **Bílý jogurt Bifidus** - Yoplait bílý jogurt je lahodný bílý jogurt se sníženým obsahem tuku vhodný pro přímou konzumaci i pro studenou kuchyni. Obsahuje probiotickou kulturu Bifidus Lactis, která příznivě ovlivňuje zažívání a zvyšuje celkovou odolnost organismu [32].



Obr. 3: Vzorek bílého jogurtu [32]

- **Yoplait Light** - Yoplait Light je jogurt s kousky ovoce a se sníženým obsahem tuku a bez cukru. Je přirozeným zdrojem vápníku. Je vhodný i pro diabetiky, protože neobsahuje žádný přidaný cukr. Nyní chutná lépe díky většímu obsahu ovoce [32].



Obr. 4: vzorek jahodového jogurtu [32]

Průběh skladování:

Vzorky byly skladovány 32 dnů v chladničce při teplotě 5 °C.

1. den byl dnem, kdy se dané vzorky dostávají ke spotřebiteli od výrobce

29. den byl den ukončení spotřeby vzorků

32. den byl již 3 dnem po uplynutí doby spotřeby

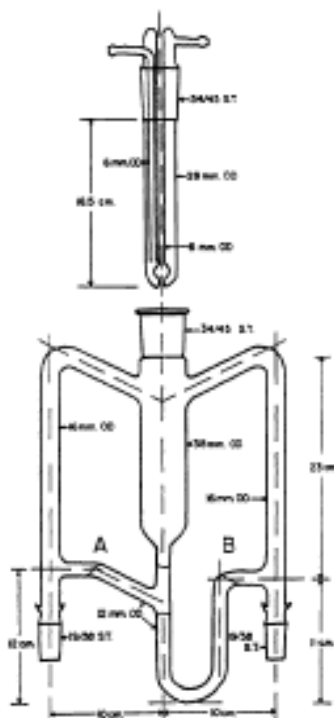
9 METODIKA PRÁCE

9.1 Extrakce biologicky aktivních látek a stanovení extraktů

9.1.1 Extrakce vzorků

Jako extrakční metoda byla zvolena simultánní destilace a extrakce, která využívá Likens-Nickersonovy aparatury (viz. obr.5), v níž dochází ke společné kondenzaci par těkavých látek ze zkoumaného materiálu společně s parami rozpouštědla. Těkavé látky rozpustné v organickém rozpouštědle jsou tedy kontinuálně převáděny z vodní páry do par organického rozpouštědla, kde jsou zakonzentrovávány [33]. Jako organické rozpouštědlo byl zvolen dichlormethan.

Bylo naváženo 20 g vzorku s přesností na 0,001 g a k tomu bylo přidáno 100 ml destilované vody. Do druhé baňky bylo naměřeno 75 ml dichlormethanu. Obě baňky byly nasazeny na aparaturu a obsahy baňek byly přivedeny k varu. Samotná destilace s extrakcí trvala 1 hodinu. Přebytek byl odpařen na vakuové odparce a byl kvantitativně převeden do 10-ti ml odměrné baňky. K převedenému vzorku byl přidán vnitřní standard 2-ethyl-1-hexanol (0,2 µg/l) a baňka byla doplněna po rysku.



Obr. 3: Likens-Nickersonova aparatura

9.1.2 Analýza vzorků

Vyextrahované biologicky aktivní látky byly dále analyzovány pomocí přístroje GC-MS (Shimadzu GC 2010). Jednotlivé molekulové hmotnosti analytů byly porovnány s knihovnou spekter tohoto přístroje [33].

9.2 Stanovení aktivní a titrační kyselosti

Stanovení kyselosti potravin je základní analytický rozbor, který poskytuje informace o složení a jakosti potravin. Jedná se o základní jakostní znak, kterým se dá kontrolovat technologie výroby potravinářských produktů. Může se využít i ke kontrole správného skladování hotových výrobků nebo surovin pro potravinářskou výrobu. Zvýšená kyselost upozorňuje na zhoršení podmínek skladování, které vedou k rozkladu sacharidů a vzniku různých organických kyselin. Tento jev může být technologicky využitelný, např. rozklad laktózy při výrobě kysaných mléčných výrobků či tvarohů, ale někdy může signalizovat zhoršení organoleptických vlastností výrobků, např. při rozkladu acylglycerolů a uvolňování mastných kyselin v tucích či olejích. Ke stanovení kyselosti potravin využíváme metody chemické, tzv. titrační nebo metody fyzikálně chemické, tzv. potenciometrické [34, 35].

Elektrické napětí vzniklé mezi dvojicí vhodných elektrod ponořených do měřeného roztoku je přímo úměrné koncentraci vodíkových iontů. Citlivým voltmetrem se přímo měří hodnota pH na pH-metrech [34, 35].

Měření pH je v podstatě měření změn mezi dvěma elektrodami (měřící – indikační a srovnávací – referentní) ponořenými do zkoušeného roztoku. Pro měření pH používáme pH-metr se skleněnou nebo chlorstříbrnou elektrodou, nebo lze použít kombinovanou elektrodu. Pro kalibraci přístroje používáme tlumivé roztoky (pufrů) s rozsahem pH 3,00 – 9,00 o teplotě 20 °C [34, 35].

Při vlastním měření se elektrody umístí do zkoumaného roztoku, nastaví se kompenzátor teploty a odečte se hodnota pH. Při vyjádření výsledku se uvede aritmetický průměr dvou souběžných měření s maximálním rozdílem 0,1 pH a výsledná hodnota se zaokrouhlí na jedno desetinné místo [34, 35].

Titrační (celková) kyselost je dána spotřebou alkalického odměrného roztoku při neutralizaci zkoušeného výrobku nebo suroviny na předepsaný indikátor. Při těchto stanoveních se

používá fenolftalein, protože slabé kyseliny se neutralizují silnou zásadou (NaOH, KOH) a vzniklé soli vlivem hydrolyzy vykazují ve vhodných roztocích alkalickou reakci. Bod ekvivalence, který udává konec těchto titrací, leží ve slabě alkalické oblasti: uvažuje se hodnota pH 8,3 [34, 35].

Titrační kyselost se vyjadřuje různým způsobem. U nás a ve většině evropských zemí se pro naprostou většinu mléčných výrobků (kromě másla a kaseinu) používají pro vyjádření titrační kyselosti podle Soxhleta-Henkela (SH). V některých zemích de titrační kyselost udává podle Thörnera (T) nebo podle Dörnicka (D), popřípadě se spotřeba odměrného roztoku přepočítává na % kyseliny mléčné. Nověji se začíná uvádět jako látkový obsah kyselin v milimolech vztažených buď na 1 litr nebo na 1 kg zkoušeného vzorku [34, 35].

9.2.2 Stanovení aktivní kyselosti potenciometrickou metodou

Bylo naváženo 20 g vzorku s přesností na 0,01g do kádinky, k tomu bylo přidáno 100 ml destilované vody a obsah byl promíchán. Pro kalibraci pH-metru byly použity pufrы o pH 4,01 a 10,01. Sonda nakalibrovaného pH-metru byla ponořena do kádinky se vzorkem a hodnota pH byla odečtena z displeje pH-metru.

9.2.3 Stanovení titrační kyselosti

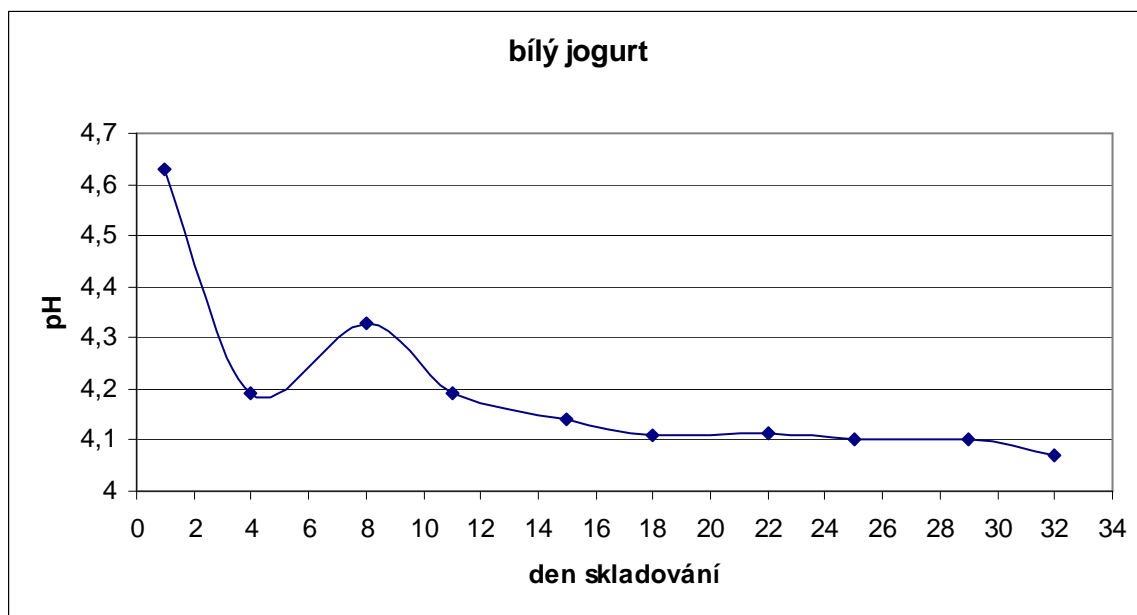
Bylo naváženo 20 g vzorku s přesností na 0,01 g do kádinky, k tomu bylo přidáno 100 ml destilované vody a 3 kapky indikátoru fenolftaleinu. Obsah byl promíchán. Také byl připraven roztok NaOH o koncentraci 0,25 mmol/l a byl standardizován pomocí kyseliny šťavelové. Za stálého míchání byl ke vzorku přidáván roztok NaOH po 0,2 ml až do dosažení růžového zbarvení, které vydrželo minimálně 30 sekund. Ze zjištěných hodnot byl stanoven bod ekvivalence a následně vypočtena hodnota titrační kyselosti.

9.3 Statistické vyhodnocení výsledků

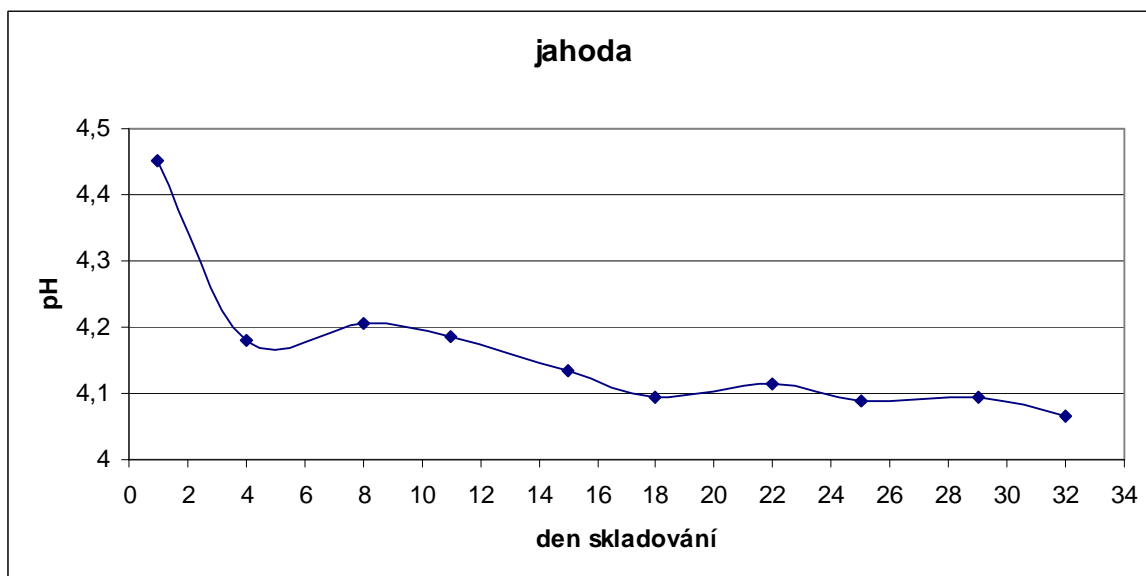
Získané výsledky byly statisticky vyhodnoceny a graficky znázorněny pomocí MS excel.

10 VÝSLEDKY

10.1 Výsledky stanovení aktivní kyselosti

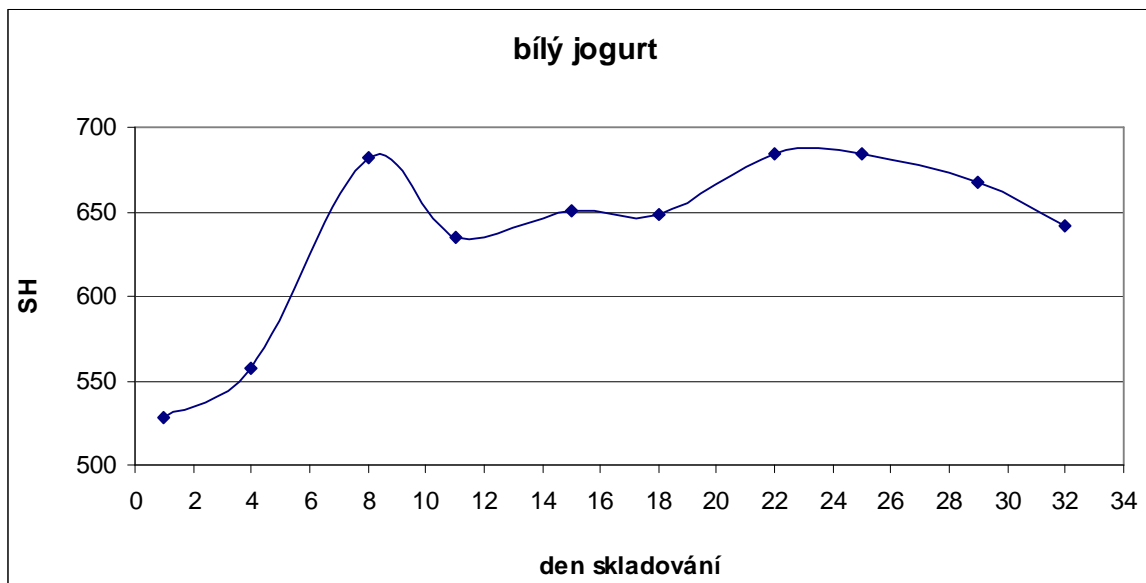


Obr. 6: Grafické znázornění průběhu pH v závislosti na době skladování u bílého jogurtu

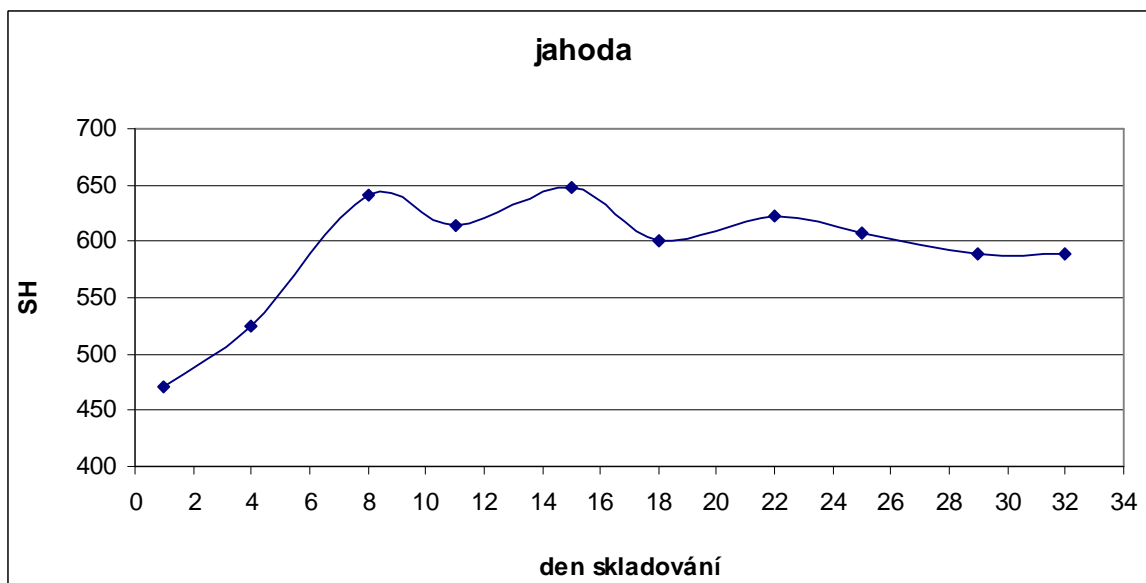


Obr.7: Grafické znázornění průběhu pH v závislosti na době skladování u jahodového jogurtu

10.2 Výsledky stanovení titrační kyselosti



Obr. 8: Grafické znázornění průběhu titrační kyselosti v závislosti na době skladování u bílého jogurtu



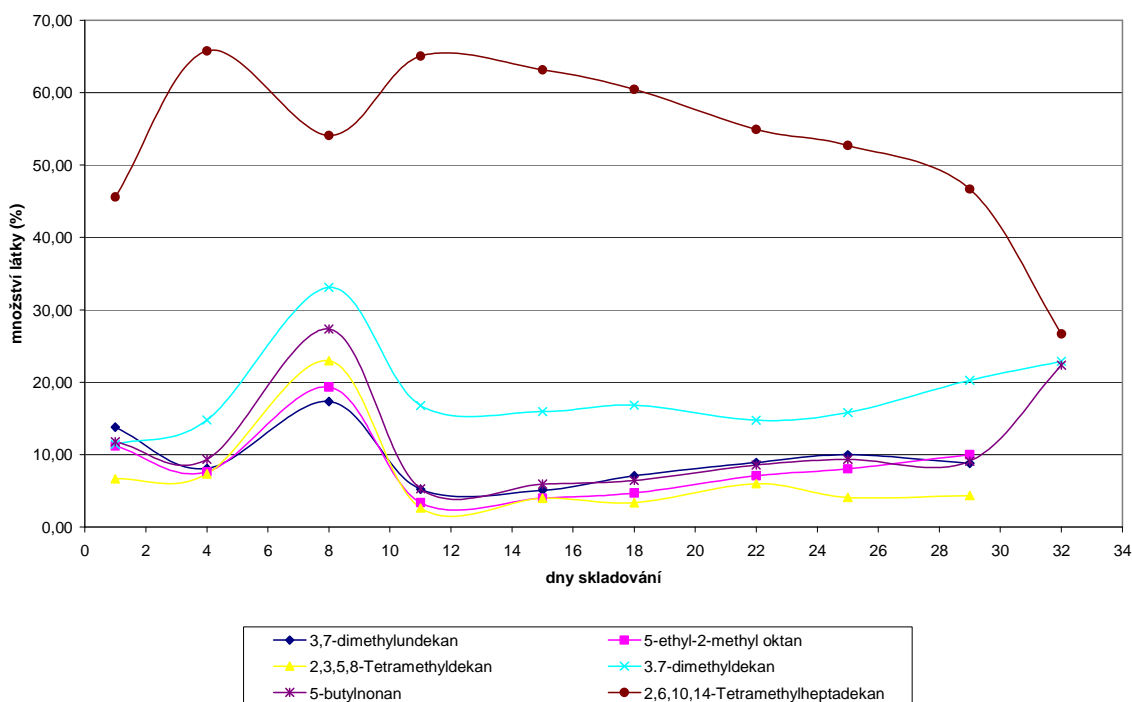
Obr. 9: Grafické znázornění průběhu titrační kyselosti v závislosti na době skladování u jahodového jogurtu

10.3. Výsledky stanovení biologicky aktivních látek

Tab 3: Průměrné hodnoty a směrodatné odchylky stanovených látek v bílém jogurtu (%)

látka	den měření							
	1		4		8		11	
	průměr	±SD	průměr	±SD	průměr	±SD	průměr	±SD
3,7-dimethylundekan	13,80	±1,543	8,10	±1,437	17,36	±0,415	5,23	±0,763
5-ethyl-2-methyl oktan	11,21	±0,692	7,66	±1,717	19,36	±0,800	3,37	±0,703
2,3,5,8-Tetramethyldekan	6,67	±1,152	7,37	±0,946	22,97	±1,181	2,63	±0,803
3.7-dimethyldekan	11,43	±0,918	14,80	±0,695	33,10	±3,524	16,79	±1,175
5-butylnonan	11,80	±0,473	9,37	±0,954	27,35	±3,563	5,29	±0,438
2,6,10,14-Tetramethylheptadekan	45,57	±4,530	65,75	±6,830	54,09	±5,544	65,03	±1,997

den měření											
15		18		22		25		29		32	
průměr	±SD	průměr	±SD	průměr	±SD	průměr	±SD	průměr	±SD	průměr	±SD
5,09	±0,715	7,09	±0,991	8,94	±1,669	9,99	±0,868	8,83	±0,675	n.d.	n.d.
4,03	±0,342	4,72	±0,622	7,09	±1,043	8,06	±1,579	10,01	±0,167	n.d.	n.d.
3,99	±1,555	3,38	±1,228	6,01	±0,509	4,09	±1,194	4,38	±0,089	n.d.	n.d.
15,97	±1,401	16,84	±0,464	14,77	±0,726	15,83	±0,917	20,28	±0,016	22,91	±3,484
5,95	±0,550	6,44	±0,863	8,59	±1,172	9,35	±0,819	9,12	±0,622	22,36	±5,022
63,14	±0,543	60,46	±2,760	54,91	±5,774	52,71	±1,817	46,68	±0,788	26,67	±8,080

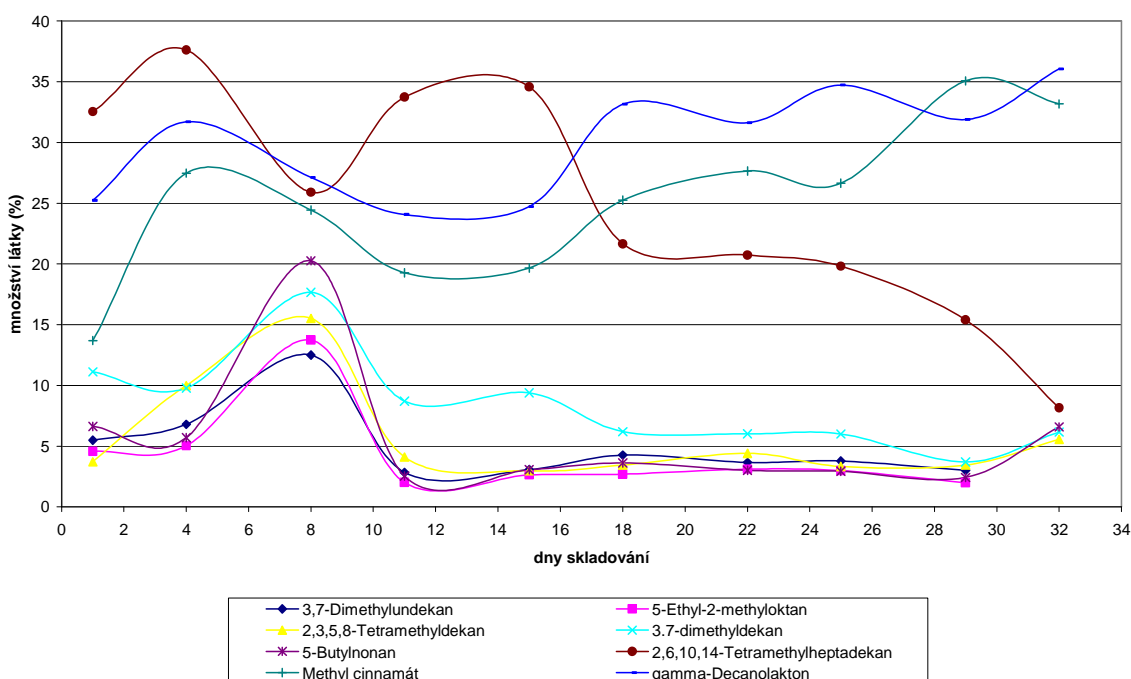


Obr. 10: Grafické znázornění průběhu jednotlivých látek v bílém jogurtu

Tab. 4: Průměrné hodnoty a směrodatné odchylky stanovených látek v jahodovém jogurtu (%)

látka	den měření							
	1		4		8		11	
	průměr	±SD	průměr	±SD	průměr	±SD	průměr	±SD
3,7-Dimethylundekan	5,49	±0,815	6,79	±0,117	12,49	±0,713	2,83	±0,517
5-Ethyl-2-methyloktan	4,57	±1,130	5,02	±0,341	13,73	±0,625	2,01	±0,215
2,3,5,8-Tetramethyldekan	3,71	±0,799	9,98	±3,696	15,52	±1,774	4,10	±0,941
3,7-dimethyldekan	11,12	±3,424	9,78	±1,440	17,66	±0,617	8,69	±0,765
5-Butylnonan	6,61	±2,744	5,69	±0,617	20,25	±0,690	2,53	±0,115
2,6,10,14-Tetramethylheptadekan	32,55	±6,353	37,62	±3,879	25,90	±1,019	33,73	±0,955
Methyl cinnamát	13,69	±3,218	27,47	±5,060	24,43	±0,803	19,27	±1,224
gamma-Decanolakton	25,23	±17,070	31,70	±1,654	27,13	±3,822	24,06	±4,455

den měření											
15		18		22		25		29		32	
průměr	±SD	průměr	±SD	průměr	±SD	průměr	±SD	průměr	±SD	průměr	±SD
3,07	±0,422	4,26	±0,343	3,66	±0,466	3,76	±0,734	3,00	±0,064	n.d.	n.d.
2,63	±0,353	2,69	±0,907	3,09	±0,250	2,97	±1,169	1,98	±0,533	n.d.	n.d.
2,96	±0,151	3,43	±0,740	4,41	±0,098	3,33	±0,403	3,43	±0,593	5,55	±1,249
9,39	±0,455	6,18	±0,286	6,01	±0,113	6,00	±0,414	3,69	±1,069	6,16	±0,380
3,06	±0,313	3,62	±0,386	3,00	±0,693	2,93	±0,347	2,41	±0,025	6,59	±0,503
34,58	±0,376	21,65	±0,363	20,73	±1,511	19,80	±3,526	15,39	±0,684	8,15	±0,829
19,67	±0,479	25,24	±0,711	27,64	±1,726	26,65	±0,721	35,07	±0,158	33,17	±2,712
24,73	±0,713	33,14	±1,826	31,63	±1,979	34,73	±6,079	31,90	±1,230	36,06	±2,773



Obr. 11: Grafické znázornění průběhu jednotlivých látek v jahodovém jogurtu

11 DISKUZE VÝSLEDKŮ

Byla provedena měření aktivní kyselosti a titrační kyselosti v bílém a jahodovém jogurtu v závislosti na době jejich skladování.

Jak z uvedených grafů v obr. 6,7 vyplývá, že podle očekávání dochází ke snížení hodnoty pH z 4,65 (resp. 4,45) na hodnotu pohybující se okolo pH = 4,1. Zajímavý je pokles pH a jeho následné zvýšení na pH = 4,33 (resp. 4,21) u osmého dne skladování v případě obou vzorků. Tento průběh není v literatuře nijak komentován.

Titrační kyselost má v osmém dni skladování dle grafického znázornění v obr. 8 a obr. 9 podobný nárůst hodnoty SH (683, resp. 640).

Nárůst pH v osmém dni má nejspíše souvislost s výskytem vyššího množství biologicky aktivních látek v tomto dni skladování (viz. tabulky 3 a 4, obr. 10 a 11). Tyto látky pravděpodobně vznikají při poklesu pH odštěpením z různých matric (např. mastných kyselin), ale i jiných nutričních složek obsažených v jogurtu.

Právě v osmém dni skladování je množství většiny detekovaných derivátů biologicky aktivních látek zvýšené (v případě látky tetramethylheptadekan naopak snižené), jak je také patrné z obr. 10,11. Dochází tak nejspíše k pufování celé směsi. V následujících dnech skladování, kdy již patrně nedochází k dalšímu vzniku těchto látek, má hodnota pH klesající tendenci. U dvou látek v případě bílého jogurtu (dimethylundekan a 5-butylnonan) a u tří látek v jogurtu jahodovém (dimethylundekan, tetramethyldekan a 5-butylnonan) se objevuje v 32. dni skladování opět nárůst množství těchto látek. 32. den skladování je však již třetím dnem po uplynutí době spotřeby jogurtů.

Přesný původ látek nejsme schopni popsat, jelikož výrobce nemůže poskytnout základní údaje průběhu přípravy jogurtu, které jsou součástí jeho know-how.

Dále je z grafu viz. obr. 10,11 patrný mírný rozdíl mezi jogurtem bílým a jahodovým, kde právě přítomnost jahodové složky je původcem látek methyl cinnamát a gamma-dekanolakton.

ZÁVĚR

Při sledování průběhu aktivní kyselosti, titrační kyselosti a obsahu biologicky aktivních látek v závislosti na době skladování byly zjištěny následující závěry:

- Aktivní kyselost měla po dobu skladování klesající tendenci z hodnoty 4,65 u bílého jogurtu a 4,45 u jahodového jogurtu na hodnoty 4,1. Výjimka v tomto poklesu byl osmý den skladování, kdy pH mělo rostoucí charakter.
- Titrační kyselost měla na počátku skladování hodnot 540 SH u bílého jogurtu a 450 SH u jahodového jogurtu. V dalších dnech skladování měla tato sledovaná charakteristika převážně rostoucí charakter a ve dni spotřeby dosahovala hodnot 668 SH u bílého jogurtu a 588 SH u jogurtu jahodového.
- Obsah většiny stanovených biologicky aktivních látek byl nejvyšší právě v osmém dni skladování, což je pravděpodobná příčina výkyvu pH a také titrační kyselosti, kdy mohlo dojít k pufraci stanovovaného vzorku. V jahodovém jogurtu byly navíc stanoveny další dvě látky, jejichž zdrojem je pravděpodobně jahodová složka.

V osmém dni skladování tudíž dochází v jogurtu k rozkladným změnám, které mají vliv na pH i titrační kyselost. Tyto změny jsou však velmi pravděpodobně reverzibilní, jelikož v následujících dnech skladování již není patrný jejich vliv.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] - Doc. Ing. Hrabě J., Ph.D., Ing. Buňka F., Ph.D., Prof. Ing. Hoza I., CSc., Prof. Ing. Březina P., CSc.: *Technologie výroby potravin živočišného původu* (2007)
- [2] - <http://www.agronavigator.cz/az/>
- [3] - GAJDŮŠEK, S. *Laktologie*. Brno: MZLU, 2003, 78 s., ISBN 8071576573
- [4] - Hylmar, B. *Výroba kysaných mléčných výrobků* 1.vyd. Praha, 1986
- [5] - K. Adhikari, A. Mustapha, I. U. Grün and L. Fernando, Viability of Microencapsulated Bifidobacteria in Set Jogurt During Refrigerated Storage, 2000 J Dairy Sci 83:1946-1951
- [6] - Bogdanovova, G. I: In: Teplý M. et al.: *Technologie mléčných výrobků*, SNTL, Praha 1981
- [7] - Černá, M: *Inovace mléčných výrobků*. Studie VÚM Praha, 1977
- [8] - Hylmar, B. – Teplý, M. : *Použití čistých mlékařských kultur*, STI MPP, Praha 1964
- [9] - Teplý, M. et. al.: *Kefír, jogurt, acidofilní a jiné kyselky*, SNTL, Praha 1968
- [10] - Bogdanovova, E. A. – Guščinova, I. M.: In: Teplý, M. et. al.: *Technologie mléčných výrobků*, SNTL, Praha 1981
- [11] - Christian Hansen, Informační materiály, Christian Hansen, Denmark 2004
- [12] - TEPLÝ, M. a kol. *ČMK - Výroba, kontrola použití*. 1.vyd. Praha: SNTL. 1984. 250s
- [13] - PAVELKA, A. *Mléčné výrobky pro vaše zdraví*. 1.vyd. Brno: Littera 1996. 105s. ISBN 80-85763-09-5
- [14] - 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) .
- [15] - KADLEC, P. a kol. *Technologie potravin I*. 1st ed. 2002. ISBN 80-7080-510-1
- [16] - 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.

[17] - <http://www.danone.cz/cs/zdravi-a-vyziva/jogurty-pro-zdravi/>

[18]-<http://www.vyzivadeti.cz/tiskove-centrum/zajimave-clanky-o-vyzive-deti/ceske-matky-se-myli.html>

[19] - www.probiotika-prebiotika.cz

[20] - http://mam.ihned.cz/c4-10000125-21762870-100000_d-spotreba-jogurtu-se-proti-pulce-90-let-vic-nez-zdvojnasoila

[21] - <http://www.czso.cz/csu/2009edicniplan.nsf/p/3004-09>

[22] - Velíšek, J. *Chemie potravin* 1.vyd. Tábor 1999 ISBN 80-902391-3-7

[23] - Bauer K., Garbe D., Surburg H.: *Common fragrance and flavour materials*. 2nd ed., VCH Publishers, New York, 1990

[24] - Bessifre Y., Thomas A.F. (eds.): *Flavour science and technology*, Eley, Chichester, 1990

[25] - Charlambous G. (ed.): *Food flavors: generation, analysis and process influence*. Elsevier, Amsterdam, 1995

[26] - Vonášek F., Trepková E., Novotný L.: *Látky vonné a chuťové*, SNTL/ALFA, Praha, 1987

[27] - Bauer K., Garbe D., Surburg H.: *Common fragrance and falvor materials*. 2 nd ed., VCH Publishers, New York, 1990

[28] - Charlambous G., Inglett G.E. (eds.): *Flavor of fous and beverages*. Academic Press, New York, 1978

[29] - Červinka O., Dědek V., Ferles M.: *Organická chemie*, druhé přepracované vydání, SNTL, Praha

[30] - <http://cs.wikipedia.org/>

[31] - Ho C.-T., Manley C.H. (eds.): *Flavor measurement*. M.Dekker, New York, 1993

[32] - <http://www.yoplait.cz>

- [33] - Chaintreau, A. (2001): *Simultaneous distillation-extraction: from birth to maturity – review*, *Flavour and Fragrance Journal* 16, 136-148.
- [34] - Davídek, J. a kol. *Laboratorní příručka analýzy potravin*. 2.vyd. Praha : SNTL, 1982
- [35] - Dvořák, V. *Analytická chemie I*. 1.vyd. Kroměříž : VOŠP, 2003
- [36] - Zehra, G.: Ganges in salted yoghurt during storage, Department of Food Engineering, Faculty of Agriculture, Tayfur Semen Campus, University of Mustafa Kemal, Antakya, Hatay 31034, Turkey
- [37] - Carunchia-Whetsine, M.E., Karaul-Yüceer, Y., Avsar, Y.K. & Drake, M.A. (2003). Identification and quantification of character aroma components in fresh Chevre-style goat cheese. *Journal of Food Science*, 68
- [38] - Stelios Kaminarides, Paraskeri Stamou & Theophiles Massouras: Comparison Of the characteristics of set type yoghurt made from ovine milk of different fat content, Laboratory of Dairy Technology, Agricultural University of Athens, Iera Odos 75, Votanikos, Athens
- [39] - Law, B.A. (1981). The formation of aroma and flavor, compounds in fermented dairy products. *Dairy Science Abstract*
- [40] - Serra, M., Trujillo, J.A., Guamis, B., Ferragut, V.: Flavour profiles and survival of starter cultures of yoghurt produced from high-pressure homogenized milk, Department de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària, Centre Especial de Recerca Planta de Tecnologia dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona
- [41] - Fernandez-Garcia, E., McGregor, J.U, 1994. Determination of organic acids during the fermentation and cold storage of yoghurt. *Journal of Dairy Science*
- [42] - Obdržálková, J.: Bakalářská práce. Technologické fakulty UTB, Zlín 2008

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ČMK – čisté mlékařské kultury

MO – mikroorganismus

pH - záporně vzatý dekadický logaritmus aktivity oxoniových kationtů

°SH (c= 2,5 mmol/l) – stupně Soxhleta Henkela = počet ml odměrného roztoku hydroxidu sodného o koncentraci 2,5 mmol/l

MPa – mega pascal

ČTK – Česká tisková kancelář

SPP – společnost pro probiotika a prebiotika

např. – například

NaOH – hydroxid sodný

KOH – hydroxid draselný

FFAs – volné masné kyseliny

UHPH – ultra vysoká tlaková homogenizace

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.1. Průměrné složení kravského mléka (v hm. %)

Obr. 2: Grafické znázornění spotřeby mléka a mléčných výrobků v letech 1990 až 2008

Obr. 3: Likens-Nickersonova aparatura

Obr. 4: Vzorek bílého jogurtu

Obr. 5: Vzorek jahodového jogurtu

Obr. 6: Grafické znázornění průběhu pH v závislosti na době skladování u bílého jogurtu

Obr. 7: Grafické znázornění průběhu pH v závislosti na době skladování u jahodového jogurtu

Obr. 8: Grafické znázornění průběhu titrační kyselosti v závislosti na době skladování u bílého jogurtu

Obr. 9: Grafické znázornění průběhu titrační kyselosti v závislosti na době skladování u jahodového jogurtu

Obr. 10: Grafické znázornění průběhu jednotlivých látek v bílém jogurtu

Obr. 11: Grafické znázornění průběhu jednotlivých látek v jahodovém jogurtu

SEZNAM TABULEK

Tab.1. Průměrné složení kravského mléka (g/l)

Tab. 2: Spotřeba mléka a mléčných výrobků (vyjma másla)

Tab 3: Průměrné hodnoty a směrodatné odchyly látek u bílého jogurtu

Tab.4: Průměrné hodnoty a směrodatné odchyly látek v jahodovém jogurtu

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I Hodnoty stanovené při aktivní a titrační kyselosti

PŘÍLOHA P I: HODNOTY STANOVENÉ PŘI AKTIVNÍ A TITRAČNÍ KYSELOSTI

Výsledky stanovení aktivní kyselosti

bílý jogurt	pH
1	4,63
4	4,19
8	4,33
11	4,19
15	4,14
18	4,11
22	4,115
25	4,1
29	4,1
32	4,07

jahoda	pH
1	4,45
4	4,18
8	4,205
11	4,185
15	4,135
18	4,095
22	4,115
25	4,09
29	4,095
32	4,065

Výsledky stanovení titrační kyselosti

bílý jogurt	SH
1	528
4	557
8	683
11	634
15	651
18	648
22	684
25	684
29	668
32	641

jahoda	SH
1	470
4	525
8	641
11	615
15	648
18	601
22	623
25	608
29	588
32	589