



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ

ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

FACULTY OF CHEMISTRY

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

## VLIV AROMATICKY AKTIVNÍCH LÁTEK NA CHUTNOST KYSANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ

INFLUENCE OF AROMA ACTIVE COMPOUNDS ON FLAVOUR OF FERMENTED DAIRY  
PRODUCTS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. DENISA TVRDKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. EVA VÍTOVÁ, Ph.D.

BRNO 2010





Vysoké učení technické v Brně  
**Fakulta chemická**  
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

## Zadání diplomové práce

Číslo diplomové práce:	<b>FCH-DIP0429/2009</b>	Akademický rok: <b>2009/2010</b>
Ústav:	Ústav chemie potravin a biotechnologií	
Student(ka):	<b>Bc. Denisa Tvrdková</b>	
Studijní program:	Chemie a technologie potravin (N2901)	
Studijní obor:	Potravinářská chemie a biotechnologie (2901T010)	
Vedoucí práce	<b>Ing. Eva Vítová, Ph.D.</b>	
Konzultanti:		

### Název diplomové práce:

Vliv aromaticky aktivních látek na chutnost kysaných mléčných výrobků

### Zadání diplomové práce:

- Zpracujte literární přehled zaměřený na:
  - přehled hlavních typů kysaných mléčných výrobků
  - chemické složení, strukturu jednotlivých složek kysaných mléčných výrobků
  - stručný technologický postup výroby
  - vznik a vývoj aroma a chuti v průběhu výroby
- Identifikujte sloučeniny typické pro chutnost kysaných mléčných výrobků pomocí metody SPME-GC
- Vyberte vhodné metody pro senzorické hodnocení jejich chutnosti
- Sledujte vliv vybraných látek na chutnost různých typů kysaných mléčných výrobků

### Termín odevzdání diplomové práce: 14.5.2010

Diplomová práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu diplomové práce. Toto zadání je přílohou diplomové práce.

-----  
Bc. Denisa Tvrdková  
Student(ka)

-----  
Ing. Eva Vítová, Ph.D.  
Vedoucí práce

-----  
doc. Ing. Jiřina Omelková, CSc.  
Ředitel ústavu

V Brně, dne 1.12.2009

-----  
prof. Ing. Jaromír Havlica, DrSc.  
Děkan fakulty



## **ABSTRAKT**

Tématem této diplomové práce je stanovení aromaticky aktivních látek v kysaných mléčných výrobcích. Tyto látky zásadním způsobem ovlivňují chutnost těchto mlékárenských produktů.

Celkem bylo analyzováno 5 druhů mléčných výrobků. Dva typy smetanových jogurtů a tři typy jogurtových mlék byly vyrobeny v mlékárně Ekomilk s. r. o. ve Frýdku – Místku a čtyři druhy acidofilních mlék, pět druhů smetanových jogurtů, dvě kefirová mléka a dvě kyšky pocházejí z produkce společnosti Kunín a. s. Ostrava – Martinov.

Pro stanovení aromatických látek byla použita extrakční metoda SPME, následná analýza byla provedena pomocí plynové chromatografie. Sloučeniny obsažené v kysaných mléčných výrobcích byly identifikovány a kvantifikovány na základě proměřených standardů. Celkem bylo identifikováno 39 sloučenin, z toho 16 alkoholů, 7 kyselin, 6 aldehydů, 6 ketonů a 4 estery.

Fermentované mléčné výrobky byly dvakrát podrobeny senzoričkému hodnocení pořadovou zkouškou a stupnicovými metodami. Hodnotitelé byli vybráni z řad studentů, doktorandů a zaměstnanců chemické fakulty VUT v Brně. Konzumenti velice pozitivně ohodnotili jogurty, jogurtová a acidofilní mléka, zatímco kefirová mléka a kyšky v některých aspektech nevyhovovaly.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

kysané mléčné výrobky, chutnost, SPME, GC, senzoričká analýza

## **ABSTRACT**

The theme of this thesis is to determine the aroma active compounds in fermented dairy products. These substances significantly influence the palatability of these dairy products.

Five kinds of dairy products were analyzed. Two types of creamy yogurts, and three types of yoghurt milks were produced at the dairy Ekomilk Ltd. in Frydek - Místek and four types of acidified milk, five kinds of creamy yogurts, two kefir milks and two clabbered milks come from production of the company Kunin Inc. Ostrava - Martinov.

The SPME extraction method was used. For the determination of aromatics subsequent analysis was performed using gas chromatography. Compounds contained in fermented milk products were identified and quantified on the basis of the measured standards. Total 39 compounds, including 16 alcohols, 7 acids, 6 aldehydes, 6 ketones and 4 esters were identified.

Fermented dairy products were twice subjected to sensory evaluation by the ranking test and scale test. The assessors were chosen from students, postgraduate students and staff of faculty of chemistry BUT. Consumers evaluated very positively yogurts, yogurt drinks and acidified milks, while kefir milks and clabbered milks did not suit in some aspects.

## **KEYWORDS**

fermented dairy products, flavour, SPME, GC, sensory analysis

TVRDKOVÁ, D. *Vliv aromaticky aktivních látek na chutnost kysaných mléčných výrobků*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2010. 87 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Eva Vítová, Ph.D.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně, a že všechny použité zdroje jsem správně a úplně citovala. Diplomová práce je z hlediska obsahu majetkem fakulty chemické v Brně a může být využita ke komerčním účelům se souhlasem vedoucí diplomové práce a děkana FCH VUT.

.....  
podpis diplomanta

### *Poděkování:*

*Ráda bych poděkovala vedoucí diplomové práce Ing. Evě Vítové, Ph.D., doktorandkám Ing. Evě Hýskové a Ing. Radce Mokáňové za cenné rady, připomínky a odborné konzultace. Děkuji také mým rodičům a všem, kteří mě při psaní diplomové práce podporovali.*

# OBSAH

1. ÚVOD .....	9
2. TEORETICKÁ ČÁST.....	10
2.1 Zakysané mléčné výrobky .....	10
2.1.1 Význam kysaných mléčných výrobků .....	10
2.1.2 Chemické složení fermentovaných mlék .....	11
2.1.2.1 Bílkoviny.....	11
2.1.3 Fyzikálně chemické vlastnosti mléka a mléčných výrobků.....	12
2.1.4. Organoleptické vlastnosti.....	12
2.1.5 Rozklad hlavních složek mléka.....	13
2.1.6 Výroba fermentovaných mléčných výrobků.....	14
2.1.7 Jednotlivé typy fermentovaných mléčných výrobků .....	19
2.1.8 Obaly, obalové materiály a označování výrobků.....	22
2.2 Aromaticky aktivní látky .....	23
2.2.1. Aromatické látky obsažené v mléce.....	23
2.2.2 Aromatické látky v kysaných mléčných výrobcích .....	24
2.3 Metoda SPME – GC .....	26
2.3.1 Princip SPME.....	26
2.4 Plynová chromatografie.....	27
2.4.1 Princip plynové chromatografie.....	27
2.5 Senzorická analýza .....	28
2.5.1 Podmínky pro senzorickou analýzu .....	28
2.5.2 Hodnotitelé.....	29
2.5.3 Vlastní senzorické hodnocení .....	29
2.5.4 Metody senzorického hodnocení .....	30
2.5.5 Zpracování výsledků senzorické analýzy .....	30
2.6 Senzorická analýza použitá v praktických studiích.....	30
3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....	32
3.1 Laboratorní vybavení.....	32
3.1.1 Chemikálie .....	32
3.1.2 Plyny .....	33
3.1.3 Přístroje .....	33
3.1.4 Pracovní pomůcky .....	33
3.2 Analýza aromatických látek v mléčných výrobcích metodou SPME - GC .....	33
3.2.1 Použité vzorky .....	33
3.2.2. Odběr vzorků .....	33
3.2.3 Extrakce aromatických látek.....	34
3.2.4 Podmínky SPME.....	34
3.2.5 Podmínky GC analýzy .....	34
3.3 Stanovení aromatických látek plynovou chromatografií.....	34
3.3.1 Stanovení koncentrace standardu.....	35
3.3.2 Stanovení koncentrace aromatických látek v mléčných výrobcích .....	35
3.4 Senzorické hodnocení mléčných výrobků .....	35
3.5 Statistické zpracování výsledků.....	35
3.5.1 Instrumentální analýza .....	35
3.5.2 Statistické vyhodnocení senzorické analýzy.....	36

4 VÝSLEDKY A DISKUSE.....	37
4.1 Stanovení aromatických sloučenin metodou SPME - GC.....	37
4.1.1 Identifikace aromatických látek v mléčných výrobcích .....	37
4.1.2 Obsah aromatických látek v jednotlivých kysaných mléčných výrobcích .....	44
4.2 Výsledky sensorické analýzy .....	54
4.2.1 Vyhodnocení dotazníku .....	54
4.2.2 Vyhodnocení pořadové zkoušky .....	57
4.2.3 Vyhodnocení stupnicových metod.....	59
5. ZÁVĚR.....	72
6. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ: .....	75
7. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....	78
8. SEZNAM PŘÍLOH .....	79

## 1. ÚVOD

Kysaným mléčným výrobkům se někdy také říká zakysané neboli fermentované mléčné výrobky.

Podle odhadů existuje na světě několik set druhů kysaných mlék. Nejznámější a nejpopulárnější z nich, jako jogurt, kefir, acidofilní a jiná kysaná mléka, se dnes v celém světě vyrábějí průmyslově. Některé z těchto výrobků jsou specifické pro určité oblasti a země. Regionálně se např. vyrábějí skyr na Islandu, kumys v zemích bývalého SSSR, laben v severní Africe, huslanka v Rumunsku a další. [1]

Pokud chceme příznivě ovlivňovat zdravotní stav populace, je potřeba spotřebiteli nabídnout dostatečně širokou škálu funkčních potravin, které budou kvalitní i po sensorické stránce. Sensorické vlastnosti kysaných mléčných výrobků mohou být ovlivněny v průběhu fermentace. [2]

Fermentační neboli kvasné technologie vznikly zřejmě v 8. tisíciletí př. n. l. a stabilizovaly se zhruba v období 8 000 až 3000 let př. n. l., nicméně svůj hlavní úkol plnily až na sklonku 19. století. Ve 21. století panuje „věk funkční potravy a funkčního stravování“. Výrobci potravin se zaměřují na možnost vytvářet potraviny „ušité na míru“ pro spotřebitele. Potraviny a strava musejí uspokojit jak osobní požadavky spotřebitele – jeho „chutě“, tak jeho nároky na to, aby byla jeho strava prospěšná jeho zdraví. A tato situace přináší nové výzvy a možnosti pro fermentované technologie. [1]

Každý fermentovaný výrobek má svou specifickou chuť a vůni. Významnou sensorickou složku mléčných výrobků tvoří aromatické látky. Obsah aromatických látek je velmi variabilní, závisí na vlastnostech každé látky. Komplexní sensorický vjem chuti a vůně, vyvolaný současně vonnými a chuťovými látkami, se často označuje anglickým termínem flavour, česky chutnost. [3]

Tato práce se zabývá vlivem aromaticky aktivních látek na chutnost kysaných mléčných výrobků. Teoretická část je zaměřena na problematiku složení a výrobu fermentovaných produktů a je zde také blíže pojednáno o aromaticky aktivních látkách. Experimentální část je věnována identifikaci a kvantifikaci aromatických látek a způsobu jejich analýzy metodou SPME – GC, dále pak sensorické analýze vybraných fermentovaných výrobků.

## 2. TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Zakysané mléčné výrobky

Fermentované mléčné výrobky jsou produkty vyrobené z mléka (plnotučného, částečně nebo úplně odtučněného, zahuštěného nebo mléka obnoveného z částečně nebo úplně odtučněného sušeného mléka), homogenizovaného nebo nehomogenizovaného pasterovaného nebo sterilovaného a zfermentovaného pomocí speciálních mikroorganismů. [4]

Do této skupiny je zařazován široký sortiment výrobků. Jejich společným znakem je část technologie, při které je část laktosy zkvašena na kyselinu mléčnou a vlivem zvýšené kyselosti dochází k vysrážení bílkovin. [5]

V širším pojetí jde o všechny mlékárenské výrobky, při jejichž výrobě byly ke koagulaci použity čisté mlékařské kultury. V užším pojetí jsou do kysaných mléčných výrobků zahrnovány jen ty mlékárenské výrobky, které vznikají zkysáním mléčné a smetanové směsi pomocí specifických mikroorganismů. [1]

Podle použité suroviny, druhu kultur mikroorganismů, použití přísad a dalších technologických kroků je možno zakysané mléčné výrobky dále třídit. Rozlišujeme následující skupiny zakysaných mléčných výrobků: jogurtové výrobky, zakysaná mléka, zakysané smetany, ostatní zakysané tekuté mléčné výrobky. [5]

#### 2.1.1 Význam kysaných mléčných výrobků

Obliba kysaných mléčných výrobků u spotřebitele má mnoho příčin. Mohou se uchovávat v čerstvém stavu déle než sladké mléko. Mají lahodnou a osvěžující chuť. Kysané mléčné výrobky jsou snadno stravitelné, příznivě podněcují trávicí sekreci. Obsahují všechny složky mléka, jsou sytivé, ale nepřetěžují trávicí orgány. Mají významné dieteticko – léčebné účinky. [1]

Kmen *Lactobacillus bulgaricus* vyskytující se v jogurtu působí příznivě při potlačování hnilobných bakterií tvořících toxiny v trávicím traktu. Mléčné kyseliny přispívají k aciditě žaludečního obsahu a dále udržují zdravou rovnováhu střevní mikroflóry tím, že jsou schopny potlačovat některé patogenní mikroorganismy. [6]

U některých druhů bakterií mléčného kvašení (BMK) byla prokázána tvorba účinných látek, především antibiotik, a to u *Lbc. acidophilus*, dále u *Lbc. bulgaricus* a u kvasinek zkvašujících laktosu, používaných např. k výrobě kefiru. Antibiotický účinek mají také jogurtové kultury, které působí proti zárodkům tyfu, paratyfu, tuberkulózy, salmonel a proti dalším mikrobům. [7]

Kysaným mléčným výrobkům, ve kterých je přítomna kultura *Bifidobacterium bifidum*, jsou vedle antimikrobiálních vlastností připisovány i antivirové účinky.

Kefír má také příznivý účinek na tělesný stav lidí trpících anémií a žaludečními poruchami. Má diuretický efekt a je prospěšný lidem trpícím cukrovkou, srdečními a ledvinovými chorobami a obezitou. [1]

Na laboratorních zvířatech i u lidí bylo dokázáno, že doplňování normální výživy kysanými mléčnými výrobky působí příznivě na pokles hladiny cholesterolu. [6]

Fermentované výrobky jsou vhodné pro děti i pro dospělé osoby, jejichž práce klade zvýšené nároky na nervovou soustavu, i pro osoby staré, nemocné a rekonvalescenty. Pro svou zvýšenou stravitelnost odcházejí ze žaludku rychleji než sladké mléko. Proto je dobře snášejí i osoby, které mají potíže s konzumací sladkého mléka. [6]

### 2.1.2 Chemické složení fermentovaných mlék

Fermentovaná mléka jsou produkty vyrobené z pasterovaného nebo sterilizovaného homogenizovaného, příp. i nehomogenizovaného mléka různé tučnosti a sušiny, které bylo zfermentováno pomocí speciálních mikroorganismů. Složení fermentovaných mlék dosahuje obvykle následujících parametrů:

**Tabulka 2.1:** *Hlavní složky fermentovaných mlék a jejich procentuální obsah [4,8]*

Sušina (%)	12,5 – 25
Bílkoviny (%)	4 – 6
Tuk (%)	0,1 – 20
Laktosa (%)	2 – 3
Kys. mléčná (%)	0,6 – 1,3
Ovocný podíl a sacharidy (bez laktosy) (%)	5 – 25
pH (podle typu fermentace a ovocného podílu)	3,8 – 4,6

Hlavní složkou fermentovaných mlék je voda, která vytváří tekuté prostředí, ve kterém jsou rozptýleny či rozpuštěny jednotlivé složky. Oddělením vody je získána mléčná sušina, která obsahuje především tuk, bílkovinu, laktosu, minerální látky a vitamíny. [9]

#### 2.1.2.1 Bílkoviny

Mléko a mléčné výrobky jsou dobrým zdrojem lehce stravitelných a výživově kvalitních bílkovin. Nachází se zde velmi vhodná směs dvou skupin bílkovin, které umožňují dokonalé využití všech aminokyselin. [10]

Kasein je hlavní bílkovinou mléka. Jedná se o komplex frakcí fosfoproteinů. Základními frakcemi kaseinu jsou  $\alpha_s$ ,  $\beta$  a  $\kappa$  – kasein. Všechny frakce kromě  $\kappa$  – kaseinu jsou vysoce citlivé na přítomnost vápníku v mléce. Kasein je v mléce vázán na vápník [14]. Kasein obsahuje všechny nepostradatelné aminokyseliny. Z hlediska jejich kvantitativního zastoupení je zvláště cenný pro vysoký obsah lysinu. [10]

V syrovátkových bílkovinách mléka se nachází  $\alpha$  – laktalbumin a  $\beta$  – laktoglobulin, což jsou složením snad nejvhodnější bílkoviny vůbec. Obsah všech nepostradatelných aminokyselin je s výjimkou methioninu vyšší než v kaseinu. Velmi cenný je i vysoký obsah cystinu a tryptofanu, na který je kasein chudý. [10]

Shlukování tukových globulí v syrovém mléce, které má za následek vznik smetany na povrchu mléka, je způsobeno specifickým proteinem zvaným makroglobulin, který tvoří příčné vazby membrán globulí. Záhřev na teplotu vyšší než 100<sup>0</sup> C po dobu několika minut způsobuje koagulaci tohoto proteinu a je prevencí vzniku smetany na povrchu pasterovaného a jiným způsobem tepelně ošetřeného mléka.

V menším množství je zastoupen sérový albumin, dále nízkomolekulární proteiny nazývané peptosy, peptony a peptidy. [11]

#### 2.1.2.2 Tuky

Mléčné tuky jsou důležitým zdrojem esenciálních mastných kyselin a vitamínů rozpustných v tucích (A, D, E, K). Příznivě ovlivňují chuťové a rheologické vlastnosti mléčných výrobků. Hlavními složkami jsou triacylglyceroly, které reprezentují 97 – 98% z celkového množství v tucích, dále jsou to mono-, diacylglyceroly a fosfolipidy. Fosfolipidy tvoří méně než 1% z celkových tuků, přesto hrají velmi důležitou roli. V mléce je přítomen

také cholesterol a stopové množství uhlovodíků, z nichž nejvýznamnější jsou karotenoidy zodpovědné za nažloutlé zbarvení mléka. [12].

### **2.1.2.3 Laktosa**

Laktosa je disacharid uplatňující se v lidské výživě. Ve své molekule obsahuje galaktosu, která je  $\beta$  – glykosidickou vazbou svázána s glukosou. Laktosa je přirozeným zdrojem energie pro základní metabolické pochody a je dále fermentována bakteriemi mléčného kvašení při výrobě fermentovaných mléčných výrobků. [13]

### **2.1.2.4 Vitamíny a minerály**

Mléko obsahuje minerální látky – draslík (25%), vápník (20%) a hořčík, a ty se vyskytují v mléce vázané ve formě fosforečnanů, uhličitanů, citrátů a chloridů. Kromě těchto látek se v menším množství vyskytuje také železo, zinek a jód. Vápník je v mléce vázán na kasein, který podporuje jeho vstřebatelnost.

Mléko je také zdrojem vitamínů, hlavně vitamínu A, karotenoidů, vitamínu B (především B<sub>2</sub> – riboflavinu), v menší míře i vit. D, E, K a v letním období v syrovém mléce vitamínu C. Kromě již zmíněných živin se v mléce vyskytují také enzymy, ochranné látky (imunoglobuliny), kontaminanty, plyny (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>) a další. [9].

## **2.1.3 Fyzikálně chemické vlastnosti mléka a mléčných výrobků**

### **2.1.3.1 Specifická hmotnost**

Specifická hmotnost směšného syrového mléka se v podmínkách ČR pohybuje v rozpětí 1,028 – 1,032 g.cm<sup>-3</sup>. Výsledná hodnota je závislá na obsahu základních složek mléka a to bílkovin, laktosy, tuku a minerálních látek. Zvýšený obsah tuku v mléce hmotnost snižuje, naopak bílkoviny, laktosa a minerální látky hmotnost zvyšují. [14]

### **2.1.3.2 Bod mrznutí**

Bod mrznutí je důležitá fyzikální vlastnost mléka. V současné době se používá k rychlému posouzení technologické neporušenosti směšného syrového mléka. Tato vlastnost je relativně konstantní ( - 0,54 až - 0,57 °C) a souvisí se stálostí osmotického tlaku. [14]

### **2.1.3.3 Kyselost**

U mléka a mléčných výrobků se kyselost vyjadřuje jednak titrační kyselostí a jednak kyselostí aktivní, tj. koncentrací vodíkových iontů.

Titrační kyselost udává spotřebu roztoku hydroxidu sodného o koncentraci  $c(\text{NaOH}) = 0,25 \text{ mol.l}^{-1}$  potřebného k neutralizaci kyselých reagujících látek ve 100 ml vzorku na indikátor fenoftalein. Dříve se kyselost udávala v Soxhlet – Henkelových stupnicích (<sup>0</sup> SH), podle soustavy SI se udává v jednotkách mmol.l<sup>-1</sup>. Hodnota mléka a mléčných výrobků je tedy 2,5 mmol.l<sup>-1</sup>.

Aktivní kyselost čerstvě nadojeného mléka se pohybuje v intervalu hodnot pH 6,4 – 6,8. [14]

## **2.1.4. Organoleptické vlastnosti**

Rozlišujeme čtyři základní druhy organoleptických vlastností, a to texturu, barvu, chuť a vůni. Senzorické vlastnosti potravin se během zpracování mění, změny probíhají podle způsobu a podmínek technologického zpracování. V obecné rovině se jedná o změny fyziologické, enzymové, chemické a mikrobiologické. [15]

#### **2.1.4.1 Textura**

Textura neboli konzistence potraviny je dána zejména obsahem vody a tuku, obsahem a složením polysacharidů a obsahem bílkovin (zejména nerozpustných). Změny textury nastávají při významnějších změnách v obsahu vody nebo tuku, v důsledku rozkladu polysacharidů, koagulací nebo hydrolýzou proteinů. [15]

Jakostní výrobky mají mít stejnorodou konzistenci, přiměřeně hustou podle druhu výrobku. U kefiru a kefirového mléka mohou být bublinky oxidu uhličitého, mírné oddělení syrovátky není na škodu. [16]

#### **2.1.4.2 Chut' a vůně**

Chut' a vůně závisí na obsahu látek s příslušnými vlastnostmi a na jejich koncentraci. Vliv technologického zpracování na chuť a vůni se projevuje snižováním obsahu sensoricky aktivních látek v důsledku jejich rozkladu nebo úniku z potraviny nebo naopak tvorbou nových, sensoricky aktivních látek. [15]

Chut' a vůně mléčných výrobků by měla být mléčně kyselá, charakteristická pro daný výrobek, čistá, bez cizích příchutí a pachů. U kefirového mléka není na závadu slabě kvasničná příchut'. [6].

#### **2.1.4.3 Barva**

Technologické zpracování významným způsobem ovlivňuje také barvu produktu, změny jsou dány zejména degradací přirozených barviv v potravine, barevné látky mohou také vznikat během zpracování. Barva potravin je ovlivňována přidavkem aditivních barviv, používají se přirozená nebo přírodně-identická barviva a barviva syntetická, která jsou stabilnější k záhřevu, k pH a dalším vlivům. [15]

Barva mléka je bílá či kalná, ovlivněná rozptylem světla dispergovaných fází tukových kapének, kaseinových micel a koloidního fosforečnanu vápenatého. Krémovitá barva plnotučného mléka je způsobena obsahem  $\beta$  – karotenu. [17]. Barva jakostních výrobků musí mít mléčně bílou až krémovitou barvu. [9]

### **2.1.5 Rozklad hlavních složek mléka**

#### **2.1.5.1 Štěpení mléčného tuku**

Štěpením mléčného tuku vzniká velké množství různých těkavých sloučenin. Lipasy štěpí mléčný tuk na  $C_4 - C_{10}$  volné mastné kyseliny.  $\beta$ -ketokyseliny jsou vytvářeny z nasycených mastných kyselin a methyl ketony vznikají při procesu  $\beta$ -oxidace nasycených mastných kyselin. Hydrogenací methyl ketonů vznikají sekundární alkoholy. Důležitou cestou vytváření aldehydů a ketonů z nenasycených mastných kyselin je proces autooxidace. Aldehydy jsou důležitým počátečním zdrojem pro vytvoření kyselin. [18]

#### **2.1.5.2 Štěpení bílkovin**

Enzymy proteinázy a peptidázy štěpí proteiny na peptidy a volné aminokyseliny. Aminokyseliny mohou být dále štěpeny na aldehydy, které mohou být součástí v Mailardově reakci nebo mohou být oxidovány, výsledkem čehož jsou kyseliny. Aminokyseliny obsahující síru (cystin a methionin) jsou významnými zdroji těkavých látek obdobného charakteru, které významně ovlivňují chutnost mléčných výrobků. [18]

### **2.1.5.3 Štěpení laktosy**

Nejběžnějším způsobem katabolického rozkladu je homofermentativní mléčné kvašení. Během procesu výroby fermentovaných mléčných výrobků je laktosa štěpena činností bakterií mléčného kvašení, které produkují  $\beta$  – galaktosidasu. Během výroby fermentovaných mléčných výrobků je štěpeno 20 až 30% laktosy a vytváří se 2 optické isomery – L a D.

Isomer L je v dýchacím řetězci přeměněn na glukosu a glykogen, D je transformován pozvolna, částečně přechází do tlustého střeva, kde brání rozvoji hnilobné mikroflóry. Poměr optických isomerů ve fermentovaných mléčných výrobcích závisí na použité mléčné kultuře, na metodě kultivace, na skladování a dalších faktorech. [19]

Kromě homofermentativního mléčného kvašení se může uplatnit také heterofermentativní mléčné kvašení, propionové, etanolové kvašení a tvorba čtyřuhlíkatých sloučenin, při kterých jsou meziprodukty nebo konečné produkty těkavé mastné kyseliny (mravenčí, octová, propionová, máselná, isovalerová, kaprinová, kaprylová), karbonylové sloučeniny (acetaldehyd, biacetyl, aceton, butan–2–on), etanol a oxid uhličitý. [4]

## **2.1.6 Výroba fermentovaných mléčných výrobků**

### **2.1.6.1 Fermentace**

Fermentací rozumíme pochody odehrávající se v biologických systémech pomocí enzymů, které jsou součástí jednoduchých nebo složitých soustav. V širším slova smyslu jde o činnost organismů, které tyto procesy provádějí. [15]

Fermentace neboli kysání mléka je příkladem prodloužení trvanlivosti mléčných výrobků biologickou konzervací. Během procesu fermentace je část přítomné laktosy přeměněna na kyselinu mléčnou. Současně vznikají v závislosti na tuku a použité mikroflóře karbonylové sloučeniny, těkavé mastné kyseliny, aminokyseliny, etanol, oxid uhličitý a některé sekundární metabolity. Všechny tyto sloučeniny společně s dalšími faktory udělují výrobkům charakteristické organoleptické vlastnosti. [20]

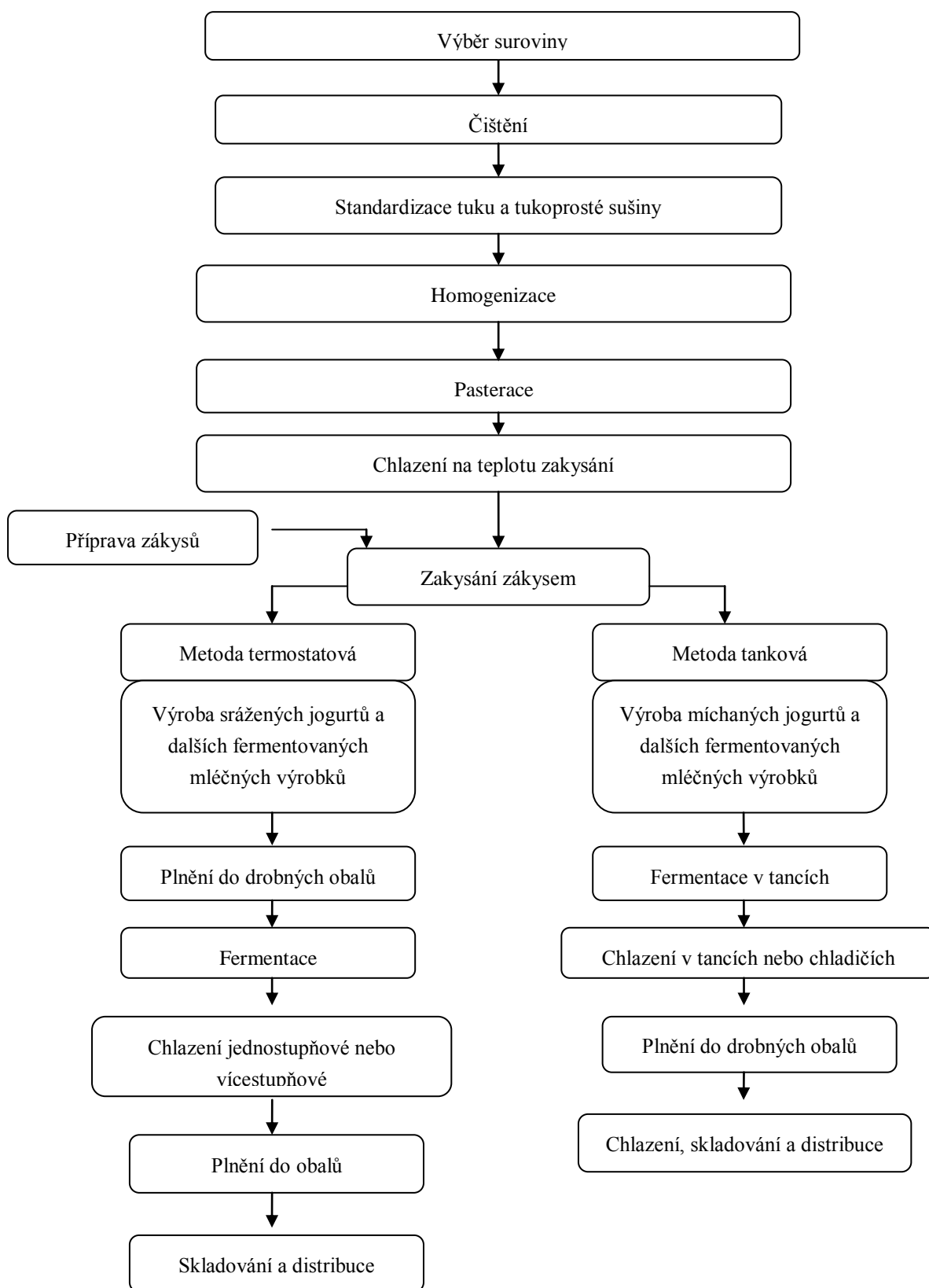
Fermentační pochody se také podílí na zlepšování některých vlastností potravinářských produktů, např. stravitelnosti, zvyšují obsah některých vitamínů apod. [15]

### **2.1.6.2 Postup výroby mléčných výrobků**

Výroba mléčných výrobků vyžaduje v první řadě vhodné mléko (plnotučné, nízkotučné či polotučné) a vhodnou mléčnou kulturu. [21]

Výrobní fáze většiny výrobků spadajících do kategorie fermentovaných produktů jsou velmi podobné. Všeobecně, mléko je nejprve homogenizováno (17 – 20MPa) při teplotě 60<sup>0</sup> C, posléze je zahříváno na 90 - 95<sup>0</sup> C po dobu více než 5 minut, vychlazen na inkubační teplotu startérové kultury, zkvašeno, částečně ochlazen, případně smícháno s ovocem a zabaleno. [22]

Výrobní proces u fermentovaných výrobků je stejný, nicméně fáze po tepelném ošetření může být dvojitá – probíhá buď kontinuálně či diskontinuálně. U diskontinuálního procesu výroby se surovina po tepelném ošetření chladí na teplotu zakysání přímo ve víceúčelovém tanku, u kontinuálního procesu se chladí na teplotu zakysání v chladících sekcích pastery a čerpá se do fermentačního tanku. Zakysávací teplota a množství inokula se liší podle vyráběného typu fermentovaného výrobku. [10] Schéma výroby je uvedené na obr. č. 1.



**Obr. č. 1:** *Výrobní fáze mléčných produktů [10]*

### 2.1.6.3 Bakterie mléčného kvašení

Bakterie mléčného kysání tolerují kyselost mléka kolem pH 4 po několik týdnů, jsou gram pozitivní, anaerobní, mikroaerofilní, respektive fakultativně anaerobní. Jejich tvary jsou především koky, ovoid či tyčinky.

Bakterie mléčného kvašení lze rozdělit do dvou kategorií podle konečných produktů jejich metabolismu nebo podle optimální teploty růstu. Homofermentativní BMK produkují kyselinu mléčnou jako konečný produkt metabolismu (70 – 90%), zatímco heterofermentativní bakterie produkují další produkty jako je kyselina octová, CO<sub>2</sub> a etanol vedle nejméně 50% kyseliny mléčné. Mezofilní bakterie rostou nejlépe při teplotách mezi 25 - 30<sup>0</sup> C, zatímco termofilní bakterie preferují teploty 40 - 44<sup>0</sup> C. [23]

**Tabulka 2.2:** Charakteristika bakterií mléčného kvašení [24]

Rod	Druh	Tepl. závislost	Fermentace laktosy
<i>Lactococcus</i>	<i>L.lactis ssp. lactis</i>	mesofilní	homofermentativní
	<i>L. lactis ssp. lactis b. diacetyl.</i>	mesofilní	homofermentativní
	<i>L. lactis ssp. cremoris</i>	mesofilní	homofermentativní
<i>Leuconostoc</i>	<i>L.mesenteroides ssp. cremoris</i>	mesofilní	heterofermentativní
	<i>L. lactis</i>	mesofilní	heterofermentativní
<i>Streptococcus</i>	<i>S. thermophilus</i>	termofilní	homofermentativní
<i>Lactobacillus</i>	<i>Lb. helveticus</i>	termofilní	homofermentativní
	<i>Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus</i>	termofilní	homofermentativní
	<i>Lb. delbrueckii ssp. lactis</i>	termofilní	homofermentativní
	<i>Lb. acidophilus</i>	termofilní	homofermentativní
	<i>Lb. casei</i>	mesofilní	homofermentativní
	<i>Lb. fermentum</i>	termofilní	heterofermentativní
<i>Enterococcus</i>	<i>E. faecalis</i>	mesofilní	homofermentativní
	<i>E. faecium</i>	mesofilní	homofermentativní

Aktuálně je známo 12 rodů bakterií mléčného kvašení, z nich 4 obsahují organismy důležité pro mléčnou fermentaci: *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus* a *Lactobacillus*. Pátý rod *Enterococcus* se místy vyskytuje v nedefinovaných kulturách. Tyto rody se pak dělí dále podle různých kritérií, např. podle tvaru, podle růstových teplotních podmínek, optické otáčivosti vytvořené mléčné kyseliny atd.

**Tabulka 2.3:** Klasifikace bakterií z hlediska konečného produktu metabolismu [23]

Rod	Druh	Konečné produkty metabolismu	
		Hlavní	Vedlejší a stopové
<i>Streptococcus</i>	<i>thermophilus</i>	L+ k. mléčná	acetaldehyd, aceton, acetoin, diacetyl
	<i>bulgaricus</i>	D - k. mléčná	acetaldehyd, aceton, acetoin, diacetyl
	<i>helveticus</i>	D, L k. mléčná	acetaldehyd, kys. octová, diacetyl

<i>Lactobacillus</i>	<i>lactis</i>	D - k. mléčná	acetaldehyd, aceton, diacetyl, etanol
	<i>acidophilus</i>	D, L k. mléčná	acetaldehyd, etanol
	<i>casei</i>	L+ k. mléčná	kys. octová, etanol
	<i>kefir</i>	D, L k. mléčná	acetaldehyd, kys. octová, etanol, CO <sub>2</sub>
<i>Lactococcus</i>	<i>lactis</i>	L+ k. mléčná	acetaldehyd, aceton, diacetyl, etanol
	<i>cremoris</i>	L+ k. mléčná	acetaldehyd, aceton, diacetyl, etanol
	<i>diacetylactis</i>	L+ k. mléčná acetaldehyd, diacetyl, acetoin	aceton, etanol
<i>Leuconostoc</i>	<i>cremoris</i>	D- k. mléčná	etanol
	<i>dextranicum</i>	acetoin, diacetyl	
	<i>lactis</i>	CO <sub>2</sub> , k. octová	
<i>Bifidobacter.</i>	<i>breve</i>	L+ k. mléčná k. octová	kys. mravenčí, kys. jantarová, acetald. aceton, acetoin, diacetyl, etanol
	<i>bifidum</i>		
	<i>longum</i>		

Poslední rozdělení ukazuje zastoupení jednotlivých mikroorganismů v kysaných mléčných výrobcích podle Vyhlášky č.77/ 2003 Sb. [25]

**Tabulka 2.4:** Druhy mikroorganismů a jejich množství v kysaných mléčných výrobcích

Druh výrobku	Použité mikroorganismy	Mléčná mikroflóra v 1g
Acidofilní mléko	<i>Lbc. acidophilus</i> a další mezofilní, příp. termofilní kultury bakterií mléčného kvašení	10 <sup>6</sup> <i>Lbc. acidophilus</i>
Jogurty	protosymbiotická směs <i>Str. salivarius subsp. thermophilus</i> a <i>Lbc. delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	10 <sup>7</sup> bakterií
Kysané mléko, vč. smetanového zákysu, podmásli a kys. smetany	monokultury nebo směsné kultury bakterií mléčného kvašení	10 <sup>6</sup> bakterií
Kefír	zákys připravený z keřirových zrn, jehož mikroflóra se skládá z kvasinek zkvašujících laktosu <i>Kluyveromyces marxianus</i> i nezquašujících laktosu <i>Saccharomyces</i> a dále <i>Leuconostoc</i> , <i>Lactococcus</i>	10 <sup>6</sup> b. mléčného kvašení a 10 <sup>4</sup> kvasinek

Kefírové mléko	zákys skládající se z kvasinkových kultur rodu <i>Kluyveromyces</i> , <i>Torulopsis</i> nebo <i>Candida valida</i> a mezofilních a termofil. kultur bakterií mléčného kvašení	10 <sup>6</sup> b. mléčného kvašení a 10 <sup>2</sup> kvasinek
Kysaný mléčný výrobek s bifidokulturou	<i>Bifidobacterium sp.</i> v kombinaci s mezofil. a termofil. bakteriemi mléčného kvašení	10 <sup>6</sup> bifidobakterií

#### 2.1.6.4 Kysací kultury

Pro výrobu fermentovaných mléčných výrobků se používají zakysané kultury. Jsou to čisté kultury nebo směsi vybraných a definovaných a živých mikroorganismů, které se používají jako inokulum, a to v množství 10<sup>6</sup> buněk g<sup>-1</sup> potraviny s cílem zahájení procesu fermentace, která má zlepšit vzhled, chuť, vůni a trvanlivost produktu. Jak již z názvu bakterií mléčného kysání vyplývá, jsou to bakterie, které prokysávají mléko. Tohoto dosáhneme tím, že z jeho energetické složky - sacharidů, laktosu tvoří v převážné míře kyselinu mléčnou a některé další kyseliny – kys. octovou, mravenčí, propionovou.

Mikroorganismy v zakysaných kulturách mají tyto hlavní funkce:

- zajištění technologické zpracovatelnosti surovin na výrobky požadovaných parametrů (degradace sacharidů, lipidů, bílkovin a citrátů)
- ochranná funkce – inhibice nežádoucích mikroorganismů a mikroorganismů způsobujících onemocnění
- probiotická funkce – prospěšné působení na organismus [26]

Kysací kultury se připravují jako provozní zákysy ze sterilního mléka a čistých mlékařských kultur (ČMK), fermentované mléčné výrobky jsou pak subkulturou těchto zákysů, kdy substrátem je standardizované mléko.

V převážné míře se používají ČMK v tekutém stavu. Pro výrobu fermentovaných mléčných výrobků se používají následující kultury:

- základní kultury: *Lactococcus lactis subsp. lactis a cremoris*, *Leuconostoc mesenterides subsp. dextranicum a cremoris*
- jogurtové kultury: *Streptococcus salivarius*, *Lactobacillus delbrueckii*
- acidofilní kultury: *Lactobacillus acidophilus*
- bifidogenní kultury: *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*
- kefírové kultury: *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactobacillus sp.*[10]

Zákysové kultury můžeme členit podle různých kritérií. Podle obsažených skupin mikroorganismů je dělíme na:

- bakteriální: mezofilní (20 - 30°C)  
termofilní (40 - 45°C)
- kvasinkové
- plísňové
- smíšené (bakterie a kvasinky)

Podle druhové a kmenové skladby rozeznáváme kultury:

- jednokmenové (Single Strain Starters) – jeden kmen určitého druhu
- vícekmenové (Multiple Strain Starters) – různé známé kmeny jednoho druhu
- směsné vícekmenové (Multiple-Mixed-Strain Starters) – různé definované kmeny různých druhů
- tradiční kultury (Traditional Starters or Raw Mixed Strain Starters) – druhy a kmeny částečně nebo zcela neznámé [26]

## 2.1.7 Jednotlivé typy fermentovaných mléčných výrobků

### 2.1.7.1 Fermentované výrobky s mezofilními kulturami

Základní mesofilní kultura s optimem růstu při teplotě 21 - 23<sup>0</sup> C, označovaná jako smetanová, je používána k přípravě kysaných mlék a kysané smetany. Zahrnuje organismy rodů *Leuconostoc* a *Lactococcus*, které se podle požadovaného typu fermentace používají v různých kombinacích.

Vysoce pasterovaná mléka nebo smetany jsou po homogenizaci tuku zaočkovány smetanovými kulturami, vyznačujícími se tvorbou aromatu při teplotě 21 - 23<sup>0</sup> C. Poté jsou fermentovány 16 až 20 hodin a po naplnění do obalů jsou vychlazeny na teploty pod 10<sup>0</sup> C. [23]

#### *Kysaná smetana*

Kysaná smetana se vyrábí z konzumní sladké smetany přidáním smetanového zákysu. Na trhu je kysaná smetana s různým obsahem tuku (16%, 18%, 40% hm.), minimální obsah musí být 10% hmotnosti.

Jakostní smetana má krémově mléčnou barvu, stejnorodou krémovitou až krájitelnou konzistenci, čistou a mírně nakyslou chuť. Plní se do polystyrénových kelímků o objemu 0,2 a 0,25 litru. [9]

### 2.1.7.2 Fermentované výrobky s termofilními kulturami

Celosvětově patří k nejrozšířenějším fermentovaným výrobkům s termofilními bakteriemi mléčného kvašení jogurty. [27]

Jogurt je kysaný mléčný výrobek získaný z mléka, smetany nebo jejich směsi působením jogurtové kultury mikroorganismů (*Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*). Ve finálním výrobku musí být živé mikroorganismy v množství min. 10<sup>7</sup> v jednom gramu. [28] Jejich sortiment je z hlediska konzistence i použitých přídatných látek značně široký. [27]

Jogurtové výrobky je možné dělit z několika hledisek, a to:

- přírodní (bílé) jogurty (natural yoghurts)
- ochucené jogurty (flavoured yoghurts), které mohou obsahovat přírodní nemléčné složky (ovoce, aroma, barviva, stabilizátory)

Podle použitého způsobu fermentace a dalšího zpracování koagulátu se dělí na:

- jogurtové výrobky s nerozmíchaným koagulátem (set yoghurts) – fermentují se přímo ve spotřebitelském obalu
- jogurty s rozmíchaným koagulátem (stirred yoghurts) – fermentace probíhá v tancích, po rozmíchání koagulátu a vychlazení dochází k plnění do drobných obalů

Podle obsahu sušiny, použité technologie a rozdílné konzistence se rozlišují:

- jogurty s pevným koagulátem
- jogurty krémovité
- jogurty pitné [10,27]

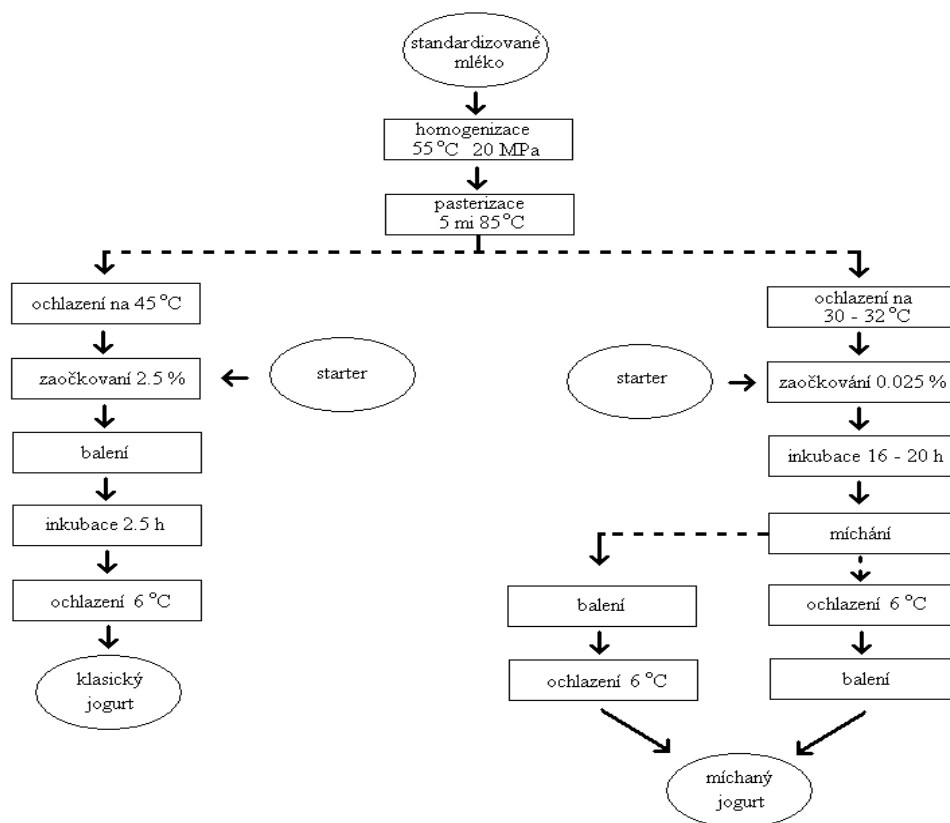
Podle hmotnostního procenta tuku se dělí na:

- jogurt bílý (min. 3,0%)
- jogurt nízkotučný nebo odtučněný (max. 0,5 %)
- jogurt se sníženým obsahem tuku (více než 0,5 % a méně než 3,0 %)
- jogurt smetanový (více než 10 %) [9]

### *Výroba jogurtů*

Jogurty jsou vyráběny z odstředěného nebo plnotučného mléka. Prvním krokem výroby je přidání odtučněného suchého mléka ke klasickému mléku s cílem zvýšit obsah sušiny na 12 až 13%, ojediněle až na 15%. Můžou zde být přidány i další povolené látky a směs je obvykle homogenizována. Jogurt je vyráběn z pasterizovaného mléka zahřátého na 71,7<sup>0</sup> C po dobu 15 sekund, některé jogurtové směsi jsou zahřívány na teplotu mezi 85 až 88<sup>0</sup> C déle než 30 minut. Pasterizované mléko je poté ochlazeno na výměníku tepla na požadovanou inkubační teplotu mezi 40 až 43<sup>0</sup> C.

Další kroky výroby záleží na druhu jogurtu. Existují dva typy jogurtů – 1. druh je smíchán s ovocem, příchutěmi nebo jinými objemnými složkami a označuje se jako míchaný jogurt. Druhý druh je označován jako švýcarský typ. Směs je načerpána do vany, kam je přidávána kultura. Směs je poté inkubována a ke kvašení dochází v sudech. Na konci fermentace je směs mírně rozrušena a zchlazena, poté jsou přidány příchutě. Výsledná směs je poté čerpána do kontejnerů. [21] Na obr. č. 2 je znázorněno schéma výroby klasických a míchaných jogurtů.



Obr. č. 2: Schéma výroby jogurtů [24]

### Jogurtové nápoje

Z mléka fermentovaného mléčnými bakteriemi jsou získávány jogurtové nápoje. Mléko určené pro výrobu většiny jogurtových nápojů je standardizované a odstředěné. Toto mléko je pasterizováno po dobu 15 minut a teplotě 85 - 95<sup>0</sup> C. Poté probíhá fermentace mléka za přítomnosti jogurtových bakterií při teplotě 43<sup>0</sup> C do doby dosažení pH 4,0. Následuje chlazení na přibližně 20<sup>0</sup> C a přídavek ovocného džusu, cukru a disperze pektinů ve vodě. Do této směsi mohou být přidány také chuťové látky a barviva. Hodnota pH směsi je upravena na pH 3,8 – 4,2 pomocí kyseliny mléčné. Poté dochází k homogenizaci směsi při tlaku 15 – 20 MPa s cílem rozptýlit pektin. [24]

V poslední fázi výroby prodělává jogurtový nápoj teplotní zpracování pro dosažení prodloužení doby trvanlivosti. Tepelně může být výrobek upraven pasterací při teplotě 75<sup>0</sup> C po dobu 20 sekund, poté dochází k chlazení a aseptickému plnění výrobku. V jiném případě může být výrobek ošetřen UHT – technologií (110<sup>0</sup> C po dobu 5 sekund), zchlazen a také asepticky plněn do obalů. [17]

### 2.1.7.3 Fermentované výrobky s použitím acidofilních a bifidových kultur

V posledních desetiletích se rozšiřuje výroba kysaných mléčných výrobků obsahujících i kultury s dieteticko – léčebnými účinky. Mikroorganismy těchto kultur však nelze použít samostatně k fermentaci mléka vzhledem ke značně vysoké tvorbě kyselin (*Lbc. acidophilus*) nebo tvorbě vysokého podílu kyseliny octové (*Bifidobacterium bifidum*) a jsou proto používány v kombinaci s jinými kulturami. Kultura *Lbc. acidophilus* v kombinaci se smetanovým zákysem je součástí acidofilního mléka. [4,23]

### *Acidofilní mléko*

Velmi rozšířená a nutričně velmi hodnotná jsou acidofilní mléka. Při jejich výrobě je použito kultury obsahující *Lactobacillus acidophilus*, který se kultivuje při teplotách kolem 30<sup>0</sup> C po dobu 3 až 5 hodin. Takto připravený výrobek má ostře kyselou chuť, jemnou konzistenci, ale vzhledem k vysoké kyselosti má tendenci k oddělování syrovátky. I když předností tohoto výrobku jsou zcela evidentní, chuť i konzistence není přijatelná pro většinu konzumentů, proto se tento výrobek nevyrábí v „čisté“ formě, ale jako přídatek do jiných zakysaných výrobků, zejména do kyšek v přibližně 10% podílu. [5]

#### **2.1.7.4 Fermentované výrobky s bakteriální a kvasinkovou kulturou**

Vedle homofermentativního nebo heterofermentativního mléčného kysání probíhá u těchto výrobků také alkoholické kvašení. Jedná se o kefir, dále kumys vyráběný ve střední Asii a leben z blízkého východu. [23]

Složení mikroflóry těchto výrobků není jednotné. Kefirová kultura zahrnuje *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactobacillus kefir*, *Lbc. kefiranofaciens*, *Lbc. brevis*, *Lb. acidophilus*, *Leuconostoc spp.*, *Acetobacter spp.* a laktosu fermentující kvasinky – *Kluyveromyces spp.*, *Saccharomyces spp.* a *Candida spp.* [28] Tato kultura ve formě kefirových zrn je používána pro výrobu klasického kefiru nebo jako tekutá kultura bez kvasinek k výrobě kefirového mléka. [23]

### *Kefír*

Kefír pochází pravděpodobně z Kavkazských hor. V současné době se vyrábí z kravského mléka. Největším výrobcem kefiru je východní Evropa a severní Amerika. Kefír je hustý nápoj zanechávající šumivý pocit v ústech vyvolaný bublinkami oxidu uhličitého produkovaného kvasinkami.

Tradiční kefirová kultura je známa jako kefirová zrna. Kefirovými zrny (v průměru 2-10 g na 100 g mléka) se očkuje mléko a vytváří se samotný kefir. Kvasinky v kefirových zrnech produkují jak etanol, tak i oxid uhličitý. Unikátní kefirová zrna, která byla nalezena v exopolysacharidech jsou označena jako kefiran. Kefiran je vytvořený z přibližně stejného množství galaktosy a glukosy. [22]

Dnes se kefir vyrábí dvěma způsoby: a) tradiční metoda, při které se využívají kefirová zrna, b) moderní metoda s použitím DVI (direct – to van – inoculation) kultury.

Při tradičním způsobu výroby je zpracované mléko zchlazeno na 18 - 25<sup>0</sup> C, naočkováno kefirovými zrny (2 – 10 g/ 100 ml), inkubováno po dobu 18 – 24 hodin, následně promícháno a zchlazeno. Po inkubaci jsou kefirová zrna oddělena, umyta a použita pro další výrobu.

Při moderním způsobu výroby kefiru je mléko zahříváno, poté zchlazeno na teplotu 32 - 35<sup>0</sup> C, naočkováno pomocí DVI kultury a inkubováno po dobu 10 – 15 hodin na požadované pH 4,4 – 4,5. Výsledný produkt je smíchán, zchlazen a zabalen. [29]

#### **2.1.8 Obaly, obalové materiály a označování výrobků**

Mléčné výrobky se po výrobě a distribuci velmi těžko uchovávají, protože lehce podléhají chemickým a mikrobiologickým změnám. Proto se kladou vysoké požadavky na jejich obaly a obalový materiál. [10]

Obal plní tři hlavní úlohy:

- chrání výrobek před nepříznivými vlivy okolí
- vytváří racionální jednotku, se kterou je možné manipulovat

➤ je prostředkem vizuálního styku mezi výrobcem a spotřebitelem [15]

Na každém spotřebitelském obalu musí být uveden název výrobku, označení výrobního podniku, datum výroby a datum balení, datum minimální trvanlivosti nebo použitelnosti, hmotnost, číslo technické normy, měrná energie v kJ, složení výrobku a údaj o způsobu skladování. [10] Označení údaji vyznačujícími datum minimální trvanlivosti a datum použitelnosti potravin, způsob použití potravin a uvádějícími složky potravin musí být pro spotřebitele srozumitelné, uvedené na viditelném místě a snadno čitelné. [30]

Tímto způsobem se označují tekuté mléčné výrobky, fermentované výrobky a sušené výrobky pro kojeneckou a dětskou výživu.

Mezi klasické obaly patří papírové, kartonové a lepenkové obaly. Používají se i vratné skleněné obaly, hliníkové obaly a plechovky. Zásadní podíl dnes tvoří plastické obaly. V obalové technice se uplatňují tvarovatelné termoplasty a fólie.

Při hodnocení a posuzování obalů se hlavní důraz klade na ochrannou funkci. Obalové prostředky nesmí být příčinou sensorických změn. [10]

## 2.2 Aromaticky aktivní látky

Aromatickými látkami rozumíme veškeré vonné a chuťové látky, které tvoří komplexní sensorický vjem označovaný jako tzv. flavour (aroma) potravin. Jsou buď přirozenou složkou potravin (jako primární aromatické látky), nebo vznikají během skladování a zpracování potravin enzymovými a chemickými reakcemi (jako sekundární aromatické látky). [31]

Na charakteristické vůni potravin 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 několik těchto látek.

Intenzita a kvalita vůně i chuti však závisí nejen na přítomných vonných látkách, ale také na dalších složkách potravin, především na bílkovinách, sacharidech a lipidech, se kterými vonné látky interagují. [3]

Bylo identifikováno zhruba 5 000 až 7000 aromaticky aktivních látek a stejné množství neidentifikovaných pravděpodobně také existuje. Nejdůležitějšími z nich jsou alkoholy, aldehydy, ketony, karboxylové kyseliny, jejich estery a laktony a další heterocyklické sloučeniny.

Chuťově aktivní látky ovlivňují receptory chuti, zápachu a bolesti přítomné v ústní dutině. Chuťové receptory nejsou příliš citlivé, proto látky ovlivňující chuť musí být občas přítomny v poměrně velkém množství (20% a více). [19]

### 2.2.1. Aromatické látky obsažené v mléce

Syrové nebo šetrně pasterované mléko (např. po dobu 10 s při 73<sup>0</sup> C) má jemné charakteristické aroma a nasládlou chuť. Typickými vonnými látkami jsou dimethylsulfid, biacetyl, 2-methyl-butanol, (Z)-4-heptanal a (E)-2-nonenal vyskytující se v nízkých koncentracích.

U mléka pasterovaného při vyšší teplotě a UHT mléka se projevuje tzv. vařivé aroma. Jeho nositelem je sulfan a další sírné sloučeniny. Významné jsou také 2-alkanony (methylketony) vznikající termickou dekarboxylací  $\beta$ -ketokyselin (hlavně 2-hexanon, 2-heptanon a 2-nonanon),  $\gamma$ -laktony a  $\delta$ -laktony vznikající dehydratací  $\gamma$ -hydroxykyselin a  $\delta$ -hydroxykyselin, z karbonylových sloučenin je důležitý biacetyl, hexanal, 3-methylbutanal, (Z)-4-heptenal a (E)-2-nonenal. [3]

## 2.2.2 Aromatické látky v kysaných mléčných výrobcích

Charakteristickými aromatickými látkami kysaných mléčných výrobků jsou produkty metabolismu mléčných bakterií, zejména biacetyl, ethanal (acetaldehyd), dimethylsulfid, mléčná kyselina, kyselina octová, různé aldehydy, ketony a estery. Důležitým produktem je rovněž oxid uhličitý. [3]

### 2.2.2.1 Alkoholy

Alkoholy bývají primárními i sekundárními vonnými a chuťovými látkami potravin. Jako aromatické látky se uplatňují hlavně volné primární alkoholy a estery. Přírodními vonnými látkami jsou především nižší alifatické nasycené a nenasycené alkoholy.

Aromatické alkoholy vznikají jako sekundární látky při fermentačních a termických procesech. Nejjednodušším alkoholem této skupiny je benzylalkohol.

Nejvýznamnějším diolem vyskytujícím se v potravinách je butan-2,3-diol. Jako senzorycky aktivní látka se však neuplatňuje. Vzniká spolu s biacylem a acetoinem jako vedlejší produkt činnosti některých mikroorganismů. V mléčných kysaných výrobcích všechny tyto sloučeniny vznikají z kyseliny citronové přes kyselinu pyrohroznovou působením mléčných bakterií rodu *Streptococcus* a to zejména bakterií *S. diacetylactis* [3]

### 2.2.2.2 Karbonylové sloučeniny

Těkavé aldehydy a ketony patří k důležitým vonným a chuťovým látkám. Vyskytují se v potravinách jako primární látky, a vznikají rovněž jako látky sekundární. V některých případech jsou nositeli nežádoucí vůně a chuti. [31]

Alifatické i aromatické aldehydy výraznou měrou přispívají k chutnosti fermentovaných mléčných výrobků. Jsou syntetizovány mikroorganismy jako meziproducty při utváření alkoholů z ketokyselin. Typickým příkladem je biokonverze etanolu na acetaldehyd za pomoci *Candida utilis*. [32]

V kysaných mléčných výrobcích se z aromatických aldehydů nejčastěji vyskytuje benzaldehyd, ale pouze v malém množství. [3]

Ketony jsou reaktivní z důvodu přítomnosti karbonylové skupiny. Jejich reaktivita je však podstatně nižší než reaktivita aldehydů. Nejrozšířenějším ketonem je propanol (aceton). [19]

V potravinách je nejběžnějším ketonem biacetyl. V mléčných kysaných výrobcích jako např. v jogurtu vzniká působením mléčných bakterií z kyseliny citronové. Má ostrou, dráždivou chuť. [31]

### 2.2.2.3 Kyseliny

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, z alifatických pak octová a mléčná kyselina, které jsou významnými nositeli kyselé chuti potravin. [3]

Kyselina mravenčí vzniká vedle etanolu a kyseliny octové jako vedlejší produkt kvašení některými mikroorganismy. Také homology – kyselina propionová, máselná, isomáselná, valerová, isovalerová a kapronová vznikají jako vedlejší produkty kvašení. Kyselina máselná, kapronová, kaprylová a kaprinová se v poměrně vysokém množství vyskytují spolu s dalšími kyselinami v mléčném tuku ve formě triacylglycerolů.

Velice důležitou kyselinou je kyselina mléčná. Ta se vytváří při mléčném kvašení cukrů, proto se vyskytuje ve všech kysaných mléčných výrobcích. Její obsah zde bývá okolo 0,5 – 1,0 %.

Z aromatických kyselin je nejjednodušší formou kyselina benzoová. Ta bývá ve velmi malém množství přítomna v jogurtech (asi 0,0015%). [3]

#### **2.2.2.4 Fenoly**

Fenoly jsou součástí prakticky všech potravin. Některé z nich se uplatňují jako vonné látky, jiné jako chuťové. Fenoly vznikající činností mikroorganismů jako sekundární vonné látky při degradaci fenolových kyselin se vyskytují jako vedlejší produkty mléčného kvašení. [3]

#### **2.2.2.5 Laktony**

Laktony výrazným způsobem ovlivňují chuť a vůni kysaných mléčných výrobků. Za producenty laktonů jsou považovány takové mikroorganismy jako *Trichoderma viride*, *Sporobolomyces odoris* či některé bakterie rodu *Candida*. Obsah laktonů v mléčných výrobcích je poměrně vysoký. [32]

#### **2.2.2.6 Aromatické látky obsažené v jogurtech**

Nejdominantnější chutí jogurtu je kyselost, která je způsobena kyselinou mléčnou produkovanou jogurtovými kulturami. Většina jogurtů obsahuje 0,8 až 1,0% kyseliny mléčné a pH se pohybuje pod 4,6. [21]

Nejdůležitější aromatickou látkou při výrobě jogurtů je acetaldehyd, prekurzor laktosy, aminokyselin (valinu, threoninu, methioninu) či nukleových kyselin. [19] V kvalitních jogurtech bývá obsah acetaldehydu 13 - 16 μg.kg<sup>-1</sup>. [3]

Acetaldehyd produkují dva druhy mikroorganismů – *Str. thermophilus* a *Lbc. delbrueckii subsp. bulgaricus*. Množství vytvořeného acetaldehydu závisí na vzájemném poměru obou mikroorganismů. Pokud převažuje *Streptococcus thermophilus*, vzniká jogurt kyslejší a chuťově výraznější. [21]

Další neméně významnou složkou jogurtů je diacetyl produkovaný rodem *Lactococcus lactis ssp. lactis biovar diacetylactis*. [33] Obsah diacetylu je asi čtyřikrát vyšší než obsah acetaldehydu [3] Diacetyl jogurtu přináší tzv. plnost.

Poměr acetaldehydu a diacetylu 1:1 dodává jogurtu jeho typickou chuť. Také optimální podíl mezi acetaldehydem a acetone 2,8:1 je nezbytný pro vyváženou chuť jogurtu. [18]

Dalšími aromatickými látkami vzniklými při tepelném rozkladu, proteolýze, lipolýze a mikrobiální činnosti jsou kyselina octová, kyselina propionová, kyselina isovalerová, kyselina kapronová, kyselina kaprylová, kyselina kaprinová a další. [19]

#### **2.2.2.7 Aromatické látky obsažené v kefiru a kefirových mlécích**

Kefir obsahuje zhruba 1 – 6% ethanolu, který je produkovan kvasinkami zkvašujícími laktosu, a to *Kluyveromyces marxianus*. Etanol upravuje chutnost výrobků a oxid uhličitý vzniklý během procesu fermentace ovlivňuje jak chuť, vůni, tak i konzistenci produktu. [33] Obě látky dodávají kefiru ostrou, pěnivou chuť. [23] Obsah ethanolu v kefiru bývá přibližně 0,2 až 1,2%, v kefirovém mléce je však tento obsah podstatně nižší. [1]

## 2.3 Metoda SPME – GC

Mikroextrakce tuhou fází (SPME) je jednoduchá a účinná sorpčně desorpční technika zkoncentrování analytu, která nevyžaduje rozpouštědlo nebo komplikovanou aparaturu. Tato metoda je použitelná ve spojení s plynovou či kapalinovou chromatografií. Dodává lineární výsledky v širokém koncentračním rozsahu. Volbou vhodného typu vlákna se dosáhne reprodukovatelných výsledků i pro nízké koncentrace analytů. [34]

Metoda SPME je relativně novou technologií. Poprvé byla popsána pány Berlardim a Pawliszynem v roce 1990 a sloužila k analýze znečišťujících látek ve vodě. [35] První komerční verze SPME byla uvedena na trh v roce 1993 firmou Supelco. [36]

Tato metoda byla využita na celou řadu aplikací, ať již v oblasti životního prostředí, v oblasti průmyslové hygieny, při monitorovacích procesech, v klinické či forenzní analýze či k analýze léčiv. [37]

V současné době tato metoda slouží také k analýze těkavých látek v potravinách včetně mléčných a dalších fermentovaných výrobků, jako např. víno, pivo, ovocné a další nealkoholické nápoje, oleje a tuky. [38]

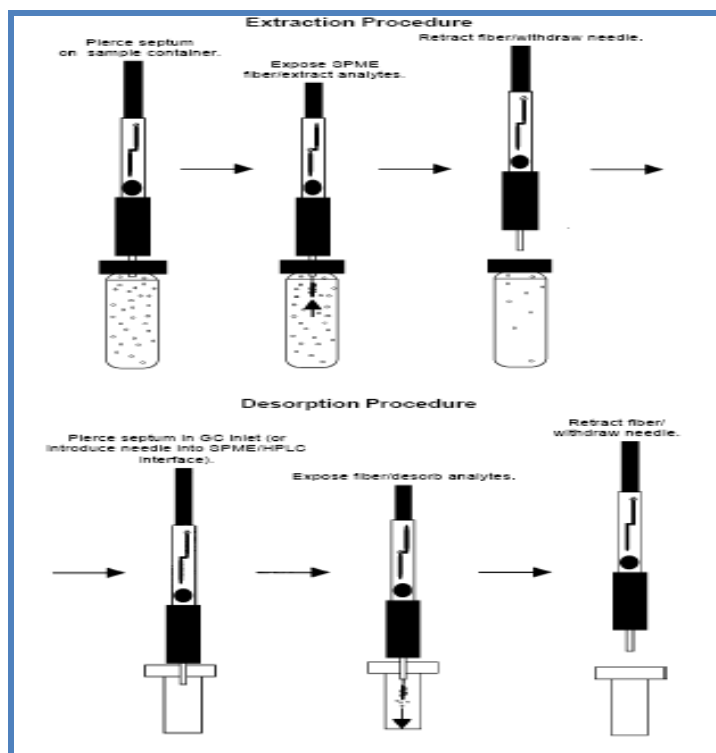
Například Conduro a kolektiv se touto metodou zabývali při stanovení aromatických látek v kysaných mléčných výrobcích. Na fermentovaných mléčných produktech jsou konzumenty nejvíce oceňovány především senzorycké vlastnosti, nicméně trvanlivost těchto výrobků není delší než 4 až 5 týdnů. Cílem jejich studie proto bylo stanovení aromatických látek v těchto produktech pomocí metody SPME - GC. Celkem bylo identifikováno více než 60 aromatických látek, přičemž analýza rozptylu a analýza hlavních komponent sloužily pro odhad významných rozdílů ve složení aromatických látek během skladování. [43]

Metoda HS – SPME byla použita k analýze mléčných vzorků od devíti zdravých holštýnských krav. Mikroextrakcí bylo v těchto vzorcích zjištěno přibližně 75 aromaticky aktivních látek. Všechny tyto sloučeniny byly znakem jak pro pachut', tak i znakem dobré kvality testovaných vzorků. [44]

### 2.3.1 Princip SPME

Křemenné vlákno pokryté sorpční vrstvou je spojeno s ocelovým pístem a umístěno v duté ocelové jehle, která vlákno chrání před mechanickým poškozením. Při sorpci analytu je vlákno zataženo dovnitř jehly, která propíchne septum v zátce zkumavky. Posunutím pístu se vlákno vysune do kapalného vzorku, popřípadě do prostoru nad jeho hladinou. Analyt se sorbuje do vrstvy pokrývající vlákno. Po dosažení sorpční rovnováhy (obvykle 2 – 30 minut) se vlákno opět zasune dovnitř jehly a spolu s ní je vytaženo ze zkumavky se vzorkem. Popis těchto činností je znázorněn na obr. č. 3.

Při vzorkování je nejkritičtější parametrem extrakční čas. Extrakce trvá 15 – 20 minut, ale může to být obecně kratší než 30 sekund. [34]



**Obr. č. 3: Princip metody SPME [34]**

Při využívání SPME se vyskytují tři základní typy extrakce:

- extrakce přímá (direct extraction) – vlákno s extrakčním materiálem je vloženo přímo do vzorku a analyt je distribuován ze vzorku do extrakční fáze
- extrakce „headspace“ (headspace mode) – analyt překonává vzduchovou bariéru do té chvíle, než dosáhne extrakční fáze na vlákno, které je tak chráněno před vysokomolekulárními a netěkavými látkami, které se ve vzorku mohou vyskytnout.
- membránově chráněná extrakce (membrane protected mode) – extrakční fáze je od vzorku oddělena membránou [36]

Nakonec dochází k desorpci, kdy je jehla zavedena k injektoru plynového chromatografu, kde je analyt tepelně desorbován a nesen na GC kolonu. [34,39]

## 2.4 Plynová chromatografie

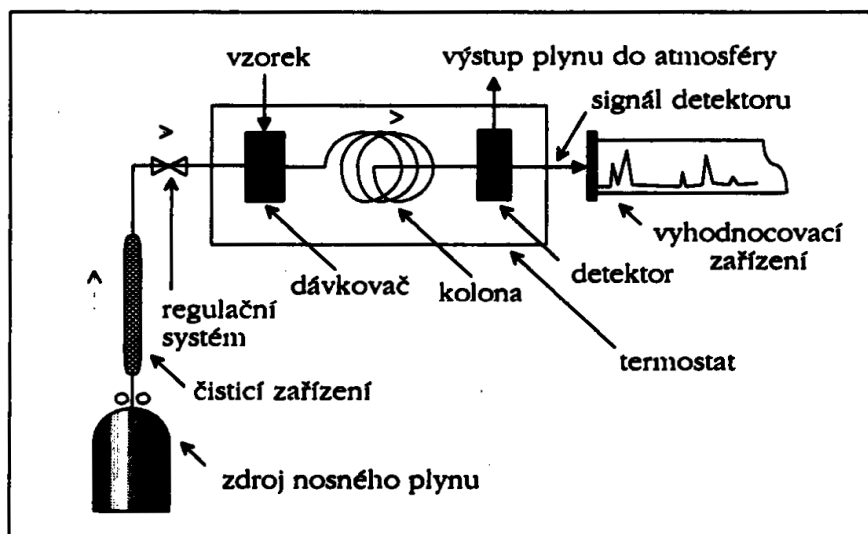
Plynová chromatografie neboli GC je separační metoda, která k separaci plynů a par využívá dvě heterogenní fáze – pevnou (stacionární) a pohyblivou (mobilní) fázi. Mobilní fází je inertní plyn, stacionární fází je nejčastěji kapalina zakotvená na inertním nosiči (chromatografie plyn – kapalina, GLC, rozdělovací chromatografie), méně často povrchově aktivní sorbent (chromatografie plyn – pevná látka, GSC, adsorpční chromatografie). [40]

Plynová chromatografie je vhodná pouze pro ty látky, které splňují podmínku těkavosti. V praxi to znamená, že je vhodná především pro organické látky s teplotou varu asi do 400<sup>0</sup> C. Podmínkou je, aby se látky při vypařování nerozkládaly. [41]

### 2.4.1 Princip plynové chromatografie

Vzorek se dávkuje do proudu plynu, který jej dále unáší kolonou. Proto se mobilní fáze nazývá také nosný plyn. Aby vzorek mohl být transportován, musí se ihned přeměnit na plyn.

V koloně se složky separují na základě různé schopnosti poutat se na stacionární fázi. Složky opouštějící kolonu indikuje detektor. Signál z detektoru se vyhodnocuje a z jeho časového průběhu se určí druh a kvantitativní zastoupení složek. [42] Jednotlivé části přístroje jsou uvedeny na obr. č. 4.



Obr.č. 4: Popis plynového chromatografu [42]

## 2.5 Senzorická analýza

Senzorické hodnocení je podle definice příslušného mezinárodního standardu způsob hodnocení potravin, při němž je využito lidských smyslů jako příslušných subjektivních orgánů vnímání, a to za takových podmínek, aby se při hodnocení dosáhlo objektivních, tj. spolehlivých a přesných (opakovatelných i srovnatelných) výsledků. [45,46]

Při sensorickém posuzování se využívá všech lidských smyslů, nejčastěji chuťového a čichového, ale i zrakového, sluchového, hmatových smyslů, smyslů pro teplo, chlad a bolest. Posuzování vkládáním do úst se nazývá degustace a komplexní vjem s ním spojený se označuje jako “flavour” neboli chutnost. [45]

### 2.5.1 Podmínky pro sensorickou analýzu

Podmínky pro sensorické hodnocení moderními metodami se volí takové, aby se co nejvíce odstranily rušivé vlivy a zlepšila se tak přesnost stanovení a aby se dosáhlo objektivních, vzájemně srovnatelných výsledků. Tyto podmínky jsou určeny mezinárodními normami (hlavně ISO), kterými je definováno vybavení místnosti, způsob přípravy a předkládání vzorků. [46] Dalšími normami je stanoveno používání správného názvosloví, školení a zkoušení hodnotitelů a postup při jednotlivých metodách sensorické analýzy. [45]

Optimálních podmínek je možné dosáhnout v sensorické laboratoři. V tabulce č. 2.5 jsou uvedeny konkrétní požadavky.

**Tabulka 2.5: Optimální podmínky pro hodnocení v senzorické laboratoři [47]**

Optimalizovaný faktor	Optimální podmínky pro hodnocení
Hladina zvuku	kolem 40dB, izolace dveří a oken
Teplota	21 - 23 <sup>0</sup> C, nejlépe klimatizace
Vlhkost vzduchu	40 - 70 %, v zimě vlhčení
Pachy	ochrana před pachy ventilací, pachovými filtry a nátěry neabsorbujícími pachy
Zrakové vjemy	světle šedá nebo bílá barva, bez výzdoby
Kontakt s lidmi	příhrady mezi hodnotiteli, kóje

## 2.5.2 Hodnotitelé

Jedním z významných faktorů v senzorické analýze je sám hodnotitel nebo posuzovatel. Obvykle lze hodnotitele rozdělit do čtyř základních skupin podle jejich odborné způsobilosti:

➤ *Neškolení hodnotitelé – laici*

Do této skupiny patří široká laická veřejnost, od které se nevyžadují hlubší poznatky o senzorickém hodnocení. Obvykle sem patří koncoví spotřebitelé. K vyhodnocení se používá větší testovací skupina, čímž je zajištěn dostatečný počet dat pro statistickou analýzu.

➤ *Informovaní laici*

Sem patří posuzovatelé, kteří se liší od předchozí skupiny tím, že před hodnocením jsou informováni o způsobu a smyslu hodnocení.

➤ *Posuzovatelé*

Do této skupiny patří osoby, které mají základní technologické vlastnosti posuzovaného výrobku a jsou si vědomi chyb a variací, které se mohou v daném výrobku vyskytovat.

➤ *Znalci*

Do této poslední skupiny patří osoby, které kromě podmínek uvedených pro posuzovatele musí rozhodovat o volbě zkušební metody, ovládat způsoby vyhodnocování testů a interpretovat výsledky. [48]

## 2.5.3 Vlastní senzorické hodnocení

Jako nejvhodnější doba k posuzování se doporučuje doba od 9 do 11 hodin dopoledne a od 14 do 16 hodin odpoledne. Pokud to není nezbytně nutné, nemělo by posuzování trvat déle než 2 – 3 hodiny denně včetně přestávek. [45]

Při vlastním hodnocení musí hodnotitel postupovat přesně podle pořadí úkolů a nesmí je měnit. Zásadně se nejdříve začíná hodnocením vzhledu, pak vůně a nakonec chuti a textury.

Při ochutnávání je důležité, aby se sousto nebo doušek dostaly do styku s povrchem celé ústní dutiny a ochutnávání má trvat nejméně 5 sekund. Při stanovení senzorického profilu se ochutnává znovu pro každé dva nebo tři deskriptory. Po ochutnávce se musí ústní dutina očistit vhodným chuťovým neutralizátorem, kterého by mělo být nejméně tolik jak vzorku. Mezi jednotlivými úkoly se musí vložit přestávka, obvykle 5 až 10 minut. [46]

#### 2.5.4 Metody senzorického hodnocení

Pro senzorické hodnocení existuje celá řada metod, které volíme podle toho, za jakým účelem je senzorická analýza prováděna. Obecně lze tyto metody rozlišit do čtyř skupin:

- metoda zjišťování rozdílu jakosti výrobků
- metoda třídění výrobků do jakostních skupin
- metoda celkové jakosti výrobků
- metoda spotřebitelského hodnocení [48]

##### 2.5.4.1 Senzorické testy

Při vyhodnocování výrobků některou z výše uvedených metod se obvykle používají některé z celé řady existujících testů. Zde jsou vybrány některé z nich.

- *Párový test* spočívá v porovnání dvou výrobků, které se liší. Hodnotí se buď jeden kvalitativní ukazatel (chuť, vůně) nebo se sleduje celková chutnost výrobku. U každého páru se zjišťuje, zda je mezi výrobky znatelný rozdíl. [48]
- *Trojúhelníková zkouška* – Princip této zkoušky spočívá v tom, že hodnotitel obdrží trojici vzorků, ve které jsou dva shodné, a třetí je rozdílný. Pořadí vzorků je náhodné. Hodnotitel zkouší postupně všechny vzorky. Jeho úkolem je rozhodnout, které dva vzorky v trojici jsou shodné a který z nich je rozdílný.
- *Zkouška duo – trio*: Tato zkouška je kombinací obou předchozích, ale zahrnuje podání standardu. Hodnotitel obdrží tři vzorky, z nichž první je standard. Oba neznámé vzorky srovnává se standardem a jeho úkolem je zjistit, který vzorek z páru neznámých vzorků je shodný se standardem a který je rozdílný. [45]
- *Test pořadí* spočívá v seřazení zkoumaných vzorků podle stoupající intenzity sledovaného ukazatele. Tyto testy se používají ke zjištění rozdílu kvality jednotlivých vzorků.
- *Stupnicové testy* zahrnují celou řadu testů, které se používají zejména při kvantifikaci kvalitativních ukazatelů. [48]
- *Preferenční zkoušky* – U těchto typů testů jde o určení, kterému vzorku v určitém souboru dá posuzovatel přednost jako senzoricky kvalitnějšímu nebo přijatelnějšímu či příjemnějšímu. [45]

#### 2.5.5 Zpracování výsledků senzorické analýzy

Výsledky senzorické analýzy se zpracují na základě správně vyplněných formulářů. Předtištěný formulář má být sestaven tak, aby jeho vyplňování bylo snadné, srozumitelné a jednoznačné.

Při manuálním zpracování výsledků senzorické analýzy nejprve shromáždíme všechny formuláře. Neúplně či nesprávně vyplněné vyřadíme z dalšího zpracování. Výsledky zpracujeme do tabulky. Tabelárně zpracované výsledky se pak zpracují vhodnými statistickými metodami, zpravidla podle programů v zakoupeném softwaru (např. Statistical analysis systém, Minitab, Anova atd.). Výsledky statistického zpracování je poté vhodné převést do grafické podoby s využitím barev. [46]

### 2.6 Senzorická analýza použitá v praktických studiích

Senzorickému hodnocení mléka a mléčných výrobků se zabývala řada autorů.

Cílem první studie bylo zjištění vlivu organoleptických vlastností a emocionálních reakcí na hedonické hodnocení pachů v mléčných výrobcích. Pachy šesti komerčně vyráběných mléčných výrobků byly sledovány devíti školenými panelisty. Tytéž výrobky také posuzovalo

100 neškolených laiků (50 mužů a 50 žen). Ti hodnotili emocionální reakce stimulované těmito pachy. Neškolení panelisté preferovali sladkou, kyselou a typickou fermentovanou vůni nad jinými organoleptickými vlastnostmi mléčných výrobků. Školení panelisté vyhodnotili 8 atributů vůně – ořechovou, kovovou, kyselou, sladkou, slanou, mastnou, kysanou a typickou pro mléčné výrobky pomocí 15 cm stupnice. Při tomto hodnocení také bylo zjištěno, že posuzování organoleptických vlastností se mezi pohlavími výrazně liší. [49]

V další studii pánů Pohjanheima a Sandella byl na čtyřech ochucených jogurtových nápojích zjišťován vliv organoleptických a dalších vlastností vzhledem ke vztahu ke spotřebitelům. Výsledky byly vyhodnoceny v testu spotřebitelů. Jedinci, kteří upřednostňují obsah výrobku a jeho pozitivní vliv na zdraví, preferují kyselejší a smetanovější nápoje s typickou jogurtovou chutí, zatímco hodnotitelé upřednostňující cenu, znalost produktů a ti, kteří si výrobky kupují podle nálady, vyhodnotili sladší a jemnější jogurtové nápoje jako lahodnější. [50]

Jogurty bohaté na mono a polynenasycené mastné kyseliny byly vyrobeny ze sušeného odstředěného mléka spolu s přídatkem rostlinných olejů, čímž byl nahrazen mléčný tuk. Ve srovnání s klasickým jogurtem obsahujícím bezvodý mléčný tuk (AMF - o 1,5%). Sensorický panel identifikoval výrazné rozdíly mezi výrobky obsahujícími AMF a výrobky s rostlinnými oleji z hlediska oddělení syrovátky a dalších sensorických faktorů jako je kyselost, nečistoty či pachutě. [51]

Do mléčných výrobků – do mléka, jogurtu a másla byla přidána konjugovaná kyselina linolová (100, 200 a 300 mg/ 100 g) a na těchto výrobcích byly provedeny párové srovnávací testy. U těchto výrobků byla zjištěna především pachut', žluklost, kyselost a ořechová příchut'. Spotřebitelsky přijatelným se jevílo máslo doplněné o 100 mg kyseliny linolové, ostatní výrobky měli podstatně nižší preference. [52]

Během chladiřenského skladování kefiru byly zkoumány mikrobiologické, fyzikálně – chemické a organoleptické vlastnosti. Vzorky pro analýzu byly odebrány 24 hodin po očkování a pak po 2, 7, 14, 21, a 28 dnech skladování při teplotě  $5 \pm 1$  °C. Po fermentaci po dobu 24 hodin po očkování pokleslo množství kyseliny mléčné, mezi 7 a 14 dny se toto množství stabilizovalo. Množství kvasnic, kyseliny octové, počet bakterií, laktosa a pH zůstaly konstantní po celou dobu skladování, zatímco celkový obsah tuku a sušiny se snížil. Z hlediska změny organoleptických vlastností byly vzorky přijatelné během prvních dvou dnů. [53]

Ve studii Hekata a Reida porovnával panel konsumentů organoleptické vlastnosti dvou typů jogurtů – jogurty s probiotickou kulturou a jogurty klasické. Výsledky ukázaly, že všechny organoleptické vlastnosti spolu s kvalitou jsou u obou typů jogurtů srovnatelné. Přičemž u klasického jogurtu byl vyšší obsah tuku (3,25%) hodnocen lépe než u jogurtu nízkotučného. [54]

Do ovocného jogurtu s příchutí mango bylo přidáno 50 mg vápníku na 100 ml výrobku. U tohoto výrobku byla zjištěna pevnější struktura oproti klasickému jogurtu díky koloidnímu fosforečnanu vápenatému. Chuť a barva nevykazovala žádný významný rozdíl. Na tomto výzkumu pracoval Singh a Muthukumarappan. [55]

## 3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

### 3.1 Laboratorní vybavení

#### 3.1.1 Chemikálie

- Acetaldehyd, MERCK Německo
- Aceton p. a., LACHEMA Brno
- Benzaldehyd pro syntézu, Rusko
- Benzylalkohol, LACHEMA Brno
- Butanol p. a., LACHEMA Brno
- Butan – 2,3 – diol pro syntézu, MERCK Německo
- Butan – 2,3 – diol p. a. (Diacetyl), MERCK Německo
- Butylacetát p. a., LACHEMA Brno
- Dekan- 1- ol pro syntézu, MERCK Německo
- Ethanol absolutní, SIGMA ALDRICH Chemie Německo
- Ethylacetát p. a., LACHEMA Brno
- Ethylbutyrát pro syntézu, MERCK Německo
- Ethylkaprinát pro syntézu, MERCK Německo
- Ethylkaprylát pro syntézu, MERCK Německo
- Fenylethanol pro syntézu, MERCK Německo
- Heptaldehyd 95%, SIGMA ALDRICH Chemie, Německo
- Heptan – 2 – ol pro syntézu, MERCK Německo
- Heptan – 2 – on pro syntézu, MERCK Německo
- Hexanal 98%, SIGMA ALDRICH Chemie, Německo
- Hexan – 1 – ol pro syntézu, MERCK Německo
- 3 – Hydroxybutan – 2 – on (Acetoin) pro syntézu, MERCK Německo
- Isobutanol p. a., LACHEMA Brno
- Isomáselná kyselina pro syntézu, MERCK Německo
- Isopropanol p. a., LACHEMA Brno
- Isovaleraldehyd p. a., FLUKA Chemie Švýcarsko
- Isovalerová (isopentanová) kyselina pro syntézu, MERCK Německo
- Isoamylalkohol pro syntézu, MERCK Německo
- Kapronaldehyd p. a., FLUKA Chemie Švýcarsko
- Kapronová kyselina p. a., SERVA Feibochemical Heidelberg Německo
- Kaprylová kyselina p. a., Rusko
- Máselná kyselina p. a., FLUKA Chemie Německo
- Methylacetát pro syntézu, MERCK Německo
- Metylisobutylketon, LOBA FEINCHEMIE Německo
- Metylpropylketon pro syntézu, MERCK Německo
- Methanol p. a., LACH - NER Neratovice
- Mléčná kyselina p. a., SIGMA ALDRICH CHEMIE, Japonsko
- N – amylalkohol p. a., LACHEMA Brno
- N - Oktanol p. a., LACHEMA Brno
- Nonan – 2 – ol pro syntézu, MERCK Německo
- Nonan – 2 – on pro syntézu, MERCK Německo
- Octová kyselina p. a., PENTA Chrudim
- Okt – 1 – en – 3 – ol purum, FLUKA Chemie Švýcarsko

- Pentan – 2 – ol pro syntézu, MERCK Německo
- Propanol pro syntézu, MERCK Německo
- Propionaldehyd pro syntézu, MERCK Německo
- Propionová kyselina pro syntézu, MERCK Německo
- Propylacetát, BRUXELUS Belgie
- Sekundární butanol p. a., REANAL Maďarsko
- Undekan – 2 – on pro syntézu, MERCK Německo
- Terciální butanol p. a., LACHEMA Brno

### 3.1.2 Plyny

- Dusík SIAD v tlakové láhvi s redukčním ventilem
- Vodík SIAD v tlakové láhvi s redukčním ventilem
- Vzduch SIAD v tlakové láhvi s redukčním ventilem

### 3.1.3 Přístroje

- Plynový chromatogram TRACE GC (ThermoQuest Italia S. p. a., Itálie) s plamenově ionizačním detektorem, split/splitless injektorem a kapilární kolonou DB – WAX (30m x 0,32 mm x 0,5µm)
- PC - Intel Pentium
- Vodní lázeň – Julabo TW 12
- Analytické váhy
- Lednice

### 3.1.4 Pracovní pomůcky

- SPME vlákno SPME Supelco Fiber
- Mikropipety Biohit – Proline (objem 0,1 až 1000 µl), špičky
- Vialky o objemu 4ml se šroubovacími uzávěry a septy kaučuk – teflon
- Odměrné a klasické laboratorní sklo
- Parafilm Pechiney plastic packaging
- Nůžky, lžíce

## 3.2 Analýza aromatických látek v mléčných výrobcích metodou SPME - GC

### 3.2.1 Použité vzorky

Pro analytické stanovení byly použity tyto vzorky:

- ovocné smetanové jogurty s obsahem tuku 8% s příchutí broskve a višně
- jogurtová mléka s příchutí vanilka, jahoda a jablko – máta
- ovocné smetanové jogurty s obsahem tuku 8% s příchutí jahoda, malina, meruňka, borůvka a oříšek
- acidofilní mléka s příchutí jahoda, malina, meruňka a broskve
- keřirová mléka s příchutí malina a višně
- kyšky s příchutí malina a višně

### 3.2.2. Odběr vzorků

Jogurtová mléka spolu se smetanovými jogurty s příchutí broskve a višně pochází z mlékárny Ekomilk s.r.o. z Frýdku – Místku. Zbývající výrobky byly vyrobeny v mlékárně Kunín a.s. v Ostravě – Martinově.

Při odběru vzorků bylo postupováno takto: Všechny výrobky byly uskladněny v lednici o teplotě 5 °C po dobu maximálně 2 dnů. Při samotném odběru byla jogurtová mléka, kyšky, acidofilní a kefirová mléka důkladně protřepána, jogurty byly promíchány lžičkou. Mikropipetou byl z každého výrobku odebrán vzorek o hmotnosti 1g (popřípadě 1 ml v závislosti na konzistenci), tyto vzorky byly poté vpraveny do vialek. Vialka byla uzavřena vzduchotěsným septem a následně byla provedena SPME extrakce, viz dále.

### **3.2.3 Extrakce aromatických látek**

Vialka se vzorkem mléčného výrobku byla vložena do vodní lázně o teplotě 35 °C, kde po dobu 30 minut docházelo k ustanovení rovnováhy mezi vzorkem a head – space prostorem. Po uplynutí této doby bylo do head – space prostoru vysunuto SPME vlákno a během následujících 20 minut docházelo k extrakci aromatických látek.

Po skončení tohoto procesu bylo vlákno zasunuto zpět do ocelové jehly. Poté byla jehla s vysunutým vláknem vložena do injektoru plynového chromatografu a po dobu 40 minut docházelo k desorpci aromatických látek.

Všechny extrakce byly prováděny za stejných podmínek popsanych v tomto odstavci.

### **3.2.4 Podmínky SPME**

Optimální podmínky metody SPME byly stanoveny takto:

- Hmotnost vzorku: 1g / 1ml
- Doba ustanovení rovnováhy: 30 minut
- Doba extrakce: 20 minut
- Doba desorpce: 20 minut
- SPME vlákno SPME Supelco Fiber

### **3.2.5 Podmínky GC analýzy**

- Průtok dusíku jakožto nosného plynu: 0,9 ml.min<sup>-1</sup>
- Teplota injektoru: 220 °C
- Detektor: plamenově ionizační (FID), průtok vodíku: 35 ml.min<sup>-1</sup>, průtok vzduchu: 350ml.min<sup>-1</sup>, make up dusíku....
- Celková doba analýzy: 40 minut

## **3.3 Stanovení aromatických látek plynovou chromatografií**

Pro stanovení aromatických látek mléčných produktů byla použita plynová chromatografie, při které byly těkavé látky stanovovány na základě porovnání retenčních časů standardů s příslušnými vzorky.

### 3.3.1 Stanovení koncentrace standardu

K určení koncentrace aromatických látek ve vzorcích mléčných produktů je nezbytné znát koncentrace standardů. Ty je možné si vypočítat ze vztahu:

$$c = \frac{m}{V} \quad (3.1)$$

kde  $c$  je koncentrace standardu ( $\text{mg}\cdot\text{ml}^{-1}$ ),  $m$  je hmotnost naváženého standardu ( $\text{mg}$ ),  $V$  je objem standardu spolu s objemem rozpouštědla ( $l$ ).

### 3.3.2 Stanovení koncentrace aromatických látek v mléčných výrobcích

Z vypočítané koncentrace standardů je možné určit koncentraci aromatických látek ve vzorcích mléčných výrobků, a to podle vztahu:

$$c = \frac{c_s \cdot A}{A_s} \quad (3.2)$$

kde  $c$  je koncentrace vzorku,  $A$  je plocha píku vzorku,  $c_s$  je koncentrace standardu a  $A_s$  je plocha píku standardu.

Koncentrace mléčných výrobků je uvedena v jednotkách  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ .

## 3.4 Senzorické hodnocení mléčných výrobků

Senzorické hodnocení probíhalo ve dvou časových intervalech souběžně s SPME – GC analýzou. Pro hodnocení byly použity tytéž vzorky, které byly uchovávány v lednici.

Během samotné senzorické analýzy bylo dostatečné množství vzorků (cca 10g, popřípadě 10ml) vloženo do skleněných kádinek či plastových kelímků a každý vzorek byl označen příslušným kódem. Jako chuťový neutralizátor byl použit rohlík, případně také voda. Hodnotitelé své výsledky zapisovali do připraveného protokolu pro senzorické hodnocení uvedeného v příloze č. 1.

Hodnocení se účastnilo vždy 20 hodnotitelů z řad studentů pátých ročníků, doktorandů a při posledním hodnocení také zaměstnanci školy.

Hodnocení bylo sestaveno z pořadové zkoušky a hodnocení pomocí stupnic.

Pořadová zkouška se týkala seřazení skupiny jogurtů a jogurtových mlék mlékárny Ekomilk, dále pak jogurtů a acidofilních mlék mlékárny Kunín. Hodnocení bylo řazeno od nejchutnějšího výrobku po nejméně chutný.

U hodnocení pomocí stupnic byla použita pětibodová ordinální stupnice, která byla volena bodovým systémem se slovním popisem 1 až 5, přičemž jejich význam je následující: 1. stupeň „vynikající“, 2. stupeň „velmi dobrý“, 3. stupeň „dobrý“, 4. stupeň „méně dobrý“ a 5. stupeň „nevyhovující“. Hodnotily se tyto vlastnosti: vzhled, chuť a vůně, konzistence a celkové hodnocení. Ukázková stupnice pro senzorické hodnocení mléčných výrobků je součástí přílohy č. 1.

## 3.5 Statistické zpracování výsledků

### 3.5.1 Instrumentální analýza

Ze získaných výsledků byl vypočítán aritmetický průměr podle vzorce:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3.3)$$

kde  $n$  je počet analýz,  $x_i$  (pro  $i = 1, 2, 3 \dots n$ ) jsou jednotlivé naměřené hodnoty.

Rozdíl hodnoty výsledku a průměrné hodnoty střední hodnoty vyjadřuje směrodatná odchylka s.

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3.4)$$

kde n je počet analýz,  $x_i$  (pro  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ) jsou jednotlivé naměřené hodnoty a  $\bar{x}$  je aritmetický průměr. [56]

### 3.5.2 Statistické vyhodnocení senzorické analýzy

Výsledky senzorické analýzy byly vyhodnoceny pomocí statistického softwaru StatK. Pro senzorické hodnocení byl použit pořadový a stupnicový test. Pořadový test byl zpracován pomocí Friedmanova testu, na hodnocení pomocí stupnic bylo využito Kruskal – Wallisova testu. Těmito testy je možné zjistit, zda mezi vzorky existuje statisticky významný rozdíl ve sledované vlastnosti. Všechna statistická testování byla vyhodnocena na hladině statistické významnosti  $\alpha = 0,05$ .

## 4 VÝSLEDKY A DISKUSE

### 4.1 Stanovení aromatických sloučenin metodou SPME - GC

Pro extrakci aromatických látek v mléčných výrobcích byla použita metoda SPME, k následné identifikaci a kvantifikaci poté sloužila plynová chromatografie.

Každý vzorek byl proměřen dvakrát, vždy po senzoričtém hodnocení daných mléčných výrobků.

Podmínky stanovení těchto látek metodou SPME – GC byly převzaty z předchozí diplomové práce. [57]

#### 4.1.1 Identifikace aromatických látek v mléčných výrobcích

Celkově bylo proměřeno 53 standardů. Názvy těchto standardů, jejich koncentrace a retenční časy jsou uvedeny v tabulce 4.1.

Pomocí retenčních časů a ploch píků daných standardů byla provedena identifikace aromatických látek v jednotlivých mléčných výrobcích. Výsledky jsou uvedeny ve formě průměr ± směrodatná odchylka. Zastoupení aromatických látek je uvedeno v tabulkách č. 4.2 až 4.7. Chromatogramy identifikovaných aromatických látek vybraných druhů kysaných mléčných výrobků jsou zobrazeny v příloze č. 2 – 7.

**Tabulka 4.1:** *Standardy aromatických látek a jejich charakteristika*

Název standardu	Retenční čas (min)	Koncentrace ( $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ )	Plocha píku ( $\text{mV}\cdot\text{ml}^{-1}$ )
Kyselina kapronová	3,60	111,28	11774780
Acetaldehyd	3,63	903,32	28190520
Butan - 2,3 - diol	3,63	451,35	21878150
Propionaldehyd	4,32	307,30	35419470
Aceton	4,62	591,64	34314090
Methylacetát	4,71	316,09	45125680
Ethylacetát	5,48	179,96	80331420
Methanol	5,68	551,89	4012585
Terciární butanol	5,76	3687,80	70778320
Isovaleraldehyd	5,97	78,87	40596420
Isopropanol	6,22	618,91	8066904
Etanol	6,41	354,88	18297210
Propylacetát	7,04	4,22	32061970
Diacetyl	7,08	425,52	40880340
Methylpropylketon	7,16	4,53	46121350
Methylisobutylketon	7,76	9,60	28848110
Sekundární butanol	8,24	321,73	44745870
Ethylbutyrát	8,37	3,52	57788530
Propanol	8,55	183,63	18259340

Butylacetát	9,24	4,22	51562640
Kapronaldehyd	9,45	2,49	22626460
Hexanal	9,46	5,81	42218780
Isobutanol	9,89	193,12	15897420
Pentan - 2- ol	10,73	324,07	61789430
Butanol	11,28	40,39	19623330
Heptaldehyd	12,00	1,62	30248710
Heptan - 2- on	12,34	0,03	20375000
Isoamylalkohol	12,94	267,02	46504200
n - amylalkohol	14,03	8,10	34070580
Acetoin	15,14	8774,28	21965320
Heptan - 2 - ol	15,75	4,92	45013520
Hexan - 1 - ol	16,63	6,31	24972230
Nonan - 2 - on	17,56	1,66	39641960
Oktan - 2 - ol	18,20	0,14	3127775
Ethylkaprylát	18,58	3,26	79681620
Kyselina octová	18,94	5962,00	45012720
Okt - 1 - en - 3 - ol	18,97	3,01	26227800
Nonan - 2 - ol	20,71	1,66	53962540
Benzaldehyd	21,11	1,05	20169750
Kyselina propionová	21,18	731,99	19258210
n - oktanol	21,66	3,09	29027120
Kyselina isomáselná	21,83	698,00	42819700
Undekan - 2 - on	22,61	0,85	15022600
Kyselina máselná	23,28	664,93	45172320
Ethylkaprinát	23,37	3,44	31554610
Fenylacetaldehyd	23,89	1840,00	94320750
Kyselina isovalerová	24,22	511,22	17316870
Dekan - 1 - ol	26,22	3,48	19740130
Fenylethanol	27,58	4,04	22526320
Kyselina mléčná	28,04	0,60	30897210
Benzylalkohol	28,96	314,68	43916650
Kyselina kaprylová	32,29	27,12	33021860
Kyselina kaprinová	36,91	10000,00	18691970

**Tabulka 4.2:** *Množství aromatických látek v jogurtových mléčích v  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  - Ekomilk s.r.o.*

Aromatická látka	Jog. mléko máta	Jog.mléko vanilka	Jog. mléko jahoda
acetaldehyd	284,476 $\pm$ 0,27	1862,828 $\pm$ 9,14	237,075 $\pm$ 0,46
acetoin	121,373 $\pm$ 0,09	-	143,356 $\pm$ 0,09
aceton	15,292 $\pm$ 0,01	32,490 $\pm$ 0,17	16,428 $\pm$ 0,01
benzaldehyd	0,008 $\pm$ 0,00	-	0,082 $\pm$ 0,00
benzylalkohol	4,988 $\pm$ 0,07	0,249 $\pm$ 0,00	0,645 $\pm$ 0,01
butanol	0,352 $\pm$ 0,00	-	-
diacetyl	1,796 $\pm$ 0,00	-	2,065 $\pm$ 0,00
ethanol	11,952 $\pm$ 0,00	1171,858 $\pm$ 8,34	18,747 $\pm$ 0,01
ethylacetát	4,801 $\pm$ 0,00	0,133 $\pm$ 0,00	0,821 $\pm$ 0,00
ethylbutyrát	0,059 $\pm$ 0,00	0,008 $\pm$ 0,00	0,269 $\pm$ 0,00
heptaldehyd	0,008 $\pm$ 0,00	-	0,009 $\pm$ 0,00
hexan-1-ol	0,458 $\pm$ 0,00	0,028 $\pm$ 0,00	0,098 $\pm$ 0,00
isoamylalkohol	-	0,535 $\pm$ 0,01	-
isobutanol	-	11,888 $\pm$ 0,07	-
isovaleraldehyd	-	2,555 $\pm$ 0,02	-
kys. isomáselná	8,564 $\pm$ 0,01	-	2,769 $\pm$ 0,01
kys. isovalerová	-	-	18,834 $\pm$ 0,15
kys. kaprinová	45,608 $\pm$ 0,42	-	94,037 $\pm$ 0,39
kys. kaprylová	0,284 $\pm$ 0,00	0,308 $\pm$ 0,00	0,366 $\pm$ 0,00
kys. máselná	3,864 $\pm$ 0,00	10,755 $\pm$ 0,03	5,809 $\pm$ 0,01
kys. mléčná	0,011 $\pm$ 0,00	0,015 $\pm$ 0,00	0,017 $\pm$ 0,00
metylisobutylketon	-	-	0,045 $\pm$ 0,00
n-amylalkohol	-	0,014 $\pm$ 0,00	-
propanol	-	0,646 $\pm$ 0,00	-
propylacetát	-	0,018 $\pm$ 0,00	-
terc. butanol	17,439 $\pm$ 0,07	22,340 $\pm$ 0,03	16,087 $\pm$ 0,01

**Tabulka 4.3:** *Množství aromatických látek v jogurtech v  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  - Ekomilk*

Aromatická látka	Jogurt broskev	Jogurt višň
acetaldehyd	96,847 ± 0,13	380,613 ± 2,65
acetoin	2620,275 ± 0,27	868,073 ± 2,05
aceton	42,795 ± 0,02	30,212 ± 0,03
benzaldehyd	0,007 ± 0,00	0,399 ± 0,00
benzylalkohol	0,388 ± 0,00	4,526 ± 0,01
butanol	0,319 ± 0,00	0,149 ± 0,00
ethanol	393,392 ± 0,63	167,645 ± 0,06
ethylacetát	8,326 ± 0,01	9,295 ± 0,02
ethylbutyrát	-	0,014 ± 0,00
heptaldehyd	0,023 ± 0,00	0,060 ± 0,00
hexan-1-ol	0,156 ± 0,00	0,056 ± 0,00
isoamylalkohol	9,827 ± 0,01	2,699 ± 0,00
isobutanol	1,344 ± 0,00	-
isopropanol	25,038 ± 0,03	5,048 ± 0,01
isovaleraldehyd	0,554 ± 0,00	0,190 ± 0,00
kys. isomáselná	0,658 ± 0,00	-
kys. kaprylová	0,210 ± 0,00	0,336 ± 0,00
kys. máselná	37,910 ± 0,05	25,722 ± 0,07
kys. mléčná	0,024 ± 0,00	0,023 ± 0,00
methanol	216,251 ± 0,46	-
metylisobutylketon	0,063 ± 0,00	0,596 ± 0,00
metylpropylketon	0,147 ± 0,00	0,068 ± 0,00
n-amylalkohol	0,031 ± 0,00	0,097 ± 0,00
propanol	1,461 ± 0,01	-
sek. butanol	0,136 ± 0,00	1,743 ± 0,02
terc. butanol	-	29,043 ± 0,21

**Tabulka 4.4:** *Množství aromatických látek v jogurtech  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  - Kunín*

Arom. látka	Jogurt borůvka	Jogurt jahoda	Jogurt malina
acetaldehyd	149,133 ± 0,22	94,630 ± 0,02	1133,952 ± 4,70
acetoin	904,797 ± 0,22	180,620 ± 0,02	397,422 ± 0,66
aceton	24,398 ± 0,00	12,137 ± 0,01	18,244 ± 0,01
benzaldehyd	-	0,030 ± 0,00	0,013 ± 0,00
benzylalkohol	-	-	0,846 ± 0,00
butylacetát	-	-	0,003 ± 0,00
ethanol	7,848 ± 0,01	52,522 ± 0,48	35,875 ± 0,03
ethylacetát	13,321 ± 0,00	0,671 ± 0,00	1,049 ± 0,00
ethylbutyrát	0,006 ± 0,00	-	-
heptaldehyd	0,014 ± 0,00	0,017 ± 0,00	0,054 ± 0,00
heptan-2-ol	-	0,041 ± 0,00	-
hexan-1-ol	0,026 ± 0,00	0,078 ± 0,00	0,405 ± 0,00

kys. kaprylová	0,885 ± 0,01	0,625 ± 0,01	0,128 ± 0,00
kys. máselná	5,828 ± 0,00	2,772 ± 0,00	5,174 ± 0,01
kys. mléčná	0,007 ± 0,00	0,008 ± 0,00	0,007 ± 0,00
methanol	114,342 ± 0,81	-	-
metylisobutylketon			0,876 ± 0,00
n-amylalkohol	0,024 ± 0,00	-	-
pentan-2-ol	-	-	1,160 ± 0,00
propylacetát	0,375 ± 0,00	0,159 ± 0,00	0,330 ± 0,00
sek. butanol	-	14,969 ± 0,11	-
terc. butanol	-	18,526 ± 0,13	21,954 ± 0,02

Arom. látka	Jogurt meruňka	Jogurt oříšek
acetaldehyd	186,656 ± 0,26	98,033 ± 0,10
acetoin	420,592 ± 0,12	202,043 ± 1,43
aceton	21,950 ± 0,00	12,265 ± 0,01
benzaldehyd	0,467 ± 0,00	0,388 ± 0,00
benzylalkohol	21,679 ± 0,29	0,311 ± 0,00
butanol	0,391 ± 0,00	-
butylacetát	0,244 ± 0,00	-
ethanol	309,226 ± 0,01	68,590 ± 0,09
ethylacetát	24,062 ± 0,00	0,245 ± 0,00
ethylbutyrát	-	-
heptaldehyd	0,046 ± 0,00	0,022 ± 0,00
heptan-2-ol	-	-
hexan-1-ol	0,041 ± 0,00	-
kys. isomáselná	4,085 ± 0,00	-
kys. kaprylová	0,118 ± 0,00	0,102 ± 0,00
kys. máselná	5,129 ± 0,00	4,004 ± 0,01
kys. mléčná	0,011 ± 0,00	0,006 ± 0,00
methanol	-	-
metylisobutylketon	-	-
n-amylalkohol	0,066 ± 0,00	-
nonan-2-on	-	0,003 ± 0,00
pentan-2-ol	1,713 ± 0,00	-
propylacetát	0,288 ± 0,00	0,230 ± 0,00
sek. butanol	-	-
terc. butanol	-	17,096 ± 0,01

**Tabulka 4.5:** *Množství aromatických látek v acidofilních mléčích v  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  - Kunín*

Aromat. látka	Ac.ml. broskev	Ac.ml. jahoda	Ac.ml. malina	Ac.ml. meruňka
acetaldehyd	187,240±0,85	313,729± 0,65	98,039± 0,12	137,354±0,49
acetoin	479,691± 2,09	1001,120± 0,20	1091,953± 0,90	1027,049± 1,08
aceton	5,951±0,03	10,889± 0,02	7,927± 0,00	8,555±0,00
benzaldehyd	0,008±0,00	0,018± 0,00	-	0,028±0,00
benzylalkohol	0,773±0,00	1,536± 0,02	-	0,255±0,00
butylacetát	-	0,010± 0,00	-	0,378±0,00
diacetyl	-	8,494± 0,00	-	-
ethanol	86,641±0,39	17,831± 0,01	26,681± 0,00	200,584±0,06
ethylacetát	0,433±0,00	1,890± 0,00	0,090± 0,00	5,527±0,00
ethylbutyrát	-	0,648± 0,00	0,035± 0,00	-
fenylacetaldehyd	1,194±0,02	-	-	-
heptaldehyd	0,045±0,00	0,009± 0,00	0,008± 0,00	0,034±0,00
hexan-1-ol	0,052±0,00	-	0,199± 0,00	-
kapronaldehyd	-	-	0,880± 0,00	0,925±0,00
kys. isovalerová	-	2,886± 0,02	-	-
kys. kaprinová	-	49,112± 0,35	-	-
kys. kaprylová	1,375±0,01	0,182± 0,00	0,313± 0,00	0,377±0,00
kys. máselná	2,262±0,01	1,904± 0,00	2,047± 0,00	2,321±0,00
kys. mléčná	0,007±0,00	0,007± 0,00	0,008± 0,00	0,008±0,00
metylisobutylketon	-	-	0,515± 0,00	-
nonan-2-on	0,002±0,00	0,245± 0,00	0,311± 0,00	-
pentan-2-ol	-	-	-	91,536±0,09
propionaldehyd	-	0,849± 0,01	-	-
propylacetát	0,056±0,00	-	0,114± 0,00	0,079±0,00
terc. butanol	42,165±0,19	2,527± 0,02	3,023± 0,00	-

**Tabulka 4.6:** *Množství aromatických látek v keřových mléčích v  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  - Kunín*

Aromat. látka	Kef. ml. malina	Kef.ml. višň
acetaldehyd	126,352±0,06	256,079±0,51
acetoin	247,377±0,20	75,912±0,07
aceton	14,384±0,00	13,619±0,00
benzaldehyd	0,017±0,00	0,847±0,00
benzylalkohol	2,059±0,00	0,961±0,00
ethanol	28,647±0,00	44,433±0,01
ethylacetát	-	1,028±0,00
heptaldehyd	0,005±0,00	0,017±0,00
isoamylalkohol	-	1,143±0,00
kys. kaprylová	0,247±0,00	0,245±0,00
kys. máselná	2,863±0,00	2,301±0,00
kys. mléčná	0,007±0,00	0,006±0,00

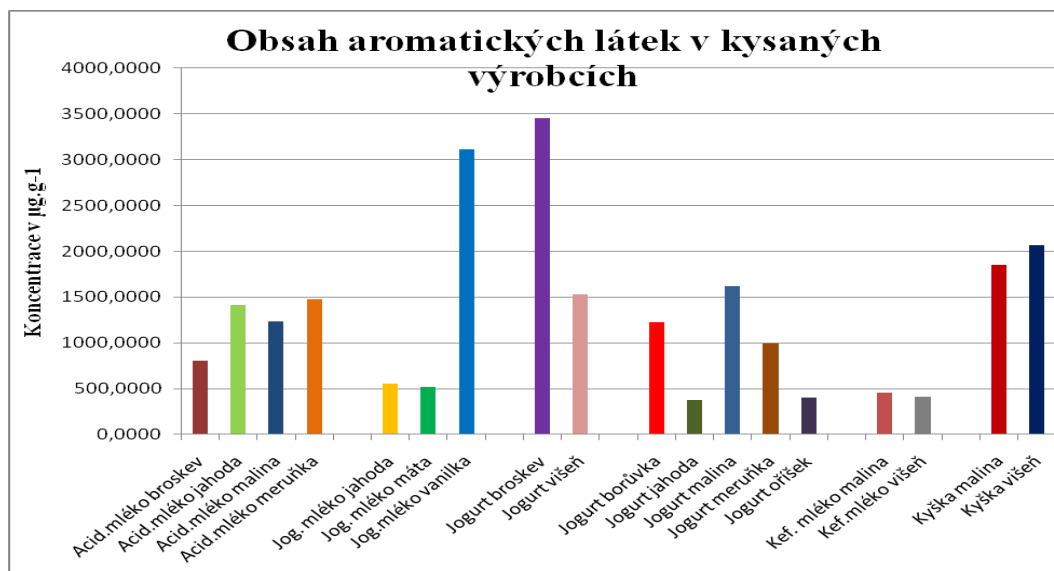
kys. octová	18,030±0,18	-
propylacetát	0,037±0,00	0,028±0,00
terc. butanol	15,377±0,01	14,521±0,01

**Tabulka 4.7:** Množství aromatických látek v kyškách v  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  - Kunín

Aromat. Látka	Kyška malina	Kyška višň
acetaldehyd	1252,982±0,73	1005,350±2,93
acetoin	417,831±0,12	824,686±0,36
aceton	23,468±0,16	47,188±0,07
benzaldehyd	-	0,002±0,00
benzylalkohol	0,655±0,01	2,236±0,00
ethanol	107,893±0,05	119,803±0,01
ethylacetát	-	3,114±0,00
ethylbutyrát	-	0,025±0,00
fenylethanol	7,643±0,00	-
heptaldehyd	0,004±0,00	0,003±0,00
hexan-1-ol	1,226±0,00	-
isoamylalkohol	-	0,298±0,00
kys. kaprylová	0,147±0,00	0,132±0,00
kys. máseľná	2,205±0,00	3,275±0,01
kys. mléčná	0,005±0,00	0,006±0,00
metylisobutylketon	5,201±0,00	0,078±0,00
nonan-2-on	1,424±0,00	-
oktan-2-ol	0,004±0,00	-
propylacetát	0,120±0,00	0,225±0,00
terc. butanol	31,353±0,01	59,480±0,02

#### 4.1.2 Obsah aromatických látek v jednotlivých kysaných mléčných výrobcích

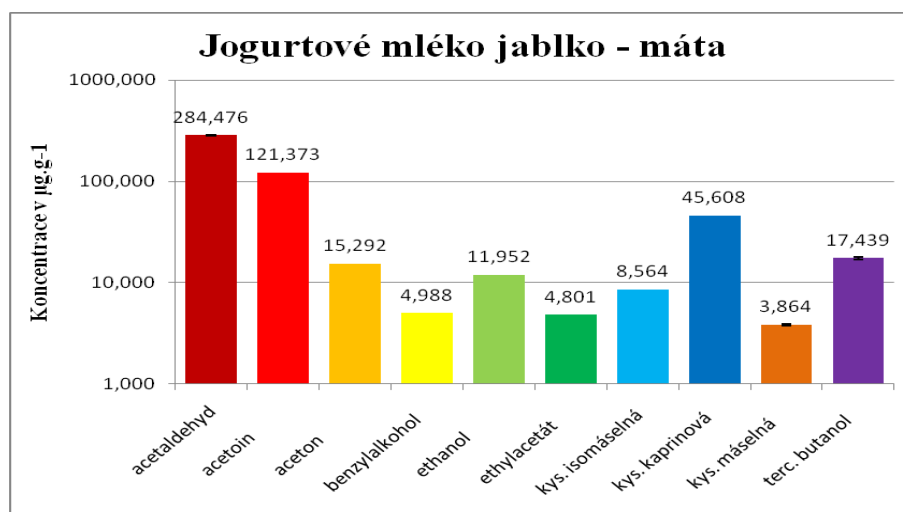
Tato část práce pojednává o zastoupení aromatických látek v kysaných mléčných výrobcích. Graf č. 4.1 vyjadřuje porovnání obsahu těkavých látek ve všech zkoumaných mléčných výrobcích. Grafy 4.2 až 4.19 vyjadřují koncentraci aromatických látek zastoupených v jednotlivých výrobcích v množství větší než  $1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ . Tyto látky významně ovlivňují chutnost kysaných mléčných výrobků.



**Graf 4.1:** Celkový obsah aromatických látek v mléčných výrobcích

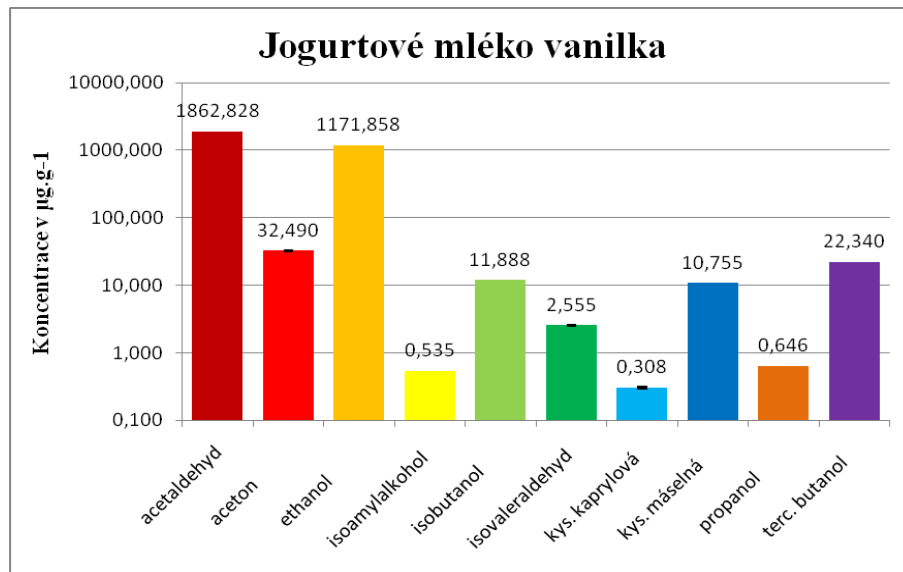
Z tohoto grafu je patrné, že nejvíce aromatických látek obsahuje jogurt s příchutí broskev a jogurtové mléko vanilka, obě vyrobená v mlékárně Ekomilk. Velkou měrou jsou aromatizovány také kyšky (okolo  $2\ 000 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) a acidofilní mléka pocházející z produkce společnosti Kunín (okolo  $1\ 500 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ). Z hlediska porovnání jogurtů obou mlékáren je zřejmé, že více aromatických látek obsahují jogurty frýdecké mlékárny Ekomilk. Nejméně jsou aromatizována kefirová mléka (Kunín) a některá jogurtová mléka (Ekomilk).

##### 4.1.2.1 Jogurtová mléka společnosti Ekomilk



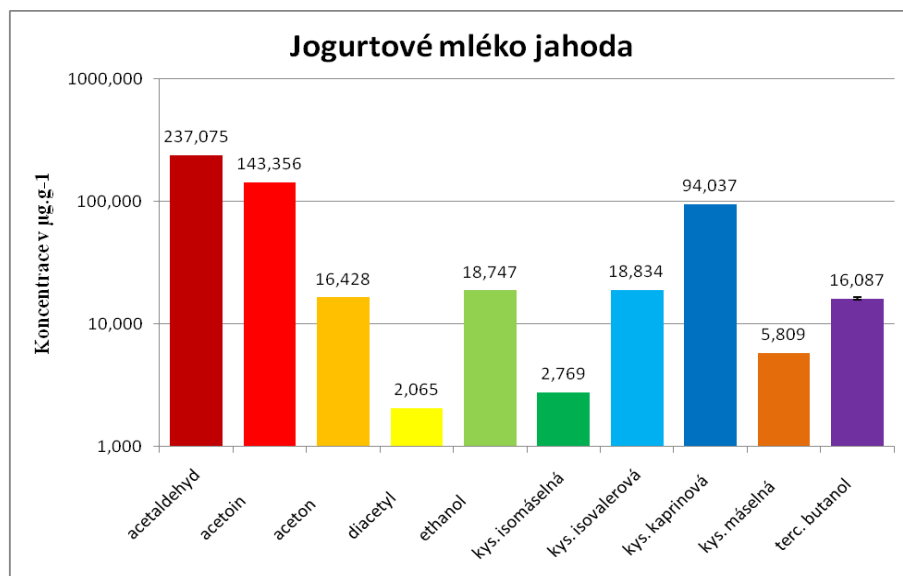
**Graf 4.2:** Koncentrace aromatických látek v množství větší než  $1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  jog. mléka

Tento graf vyjadřuje zastoupení aromatických látek v jogurtovém mléce s příchutí jablko-máta v množství větším než  $1\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  výrobku. V tomto jogurtovém mléce je nejvíce zastoupen acetaldehyd ( $284,476 \pm 0,27 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ), dále pak acetoin ( $121,373 \pm 0,09 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) a v hojně míře také kyselina kaprinová ( $45,608 \pm 0,42 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ).



**Graf 4.3:** Koncentrace aromatických látek v množství větší než  $1\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  jog. mléka

V jogurtovém mléku vanilka představuje acetaldehyd ( $1862,828 \pm 9,14 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) spolu s etanolem ( $1171,858 \pm 8,34\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) největší zastoupení. V nejmenším poměru se zde vyskytuje isoamylalkohol, propanol a kyselina kaprylová.

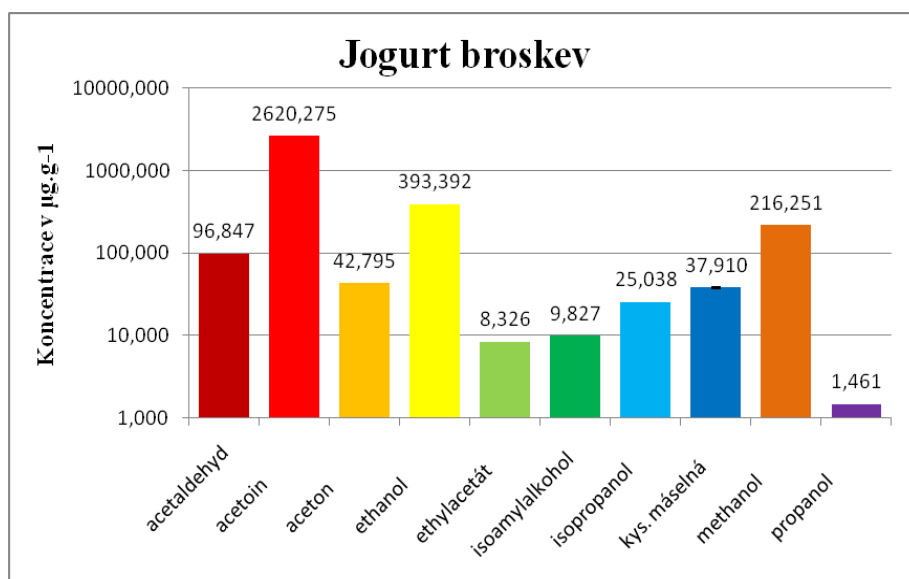


**Graf 4.4:** Koncentrace aromatických látek v množství větší než  $1\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  jog. mléka

V tomto jogurtovém mléce byl obsah acetaldehydu identifikován v množství  $237,075 \pm 0,46 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , značný podíl také představuje acetoin s obsahem  $143,356 \pm 0,09 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  a kyselina kaprinová –  $94,037 \pm 0,39 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ .

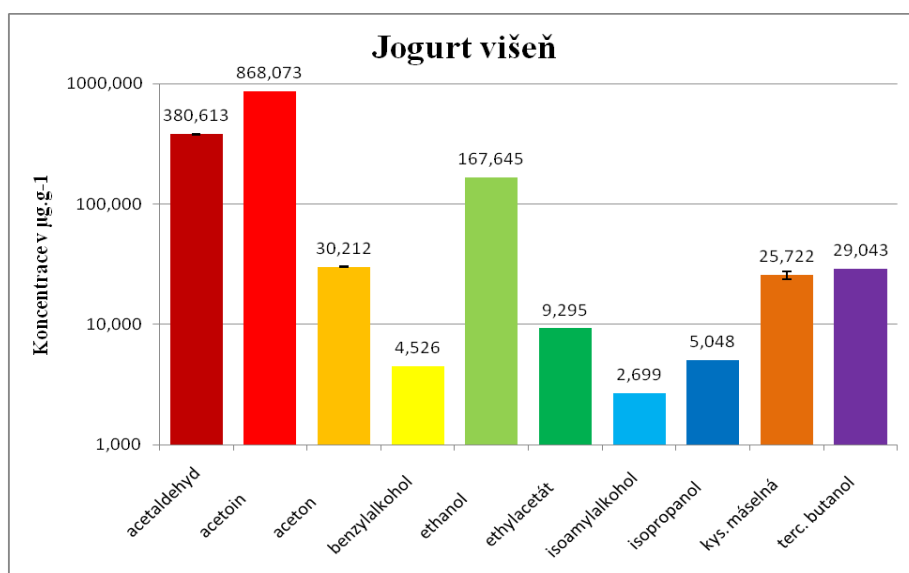
V jogurtových mlčích je z aromatických látek nejvíce zastoupen acetaldehyd, acetoin, etanol a aceton a je zde také poměrně velké množství kyseliny kaprinové.

#### 4.1.2.2 Jogurty společnosti Ekomilk



**Graf 4.5:** Koncentrace aromatických látek v množství větší než  $1\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  jogurtu

Aroma broskvového jogurtu nejvíce ovlivňuje množství acetoinu ( $2620,275 \pm 0,27 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ). Hojně se zde také vyskytuje etanol ( $393,392 \pm 0,63 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ), methanol ( $216,251 \pm 0,46 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) a acetaldehyd ( $96,847 \pm 0,13 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ).

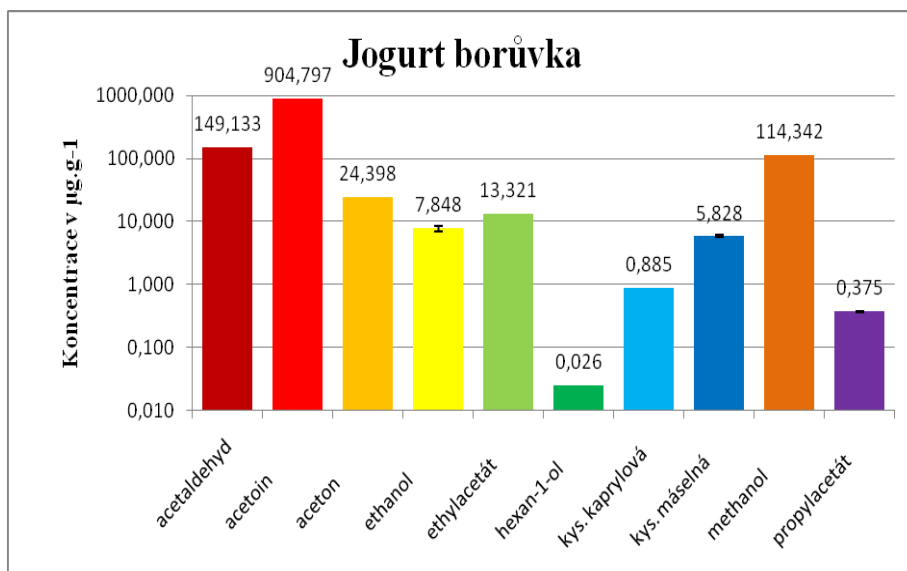


**Graf 4.6:** Koncentrace aromatických látek v množství větší než  $1\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  jogurtu

Ve višňovém jogurtu se nejvíce vyskytuje sloučenina acetoin ( $868,073 \pm 2,05 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ), vysoký je také podíl acetaldehydu ( $380,613 \pm 2,65 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) a etanolu ( $167,645 \pm 0,06 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ).

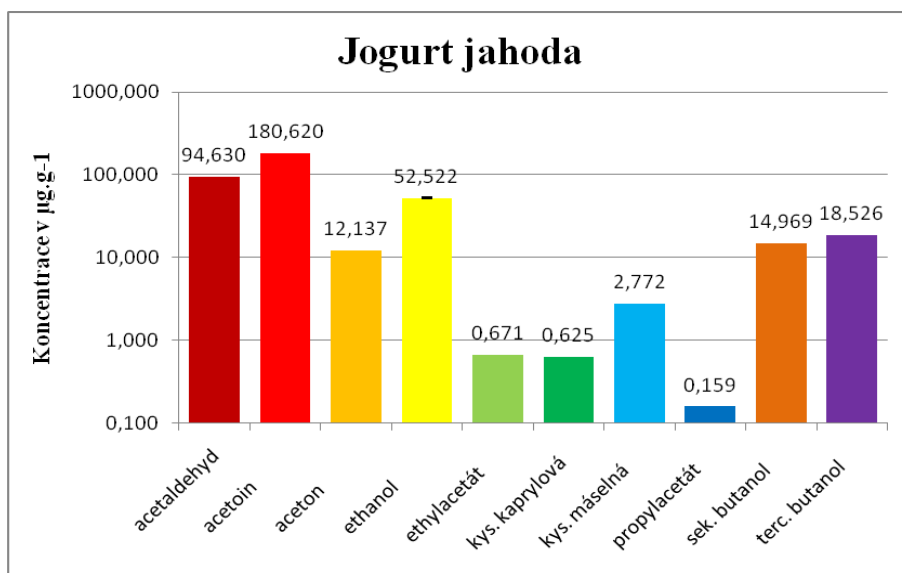
Na aroma jogurtů společnosti Ekomilk se nejvíce podílí acetoin, dále pak acetaldehyd, etanol, aceton a v případě broskvového jogurtu také metanol.

### 4.1.2.3 Jogurty společnosti Kunín



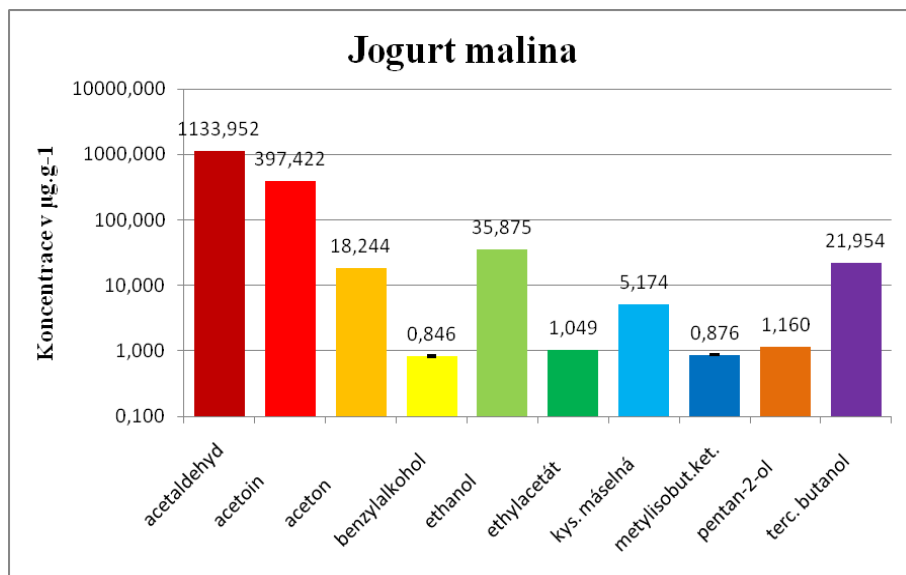
**Graf 4.7:** Koncentrace aromatických látek v množství větší než  $1\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  jogurtu

V borůvkovém jogurtu představuje největší podíl acetoin ( $904,797 \pm 0,22 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ). Poměrně velké zastoupení zde má také acetaldehyd ( $149,133 \pm 0,22 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) a methanol ( $114,342 \pm 0,81 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ).



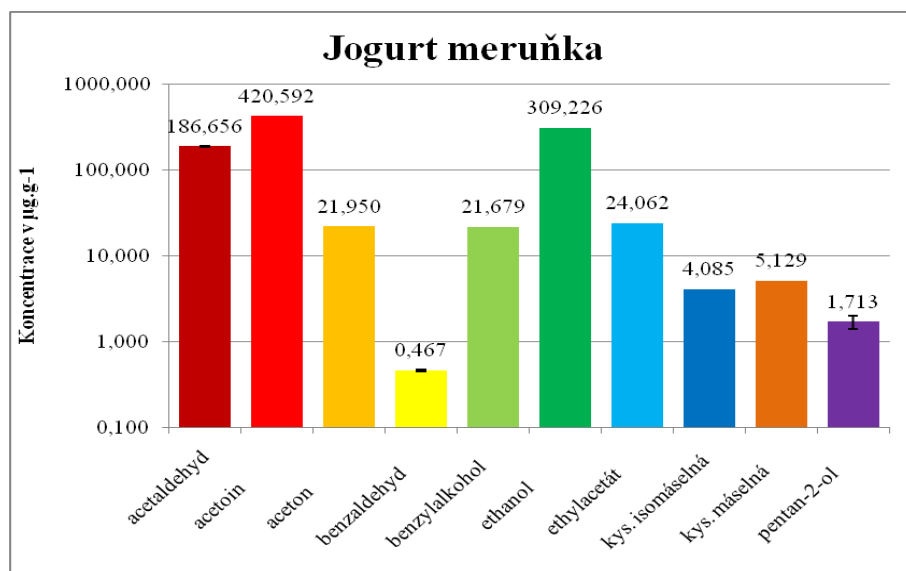
**Graf 4.8:** Koncentrace aromatických látek v množství větší než  $1\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  jogurtu

V jahodovém jogurtu jsou nejvíce zastoupeny tři aromatické látky, a to acetoin ( $180,620 \pm 0,02 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ), dále acetaldehyd ( $94,630 \pm 0,02 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) a ethanol ( $52,522 \pm 0,48 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ).



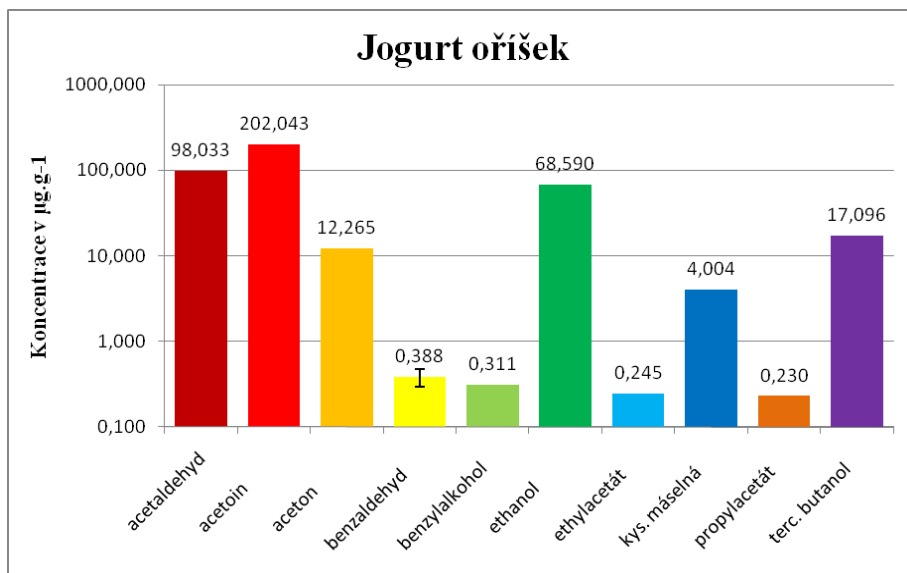
**Graf 4.9:** *Konzentrace aromatických látek v množství větší než  $1\mu\text{g.g}^{-1}$  jogurtu*

Největší množství aromatických látek v malinovém jogurtu představuje acetaldehyd ( $1133,952 \pm 4,70 \mu\text{g.g}^{-1}$ ), vysoké zastoupení zde má také acetoin ( $397,422 \pm 0,66 \mu\text{g.g}^{-1}$ ). O něco méně je zde již obsažen ethanol ( $35,875 \pm 0,03 \mu\text{g.g}^{-1}$ ), terciární butanol ( $21,954 \pm 0,02 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) a aceton ( $18,244 \pm 0,01 \mu\text{g.g}^{-1}$ ).



**Graf 4.10:** *Konzentrace aromatických látek v množství větší než  $1\mu\text{g.g}^{-1}$  jogurtu*

V meruňkovém jogurtu bylo identifikováno největší množství acetoinu ( $420,592 \pm 0,12 \mu\text{g.g}^{-1}$ ), také značné množství etanolu ( $309,226 \pm 0,01 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) a v neposlední řadě také poměrně hojné zastoupení acetaldehydu ( $186,656 \pm 0,26 \mu\text{g.g}^{-1}$ ).

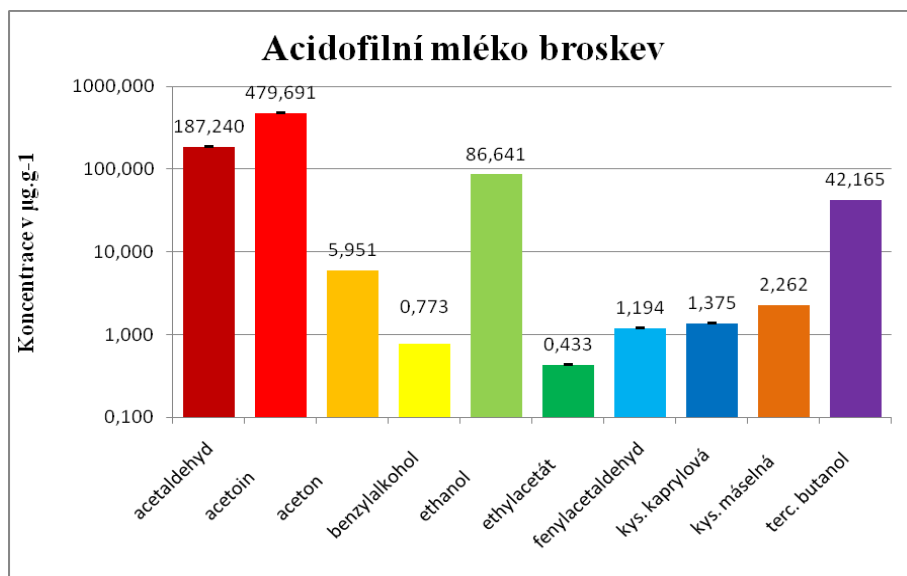


**Graf 4.11:** Koncentrace aromatických látek v množství větší než  $1\mu\text{g.g}^{-1}$  jogurtu

V oříškovém jogurtu bylo nalezeno nejvíce acetoinu ( $202,043 \pm 1,43 \mu\text{g.g}^{-1}$ ), dále pak acetaldehydu ( $98,033 \pm 0,10 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) a poměrně velkou část představuje také etanol ( $68,590 \pm 0,09 \mu\text{g.g}^{-1}$ ).

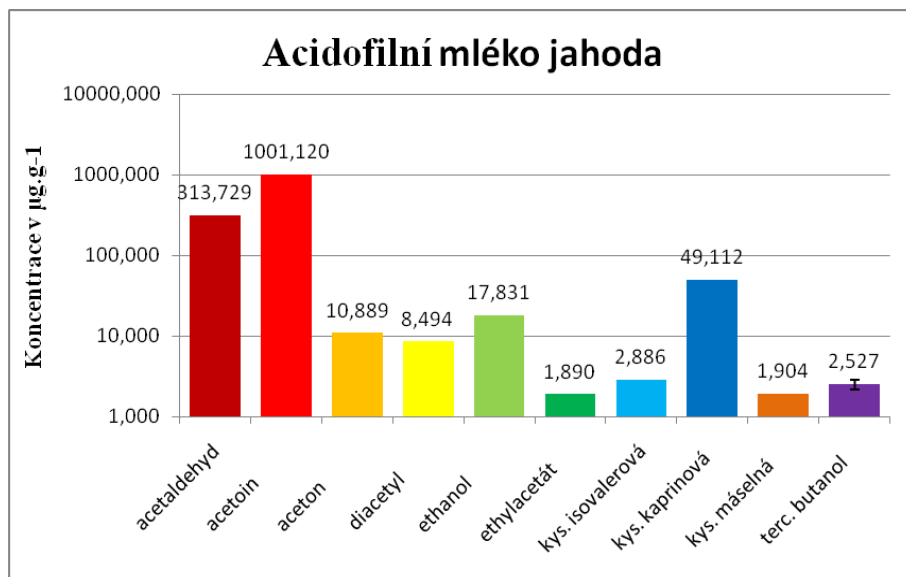
Na aroma jogurtů společnosti Kunín se stejně jako u jogurtů značky Ekomilk nejvíce podílí acetaldehyd, acetoin, aceton a etanol, o něco větší podíl zde představuje etylacetát a kyselina máselná.

#### 4.1.2.4 Acidofilní mléka společnosti Kunín



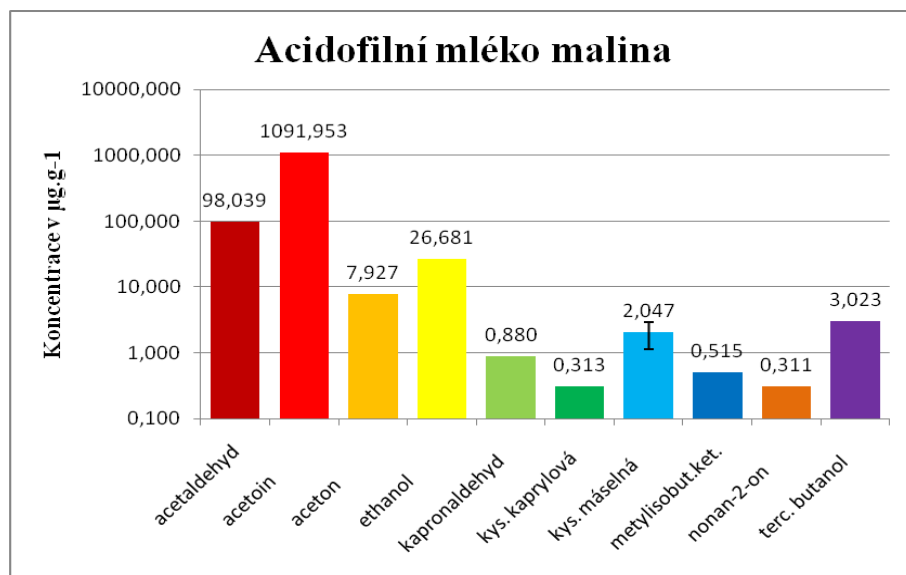
**Graf 4.12:** Koncentrace aromatických látek v množství větší než  $1\mu\text{g.g}^{-1}$  acid. mléka

Na aroma acidofilního mléka s příchutí broskvev má největší podíl acetoin ( $479,691 \pm 2,09 \mu\text{g.g}^{-1}$ ), acetaldehyd ( $187,240 \pm 0,85 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) a etanol ( $86,641 \pm 0,39 \mu\text{g.g}^{-1}$ ).



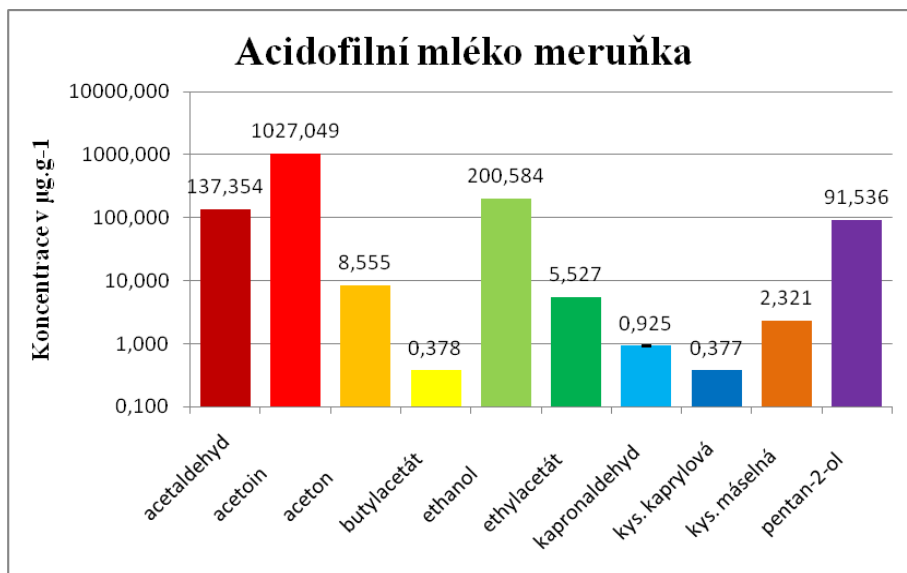
**Graf 4.13:** *Konzentrace aromatických látek v množství větší než  $1\mu\text{g.g}^{-1}$  acid. mléka*

V acidofilním mléce jahoda představuje největší podíl aromatických látek acetoin ( $1001,120 \pm 0,20 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) spolu s acetaldehydem ( $313,729 \pm 0,65 \mu\text{g.g}^{-1}$ ). Podíl kyseliny kaprinové ( $49,112 \pm 0,35 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) a dalších látek zde nalezených nebyl již tak výrazný.



**Graf 4.14:** *Konzentrace aromatických látek v množství větší než  $1\mu\text{g.g}^{-1}$  acid. mléka*

Množství acetoinu ( $1091,953 \pm 0,90 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) identifikovaného v acidofilním mléce s příchutí malina výrazným způsobem převyšuje zastoupení ostatních látek. Podíl acetaldehydu ( $98,039 \pm 0,12 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) a dalších látek je již o poznání nižší.

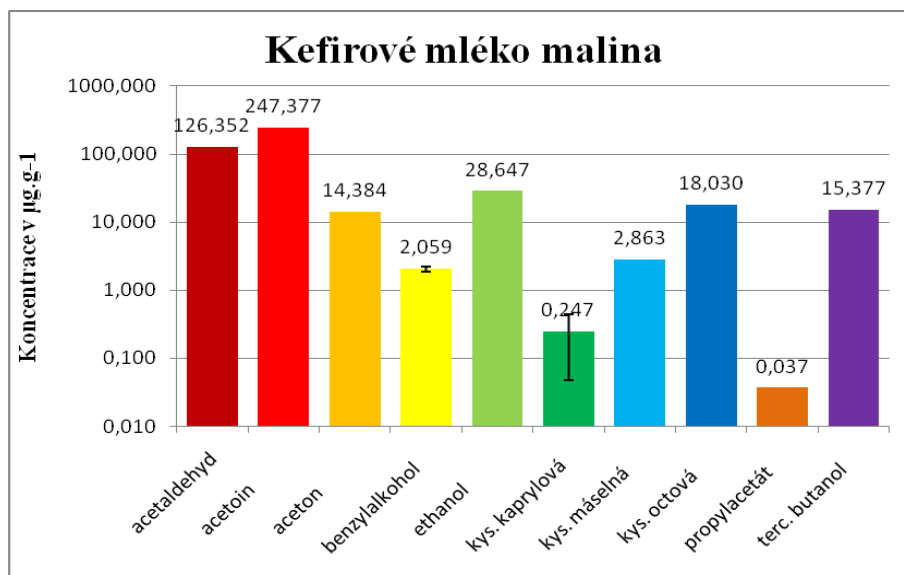


**Graf 4.15:** Koncentrace aromatických látek v množství větší než  $1\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  acid. mléka

Největší zastoupení v acidofilním meruňkovém mléce představuje acetoin ( $1027,049 \pm 1,08 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ), dále je to ethanol ( $200,584 \pm 0,06 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) a acetaldehyd ( $137,354 \pm 0,49 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ).

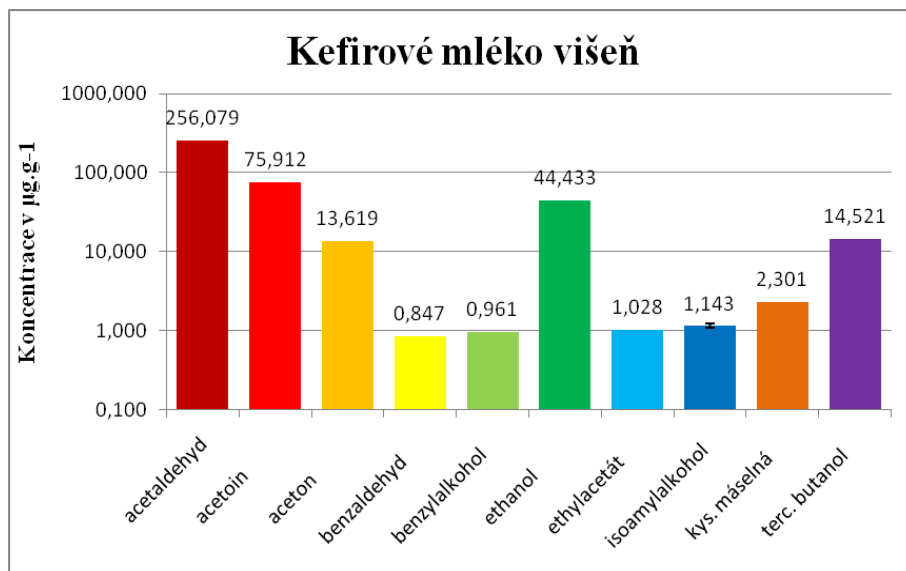
V acidofilních mlécích bylo identifikováno největší množství acetaldehydu, acetoinu, acetonu a ethanolu a také vyšší podíl kyseliny máselné.

#### 4.1.2.5 Kefírová mléka společnosti Kunín



**Graf 4.16:** Koncentrace aromatických látek v množství větší než  $1\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  kef. mléka

V kefírovém mléce byly v největší míře nalezeny tyto aromatické látky: acetoin ( $247,377 \pm 0,20 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) a acetaldehyd ( $126,352 \pm 0,06 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ). Většina dalších aromatických látek se nachází v desítkách  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ .

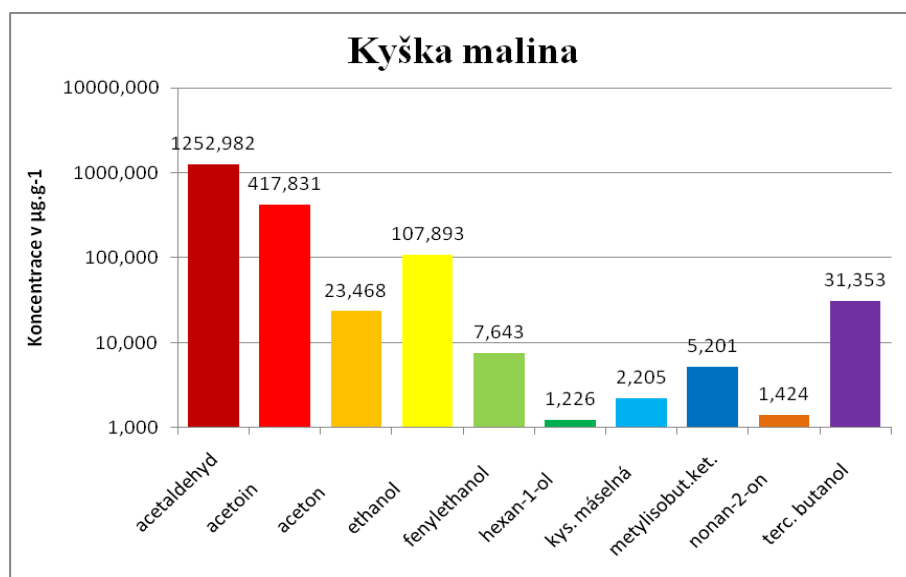


**Graf 4.17:** Koncentrace aromatických látek v množství větší než  $1\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  kef. mléka

Největší podíl aromatických látek v kefirovém mléce s příchutí višň představuje acetaldehyd ( $256,079 \pm 0,51 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ), značnou měrou se na aroma výrobku podílí také acetoin ( $75,912 \pm 0,07 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) a ethanol ( $44,433 \pm 0,01 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ).

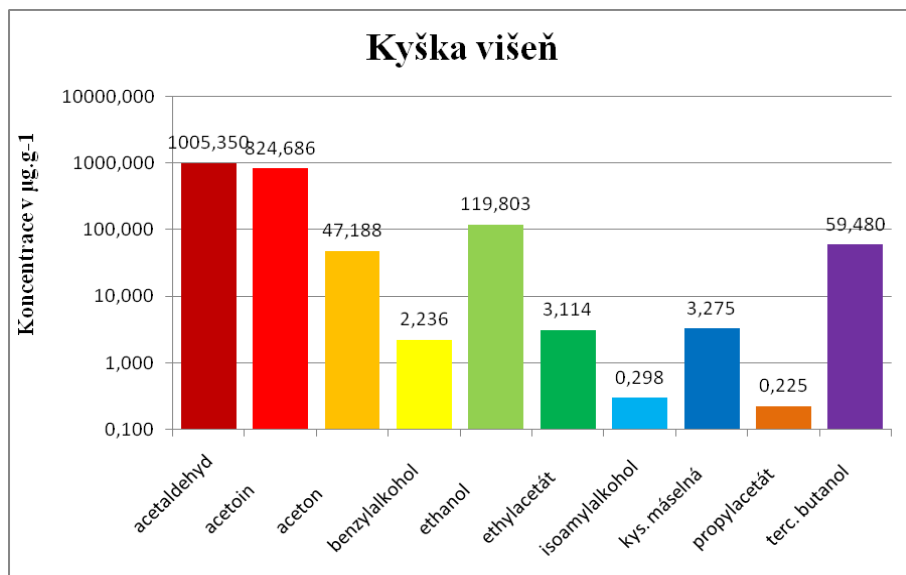
Také kefirová mléka obsahovala v největší míře acetaldehyd, acetoin, aceton, ethanol a větší množství terciárního butanolu.

#### 4.1.2.6 Kyšky společnosti Kunín



**Graf 4.18:** Koncentrace aromatických látek v množství větší než  $1\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  kyšky

Množství acetaldehydu v malinové kyšce výrazně převyšuje zastoupení ostatních aromatických látek ( $1252,982 \pm 0,73 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ). Také acetoin se zde vyskytuje ve značné míře ( $417,831 \pm 0,12 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ), o něco méně je zastoupen ethanol ( $107,893 \pm 0,05 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ).



**Graf 4.19:** Koncentrace aromatických látek v množství větší než  $1\mu\text{g.g}^{-1}$  kyšky

Višňová kyška obsahuje největší množství acetaldehydu ( $1005,350 \pm 2,93 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) a acetoinu ( $824,686 \pm 0,36 \mu\text{g.g}^{-1}$ ). Podíl etanolu ( $119,803 \pm 0,01 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) a dalších těkavých látek je již výrazně nižší.

Kyšky obsahují velké množství acetaldehydu, acetoinu, acetonu, etanolu a terciárního butanolu.

Z analýzy vyplývá, že některé aromatické látky jsou obsaženy ve všech zkoumaných mléčných výrobcích, nicméně u jednotlivých druhů se zastoupení a množství těkavých látek významně liší.

Jogurty společnosti Ekomilk jsou výrazně aromatizovány a obsahují látky jako je např. isopropanol, isobutanol, isovaleraldehyd, které se nevyskytují v jiných produktech a těmto výrobkům udělují jejich charakteristické aroma.

V jogurtových mlécích vyráběných v mlékárně Ekomilk bylo zjištěno v porovnání s ostatními výrobky větší množství kyseliny kaprinové a výskyt diacetylu. U jogurtového mléka s vanilkovou příchutí bylo identifikováno značné množství etanolu.

Jogurty společnosti Kunín se lišily oproti jogurtům značky Ekomilk zastoupením propylacetátu.

Acidofilní mléka charakterizuje vysoký výskyt acetoinu (zhruba  $1\,000 \mu\text{g.g}^{-1}$ ), u acidofilního mléka s příchutí broskve bylo identifikováno výrazně vyšší množství kyseliny kaprylové oproti ostatním výrobkům.

Kefírová mléka v porovnání s ostatními výrobky obsahují větší množství benzylalkoholu. Množství etanolu se pohybuje v desítkách  $\mu\text{g.g}^{-1}$ .

V kyškách se vyskytuje největší množství acetaldehydu, acetonu, etanolu a terciárního butanolu, což těmto výrobkům dodává jejich typickou chuť a vůni.

Kyselina mléčná a heptaldehyd se vyskytují ve všech výše uvedených výrobcích pouze ve stopovém množství.

Ostatní aromatické látky jako je butanol, ethylbutyrát, hexan-1-ol, heptan-2-ol, isoamylalkohol, metylisobutylketon, n-amylalkohol, nonan-2-on, pentan-2-ol, propionaldehyd a další byly zjištěny pouze u některých výrobků, a to v množství menším než  $1 \mu\text{g.g}^{-1}$ .

## 4.2 Výsledky senzoričké analýzy

### 4.2.1 Vyhodnocení dotazníku

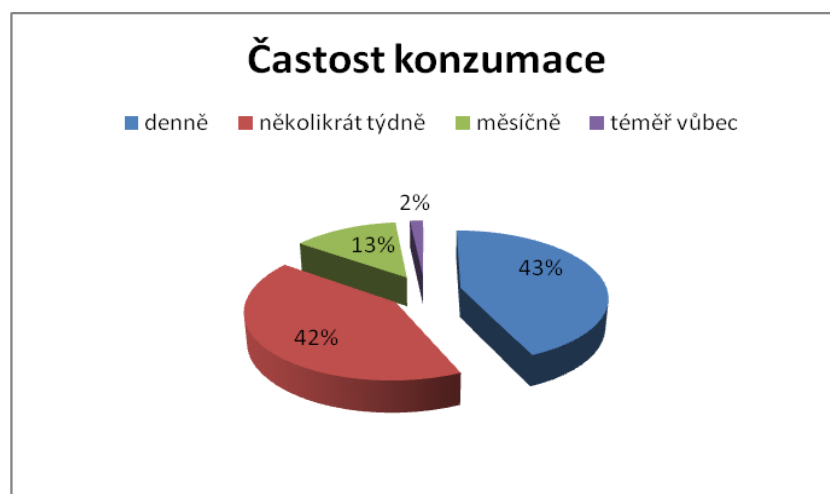
Senzoričká analýza byla prováděna ve dvou termínech - v prosinci 2009 a v únoru 2010. Každého hodnocení se zúčastnilo 20 hodnotitelů z řad studentů 5. ročníků, doktorandů a v posledním hodnocení také zaměstnanci chemické fakulty VUT v Brně.

Hodnotící zapisovali své názory do dotazníku, jehož ukázka je v příloze č. 1. První část dotazníku obsahovala 7 teoretických otázek. U některých otázek bylo možné odpovědět i více možnostmi. Výsledky vyhodnocení těchto otázek jsou uvedeny v grafech č. 4.20 až 4.26.



**Graf 4.20:** Vztah hodnotitelů k fermentovaným mléčným výrobkům

První otázkou bylo, zda konzumenti mají kysané mléčné výrobky rádi či nikoliv. Z grafu vyplývá, že 92% dotázaných má fermentované mléčné výrobky rádo, 8% je příliš v oblíbení nemá. Nikdo z účastníků neodpověděl naprosto negativně, že by kysané výrobky nekonzumoval.



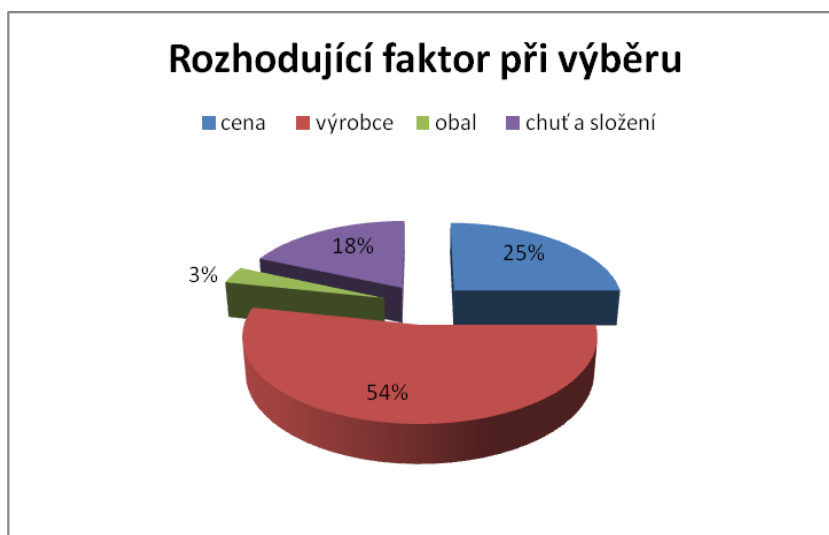
**Graf 4.21:** Častost konzumace fermentovaných mléčných výrobků

Výsledky následujícího grafu jsou tyto: 43 % dotázaných konzumuje mléčné výrobky denně, téměř stejné procento, konkrétně 42 % několikrát týdně, 13 % zúčastněných mléčné výrobky konzumuje několikrát měsíčně a 2 % téměř vůbec.



**Graf 4.22:** *Preferovaný mléčný výrobek z hlediska oblíbenosti konzumentů*

Další otázka směřovala na preferovaný mléčný výrobek. Největší oblibu sklídl jogurt s 68%, další výrobky se z tohoto hlediska již výrazně liší. 17 % respondentů upřednostňuje jogurtové mléko, 8 % kefir a 7 % acidofilní mléko. Ostatní typy výrobků jako např. kysaná smetana či podmáslí konzumenti nezmínili jakožto oblíbené.



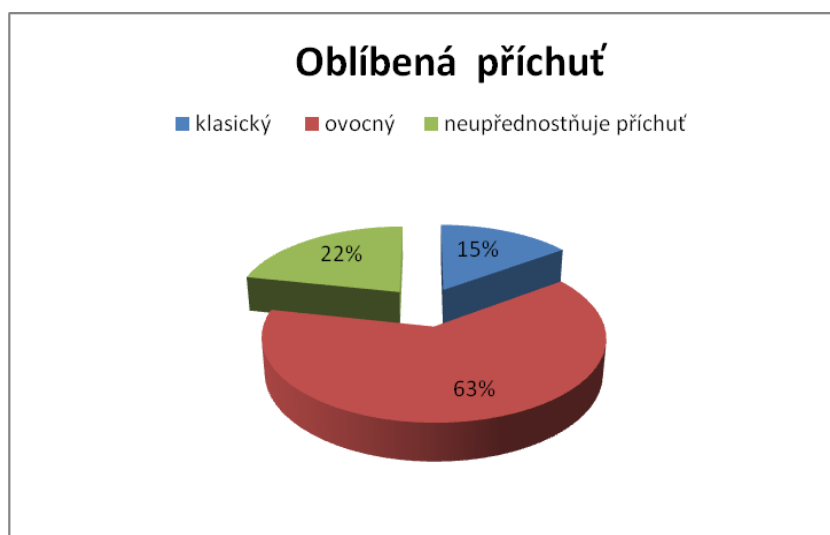
**Graf 4.23:** *Faktor, který při koupi mléčného výrobku hraje nejdůležitější roli*

Více než polovina dotázaných, konkrétně 54 % preferuje při koupi mléčného výrobku výrobce tohoto produktu. Čtvrtina respondentů se řídí cenou, 18 % dává přednost chuti a samotnému složení daného produktu a 3 % zajímá obal. Nikoho z dotázaných při výběru neovlivňuje reklama.



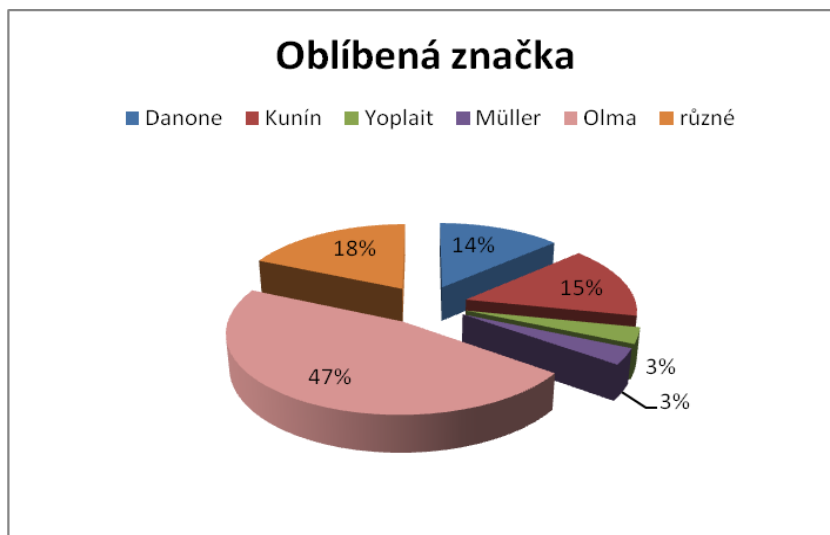
**Graf 4.24:** *Preferovaný výrobek z hlediska obsahu tuku*

Z celkového počtu dotázaných volí 67 % nejraději smetanové výrobky a jen 22 % výrobky se sníženým obsahem tuku. Zbývajících 11 % si vybírá mléčné produkty spíše podle chuti než podle obsahu tuku.



**Graf 4.25:** *Oblíbená příchut' mléčného výrobku*

Nejvíce respondentů, a to celých 63% má rádo výrobky s ovocnou příchutí, 15 % dává přednost výrobkům klasickým. Ostatní, tedy 22 % dotázaných neupřednostňuje konkrétní příchut'.

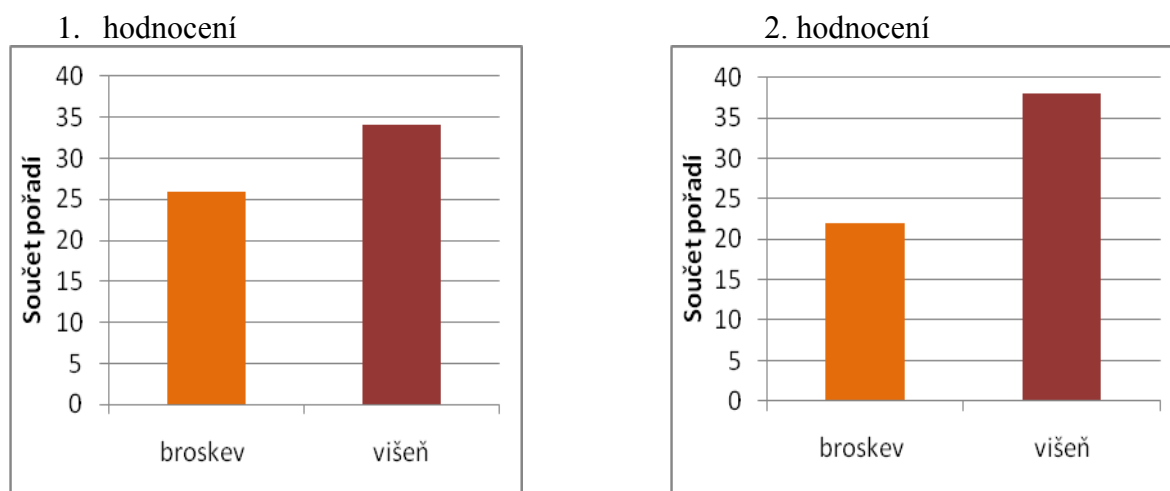


**Graf 4.26:** Oblíbený výrobce mléčných produktů

Na tuto otázku odpověděla téměř polovina respondentů, tj. 47 %, že jejich oblíbeným výrobcem je olomoucká společnost Olma a.s. Poměrně vyrovnaně skončila ostravská mlékárna Kunín a.s. s 15 % spolu s potravinářským gigantom Danone a.s., jenž sklídil 14 % úspěch. Stejný procentuální výsledek měly značky Yoplait a Müller s 3 %. 18 % respondentů upřednostnilo jiné výrobce, z nichž byla Choceňská mlékárna a.s. zmiňována nejčastěji.

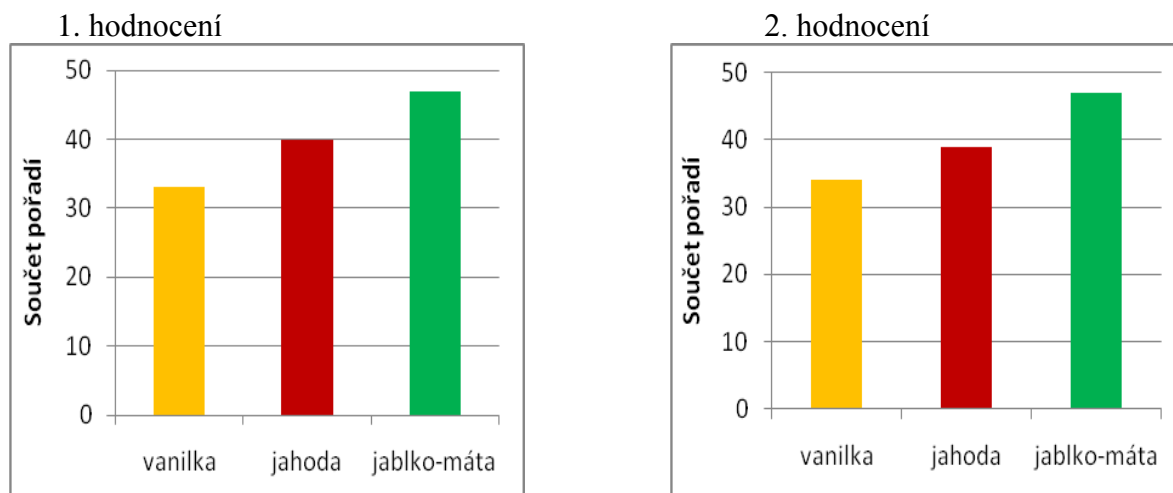
#### 4.2.2 Vyhodnocení pořadové zkoušky

Hodnotitelům byly podávány série mléčných výrobků, a to nejprve od společnosti Kunín a.s., kde byly zastoupeny 4 druhy acidofilních mlék a 5 druhů jogurtů. Druhá série společnosti Ekomilk s. r. o. obsahovala 2 druhy jogurtů a 3 druhy jogurtových mlék. Úkolem hodnotitelů bylo seřadit jednotlivé série produktů od nejlepší po nejhorší z hlediska chutnosti. Grafy jednotlivých pořadových zkoušek jsou uvedeny pod označením 4.27 až 4.30.



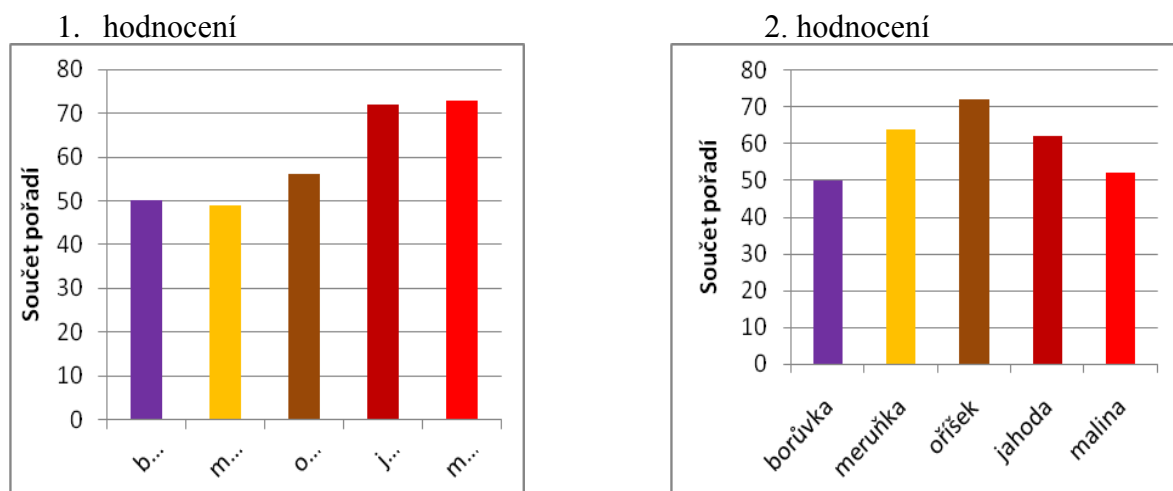
**Graf 4.27:** Pořadová zkouška jogurtů společnosti Ekomilk

V obou vyhodnoceních vychází jako relativně nejchutnější smetanový jogurt s příchutí broskev. V prvním případě na hladině statistické významnosti  $\alpha = 0,05$  mezi vzorky nebyl shledán statisticky významný rozdíl, ve druhém případě statisticky rozdíl shledán byl.



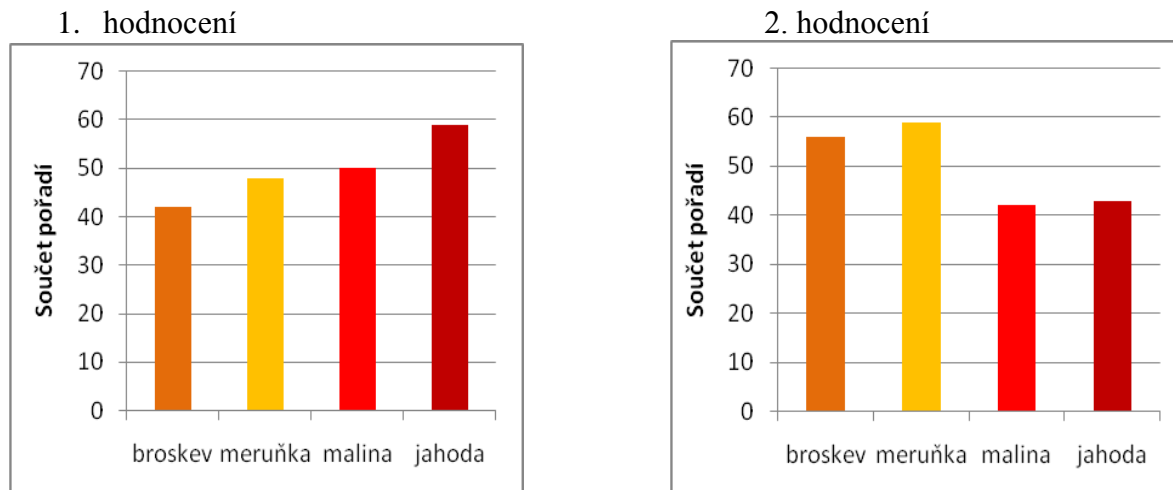
**Graf 4.28:** Pořadová zkouška jogurtových mlék společnosti Ekomilk

U tohoto vyhodnocení je jako relativně nejchutnějším jogurtovým mlékem zvoleno mléko s příchutí vanilka. U obou vyhodnocení však nebyl shledán statisticky významný rozdíl na hladině statistické významnosti  $\alpha = 0,05$ .



**Graf 4.29:** Pořadová zkouška jogurtů společnosti Kunín

V prvním hodnocení vyšel jako relativně nejchutnější jogurt s příchutí meruňka, těsně následovaný borůvkovým jogurtem a jogurtem oříškovým. Ve druhém hodnocení nejvíce chutnal borůvkový jogurt, poté jogurt malinový a jahodový. U obou hodnocení nebyl mezi vzorky shledán statisticky významný rozdíl na hladině statistické významnosti  $\alpha = 0,05$ .



**Graf 4.30:** Pořadová zkouška acidofilních mlék společnosti Kunín

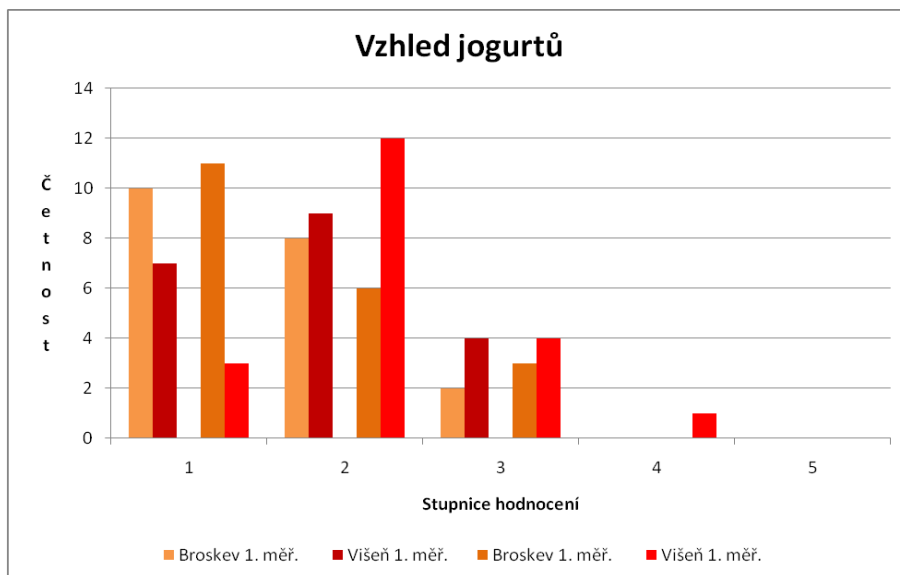
V prvním hodnocení bylo relativně nejchutnějším acidofilním mlékem mléko s příchutí broskev následované meruňkovým a malinovým mlékem. Ve druhém hodnocení jsou výsledky dvou acidofilních mlék téměř totožné – nejlépe bylo vyhodnoceno malinové a jahodové acidofilní mléko, na třetím místě skončilo mléko broskvové. Ani v jednom případě nebyl mezi výrobky shledán statisticky významný rozdíl na hladině statistické významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Z celkového vyhodnocení pořadové zkoušky vyplývá, že mezi jogurty společnosti Ekomilk byl relativně nejchutnějším výrobkem v obou dvou kolech vyhodnocení broskvový jogurt, v případě jogurtových mlék to bylo jogurtové mléko s vanilkovou příchutí. Co se týče výrobků společnosti Kunín, výsledky hodnocení se lišily v obou kolech. Dá se říci, že nejvíce hodnotitelům chutnal borůvkový jogurt, mezi acidofilními mléky nelze přesně stanovit vítěze.

Obecně lze říci, že při hodnocení menšího počtu výrobků jsou výsledky v obou dvou kolech hodnocení srovnatelné, jak tomu bylo u jogurtů a jogurtových mlék společnosti Ekomilk. V případě většího počtu výrobků se výsledky podstatně liší, v každém případě výběr vždy závisí na chuti spotřebitele.

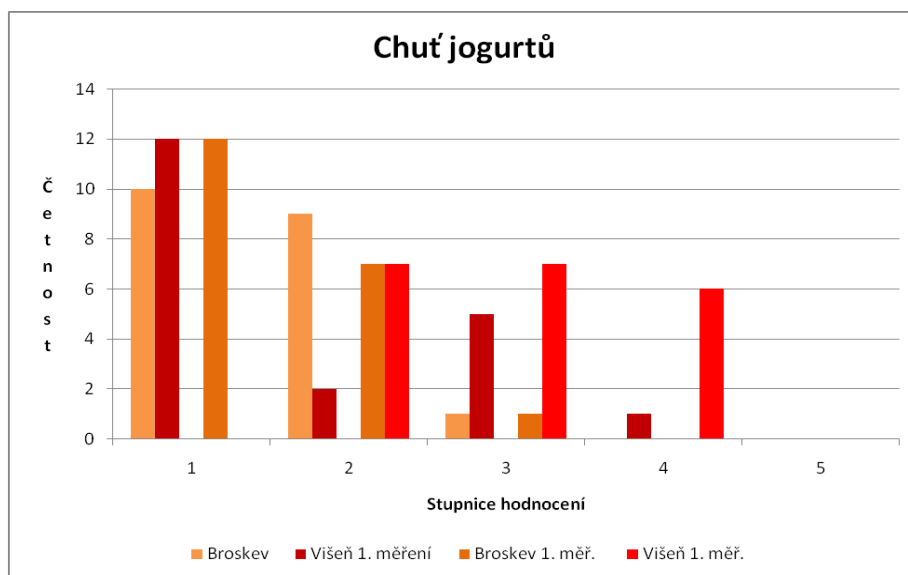
#### 4.2.3 Vyhodnocení stupnicových metod

Hodnotitelům byly předloženy vzorky dvou smetanových jogurtů a tří jogurtových mlék společnosti Ekomilk a pěti jogurtů, čtyř acidofilních mlék, dvou kyšek a dvou keřirových mlék společnosti Kunín. Posuzovatelé byli požádáni, aby vyhodnotili organoleptické vlastnosti těchto výrobků a ohodnotili je patřičným počtem bodů na pětibodové stupnici (1 – vynikající, 2 – velmi dobrý, 3 – dobrý, 4 – přijatelný, 5 – nepřijatelný). Výsledky tohoto hodnocení jsou zobrazeny v grafech č. 4.31 až 4.54:



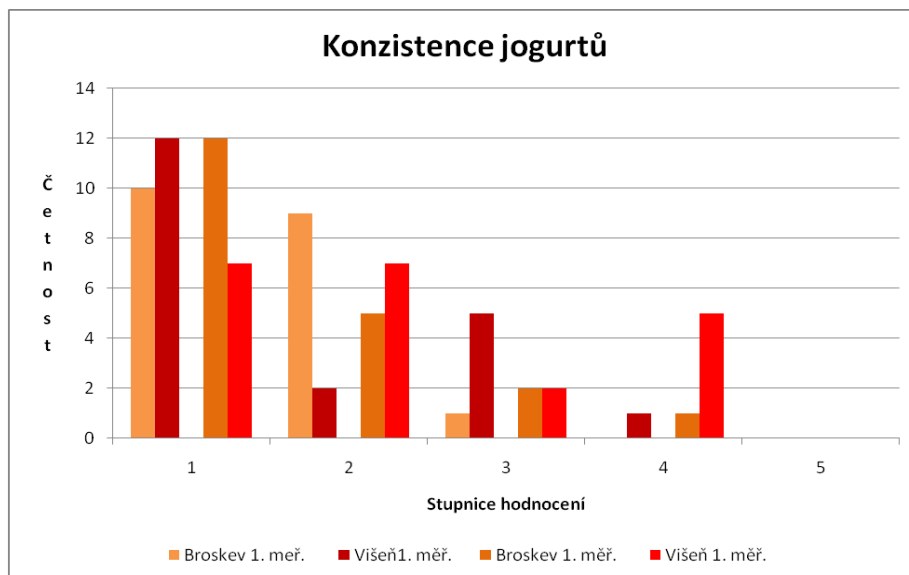
**Graf 4.31:** *Vzhled jogurtů společnosti Ekomilk s. r. o.*

Z hlediska hodnocení vzhledu byl v obou případech lépe vyhodnocen broskvový jogurt. Na hladině  $\alpha = 0,05$  statisticky významný rozdíl u broskového jogurtu nebyl shledán ani v jednom případě.



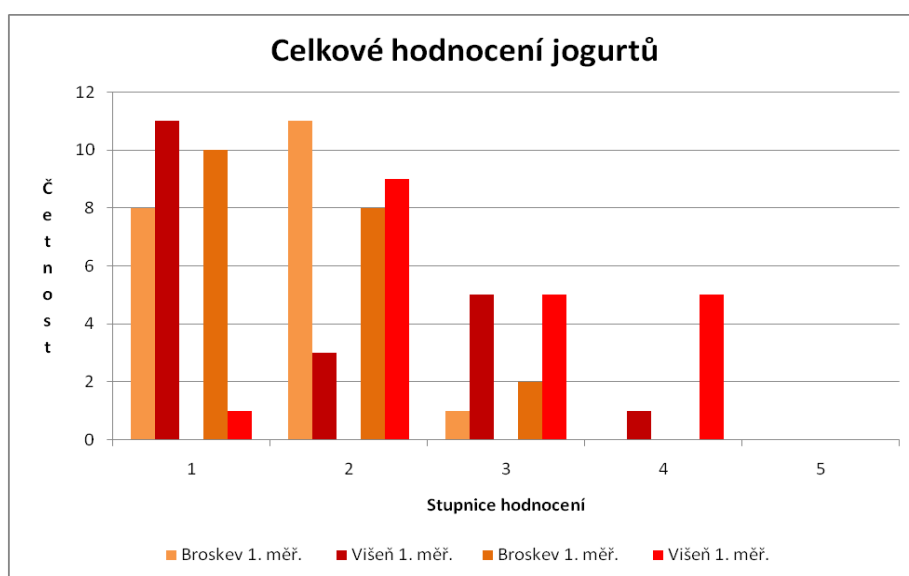
**Graf 4.32:** *Chuť jogurtů společnosti Ekomilk s. r. o.*

Z hodnocení vyplývá, že opět v obou případech více chutnal jogurt broskvový. V tomto případě nebyl také shledán statisticky významný rozdíl.



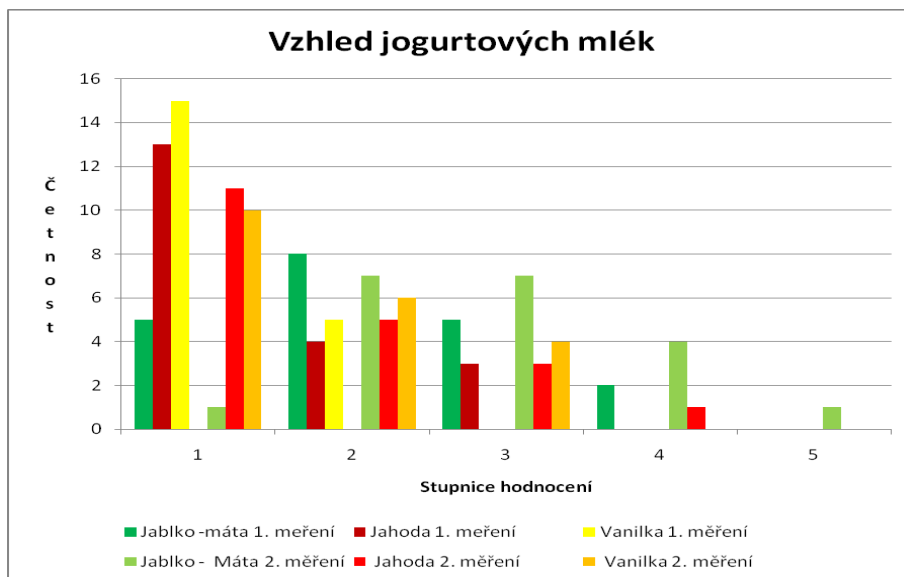
**Graf 4.33:** Konzistence jogurtů společnosti Ekomilk s. r. o.

Konzistence byla v obou případech o něco lepší u broskvového jogurtu. Mezi vzorky nebyl shledán statisticky významný rozdíl.



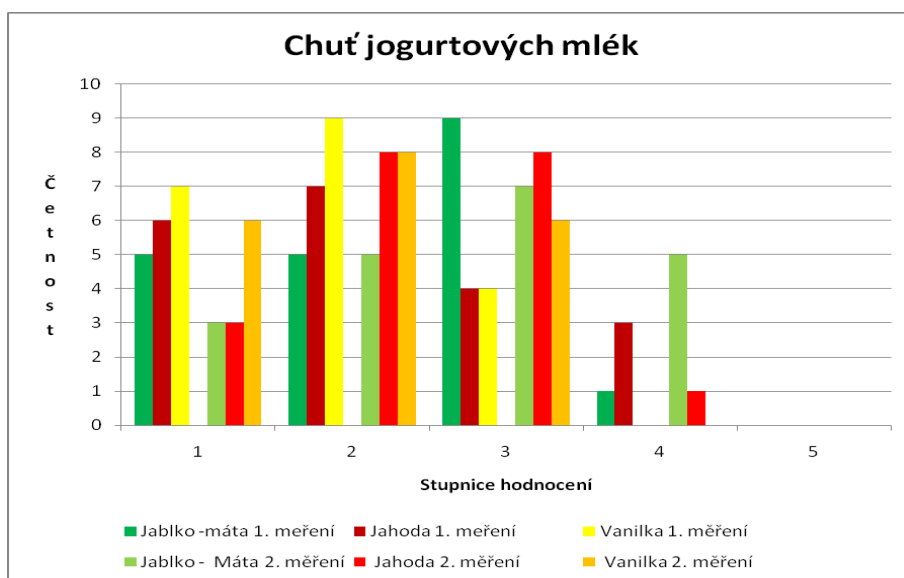
**Graf 4.34:** Celkové hodnocení jogurtů společnosti Ekomilk s. r. o.

Z hlediska vyhodnocení všech sensorických vlastností byl celkově lépe hodnocen jogurt broskvový. Na hladině  $\alpha = 0,05$  statisticky významný rozdíl není ani v jednom případě.



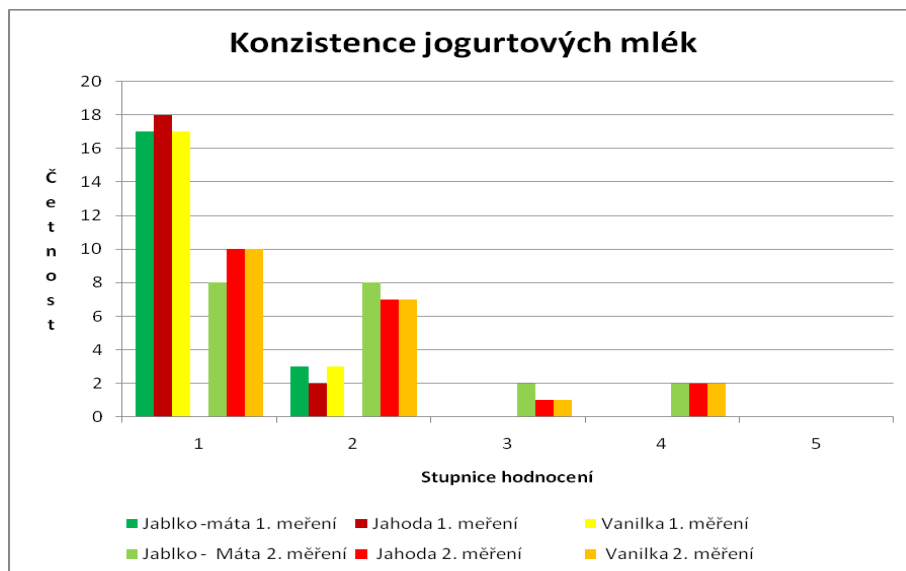
**Graf 4.35:** *Vzhled jogurtových mlék společnosti Ekomilk s. r. o.*

V prvním hodnocení vzhledu skončilo nejlépe vanilkové jogurtové mléko následované jahodovým a jablko-mátovým mlékem, ve druhém hodnocení jsou výsledky vanilkového a jahodového mléka srovnatelné, nejhůře dopadlo opět jablečné mléko s mátovou příchutí. Na hladině  $\alpha = 0,05$  statisticky významný rozdíl u v této sledované vlastnosti nebyl shledán ani v jednom případě.



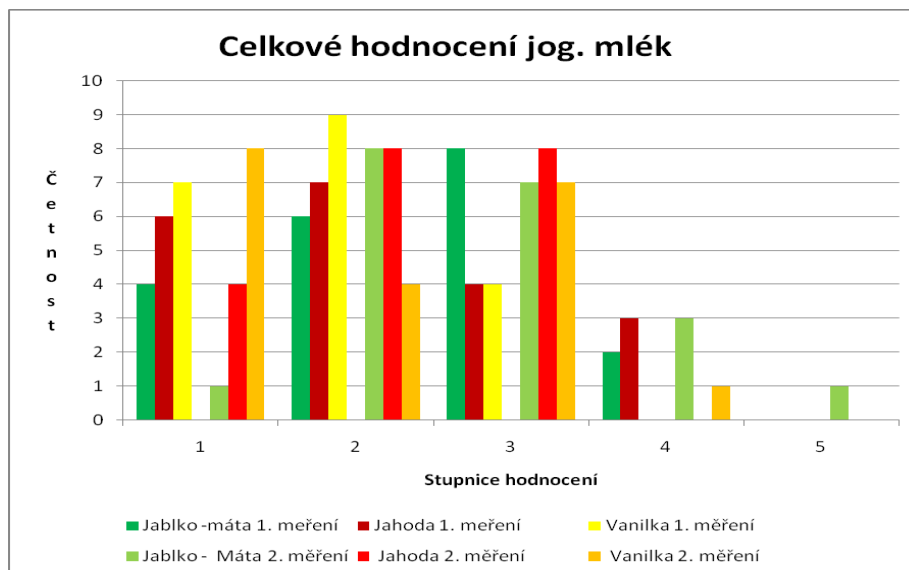
**Graf 4.36:** *Chuť jogurtových mlék společnosti Ekomilk s. r. o.*

Z chuťového hlediska dosáhlo nejlepšího výsledku v obou dvou hodnoceních vanilkové jogurtové mléko, na druhém místě taktéž v obou případech bylo mléko jahodové a poslední skončilo jablekovo-mátové jogurtové mléko. Také zde nebyl shledán statisticky významný rozdíl.



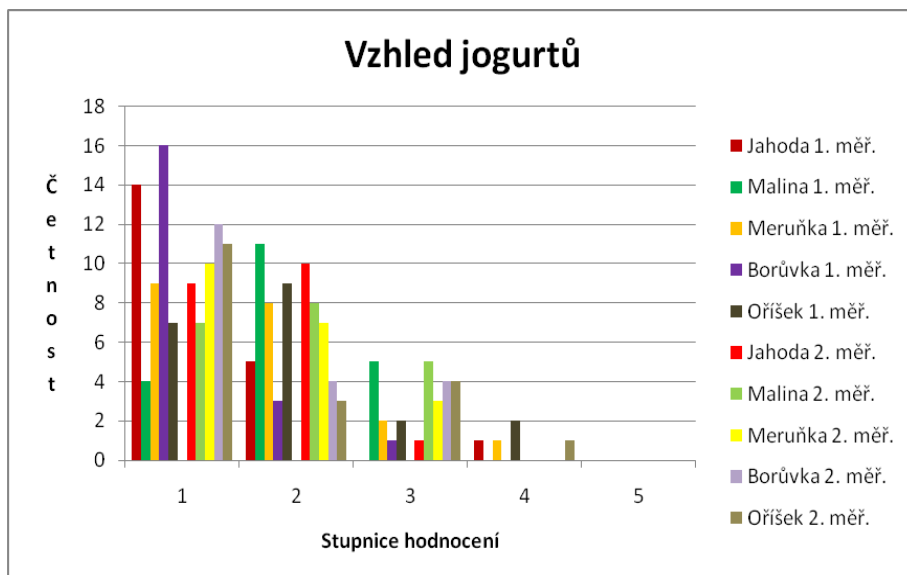
**Graf 4.37:** Konzistence jogurtových mlék společnosti Ekomilk s. r. o.

Co se týče konzistence, dopadla obě hodnocení jogurtových mlék podobně a dá se říci, že konzistence je u všech výrobků srovnatelná. V prvním hodnocení byl shledán statisticky významný rozdíl v konzistenci u všech jogurtových mlék, ve druhém hodnocení byl tento rozdíl pouze u jablečno-mátového jogurtového mléka.



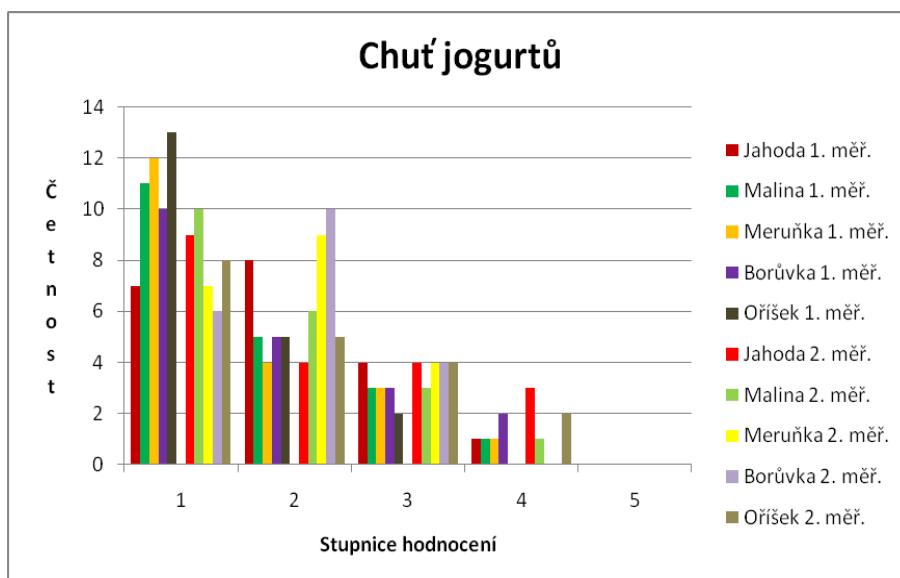
**Graf 4.38:** Celkové hodnocení jogurtových mlék společnosti Ekomilk s. r. o.

Z pohledu celkového hodnocení v obou případech skončilo nejlépe vanilkové jogurtové mléko, na druhém místě se umístilo jahodové mléko a poslední jogurtové mléko s jablečno – mátovou příchutí. Na hladině  $\alpha = 0,05$  byl zaznamenán statisticky významný rozdíl téměř ve všech případech.



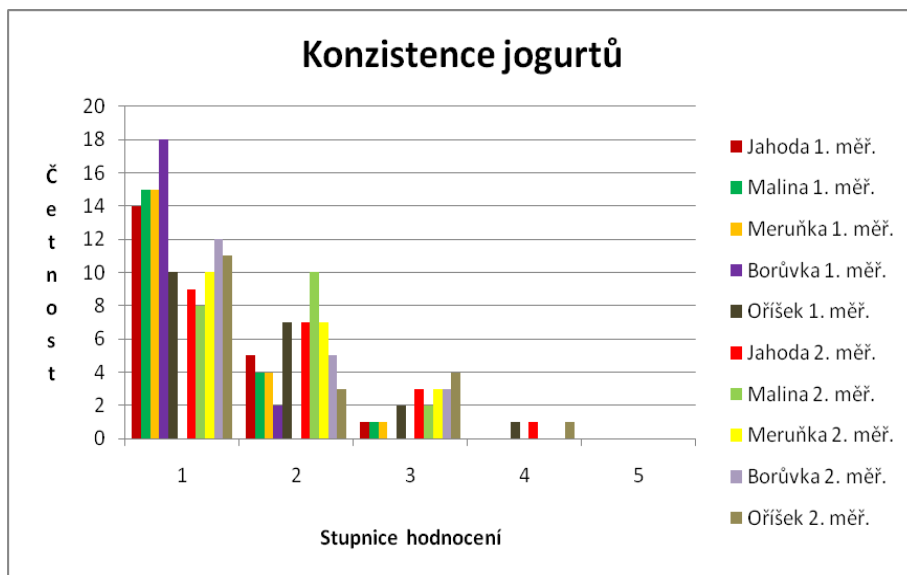
**Graf 4.39:** Vzhled jogurtů společnosti Kunín a. s.

V prvním hodnocení vzhledově nejlépe dopadl borůvkový jogurt následovaný jogurtem jahodovým, meruňkový a malinový jogurt měli výsledky srovnatelné. Ve druhém hodnocení měl znovu nejlepší výsledky borůvkový jogurt, zbývající výsledky jsou si velmi podobné. Na hladině  $\alpha = 0,05$  statisticky významný rozdíl u v této sledované vlastnosti nebyl shledán ani v jednom případě.



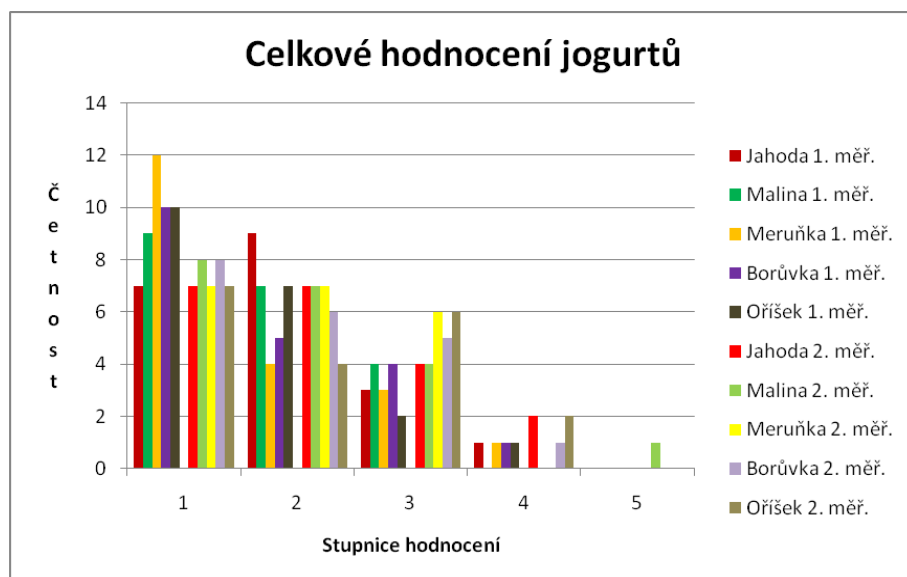
**Graf 4.40:** Chuť jogurtů společnosti Kunín a. s.

Chuťově nejlepším jogurtem byl v prvním hodnocení oříškový jogurt, zbývající pořadí nelze přesně určit vzhledem k velice podobným výsledkům. Ve druhém hodnocení jsou chuťové výsledky výrobků srovnatelné. Ani v jednom případě zde nebyl shledán statisticky významný rozdíl ve zkoumané vlastnosti.



**Graf 4.41:** Konzistence jogurtů společnosti Kunín a. s.

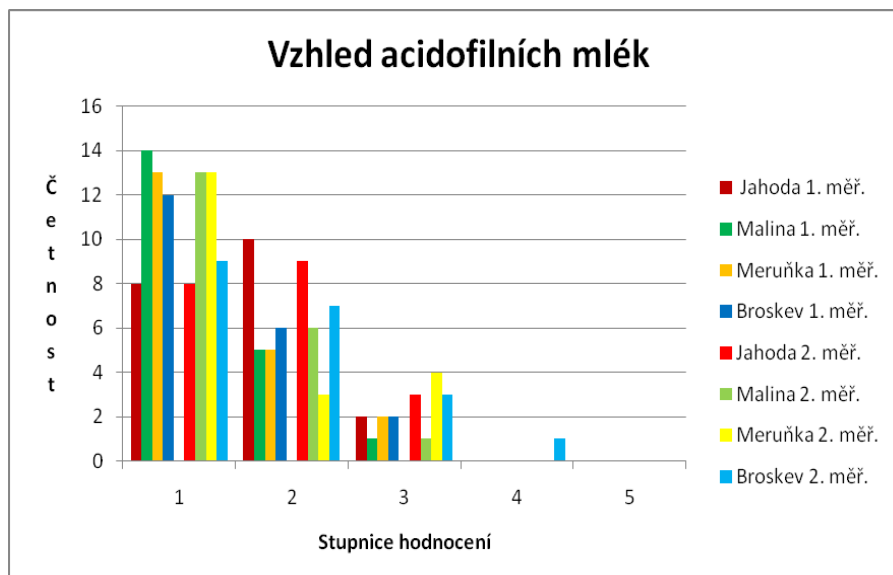
V rámci prvního hodnocení nepatrně převyšovala lepší konzistence borůvkového jogurtu, konzistence jahodového, malinového a meruňkového jogurtu byly srovnatelné. Výsledky druhého hodnocení jogurtů jsou si velmi podobné. Pouze v prvním hodnocení byl shledán statisticky významný rozdíl, a to u jogurtu s příchutí malina, jahoda a borůvka.



**Graf 4.42:** Celkové hodnocení jogurtů společnosti Kunín a. s.

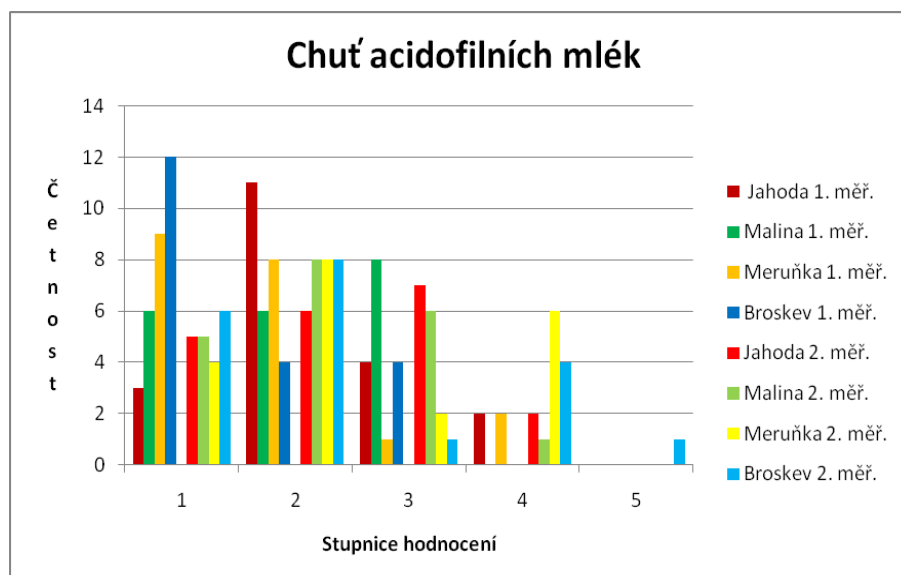
V prvním i ve druhém hodnocení celkových organoleptických vlastností jogurtů nelze určit konkrétního vítěze, jelikož jsou výsledky vyhodnocení velmi podobné a to i z hlediska vyhodnocení statistického. Na hladině  $\alpha = 0,05$  byl zaznamenán statisticky významný pouze u některých jogurtů v prvním kole hodnocení, a to u jogurtu jahodového, malinového a borůvkového.

Ve druhém kole hodnocení nebyl u žádného výrobku zaznamenán statisticky významný rozdíl. Výsledky oříškového jogurtu se mohly nepatrně lišit, což bylo způsobeno alergií na tento produkt u jednoho z hodnotitelů, a tudíž i určitým omezením při senzorickém vyhodnocení.



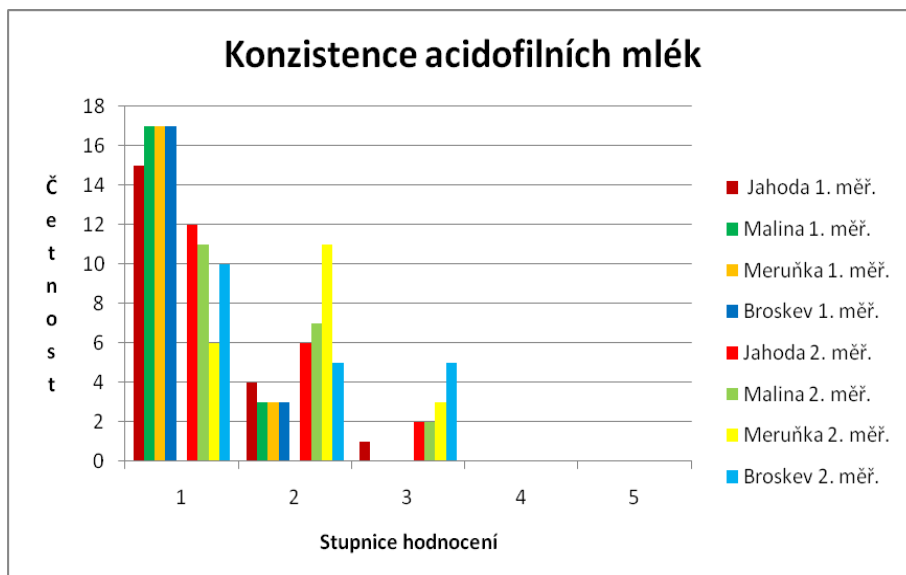
**Graf 4.43:** *Vzhled acidofilních mlék společnosti Kunín a. s.*

Vzhledově nejpřitažlivějším acidofilním mlékem bylo zvoleno v obou vyhodnoceníh malinové mléko těsně před mlékem meruňkovým. Výsledky jahodového a broskvového acidofilního mléka jsou poměrně vyrovnané. U této vlastnosti nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl.



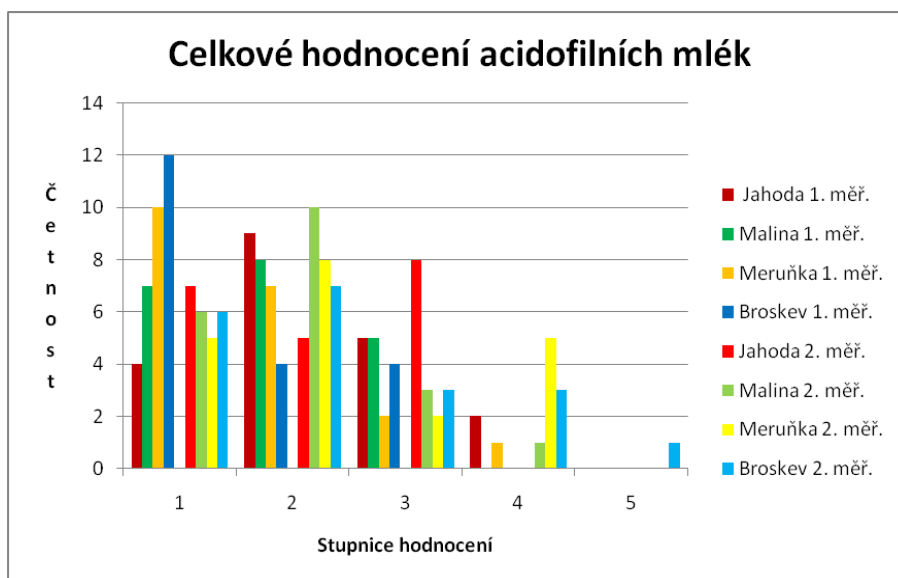
**Graf 4.44:** *Chuť acidofilních mlék společnosti Kunín a. s.*

Nejlepším acidofilním mlékem z chuťového hlediska bylo zvoleno v obou kolech hodnocení broskvové acidofilní mléko. Výsledky zbývajících výrobků byly v obou dvou vyhodnoceníh podobné a výrazně se od sebe nelišily. V obou kolech vyhodnocení byl sledován statisticky významný rozdíl u malinového a meruňkového acidofilního mléka, v ostatních případech statisticky významný rozdíl zaznamenán nebyl.



**Graf 4.45:** Konzistence acidofilních mlék společnosti Kunín a. s.

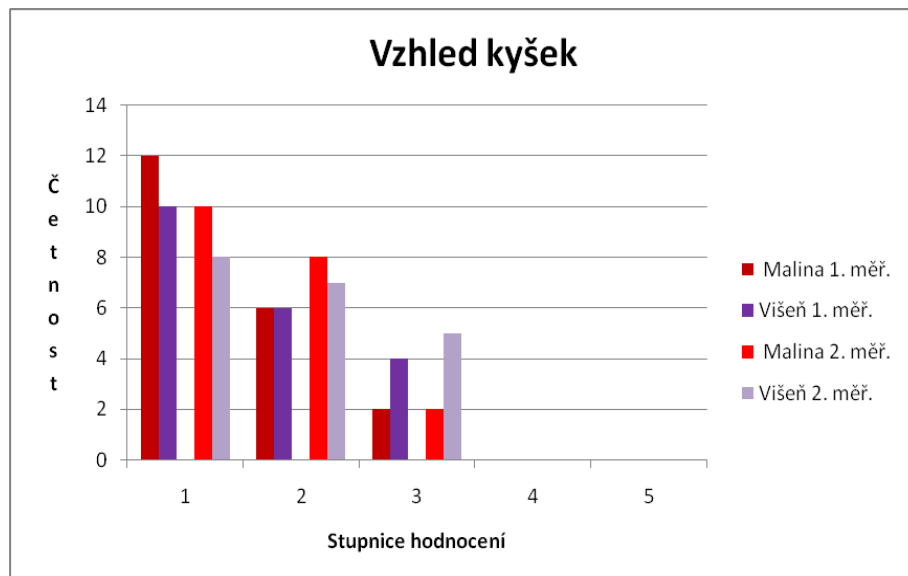
V rámci prvního hodnocení se konzistence acidofilních mlék výrazným způsobem neliší, ve druhém hodnocení je o něco horší konzistence zaznamenána u meruňkového a broskvového jogurtu. V prvním hodnocení byl zaznamenán statisticky významný rozdíl u jahodového, malinového i meruňkového acidofilního mléka, ve druhém hodnocení byl tento rozdíl shledán pouze u mléka jahodového.



**Graf 4.46:** Celkové hodnocení acidofilních mlék společnosti Kunín a. s.

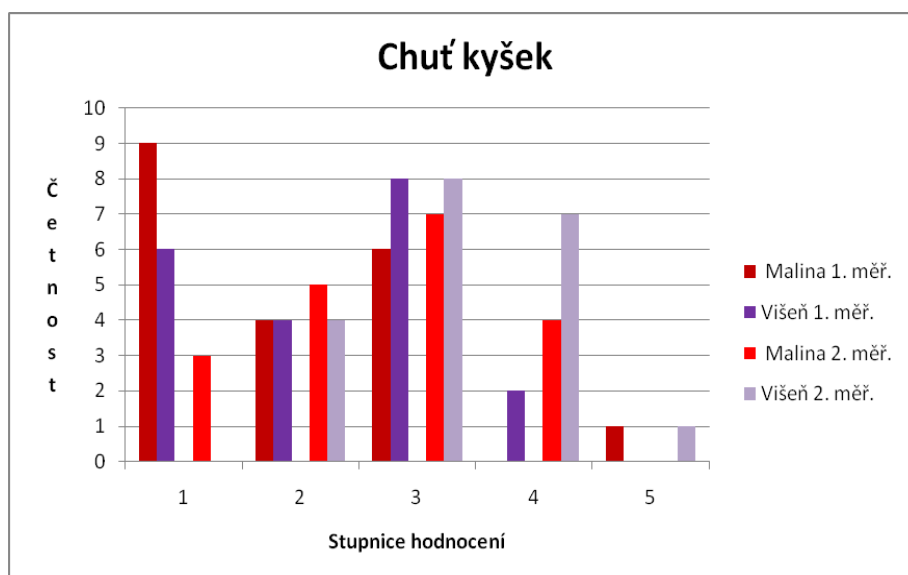
Z hlediska celkového hodnocení byly v prvním hodnocení vybrány dvě acidofilní mléka, a to s příchutí broskev a meruňka. Ve druhém hodnocení je nepatrně lépe nad ostatními ohodnoceno malinové acidofilní mléko. Z hlediska statistického byly v prvním kole hodnocení zaznamenány výrazné statistické odlišnosti u jahodového acidofilního mléka, nepatrný statistický rozdíl byl zaznamenán také u acidofilního mléka s příchutí meruňka.

Ve druhém kole byl statisticky významný rozdíl sledán u jahodového a malinového acidofilního mléka. U broskvového acidofilního mléka nebyl ani v jednom hodnocení zaznamenán statisticky významný rozdíl.



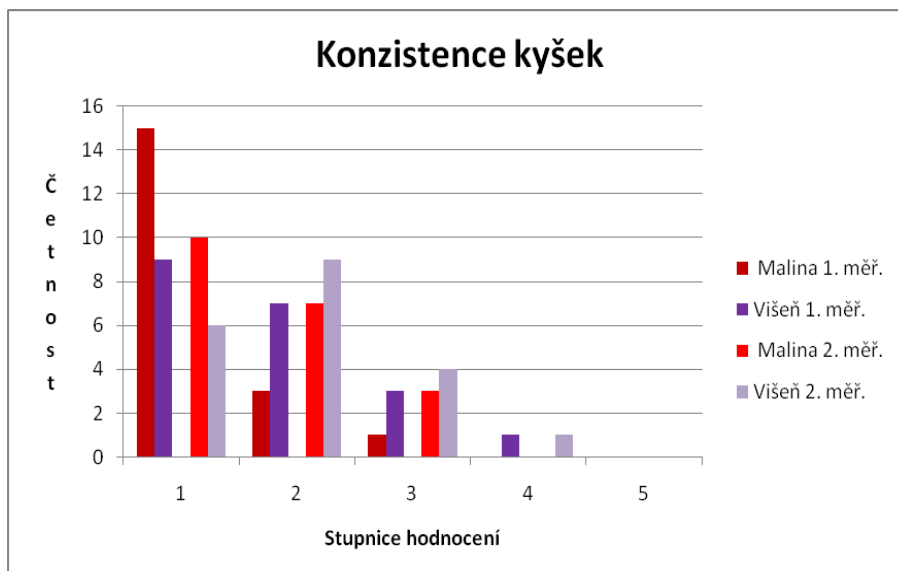
**Graf 4.47:** Vzhled kyšek společnosti Kunín a. s.

Vzhledově výraznější byla v obou hodnoceních zvolena malinová kyška. Na hladině  $\alpha = 0,05$  statisticky významný rozdíl u v této sledované vlastnosti nebyl shledán ani v jednom případě.



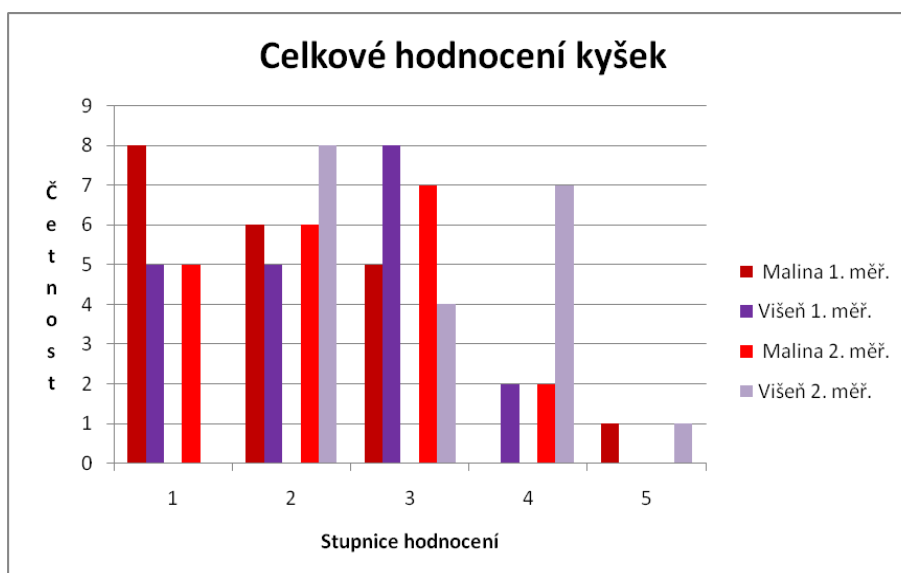
**Graf 4.48:** Chuť kyšek společnosti Kunín a. s.

Taktéž i chuťově hodnotitelům více vyhovovala malinová kyška. V prvním hodnocení byl zaznamenán statistický rozdíl u malinové kyšky, ve druhém případě byl tento rozdíl shledán u obou dvou příchutí.



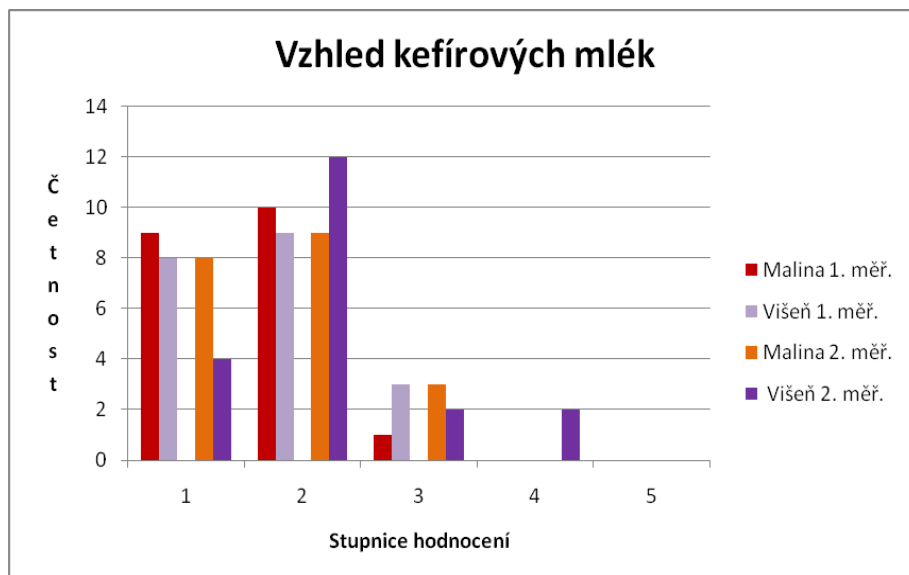
**Graf 4.49:** Konzistence kyšek společnosti Kunín a. s.

V hodnocení konzistence sklídila větší úspěch malinová kyška. V obou dvou kolech vyhodnocení byl zjištěn statisticky významný rozdíl v konzistenci u malinové kyšky, u kyšky višňové byl tento rozdíl zaznamenán ve druhém kole vyhodnocení.



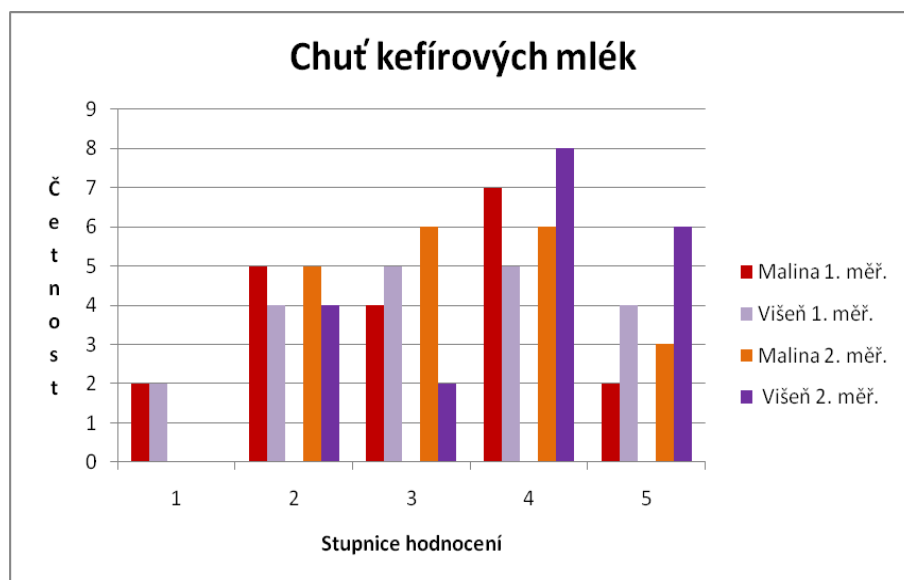
**Graf 4.50:** Celkové hodnocení kyšek společnosti Kunín a. s.

V celkovém hodnocení měla jednoznačně lepší výsledky malinová kyška. Co se týče statistického vyhodnocení byl na hladině  $\alpha = 0,05$  v prvním kole hodnocení zaznamenán statisticky významný rozdíl u malinové kyšky. Ve druhém kole hodnocení jsou již statisticky významné rozdíly u obou výrobků.



**Graf 4.51:** *Vzhled keřivých mlék společnosti Kunín a. s.*

Malinové keřivé mléko bylo z hlediska vzhledu posouzeno v obou dvou kolech hodnocení lépe. Na hladině  $\alpha = 0,05$  statisticky významný rozdíl u v této sledované vlastnosti nebyl shledán ani v jednom případě.



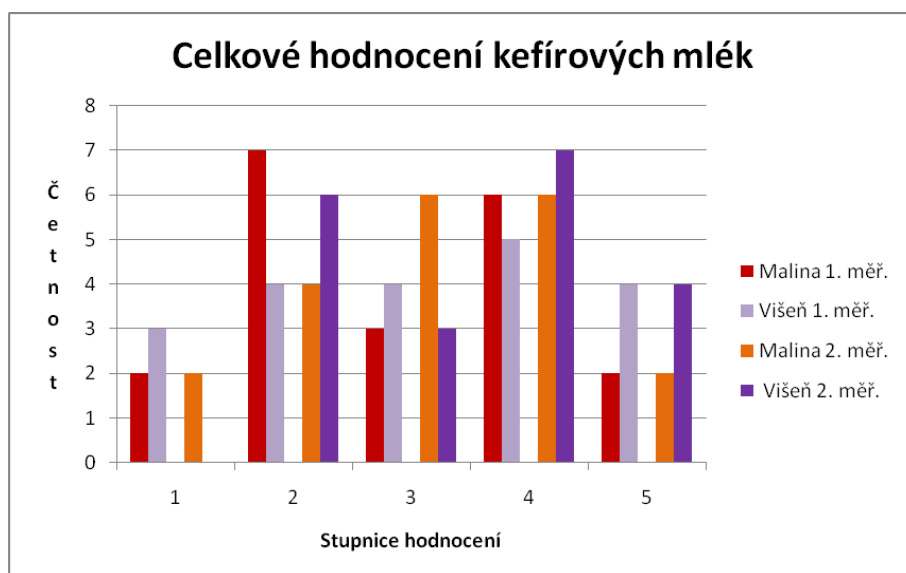
**Graf 4.52:** *Chuť keřivých mlék společnosti Kunín a. s.*

Z hlediska chuti dosáhlo malinové keřivé mléko také lepších výsledků v obou kolech hodnocení. V obou dvou kolech vyhodnocení byl shledán statisticky významný rozdíl u obou dvou výrobků.



**Graf 4.53:** Konzistence kefirových mlék společnosti Kunín a. s.

Konzistence obou výrobků je srovnatelná, přesto byly zjištěny v obou kolech vyhodnocení statisticky významné rozdíly.



**Graf 4.54:** Celkové hodnocení kefirových mlék společnosti Kunín a. s.

V celkovém hodnocení dosahuje průměrně lepších výsledků kefirové mléko s malinovou příchutí. Na hladině statistické významnosti  $\alpha = 0,05$  byly v obou dvou kolech zaznamenány statistické rozdíly jak u malinového, tak i višňového kefirového mléka.

Výsledky stupnicové metody dopadly velmi podobně jako výsledky pořadové zkoušky. V případě jogurtů a jogurtových mlék společnosti Ekomilk potvrdily, že konzumentům nejvíce chutnal broskvový jogurt a vanilkové jogurtové mléko.

U jogurtů a acidofilních mlék společnosti Kunín nelze určit nejlepší výrobek. V případě hodnocení kyšek a kefirových mlék dopadly ve všech zkoumaných vlastnostech lépe produkty s malinovou příchutí.

## 5. ZÁVĚR

Tato práce se zabývala hodnocením organoleptických vlastností a následně také studiem aromaticky aktivních látek u kysaných mléčných výrobků vyráběných mlékárnami Ekomilk s.r.o. a Kunín a. s.

Senzorické hodnocení probíhalo ve dvou termínech – v prosinci 2009 a v březnu 2010. Hodnotitelé posuzovali celkem pět druhů výrobků, a to smetanové jogurty s obsahem tuku 8% s příchutí broskvev, višně a jogurtová mléka s příchutí jablko-máta, vanilka a jahoda společnosti Ekomilk. Dále byly zastoupeny čtyři druhy acidofilních mlék – jahoda, malina, broskvev a meruňka, pět smetanových jogurtů s obsahem tuku 8 % s příchutěmi borůvka, jahoda, malina, meruňka a oříšek, dvě kefirová mléka a dvě kyšky, obě s příchutěmi malina a višně vyráběné v mlékárně Kunín.

Kysané mléčné výrobky byly hodnoceny studenty 5. ročníků, doktorandy a zaměstnanci chemické fakulty. Ti všichni byli proškoleni ze základů senzorické analýzy, tudíž lze jejich hodnocení považovat za hodnocení běžných spotřebitelů, což bylo účelem této studie. Senzorická analýza probíhala v zatím neakreditované senzorické laboratoři vybavené potřebnými pomůckami, hodnocení se zúčastnilo vždy 20 hodnotitelů.

Před samotným senzorickým hodnocením měli hodnotitelé k dispozici dotazník, ve kterém vyjadřovali svůj názor na sedm otázek souvisejících s danou tematikou. Na některé otázky bylo možné odpovědět i ve více variantách. Z dotazníků vyplývá, že 92 % dotázaných mléčné výrobky preferuje a konzumuje je nejčastěji denně či několikrát týdně. Nejoblíbenějším mléčným výrobkem se stal jogurt. Rozhodujícím faktorem při koupi výrobku je překvapivě výrobce, cena rozhoduje jen u čtvrtiny dotázaných. Smetanové výrobky s ovocnou příchutí dominují nad klasickými nízkotučnými mléčnými produkty. Nejoblíbenější značkou mléčného výrobku je Olma Olomouc.

Při samotném senzorickém hodnocení byly použity dvě metody senzorické analýzy, v prvním případě to byla pořadová zkouška, při které bylo úkolem hodnotitelů seřadit jogurty a jogurtová mléka společnosti Ekomilk a jogurty a acidofilní mléka společnosti Kunín sestupně od nejlepšího výrobku po nejméně chutný. Toto vyhodnocení bylo zpracováno statistickou metodou pomocí Friedmanova testu na hladině statistické významnosti  $\alpha = 0,05$ . U výrobků společnosti Ekomilk nebyl ani v jednom případě shledán statisticky významný rozdíl, přičemž broskvový jogurt a vanilkové mléko byly považovány za nejchutnější ze série daných výrobků. U výrobků společnosti Kunín se hodnocení v prvním a druhém kole lišila. Při prvním hodnocení vyšel meruňkový jogurt jako relativně nejchutnější, ve druhém kole hodnocení to byl jogurt borůvkový. Ani v jednom případě nebyl mezi těmito vzorky shledán statisticky významný rozdíl. Mezi acidofilními mléky se stalo v prvním hodnocení relativně nejchutnějším acidofilním mlékem mléko s příchutí broskvev, ve druhém hodnocení to bylo malinové acidofilní mléko. Ani zde nebyl mezi výrobky shledán statisticky významný rozdíl.

Ve druhém případě senzorického hodnocení byla použita stupnicová metoda, při které hodnotitelé posuzovali chuť, vůni, konzistenci a výsledný efekt jednotlivých výrobků a své výsledky bodovali na stupnici 1 až 5 (1 znamenala vynikající organoleptické vlastnosti, 5 nevyhovující). Závěr z tohoto vyhodnocení byl zpracován statistickou metodou pomocí Kruskal – Wallisova testu na hladině statistické významnosti  $\alpha = 0,05$ . U jogurtů společnosti Ekomilk byl ve všech oblastech lépe vyhodnocen broskvový jogurt, obdobně dopadlo také vanilkové mléko. U jogurtů statisticky významný rozdíl zaznamenán nebyl, v případě jogurtových mlék byl naopak statisticky významný rozdíl téměř ve všech případech, z čehož

Lze usoudit, že jogurtové mléko s vanilkovou příchutí mělo výrazně lepší organoleptické vlastnosti než zbylé dva výrobky.

V případě vyhodnocení jogurtů společnosti Kunín nelze vyvodit celkového vítěze, jelikož z hlediska vůně, konzistence i celkového posouzení jsou výsledky téměř srovnatelné. Pouze co se týče chuti, byl v obou kolech nejlépe vyhodnocen borůvkový jogurt. Mezi jogurty byl jen v prvním kole hodnocení zaznamenán statistický rozdíl u malinového, jahodového a borůvkového jogurtu, ve druhém kole již statistické rozdíly vyhodnoceny nebyly.

Vzhledově nejpřitažlivějším bylo zvoleno malinové acidofilní mléko, chuťově nejvýraznějším bylo mléko broskvové, což se projevilo také v celkovém hodnocení, kde na pomyslném stupni vítězů skončily oba zmíněné typy výrobků. Z hlediska konzistence nebyl mezi výrobky shledán rozdíl. Při prvním i druhém kole hodnocení byl zaznamenán statistický rozdíl u jahodového a malinového mléka.

V případě kyšek byla ve všech aspektech lépe vyhodnocena malinová kyška. Z hlediska statistického porovnání byl jen ve druhém hodnotícím kole zaznamenán statistický rozdíl mezi kyškou malinovou a višňovou.

Kefirová mléka měla stejné příchutě jako kyšky, tedy malinu a višěň. V porovnání obou dvou výrobků byla opět lépe vyhodnocena příchut' malinová. Pouze konzistenci měli oba dva výrobky srovnatelnou. V obou dvou kolech statistického vyhodnocení byl u výrobků zaznamenán statistický rozdíl.

Z hlediska celkového posouzení lze říci, že posouzení chuti a vůně se více liší při hodnocení většího množství výrobků a vždy záleží na individuálním přístupu hodnotitele. Konzistence byla ve všech případech posuzována téměř bez významnějších rozdílů u všech druhů fermentovaných výrobků.

Výsledky senzoričského hodnocení lze shrnout takto: žádná z příchutí hodnocených fermentovaných mléčných výrobků nebyla shledána významně chutnější, každý typ si tedy najde svého spotřebitele a to je také důvod, proč se různé firmy předhánějí v nabídce širokého spektra různých typů co možná nejatraktivnějších příchutí.

Hodnotitelům nejvíce vyhovovaly jogurty a jogurtová mléka, zatímco kefirová mléka a kyšky nespĺnila jejich očekávání. Je to možná tím, že na tyto typy výrobků není český spotřebitel příliš zvyklý a preferuje klasické jogurty.

Pro stanovení aromatických látek v mléčných výrobcích byla použita metoda SPME, k následné identifikaci a kvantifikaci poté sloužila plynová chromatografie. Aromaticky aktivní látky ovlivňují především vůni a chuť (chutnost) kysaných mléčných výrobků.

Ve všech 5 druzích fermentovaných výrobků byly identifikovány následující sloučeniny:

- kyseliny: kys. kaprylová, kys. máselná a kys. mléčná
- aldehydy: acetaldehyd, benzaldehyd
- ketony: acetoin, aceton
- alkoholy: benzylalkohol, etanol a terciální butanol
- estery: ethylacetát a ethylbutyrát

Hexan-1-ol a metylisobutylketon se vyskytoval také v hojném množství u všech typů výrobků kromě kefirových mlék, stejně tak heptaldehyd, který nebyl přítomen pouze v kyškách a propylacetát, který nebyl nalezen v jogurtech společnosti Ekomilk.

Charakteristickou vůni a chuť jogurtovým mlékům dodávají kromě výše uvedených látek také ve větší míře zastoupený diacetyl, kyselina isomáselná a kyselina kaprinová.

Při porovnání jogurtů společnosti Ekomilk a Kunín bylo zjištěno, že jogurty vyráběné v mlékárně Ekomilk obsahují podstatně více aromatických látek. Sloučeniny jako je

isoamylalkohol, isobutanol, isopropanol, isovaleraldehyd a metylpropylketon zásadním způsobem ovlivňují charakteristické aroma těchto výrobků. Na druhou stranu jogurty firmy Kunín obsahují propylacetát, jež se ve výrobcích společnosti Ekomilk nevyskytuje. V obou jogurtech značky Ekomilk je hojně obsažen butanol. Ta samá látka se v jogurtech značky Kunín vyskytuje sporadicky, a to jen u některých výrobků.

U acidofilních mlék byl nalezen jakožto u jediného druhu výrobku kapronaldehyd spolu s fenylacetaldehydem. Charakteristické aroma kromě výše uvedených látek dodává acidofilním mlékům také nonan-2-on, propylacetát a butylacetát.

Kefírová mléka obsahují kromě výše uvedených látek také kyselinu octovou. Ta byla konkrétně nalezena v kefírovém mléce s příchutí malina.

Odlišnými aromatickými látkami obsaženými v kyškách jsou fenylethanol a oktan-2-ol, zbývající složky jsou zastoupeny také u ostatních mléčných výrobků.

Je tedy patrné, že aromatický profil různých příchutí a různých typů výrobků se liší, což může být způsobeno rozdílnou technologií výroby, použitou kyselou kulturou a především typem použité příchutě.

## 6. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ:

- [1] PETR P.: *Nutraceutika – vybrané kapitoly z nutraceutické teorie a praxe*. 1.vyd. v Českých Budějovicích: Vysoká škola evropských a regionálních studií, 2006, 47 s. ISBN 80 – 86708 – 17 - 9
- [2] BURDYCHOVÁ R., VOLNÁ L., ŠULCEROVÁ H.: *Využití probiotického kmene Enterococcus faecium CCDM 922 pro výrobu kysaných mléčných výrobků*. vyd. v Brně: MZLU, 2001
- [3] VELÍŠEK J.: *Chemie potravin 2*. 2. vyd. Tábor: Osis, 2002, 320s. ISBN 80 – 86- 65- 59- 01-1
- [4] FORMAN L. a kolektiv: *Mlékárenská technologie II*. vyd. v Praze: VŠCHT, 1996, 228 s. ISBN 80 – 7080 – 250 - 2
- [5] PAVELKA A.: *Mléčné výrobky pro naše zdraví*. vyd. v Brně: nakladatelství Litera, 1996, 105 s. ISBN 80 – 85763 – 09 - 5
- [6] HYLMAR B.: *Výroba kysaných mléčných výrobků*. vyd. v Praze: SNTL - nakladatelství technické literatury, 1986, 210 s.
- [7] TEPLÝ M., HYLMAR B., KALINA Č., RUMLOVÁ V.: *Kefír, jogurt, acidofilní a jiné kyselky*. vyd. v Praze: SNTL – nakladatelství technické literatury, 1968, 188 s.
- [8] KADLEC P. a kolektiv: *Technologie potravin*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2002, 236 s. ISBN 80-7080-510-2
- [9] KRAJČOVÁ J.: *Zbožiznalství*. 3.vyd. Praha: VŠ hotelová, 2005, 251 s. ISBN 80-86578 – 51-8
- [10] BŘEZINA P., KOMÁR A., HRABĚ J.: *Technologie, zbožiznalství a hygiena potravin II. část*. vyd. ve Vyškově: VVŠ PV, 2001, 177 s. ISBN 80-7231-079-8
- [11] ODSTRČIL J., ODSTRČILOVÁ M.: *Chemie potravin*. 1. vyd. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotních oborů, 2006, 164 s. ISBN 80-7013-435-6
- [12] FOX P. F., McSweeney P. L. H.: *Dairy chemistry and biochemistry*. 1. vyd. v Londýně, UK: Blackie academic, 1998, 478 s. ISBN 0 – 412 – 72000 – 0
- [13] BOHAČENKO I., PINKROVÁ J., PEROUTKOVÁ J., ROUBAL P.: *Fermentace laktosy, laktulose a jejich směsí*. Poslední úprava 15. 4. 2006. Dostupné z: <http://www.vupp.cz/czvupp/publik/07poster/07BohacenkoSD4.pdf>
- [14] GAJDŮŠEK S.: *Laktologie*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003, 84 s. ISBN 80 – 7157 – 657 – 3
- [15] KADLEC P.: *Procesy potravinářských a biochemických výrob*. 1. vyd. v Praze: VŠCHT, 2003, 308 s. ISBN 80 – 7080 – 527 – 7
- [16] Česká republika. Česká technická norma: *Kysané mléčné výrobky - Společná ustanovení*. In č. 22/1997 Sb. 2000, ČSN 57 0645, s. 1 – 6
- [17] HUI Y. H.: *Handbook of food products manufacturing – Health, meat, milk, poultry, seafood and vegetables*. vyd. v USA, 2007, 745 s. ISBN 978 – 0 – 470 – 12525 – 0
- [18] SMIT G.: *Dairy processing*. 1. vyd. Cambridge, England: Woodhead publishing, 2003, 546 s. ISBN 1 – 85573 – 676 – 4
- [19] DAVÍDEK J., VELÍŠEK J., POKORNÝ J.: *Chemical changes during food processing*. vyd. v Československu: Avicem Medical Press, 1990, 447 s. ISBN 0-444-98845-9
- [20] HRABĚ J., BŘEZINA P., VALÁŠEK P.: *Technologie výroby potravin živočišného původu – bakalářský směr*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati. 2006, 180 s. ISBN 80 – 7318 – 405 – 2

- [21] HUTKINS R.W., *Mikrobiology and technology of fermented foods*. 1. vyd. v Oxford, UK: Blackwell publishing, 2006, 473 s. ISBN 0-8138 – 0018 - 8
- [22] TAMINE A.Y., *Structure of dairy products*. vyd. v Oxford, UK: Blackwell publishing, 2007, ISBN 978 – 1- 4051 – 2975
- [23] GAJDŮŠEK S.: *Mlékařství II*. 1. vyd. v Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1998, 142 s. ISBN 80-7157-342-6
- [24] WALSTRA P., WOUTERS J.T., GEURTS T.J.: *Dairy science and technology*. 2. vyd. v Anglii: Taylor and Francis group, 2006, 782 s. ISBN 0 – 8247 – 2763 – 0
- [25] Česká republika. Česká potravinářská legislativa: Soubor právních předpisů ve znění změnových předpisů . In *Vyhláška č. 77/2003 Sb. . 2002*, Praha, s. 1-25
- [26] BABIČKA L., KOUŘIMSKÁ L., DRAGOUNOVÁ H.: *Praktikum pro faremní zpracovatele mléka: (seminář pro praxi). Část B: Kysané mléčné výrobky*. 1.vyd. v Praze: Česká zemědělská univerzita, 2005, 32 s., ISBN 80 – 213 - 1305
- [27] KADLEC P. a kolektiv: *Technologie potravin II*. 1. vyd. v Praze: VŠCHT, 2007, 236 s., ISBN 80 – 7080 – 510 - 2
- [28] DRAGOUNOVÁ H.: *Hodnocení jakosti mléka a mlékárenských výrobků*. 1. vyd. v Praze: Česká zemědělská univerzita, 2003, 60 s. ISBN 80 – 213 – 1029 – 4
- [29] TAMINE A.Y.: *Probiotics dairy products*. 1. vyd. Oxford, UK: Blackwell publishing, 2005, 216 s. ISBN 1 – 4051 – 2124 – 6
- [30] KOMÁR A.: *Technologie, zbožiznalství a hygiena potravin I. část – Potravinářská legislativa a systém jakosti*. 1. vyd. v Brně: Univerzita obrany, 2007, 108 s. ISBN 978 – 80 – 7231 – 257 – 3
- [31] HÁLKOVÁ J., RUMÍŠKOVÁ M., RIEGLOVÁ J.: *Analýza potravin*. 2. vydání v Újezdu u Brna: RNDr. Ivan Straka, 2001, 101 s. ISBN 80 – 86494 – 02 – 0
- [32] HUI Y. H.: *Handbook of food products manufacturing*. 1. vyd. v New Jersey, Kanada: John Wiley and sons, 2007, 1131 s. ISBN 978 – 0 – 470 – 12524 – 3
- [33] FOX P. F., Mc SWEENEY P. L. H.: *Dairy chemistry and biochemistry*. 1. vyd. v Londýně: Blackie academic, 1998, 478 s. ISBN 0 – 412 – 72000 - 0
- [34] Katalog firmy Sigma – Aldrich: *Mikroextrakce na tuhou fázi – teorie a optimalizace podmínek*. Dostupné z [http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:mfxWXoR316YJ:www.sigmaaldrich.com/etc/medialib/docs/Sigma-Aldrich/General\\_Information/11.pdf+mikroextrakce+tuhou+f](http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:mfxWXoR316YJ:www.sigmaaldrich.com/etc/medialib/docs/Sigma-Aldrich/General_Information/11.pdf+mikroextrakce+tuhou+f)
- [35] MARSILI R.: *Techniques for analysing food aroma*. 1.vyd. v New Yorku, USA: Marcel Dekker, 1997, 383 s.
- [36] PAWLISZYN J.: *Solid phase microextraction – theory and practise*. Wiley – VCH, 1997, 247 s. ISBN 0 – 471 – 19034 – 9
- [37] PAWLISZYN J., PAWLISZYN B., PAWLISZYN M.: *Solid phase microextraction*. Journal - The chemical educator, 2005, str. 1-7, Dostupné z <http://www.springerlink.com/content/h72xx3624q122085/>
- [38] HOLADOVÁ K.: *Aplikační možnosti SPME při analýze potravin a prostředí*. Sborník příspěvků ze XIV. semináře s mezinárodní účastí – Kontaminanty a další rizikové látky v potravinách a ekosystémech, 2001, 109s.
- [39] KEENE S.: *SPME*. 30.6.2009, dostupné na: [mtsu32.mtsu.edu:11233/SPME-Samantha-CHEM6200.ppt](http://mtsu32.mtsu.edu:11233/SPME-Samantha-CHEM6200.ppt)
- [40] CHURÁČEK J. a kol.: *Analytická separace látek*. 1. vyd. v Praze: SNTL, 1990, 384 s. ISBN 80 – 03 – 00569 - 8

- [41] VOLKA K. a kolektiv: *Analytická chemie II.* vyd. v Praze: VŠCHT, 1995, 236 s. ISBN 80 – 7080 – 227 – 8
- [42] RIDDELOVÁ K.: *Plynová chromatografie.* VŠCHT Praha. Str. 1-11, dostupné z: [www.vscht.cz/ktk/www\\_324/lab/texty/gc/GC.pdf](http://www.vscht.cz/ktk/www_324/lab/texty/gc/GC.pdf)
- [43] CONDURSO C., VERZERA A., ROMEO V., ZIINO M., CONTE F.: Solid-phase microextraction and gas chromatography mass spectrometry analysis of dairy product volatiles for the determination of shelflife. *International dairy journal.* 2008, 18, pp. 819 - 825
- [44] MOUNCHILIA A., WICHTELA J. J., BOSSET J.O., DOHOO I.R., IMHOF M., ALTIERI D., MALLIA S., STRYHN H. : HS-SPME gas chromatographic characterization of volatile compounds in milk tainted with off-flavour. *International dairy journal.* 2005, pp. 1203 - 1215
- [45] POKORNÝ J., VALENTOVÁ H., PUDIL FR.: *Senzorická analýza potravin – laboratorní cvičení.* 1.vyd. v Praze: VŠCHT, 1997, 60 s. ISBN 80 – 7080 – 278 - 2
- [46] INGR I., POKORNÝ J., VALENTOVÁ H.: *Senzorická analýza potravin.* 1. vyd. v Brně: MZLU, 1997, 201 s.
- [47] INGR J., VALENTOVÁ H., PANOVSÁ Z.: *Senzorická analýza potravin.* 1.vyd. v Praze: VŠCHT, 1998, 95 s., ISBN 80 – 7080 – 329 - 0
- [48] KUBÁŇ V., KUBÁŇ P.: *Analýza potravin.* 1. vyd. v Brně: MZLU, 2007, 203 s. ISBN 978 – 80 – 7375 – 036 - 7
- [49] SEO H. – S., LEE Y., YOON N.- R., SONG J.M., SHIN J.M., LEE S.-Y., HWANG I.: Impacts of sensory attributes and emotional responses on the hedonic ratings of odors in dairy products. *Journal – Appetite.* 2009, pp. 50 - 55
- [50] POHJANHEIMO T., SANDELL M.: Explaining the liking for drinking yoghurt: The role of sensory quality, food choice motives, health concern and product information. *International Dairy Journal,* 2009, pp. 459–466
- [51] BARRANTES E., TAMIME A. Y., SWORD A. M., MUI D. D., KALKB M.: The Manufacture of Set-type Natural Yoghurt Containing Different Oils - 1. compositional Quality, Microbiological Evaluation and Sensory Properties. *International Dairy Journal,* 1996, pp. 81 1-826
- [52] JIMENEZ M., GARCIA H. S., BERISTAIN C. I.: Sensory evaluation of dairy products supplemented with microencapsulated conjugated linoleic acid (CLA). *Science direct,* 2008, pp. 1047 - 1052
- [53] IRIGOYEN A., ARANA I., CASTIELLA M., TORRE P., IBANÉZ F.C.: Microbiological, physicochemical, and sensory characteristics of kefir during storage. *Food Chemistry,* 2005, pp. 613–620
- [54] HEKAT S., REID G.: Sensory properties of probiotic yogurt is comparable to standard jogurt. *Nutrition Research,* 2006, pp. 163– 166
- [55] SINGH G., MUTHUKUMARAPPAN K.: Influence of calcium fortification on sensory, physical and rheological characteristics of fruit jogurt. *LWT,* 2008, pp. 1145–1152
- [56] HENDL J.: *Přehled statistických metod zpracování dat: analýza a metaanalýza dat.* 2.vyd. v Praze: Portál, 2006, 583 s., ISBN 80-7367-123-9
- [57] MALINA L.: *Vliv aromatických látek na chutnost ovocných jogurtů.* Diplomová práce. Brno: VUT, Fakulta chemická, 2008, 81 s.

## 7. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AMF	bezvodý mléčný tuk
ANOVA	statistický program
BMK	bakterie mléčného kysání
ČMK	čisté mlékařské kultury
DVI	kultura sloužící k výrobě kefíru
FID	plamenově ionizační detektor
GC	plynová chromatografie
ISO	mezinárodní norma
MINITAB	statistický program
SPME	mikroextrakce na tuhé fázi
SH	Soxhlet-Henkelovy stupně
UHT	technologie výroby mléka

## **8. SEZNAM PŘÍLOH**

- Příloha 1      Dotazník pro senzorické hodnocení kysaných mléčných výrobků
- Příloha 2      Chromatogram aromatických látek smetanového jogurtu broskev
- Příloha 3      Chromatogram aromatických látek jogurtového mléka jablko-máta
- Příloha 4      Chromatogram aromatických látek smetanového jogurtu oříšek
- Příloha 5      Chromatogram aromatických látek acidofilního mléka malina
- Příloha 6      Chromatogram aromatických látek kefirového mléka višeň
- Příloha 7      Chromatogram aromatických látek kyšky višeň

## DOTAZNÍK PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ KYSANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ

Vážení hodnotitelé,

před sebou máte dotazník složený ze dvou samostatných částí. První část představuje otázky týkající se mléčných výrobků, druhá část je zaměřena na samotné vyhodnocení Vám předložených vzorků.

Odpovězte, prosím, na otázky níže uvedené a zhodnoťte předložené vzorky jogurtů a jogurtových nápojů.

Výsledky tohoto dotazníku budou sloužit jako poklad mé diplomové práce.

Děkuji Vám za spolupráci a přeji dobrou chuť.

Hodnotitel:

Datum:

Čas:

Hodnotitel: Věk:

Pohlaví: M F

Kuřák: Ano Ne

### I. část:

1. Jaké je vaše stanovisko před ochutnáním:

- a) kysané mléčné výrobky mám velmi rád/a
- b) kysané mléčné výrobky nemám příliš rád/a, ale jím je
- c) kysané mléčné výrobky nemám vůbec rád/a

2. Jak často konzumujete mléčné výrobky:

- a) denně
- b) několikrát týdně
- c) několikrát měsíčně
- d) téměř vůbec
- e) nikdy

3. Jakému typu kysaného mléčného výrobku dáváte přednost:

- a) jogurt
- b) jogurtové mléko
- c) kefir
- d) acidofilní mléko
- e) zakysaná smetana
- f) jiné, uveďte prosím.....

4. Co hraje nejdůležitější roli při koupi mléčného výrobku

- a) cena
- b) výrobce
- c) obal
- d) reklama
- e) jiný důvod, uveďte prosím...

5. Upřednostňujete výrobky se sníženým obsahem tuku?
- a) ano, preferuji je
  - b) ne, upřednostňuji spíše smetanové výrobky
  - c) jiná volba, uveďte prosím.....
6. Jakou příchuť kysaného mléčného výrobku upřednostňujete:
- a) klasickou, tj. bez příchuti
  - b) ovocnou, uveďte, prosím konkrétně .....
  - c) neupřednostňuji žádnou z příchutí
7. Kterému výrobcí dáváte přednost:
- a) Danone
  - b) Kunín
  - c) Yoplait
  - d) Müller
  - e) Madeta
  - f) Olma
  - g) jiný, uveďte prosím.....

## II. část:

Zhodnoťte, prosím, předložené vzorky v následujících znacích: vzhled, barva, vůně, chuť a konzistence. Své hodnocení zapište do přiložené tabulky.

### **Vzhled a barva**

*Výborná* – barva výrazná, stejnorodá, s charakteristickým odstínem po použité přísadě

*Velmi dobrá* – barva méně sytá, s charakteristickým odstínem po použité přísadě, méně stejnorodá než u jakosti výborné

*Dobrá* – drobné odchylky od deklarovaného vzhledu a barvy, barva méně výrazná, ale s charakteristickým odstínem po použité přísadě

*Méně dobrá* – barva méně výrazná, nestejnorodá, ale odpovídající surovině a přidaným přísadám

*Nevyhovující* – barva méně skvrnitá, neodpovídající surovině ani přidaným přísadám, nečistá

### **Chuť a vůně**

*Výborná* – jemná, charakteristická po použitých přísadách

*Velmi dobrá* – jemná, charakteristická po použitých přísadách, méně výrazná než u jakosti výborné

*Dobrá* – chuť a vůně nevýrazná nebo příliš výrazná po použitých přísadách, bez cizích příchutí

*Méně dobrá* – chuť a vůně méně příjemná, mírně kvasničná nebo slabě zatuchlá

*Nevyhovující* – nečistá, zatuchlá, hořká, s cizími příchutěmi

### **Konzistence**

*Výborná* – jemná, plastická, stejnorodá, lehce roztíratelná, přísady rovnoměrně rozptýlené

*Velmi dobrá* – jemná, plastická, stejnorodá, hůře roztíratelná, přísady méně rovnoměrně rozptýlené

*Dobrá* – mírně mazlavá, špatně roztíratelná, stejnorodá

*Méně dobrá* – mazlavá, hrudkovitá, nestejnorodá

*Nevyhovující* – mazlavá, nestejnorodá

### **Celkové hodnocení**

*Výborný* – chuť a vůně musí mít hodnocení výborný, ve všech ostatních ukazatelích ne hůře než velmi dobrý

*Velmi dobrý* – chuť a vůně musí mít hodnocení ne horší než velmi dobrý, ve všech ostatních ukazatelích ne hůře než dobrý

*Dobrý* – chuť a vůně musí mít hodnocení ne horší než dobrý, ve všech ostatních ukazatelích ne hůře než méně dobrý

*Méně dobrý* – všechny ukazatele musí mít hodnocení ne hůře než méně dobrý

*Nevyhovující* – jakýkoliv ukazatel byl hodnocen jako nevyhovující

### Tabulka senzorického hodnocení jogurtů a kyšek

	Jogurty					Kyšky	
Kód vzorku							
Vzhled a barva							
Chuť a vůně							
Konzistence							
Celkové hodnocení							

### Tabulka senzorického hodnocení acidofilních a kefirových mlék

	Acidofilní mléka					Kefirová mléka	
Kód vzorku							
Vzhled a barva							
Chuť a vůně							
Konzistence							
Celkové hodnocení							

### Pořadový test

Seřaďte, prosím, vzorky jogurtů a acidofilních mlék od nejchutnějšího k nejméně přijatelnému (která chuť a proč Vám nejvíce chutná запиšte, prosím do tabulky).

#### I. Jogurty

Číslo	Kód vzorku	Poznámka
1.		nejlepší
2.		
3.		
4.		
5.		nejhorší

#### II. Acidofilní mléka

Číslo	Kód vzorku	Poznámka
1.		nejlepší
2.		
3.		
4.		
5.		nejhorší

### Tabulka senzoričkého hodnocení jogurtů

	Jogurty	
Kód vzorku		
Vzhled		
Chuť a vůně		
Konzistence		
Celkové hodnocení		

### Tabulka senzoričkého hodnocení jogurtových mlék

	Jogurtové nápoje		
Kód vzorku			
Vzhled			
Chuť a vůně			
Konzistence			
Celkové hodnocení			

### Pořadový test

Seřaďte, prosím, vzorky jogurtů a acidofilních mlék od nejchutnějšího k nejméně přijatelnému (která chuť a proč Vám nejvíce chutná запиšte, prosím do tabulky).

#### I. Jogurty

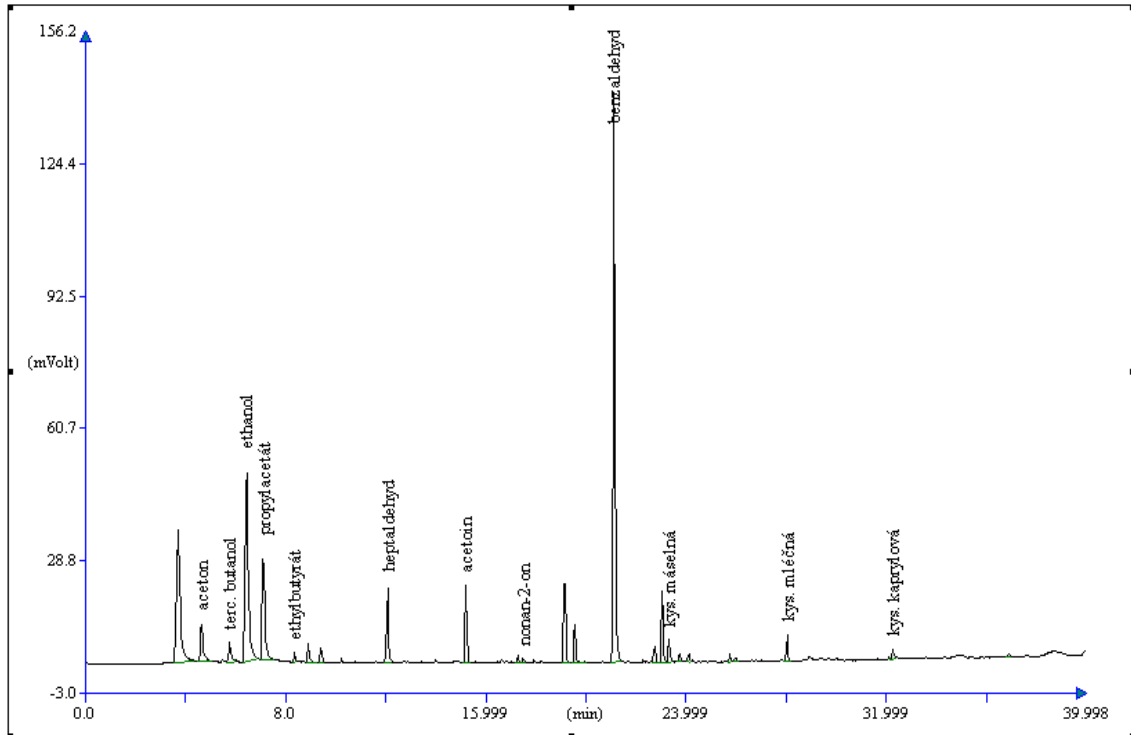
Číslo	Kód vzorku	Poznámka
1.		nejlepší
2.		

#### II. Jogurtové nápoje

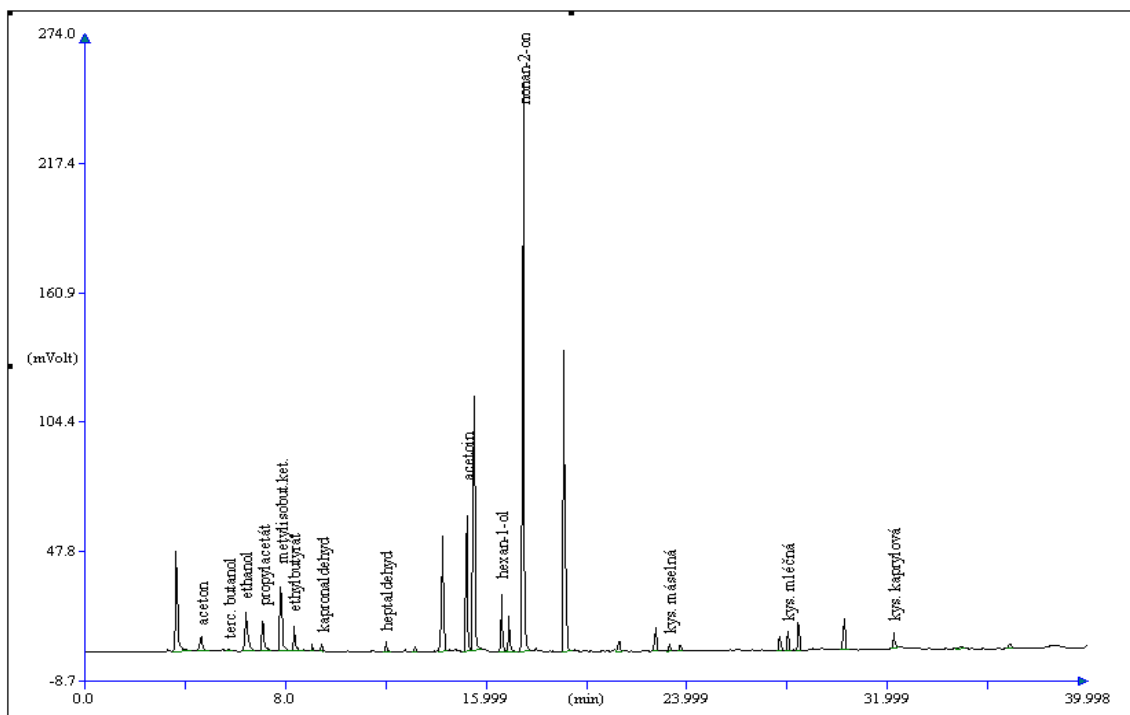
Číslo	Kód vzorku	Poznámka
1.		nejlepší
2.		
3.		nejhorší



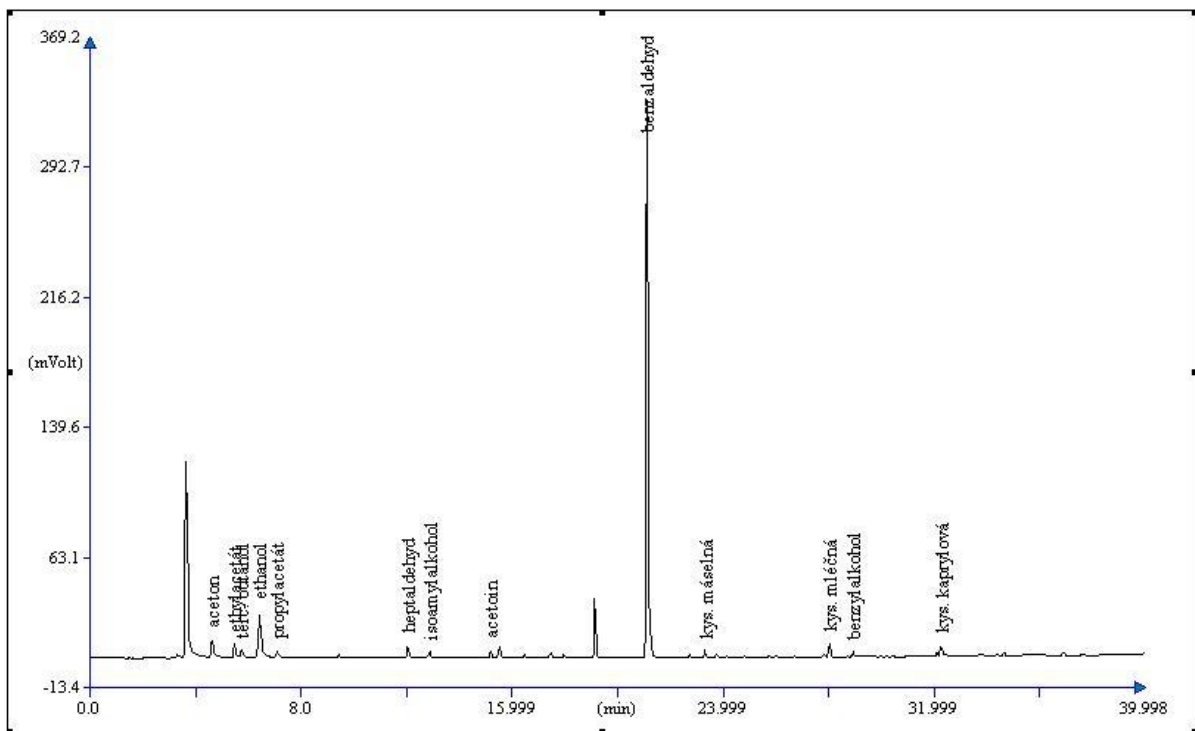
Příloha 4 Chromatogram aromatických látek smetanového jogurtu oříšek



Příloha 5 Chromatogram aromatických látek acidofilního mléka malina



Příloha 6 Chromatogram aromatických látek keřirového mléka višň



Příloha 7 Chromatogram aromatických látek kyselky višň

