

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

CHARAKTERIZACE ANALOGŮ TAVENÝCH SÝRŮ

CHARACTERISATION OF PROCESSED CHEESE ANALOGUES

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. LENKA CHLEBCOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. EVA VÍTOVÁ, Ph.D.

BRNO 2013



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

Zadání diplomové práce

Číslo diplomové práce:	FCH-DIP0741/2012	Akademický rok: 2012/2013
Ústav:	Ústav chemie potravin a biotechnologií	
Student(ka):	Bc. Lenka Chlebcová	
Studijní program:	Chemie a technologie potravin (N2901)	
Studijní obor:	Potravinářská chemie a biotechnologie (2901T010)	
Vedoucí práce	Ing. Eva Vítová, Ph.D.	
Konzultanti:	Ing. Kateřina Sůkalová	

Název diplomové práce:

Charakterizace analogů tavených sýrů

Zadání diplomové práce:

- Zpracujte literární přehled dané problematiky:
 - složení a vlastnosti sýrových analogů
 - technologie výroby
 - přehled metod vhodných pro sensorické hodnocení chutnosti sýrů
 - přehled metod vhodných pro analytické hodnocení chutnosti
- Pomocí metody SPME-GC identifikujte a kvantifikujte aromatické látky ve vzorcích sýrových analogů
- Pomocí vybraných sensorických metod zhodnoťte chutnost sýrových analogů
- Srovnejte aromatické profily a chutnost jednotlivých vzorků

Termín odevzdání diplomové práce: 3.5.2013

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

Bc. Lenka Chlebcová
Student(ka)

Ing. Eva Vítová, Ph.D.
Vedoucí práce

doc. Ing. Jiřina Omelková, CSc.
Ředitel ústavu

V Brně, dne 31.1.2013

prof. Ing. Jaromír Havlica, DrSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Táto diplomová práca sa zaoberá témou syrových analógov, ich charakterizáciou a kvalitatívnou a kvantitatívnou analýzou vzoriek tavených syrových analógov pre určenie chuťovo a aromaticky aktívnych látok.

V úvode práce je teoreticky spracovaný celkový charakter analógov tavených syrov. Ich využitie, príčiny výroby, zavedenia na trh, technologický postup výroby, mikroštruktúra a zároveň porovnanie s klasickými tavenými syrmi.

V analyzovaných syrových analógoch boli použité rôzne druhy pridaných tukov a preto bola rozpracovaná problematika bežne používaných surovín pre ich výrobu, ich fyzikálno-chemické a senzorické vlastnosti. Konkrétne sa jedná o maslový tuk, mliečny tuk, kokosový tuk, palmový tuk a zmesný olej. Vzorky používané pre praktickú časť diplomovej práce boli vyrobené na Univerzite Tomáša Bati v Zlíne.

V experimentálnej časti boli odobrané vzorky z jednotlivých syrových analógov a pomocou SPME-GC analýzy bol zistený profil aromatických látok. Celkom sa ich podarilo stanoviť 34.

Získané výsledky boli vyhodnotené a porovnávané, pričom bol kladený dôraz na vplyv skladovania, použitie rôznych tukov, rôznej zrelosti Eidamskej tehly na obsah prítomných aromaticky aktívnych látok a celkovú senzorickú kvalitu analógov.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Syrové analógy, SPME, GC, chuťnosť

ABSTRACT

This diploma thesis deals with the topic of cheese analogues, their characterization and qualitative and quantitative analysis of processed cheese analogues for determination of the taste and aroma active compounds.

The overall character of processed cheese analogues is theoretically compiled in the introductory part. Their utilization, causes of the production, market introduction, technological production process and microstructure, including their comparison with classical processed cheese are given here.

Various kinds of fats were used for production of analyzed cheese analogues, therefore commonly used ingredients for their production, their physical-chemical and sensory properties have been described. Specifically butterfat, milk fat, coconut fat, palm fat and mixed oil. Samples used for the practical part of the diploma thesis were made at Tomas Bata University in Zlín.

In the experimental part the profile of aroma compounds in individual cheese analogue samples was assessed by SPME-GC analysis. In total 34 compounds were identified.

The results were evaluated and compared, with emphasis put on the influence of storage, different fats, different maturity of Edam cheese on the content of aroma active compounds and on overall sensory quality of the analogues.

KEY WORDS

Cheese analogues, SPME, GC, flavour

CITÁCIA

CHLEBCOVÁ, L. *Charakterizace analogů tavených sýrů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2013. 110 s. Vedúca diplomovej práce Ing. Eva Vítová, Ph.D.

PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že som diplomovú prácu vypracovala samostatne a že som všetky použité literárne zdroje správne a úplne citovala. Diplomová práca je z hľadiska obsahu majetkom Fakulty chemické VUT v Brne a môže byť využitá ku komerčným účelom len so súhlasom vedúceho diplomovej práce a dekana FCH VUT.

.....
podpis študenta

POĎAKOVANIE

Touto cestou by som chcela poďakovať predovšetkým svojej vedúcej diplomovej práce Ing. Eve Vítovej, Ph.D. za odborné vedenie, konzultácie, rady a pripomienky, ktoré mi poskytla v priebehu riešenia problematiky.

OBSAH

1	Úvod	- 11 -
2	Teoretická časť	- 12 -
2.1	Charakteristika tavených syrov	- 12 -
2.1.1	Historické pozadie	- 12 -
2.1.2	Delenie syrov a ich zložky	- 13 -
2.1.3	Technológia výroby tavených syrov	- 14 -
2.2	Charakteristika syrových analógov	- 17 -
2.2.1	Význam tavených syrových analógov a dôvody ich zavádzania	- 17 -
2.2.2	Delenie tavených syrových analógov	- 18 -
2.2.3	Chemické zloženie	- 18 -
2.2.4	Senzorické vlastnosti tavených syrových analógov	- 21 -
2.2.5	Fyzikálne - chemické vlastnosti	- 22 -
2.2.6	Technológia výroby tavených syrových analógov	- 24 -
2.2.7	Legislatíva – označovanie tavených syrových analógov	- 27 -
2.3	Porovnanie tavených syrov a tavených syrových analógov	- 27 -
2.4	Metódy používané na izoláciu aromaticky aktívnych látok	- 28 -
2.4.1	Mikroextrakcia pevnou fázou – SPME – solid phase microextraction	- 28 -
2.4.2	Extrakcia rozpúšťadlom – SE – solvent extraction	- 28 -
2.4.3	Extrakcia superkritickou kvapalinou – SFE – supercritical fluid extraction.	- 28 -
2.4.4	Simultánna destilácia a extrakcia – SDE – simultaneous distillation-extraction ..	- 29 -
2.4.5	Dynamická headspace	- 29 -
2.5	Metódy vhodné pre analytické hodnotenie chutnosti	- 29 -
2.5.1	Plynová chromatografia – GC – gas chromatography	- 29 -
2.5.2	Plynová chromatografia s hmotnostnou detekciou – GC-MS – gas chromatography-mas spectrometry	- 30 -
2.5.3	Plynová chromatografia s olfaktometriou – GC-O – gas chromatography-olfactometry	- 31 -
2.5.4	Vysokoučinná kvapalinová chromatografia –HPLC – high performance liquid chromatography	- 31 -
2.5.5	Kapilárna zónová elektroforéza – CZE – capillary zone electrophoresis	- 32 -
2.5.6	Elektronický nos	- 32 -
2.6	Metódy vhodné pre senzorické hodnotenie chutnosti	- 33 -

2.6.1	Preferenčné metódy	- 33 -
2.6.2	Stupnicové metódy	- 33 -
2.6.3	Profilové metódy	- 33 -
2.6.4	Popisné metódy (deskriptívne).....	- 33 -
2.6.5	Rozlišovacie metódy	- 34 -
2.6.6	Spotrebiteľské posúdenie	- 34 -
3	Experimentálna časť	- 35 -
3.1	Laboratórne vybavenie a chemikálie	- 35 -
3.1.1	Plyny.....	- 35 -
3.1.2	Prístroje	- 35 -
3.1.3	Pracovné pomôcky	- 35 -
3.1.4	Chemikálie - štandardy.....	- 35 -
3.1.5	Analyzované vzorky	- 37 -
3.2	Metóda SPME-GC	- 40 -
3.2.1	Príprava vzoriek pre inštrumentálnu analýzu	- 40 -
3.2.2	Podmienky SPME-GC analýzy	- 40 -
3.2.3	Vyhodnotenie výsledkov SPME-GC analýzy	- 40 -
3.3	Metóda senzorickej analýzy	- 42 -
3.3.1	Príprava vzoriek pre senzoricke hodnotenie	- 42 -
3.3.2	Štatistické spracovanie	- 42 -
4	Výsledky a diskusia.....	- 43 -
4.1	Stanovenie aromaticky aktívnych látok pomocou metódy SPME-GC.....	- 43 -
4.1.1	Štandardy aromatických látok	- 43 -
4.1.2	Identifikácia a kvantifikácia aromaticky aktívnych látok vo vzorkách TSA -	46 -
4.1.3	Porovnanie celkového obsahu aromaticky aktívnych látok identifikovaných vo vzorkách tavených syrových analógov.....	- 65 -
4.1.4	Porovnanie chemických skupín aromaticky aktívnych látok vo vzorkách tavených syrových analógov (tehla zrelá 8 týždňov)	- 68 -
4.1.5	Porovnanie chemických skupín aromaticky aktívnych látok vo vzorkách tavených syrových analógov (tehla zrelá 12 týždňov)	- 76 -
4.2	Hodnotenie chutnosti tavených syrových analógov	- 84 -
4.2.1	Stupnicový test	- 84 -
4.3	Porovnanie výsledkov SPME-GC a senzorickej analýzy	- 87 -
5	Záver.....	- 88 -

6	Zoznam použitých zdrojov	- 90 -
7	Zoznam použitých skratiek a symbolov	- 98 -
8	Zoznam príloh	- 99 -

1 ÚVOD

Zámerom diplomovej práce je vypracovať charakterizáciu tavených syrových analógov. Za týmto účelom bol spracovaný literárny prehľad zadanej problematiky z hľadiska zloženia a vlastností syrových analógov a technológie ich výroby.

Problematiku tejto témy spracovávam kvôli jej aktuálnosti a častému výskytu tavených (a nielen tavených) syrových analógov v dennodennej výžive človeka, pričom je nutné podotknúť, že ľudia si ani mnohokrát neuvedomujú, že konzumujú analóg taveného syru a teda sa jedná o napodobeninu klasického taveného syru. Z hľadiska výživy väčšina populácie nemá povedomie o existencii či hodnote a rozdielu medzi týmito potravinami, ich sensorická kvalita je v súčasnej dobe už veľmi dobrá, kedykoľvek nerozlíšiteľná alebo ťažko rozlíšiteľná od klasických syrov.

Experimentálna časť práce sa zaoberá stanovením sensorickej kvality tavených syrových analógov s dôrazom na chuťnosť (flavour) a s ním súvisiaci obsah tzv. aromaticky aktívnych látok. Pre stanovenie týchto látok bola použitá metóda SPME-GC, chuťnosť bola hodnotená pomocou vybraných sensorických metód.

2 TEORETICKÁ ČASŤ

2.1 Charakteristika tavených syrov

Tavené syry sú mliečne výrobky pripravené zahrievaním rozličných druhov prírodných syrov alebo zmesí syrov s rôznym stupňom zrelosti s taviacimi soľami, obvykle to sú fosforečnan sodný, polyfosfáty, citráty a/alebo ich kombinácie, pod čiastočným vákuom a za konštantného miešania, kým nevznikne kompaktná a homogénna hmota s požadovanými vlastnosťami [1,2].

Do zmesi môžu byť ešte pridané ďalšie mliečne (maslo, sušené odtučnené mlieko, sušená srvátka, kazeín, kazeináty, krémy – tavené syry, ktoré sa opäť používajú ako pojidlo neskorších dávok taveného syra, atď.) a nemliečne ingrediencie (voda, zelenina a koreniny, mäso, arómy, farbivá, soľ, hydrokoloidy, konzervačné látky, atď.). Niektoré z mliečnych a nemliečnych zložiek môžu obsahovať rôzne polysacharidy, disacharidy (najmä laktózu alebo sacharózu), a monosacharidy (glukóza, galaktóza, atď.) [3].

Vďaka mnohým faktorom, ako napr. zvýšenie svetovej populácie, globalizácia stravovacích návykov a trendov, zmena štýlu života, rast používania syru ako ingrediencie do potravín a ďalšie, bola zvýšená konzumácia syrov, čo bolo sprevádzané väčším dôrazom na zlepšenie kvality a konzistencie syrov s ohľadom na množstvo jednotlivých živín, fyzikálne vlastnosti, senzorické charakteristiky, spracovateľnosť [4].

Tavené syry patria medzi neacidické potraviny, ktoré slúžia ako vhodné prostredie pre mnoho typov mikroorganizmov, vrátane sporotvorných baktérií. Bežné tavené syry majú trvanlivosť niekoľko mesiacov v závislosti od mnohých faktorov, ako napríklad použité prísady, teplota topenia, doba expozície, materiál a baliace technológie, skladovacia teplota a ďalšie. Pre zaistenie dlhšej trvanlivosti sa aplikuje tepelná sterilizácia hermeticky uzatvorených výrobkov [2].

Tavený syr je s celou radou použití veľmi univerzálny zo všetkých mliečnych výrobkov. Dnes je možné nájsť na trhu mnoho tavených syrov a produktov z nich, v rátane plátkových formách, bochníkoch, nátierok, dipov, omáčok, so zníženým obsahom tuku a sodíku. Tavený syr je produkt, ktorý sa hodí pre moderný spôsob života a spotrebiteľské potreby, je dostupným a kvalitným výrobkom s nízkymi cenami a je vhodným pre priemysel a spotrebiteľov po celom svete [5].

2.1.1 Historické pozadie

Komerčne prvý tavený syr bol vyvinutý Walterom Garberom a Fritzom Stettlerom vo Švajčiarsku v roku 1911. V tomto procese bol prírodný Ementál nakrájaný a zahrievaný s citrátom sodným za vzniku homogénneho produktu, ktorý bol spevnený chladením. Počiatočný zámer vzniku takéhoto produktu bolo zlepšiť trvanlivosť syra v teplejšom podnebí. Nezávisle, v tom istom čase pracoval James Lewis Kraft v Spojených štátoch amerických na miešaní a ohrievaní prírodných syrov. Prvý patent, ktorý mu bol vydaný v roku 1916 popisuje topenie kúskov syru Cedar, jeho miešanie a ohrev za vzniku homogénneho teplého syru. Ten bol následne prevedený do sklenených nádob alebo plechoviek a uzatvorený. Spomínaný prvý patent nepopisuje prídavok emulgačných solí alebo pomocných látok behom spracovania. Použitie taviacich solí (fosforečnan sodný) bolo prvýkrát popísané v roku 1921 v patente udelenom Georgu Herbert Garstinovi z Cheese Phoenix Company [5].

2.1.2 Delenie syrov a ich zložky

Podľa vyhlášky 77/2003 Zb. v aktuálnom znení je nižšie uvedená tabuľka všeobecného členenia syrov a tabuľka zložiek iných než syry pre výrobu tavených syrov (Tabuľka 1 a Tabuľka 2).

Tabuľka 1 – Členenie syrov na druhy, skupiny a podskupiny [6]

Syr				
prírodný			tavený	srvátkový
nezrejúci	zrejúci	extra tvrdý (na strúhanie)	nízkotučný (roztierateľný)	
termizovaný	zrejúci pod mazom	tvrdý	vysoko tučný (roztierateľný)	
	zrejúci v celej hmote	polotvrdý		
	s plesňou na povrchu	polomäkký		
	s plesňou vo vnútri hmoty	mäkký		
	dvoj plesňový			
	v soľnom náleve, biely			

Tabuľka 2 – Všeobecný prehľad zložiek iných ako syry pre výrobu tavených syrov a tavených syrových výrobkov [6]

Zložka iná než syr	Tavený syr a tavený roztierateľný syr		Tavený syrový výrobok
	druhovo pomenovaný	druhovo nepomenovaný	
Maslo, maslový tuk, smotana, maslový koncentrát	len pre štandardizáciu obsahu tuku	áno	áno
Ostatné mliečne zložky	nie	áno obsah najviac 5 % hmot. laktózy vo finálnom tavenom syre	áno 51% hmot. sušiny pochádza zo syra
Jedlá soľ	áno	áno	áno
Bakteriálne kultúry	áno	áno	áno
Enzýmy *	áno	áno	áno
Cukry (sacharidy so sladiacim účinkom)	nie	nie	áno
Koreniny a sezónna zelenina	podľa druhu výrobku a v množstve, ktoré postačuje, aby dodalo konečnému výrobku charakteristickú chuť		
Ostatné zdravotne nezávadné potraviny	áno v množstve neprekračujúcom jednu šestinú celkového obsahu sušiny konečného výrobku a za predpokladu, že majú dodávať len charakteristickú chuť a že sa nejedná o cukry		áno

* - zdravotne nezávadné so špecifickými účinkami

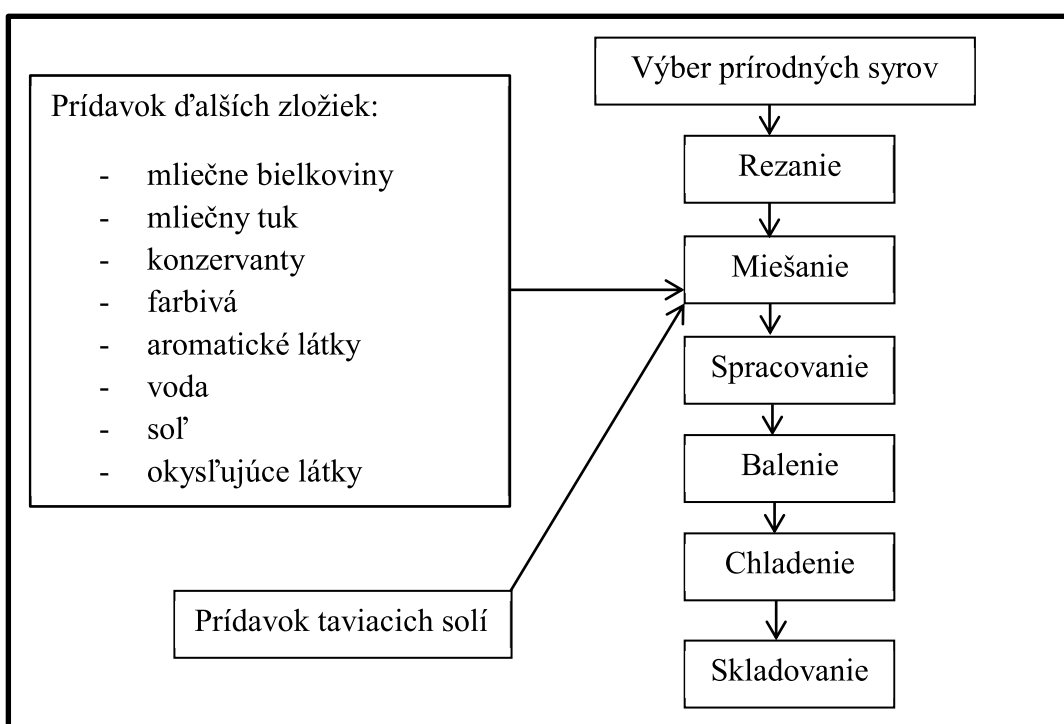
2.1.3 Technológia výroby tavených syrov

Tavené syry sa vyrábajú zahrievaním zmesi syru, vody, taviacich solí a ďalších voliteľných prísad. Výber zložiek a podmienky spracovania sa volia tak, aby boli dosiahnuté požadované vlastnosti: štruktúra, vzhľad, farba, chuť a doba skladovania za prijateľnú cenu [7].

Fáze výroby taveného syru

- suroviny
- mletie/krájanie a miešanie prírodných syrov
- prídanie emulgačných solí, vody a ďalších zložiek
- topenie (85-90 °C počas doby 3-4 minúty) za neustáleho miešania
- homogenizácia
- balenie za horúca
- chladenie
- skladovanie a expedícia [5]

Na obrázku nižšie je uvedený schematický sled jednotlivých krokov (Obrázok 1).



Obrázok 1 - Schematický vývojový sled základných krokov pri procese výroby syru [8]

Prídanie ďalších zložiek sa rozumie: voda, maslo, sušené mlieko, zelenina, koreniny, mäsité ingrediencie, príchute, farby, soľ, hydrokoloidy, konzervačné prostriedky [2].

Prídanie emulgačných solí je nevyhnutné pre úpravu prostredia tak, aby sa mohli súčasne prejavovať prirodzené emulgačné vlastnosti kazeínov. Taviace soli sú schopné viazať vápnik z kazeínovej matrice a zameniť ho za ióny sodíku, čo vedie k premene nerozpustného vápenatého parakazeinátu do viacej rozpustného sodného parakazeinátu [1].

2.1.3.1 Zmeny v tavených syroch behom doby použiteľnosti/skladovania

Pevnosť tavených syrov je ovplyvnená množstvom faktorov ako napr. zloženie syrovej zmesi, úroveň vlhkosti, druh použitých emulgačných solí, podmienky spracovania a teplota skladovania. Ve štúdiách Tamime a Younis [9], Tamime a kol. [10, 11] a Younis a kol. [12-14] boli tavené syry vyrábané z rôznych druhov syra, rôznej zrelosti. Výrobky boli chladené

počas troch dní pri teplote 5 °C a neskôr uložené na šesť mesiacov pri teplote 10 °C, 20 °C a 30 °C. Zistilo sa, že tavené syry skladované pri teplote 30 °C spája ich pevnosť, ktorá bola pričítaná pravdepodobne rozsiahlejšej hydrolyze emulgačných soli polyfosfátov. Ďalej teplota spracovania (napr. 117 °C) a teplota skladovania (23 °C) počas 24 mesiacov spôsobili zmenu farby, ktorá bola viac významná než u produktov skladovaných pri 8 °C počas rovnako dlhého obdobia. Taktiež pevnosť skladovaných tavených syrov sa zvýšila a nárast bol vyšší pri teplote 23 °C, ale poklesol v druhom roku skladovania [15]. Uvedené zmeny počas doby použiteľnosti môžu ovplyvniť požadované funkčné vlastnosti a konečné použitie funkčnosti tavených syrov, pre ktorú sú určené (tavitel'nosť, roztierateľnosť) [5].

K ďalším zmenám, ktoré môžu nastať v tavených syroch behom doby použiteľnosti, patrí vývoj kryštálov, zmeny farby a produkcia plynu [5]. Výskumníci identifikovali kryštály citrónanu vápenatého [16, 19] a terciárne komplexy kryštály citrátu vápenatého a sodného v tavených syroch [18]. Taktiež boli referované kryštály fosforečnanu sodného a vápenatého [19, 20] a vápenaté soli voľných mastných kyselín, laktózy [8] a tyrozínu [21].

I keď môžu byť tolerované určité stupne kryštálov, keď dosiahnu kryštály hraničnú veľkosť a produkujú biele škvrny, syr je znehodnotený. Kryštály tvoria aj nežiaducu „hrubú“ alebo „pieskovú“ textúru a slabé miesta v tavených syroch a preto môžu ovplyvňovať jeho kráčajateľnosť a ďalšie textúrne vlastnosti [5].

Medzi zmeny farby behom trvanlivosti tavených syrov patrí hnednutie alebo ružové sfarbenie. Vznik hnednutia môže spustiť laktóza a to najmä v syroch, ktoré obsahujú prísady obsahujúce vyššie množstvo laktózy [22, 23]. Konečné pH > 5,9 a skladovacia teplota 35 – 37 °C môže urýchliť reakciu hnednutia v tavených syroch [22, 24]. Chemické zloženie prírodného syru môže taktiež prispieť k procesu hnednutia. Na druhej strane, ružové zafarbenie, ktoré sa môže vyskytnúť v priebehu skladovania kvôli Annattu, predovšetkým alkalické extrakty z tohto farbiva [5].

K produkcii plynov môže dôjsť po niekoľkých týždňoch skladovania alebo priamo v predajni s potravinami. Tvorba plynov v tavených syroch je typická pre mikrobiálne spóry *Clostridium tyrobutyricum* a *Clostridium sporogenes*. Spóry týchto mikroorganizmov nie sú zničené v procese zahrievania počas výroby. Za priaznivých podmienok behom skladovania spóry vyklíčia a kvasia dostupné cukry, produkujú plyn, ktorý vyduje syr aj balenie. Z tohto dôvodu je povolené prídanie inhibítora na plesne/konzervantu v tavených syroch v množstve 0,2 % a menej z množstva konečného produktu [5].

Niektoré vlastnosti uskladnených tavených syrov, ako napr. tvrdosť, tepelná stabilita, prídavok krému, sa postupne menia. Tendencia týchto zmien sa zdá byť podobná zmenám spôsobeným kontinuálnym varením tavených syrov. Okrem toho niektoré vady výrobkov môžu byť spôsobené mechanickým účinkom počas spracovania alebo biologickou aktivitou reziduálnych mikroorganizmov. Tieto chyby možno pričítať prírodným syrom, použitým počas zrenia alebo prítomným v konečných výrobkoch. Celkovo kvalita syra súvisí s niekoľkými faktormi ako napr. mikrobiologická akosť mlieka, a ďalších surovín a technologické a hygienické podmienky pri výrobe syrov [5].

2.2 Charakteristika syrových analógov

Syrové analógy sú zvyčajne definované ako produkty vyrobené zmiešaním jednotlivých zložiek, vrátane tukov alebo proteínov iného ako mliečného pôvodu. V súčasnej dobe sú čím ďalej tým viac používané a to najmä pre ich nízke náklady na výrobu, jednoduchosť výroby a nahradenia vybraných mliečnych zložiek za lacnejšie rastlinné produkty [25].

Predaj syrových analógov je úzko spojený s vývojom v odvetví konzervovaných potravín a polotovarov, kde sa rozširuje ponuka a znižujú sa náklady. Okrem toho sa neustále zvyšuje záujem medzi spotrebiteľmi o potravinárske výrobky, ktoré obsahujú nižšiu hladinu celkových tukov, nasýtených mastných kyselín, cholesterolu a kalórií [25].

2.2.1 Význam tavených syrových analógov a dôvody ich zavádzania

V priebehu posledných desiatich rokov sa stala spotreba potravín s nízkym obsahom tuku trendom. Z pohľadu generálneho konsenzusu je množstvo a typ konzumovaného tuku dôležitou príčinou vzniku mnohých chronických chorôb (obezita, kardiovaskulárne choroby, rakovina). A preto nie je prekvapujúce, že konzumenti jednoduchšie dodržiavajú výživové odporúčenia týkajúce sa spotreby tuku. Výrobcovia potravín reagovali na dopyt spotrebiteľov a vznikol na trhu rapídny rast výrobkov so zdravým image. K dispozícii sú už niekoľko rokov nízko-tučné mliečne výrobky ako sú mlieko, jogurt, zmrzlina, ale aj niektoré syrové výrobky [26].

Obavy spotrebiteľov s prijímaním sodíku a nasýtených tukov vyvolali testy syrov a syrových analógov so zníženým obsahom hladiny týchto prísad. Vzhľadom k dôležitosti tuku a solí v materiálnom stave výrobku, môže pri ich znížení dôjsť k zmene vzhľadu, textúry, chuti, topiacich vlastností a ďalších atribút [25].

V nedávnej minulosti si začali spotrebiteľia stále viac uvedomovať dôležitosť prijímania a zachovania primeranej výživy. Preto sa trh snaží o rozvoj nízko kalorických potravín, avšak je lepšie vyrobiť potraviny s látkami, ktoré pomáhajú znižovať zdravotné riziká ako v prípade, kedy je živočíšny tuk zamieňaný za rastlinné tuky a oleje, aby dávali potravinám hodnoty nízkeho obsahu cholesterolu a nasýtených tukov [25].

Tavené syrové analógy ponúkajú vynikajúcu príležitosť pre nahradenie tradičného výrobku novým, ktorý predkladá rovnaké alebo lepšie nutričné a textúrne charakteristiky pomocou kazeinátov ako zdroja bielkovín a použitím polynenasýtených rastlinných tukov a olejov, pomocou ktorých sa produkujú bezcholesterolové výrobky. Zvyšuje sa prijímanie syrových analógov spotrebiteľmi a spracovateľmi potravín vďaka mnohým potenciálnym benefitom. Napríklad v Spojených štátoch amerických sú obvykle vyrábané s rovnocennou nutričnou hodnotou alebo v niektorých prípadoch s nutričnou výhodou oproti klasickým taveným syrom. Obsah vitamínov a minerálov môže byť rovnako dobrý alebo lepší než u klasických tavených syrov prostredníctvom odpovedajúceho obohatenia [25].

Potreba syrových analógov a teda úspech akéhokoľvek analógového syrového výrobku môžu byť pripísované rade faktorov:

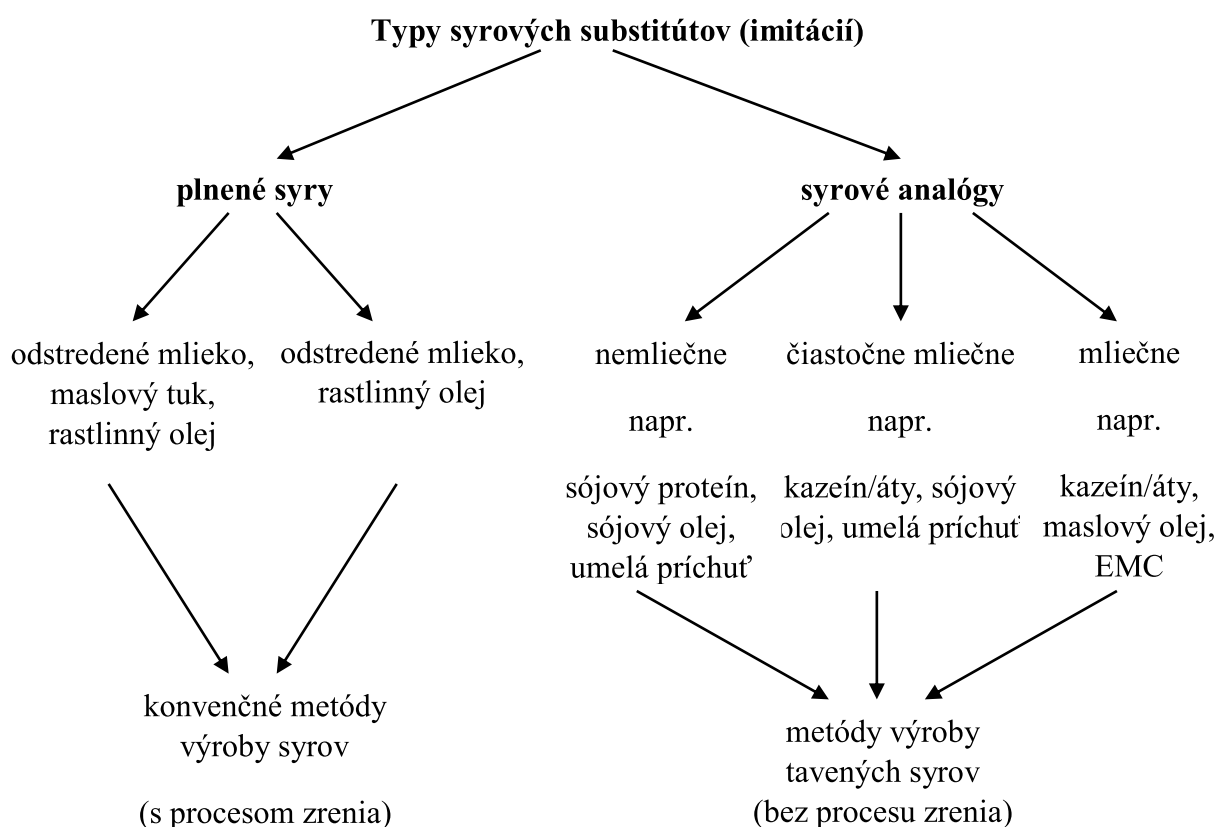
- rýchle občerstvenie a hotové konvenčné jedlá sa stali veľmi populárnymi, kde sa syr používa ako jedna z preferenčných zložiek
- prírodný syr je ekonomicky drahší než náhrady, nízke náklady na analógy sú kvôli nízkym nákladom rastlinných olejov v porovnaní s maslom, nízkym nákladom importovaného kazeínu, relatívne nízkym nákladom na výrobné zariadenia

v porovnaní s nákladmi na zariadenia používané pre výrobu prírodných syrov a absencia doby zrenia pre tieto typy výrobkov

- syrové imitácie ponúkajú pestrú škálu funkčností (napr. tekutosť, tavitelnosť, rezistenciu, kráčajnosť a ďalšie), ktoré je možné privodiť vďaka receptúram na mieru a vykazujú vysokú funkčnú stabilitu v priebehu skladovania
- substituty môžu byť navrhnuté tak, aby vyhovovali špecifickým výživovým požiadavkám prostredníctvom zmien zloženia (napr. bez laktózy, nízkokalorické, s nízkym obsahom nasýtených mastných kyselín a cholesterolu a dokonca i obohatené o vitamíny a minerálne látky) [27].

2.2.2 Delenie tavených syrových analógov

Existujú dva základné typy procesov vyrábania syrových imitácií (Obrázok 2). Prvý spôsob používa tekuté mlieko a zahŕňa obvyklé metódy výroby syru, výrobky označované ako plnené syry („filled cheese“). Druhý typ, syrové analógy, sa vyrábajú zmiešaním rôznych surovín s použitím techniky podobnej pri výrobe klasických tavených syrov [25].



Obrázok 2 – Rôzne typy náhrad syrov [25]

2.2.3 Chemické zloženie

Suroviny používané pri výrobe syrových analógov sú uvedené nižšie v prehľadnej tabuľke spolu s účinkom a príkladmi (Tabuľka 3).

Tabuľka 3 - Prísady použité pri výrobe syrových analógov [27]

Zložky	Hlavná funkcia/účink	Príklady
tuk	dáva požadované zloženie, štruktúru a tavitelnosť, maslový tuk dodáva chuť mliečneho výrobku	maslo, bezvodý mliečny tuk, natívny alebo čiastočne stužený sójový olej, kukuričný olej, olej z palmových jadier, atď.
mliečne bielkoviny	dávajú požadovanú polotvrdu štruktúru s dobrou krájamnosťou, tekutý a ťažný charakter	kazeín, kazeináty, srvátkové bielkoviny,
rastlinné bielkoviny	dávajú požadované zloženie a zníženie nákladov	sójový proteín, arašidový proteín, pšeničný lepok
škroby	náhrada kazeínu a zníženie nákladov	natívna a modifikovaná forma škrobu z kukurice, ryže, zemiakov
emulgačné soli	pomáhajú pri tvorbe fyzikálno-chemickej stability produktu, upravujú textúrne a funkčné vlastnosti	fosfát sodný, citrát sodný
hydrokoloidy - karagenan	Zvyšujú stabilitu produktu, mení textúrne a funkčné vlastnosti	guarová guma, xantanová guma, karagenan
regulátory kyslosti	Pomáhajú pri regulácii pH v konečnom produkte	organické kyseliny napr. mliečna, octová, citrónová, fosforečná
príchute a ochucovadlá	dodávajú chuť, zvýrazňujú chuť	EMC*, destilačné štartéry, extrakty z dymu, koreniny, NaCl, kvasnicové extrakty
farby	dodávajú požadovanú farbu	Annatto, paprika, umelé farbivá
konzervanty	spomaľujú rast plesní, predlžujú trvanlivosť	nizín, sorbát draselný, propionát vápenatý/sodný
mineralizované vitamínové prípravky	zlepšujú nutričnú hodnotu	oxid horečnatý, oxid zinočnatý, železo, vitamín A, palmitát, foboflavín, tiamín, kyselina listová

* EMC – enzyme modified cheese - enzýmovo modifikovaný syr

2.2.3.1 Zdroje proteínov

Hlavným zdrojom bielkovín mliečnej báze v analógoch syrárskych výrobkoch je kazeinát alebo sladký kazeín, používalo sa najmä v roztierateľných výrobkoch. Sladký kazeín je uprednostňovaný pre polotvrde blokované produkty a špeciálne pre syrové analógy, kde všeobecne poskytuje lepšie zosieťovanie a rozťažnosť než kyslý kazeín či kazeináty sodíka alebo vápnika [27].

Vápenaté kazeináty sú používané v širokej škále výroby syrových analógov. Vo vode rozpustné fosfátové skupiny sú umiestnené na jednom konci bielkoviny, zatiaľ čo druhý koniec nesie nepolárnu v tuku rozpustnú skupinu [25].

Taktiež rekonstituovaný para-kazeinát vápenatý a kyslý kazeín sa taktiež používajú ako zdroj bielkovín. Avšak sa výrazne líšia vo svojich fyzikálnych a chemických vlastnostiach. Celkom často sa používa aj zmes rôznych kazeínov a/alebo kazeinátov [25].

2.2.3.2 Substitúcia proteínov

Sú popísané rôzne postupy pre výrobu syrových analógov s malým či žiadnym obsahom proteínov. Syrové analógy pripravené z predželatinovaného alebo modifikovaného vysoko-amylózového škrobu s čiastočným nahradením kazeinátov. Imitácie syra sa vyrábajú s rôznymi úrovňami predželatinovaného kukuričného škrobu. Pričom sa úroveň rozpustnosti znižuje s rastúcim množstvom škrobu. Ďalším variantom je zmes sodného kazeinátu, sójového proteínového izolátu a kukuričného škrobu. Alebo sa používajú modifikované škroby či sójové izoláty a želatína ako kazeinátová náhrada [25].

Zvýšenie úrovne substitúcie sladkého kazeínu a obsahu celkových mliečnych bielkovín v rozmedzí od 0 - 50 % má za následok progresívne zvýšenie pevnosti a zníženie tekutosti syrových analógov. Substitučná úroveň väčšia ako 20 % celkového proteínu sa všeobecne považuje za zníženie kvality syrových analógov v porovnaní s použitím len kazeínu [27].

Škrob bol začlenený do zložiek syrových analógov predovšetkým pre nahradenie drahšieho kazeínu. Natívny kukuričný škrob sa prednostne používa komerčne, spolu so škrobom z iných zdrojov a s rôznymi typmi úprav (predželatinovaná alebo chemicky či enzymaticky modifikovaná) sa používa už menej frekventovane. Natívny škrob sa môže použiť v množstve od 2 - 4 % na nahradenie 10 - 15 % celkového kazeínu v syrovom analógu [27].

2.2.3.3 Substitúcia mliečneho tuku

V posledných rokoch je zvýšené povedomie verejnosti o nebezpečí cholesterolu v živočíšnych tukoch. A preto sa syrové imitácie, v ktorých je maslový tuk nahradený rastlinným tukom, stali populárnejšie. Rôzni výrobcovia vyvinuli hydrogenované rastlinné oleje zo sóje, arašidov, palmových jadier, bavlníku, kokosu alebo kukurice. Používanie rastlinných olejov môžu dať syru konzistenciu, ktoré mu dávajú vhodné vlastnosti pre určité aplikácie [25].

Spomedzi rôznych rastlinných zdrojov ukazujú arašidy potenciál v dôsledku prázdnej chuti arašidového oleja a svetlej farbe. Jedlé produkty získané zo sóje neboli prijaté západnými kultúrami. Rafinované sójové výrobky ako napr. sójové mlieko sú považované za menej žiaduce pokiaľ sa jedná o chuť a textúru spojené s kultivovaným podmaslím alebo smotanovými syrovými výrobkami s mletými sójovými bôbmi alebo sójovým mliekom ako substrátmi [27].

2.2.3.4 Pektínový gél

Pôsobí v tavených syrových analógoch ako prepojenie s inými prísadami a spôsobuje, že produkt je kompaktný a vzniká v ňom menej dutín. Spolu s základnými bielkovinami má účinky na mikroštruktúru, textúru, reológiu a ďalšie vlastnosti tavených polotuhých syrových analógov [26].

2.2.3.5 Emulgačné (taviace) soli

Výberom vhodnej taviacej soli, koncentrácia vápnika zosieťovaného s molekulami parakazeínu môže byť znížená na požadovanú úroveň tak, aby štruktúrne a varné charakteristiky boli „šité na mieru“ pre vyhovenie plánovanému použitiu produktu [27].

Použitie fosfátu trivápenatého ako emulgačnej soli na čiastkových úlohách okrem vo výrobe „s nízkym obsahom tuku“ z kyslého kazeínu malo za následok zníženie súdržnosti, tvrdosti a gumovitosti výsledného produktu. Žiadny nápadný rozdiel nebol medzi analógmi syrov obsahujúcich kyslý kazeín a syridlový kazeín pozorovaných pomocou elektrónového mikroskopu [25].

2.2.4 Senzorické vlastnosti tavených syrových analógov

Vznikajú aj tzv. kros-modálne („cross-modal“ – funkcia jedného zmyslu sa mení stimuláciou iným zmyslom) senzorické interakcie, ktoré dodávajú komplexnosť vnímaniu a popisu senzorického charakteru. Spotrebitelia zriedkakedy rozlišujú medzi podnetmi rôznych zmyslových modalít (ak na to nie sú vyškolení) a všeobecne popisujú integrovaný pocit ako „chuť“. Napriek tomu, faktory spôsobujúce zjavne kros-modálne senzorické interakcie nie sú vždy rovnaké a môže byť náročné im porozumieť [27].

2.2.4.1 Vzhľad

Ľudia sú veľmi vizuálne tvory a zrak dominuje pred ostatnými zmyslovými orgánmi. Zrakom vnímame tvar a textúru, veľkosť a vzdialenosť, jas, farbu a pohyb. Vzhľadové charakteristiky syru hodnotíme vizuálne, obvykle pred konzumáciou syru alebo pri jeho príprave a spracovávaní [27].

Vzhľad zahŕňa aj image na trhu, podľa Murraya a Delahuntyho [29] 200 opýtaných respondentov hodnotilo balenie syrov ako preferenčné.

Vzhľadové vlastnosti vytvárajú senzorické očakávanie alebo očakávanie, akú bude mať syr chuť a tak ako môže vizuálna dominovať nad ostatnými zmyslami, vizuálne aspekty syrov majú často silný vplyv na vnímanie iných vlastností, ktoré sú prepojené. Napríklad mnoho konzumentov sa domnieva, že farebné syry majú intenzívnejší flavour ako ich bezfarebné ekvivalenty [27].

2.2.4.2 Farba

Pozorované rozdiely vo farbe medzi produktmi pravdepodobne súvisí s používaním rastlinného tuku ako náhrady za mliečny tuk, pretože rozdiely medzi nimi majú tendenciu sa zvyšovať s nárastom podielu substituentu [30].

2.2.4.3 Chuť a flavour (aróma)

Najdôležitejšou negatívnou vlastnosťou syrových imitácií je flavour, ktorý nemôže dosiahnuť úroveň klasického syru. V praxi sa používa rada dochucovacích látok, ktoré majú flavour analógov čo najviac priblížiť odpovedajúcim typom klasických syrov [25].

Mnoho autorov hodnotí flavour v zmysle chutnosti z pohľadu konzumentov a ich požiadaviek na príjemný flavour. Iný prístup k charakteristickému flavouru môže byť monitoringom prchavých aromatických zlúčenín [31].

Aromatické zlúčeniny v syroch vznikajú vďaka trom hlavným prekursorom: lipidy, laktóza a proteíny. A všetky vznikajú pri procese zrenia syru [32].

Napriek tomu je k dispozícii veľmi málo informácií ohľadom témy aromatického zloženia rastlinných tukov a z nich vyrobených analógov. V tukoch je väčšina prchavých zlúčenín výsledkom oxidačných reakcií lipidov, niekoľko autorov študovalo auto-oxidácie a súvisiace oxidované prchavé zlúčeniny v rastlinných olejoch [31]. Villarino a kol. [33] hodnotili flavour kokosového oleja z hľadiska chutnosti.

2.2.5 Fyzikálne - chemické vlastnosti

2.2.5.1 Textúra

Tavené syrové analógy sú z hľadiska textúry univerzálne výrobky, pretože možno textúrne a funkčné vlastnosti jednoducho upraviť zmenami rady kompozičných faktorov ako aj parametrami výrobného procesu. To znamená, že textúru takýchto výrobkov je možné ľahko manipulovať tak, aby vyhovovali špecifickým potrebám zákazníkov. Na rozdiel od bežných tavených syrov, analógy predstavujú lepšiu uniformitu zloženia v rôznych dávkach a v priebehu času, čo predstavuje uspokojivý modelový systém pre výskum textúry [34].

Bolo preukázané, že v tavených syrových analógoch, obsahujúcich 4 tuky rôznych tvrdostí, úloha tuku v štruktúre závisí na fyzikálno-chemických vlastnostiach. Tvorba mnohých malých tukových kvapôčok súvisí s väčšími syrovými analógmi, tak ako sa znižuje efekt proteínovej matrice na textúru produktu v dôsledku väčšieho narušenia štruktúry [25].

Štúdia Pereira a kol. [34], v ktorej analyzujú zmyslové textúrne vlastnosti, zahrňuje 7 deskriptorov – lá mavosť, pevnosť (v stlačení, rezaní), gumovitosť, lepivosť, tvarohovitosť a mastnosť, ukazuje, že prístup hodnotenia textúry hmatom môže byť použitý k rozlišovaniu medzi analógovými syrmi s rôznymi textúrnymi vlastnosťami. Navzdory úzkemu rozsahu zistili výhodu eliminácie skreslenia a variability vyplývajúcej z orálnej únavy. Taktiež odhalili, že manipulácia obsahu vlhkosti v produkte je účinnejší spôsob ako minimalizovať zmeny textúry, než regulácia rýchlosti miešania, syry s vyšším obsahom vlhkosti boli menej pevné, menej tvarohovité, lepkavejšie než syry s nižším obsahom vlhkosti. Z štúdie tiež vyplýva, že hodnotenie hmatom, i keď je nekonvenčné, môže byť použité pre posudzovanie textúry.

2.2.5.2 Viskozita

Damodaran a Paraf [35] vo svojej štúdiu uvádzajú, že viskozita proteínových roztokov všeobecne rastie s koncentráciou bielkovín, ktorá môže byť prisúdená k zvýšeniu interakcií medzi hydratovanými bielkovinnými molekulami.

Dimitreli a Thomareis [37] potvrdili, že viskozita emulzií tavených syrov pri spracovávaní je ovplyvnená spojitou fázou (voda a bielkoviny), ale rozptýlenou fázou (tekutý tuk) ovplyvnená nie je.

Začlenenie srvátkových bielkovín do kazeínu spôsobuje rast molárnej hmotnosti vytvorených agregátov a zvyšovanie viskozity [38]. Pridanie srvátkových proteínov spôsobuje taktiež zvýšenie viskozity v tradičných tavených syroch [36].

2.2.5.3 Tavitel'nosť

Tavené syry v kontexte tavitel'nosti môžu byť považované ako dvojzložkový systém, skladajúci sa z taviacej siete kazeínov a netaviacej siete srvátkových proteínov. Pravdepodobne pri určitej teplote agregácia srvátkových bielkovín alebo možné interakcie medzi srvátkovými bielkovinami a kazeínom spôsobujú zvýšenie pružnosti syrov. Tavené syrové analógy, obsahujúce demineralizovanú sušenú srvátku, prejavili najvyššiu tavitel'nosť pri pH 4,5 – 5,5. Pri vyšších pH 6,5 – 7,0 syrové analógy vykazujú nižšiu, ale stále prijateľnú tavitel'nosť. Tavitel'nosť tavených syrových analógov, vyrábaných len na základe kyslých kazeínov a analógov obsahujúcich srvátkový proteínový koncentrát, sa zvyšuje so zvyšujúcim sa pH [36].

Swenson a kol. [39] zistili, že dlhšia doba tavenia produkuje mäkkší a viacej tavitel'ný syr, zatiaľ čo zvýšenie teploty tavenia znižuje pevnosť a zvyšuje tavitel'nosť a roztierateľnosť.

Podľa Chavalier-Saloua a Cheftela [40] schopnosť tavenia syrových analógov z kazeinátu vápenatého súvisí s vysokým pH, mekkou textúrou, vysokým stupňom disociácie kazeínu a nízkou mierou emulgácie.

Pridanie izolátov srvátkových bielkovín a polymérov srvátkových bielkovín vedie k výraznému zníženiu tavitel'nosti [41].

Gupta a Reuter [42] tiež zistili, že sa tavitel'nosť tavených syrov znižuje so zvýšením koncentrácie srvátkového proteínového koncentráту.

2.2.5.4 Mikroštruktúra

Mikroštruktúra syru pozostáva z kontinuálnej proteínovej matrice s voľnou a otvorenou štruktúrou s priestormi obsahujúcimi tukové kvapôčky dispergované v sieti proteínov. Obsah tuku ovplyvňuje textúrne vlastnosti syrov a syrových analógov [43, 44].

Štruktúrne usporiadania siete určuje textúrne vlastnosti syru a je ovplyvnená faktormi ako je zloženie, výrobný proces syru, proteolýza behom zrenia a veľkosť tukových kvapôčok a ich distribúcia [45].

Na obrázkoch 3-5 je zobrazená mikroštruktúra tradičného taveného syru a analógu s obsahom 25 % a 50 % rastlinného tuku, 500-krát zväčšené [30].

V typických rastrovacích elektrónových mikrofotografiách syru je viditeľná matica proteínov s otvormi rôznych tvarov a veľkostí, predstavujúce tukové globule, ktoré sa vytvorili behom prípravy vzorky na analýzu [10].

Tradičný tavený syr (Obrázok 3) zobrazuje početné malé častice tuku rozptýlené v jednotnej proteínovej sieti. Mikroštruktúru možno vidieť jasnejšie na poslednom zo štvorice obrázkov (Obrázok 6), ktorý zobrazuje mikrofotografiu tradičného taveného syru so zväčšením 2500-krát [30].

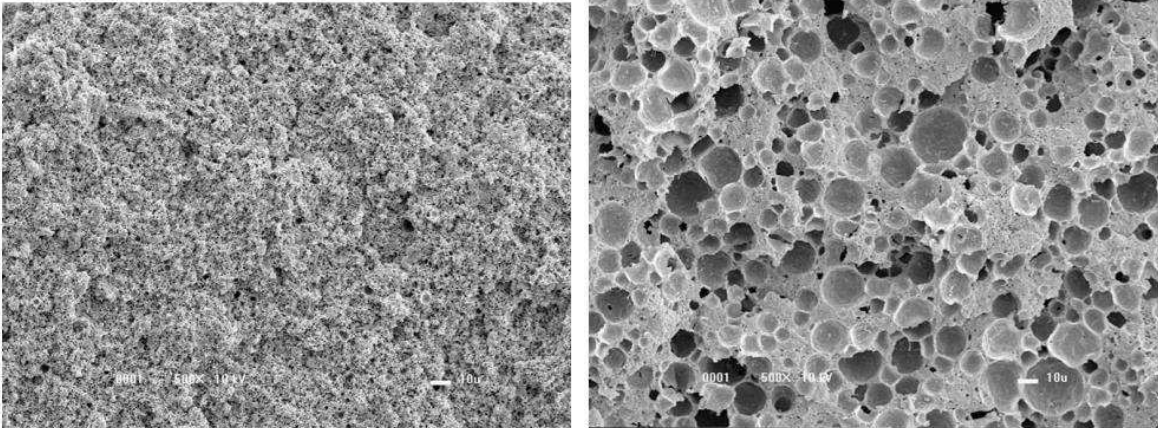
Kvapôčky tuku sú prevažne guľatého tvaru a sú rovnomerne distribuované po celej proteínovej matici [46].

Na druhej strane, v analógoch tukové globule sú v priemere väčšie. Navyše nie sú tak rovnomerne rozložené po celej proteínovej matici ako v tradičných tavených syroch. Porovnanie mikroštruktúry jednotlivých analógov s 25 % (Obrázok 4) a 50 % (Obrázok 5) rastlinného tuku je zreteľné, že zvýšenie množstva rastlinného tuku má za následok zníženie

počtu tukových kvapôčok a zväčšenie ich priemeru. Toto zväčšenie priemeru naznačuje, že emulgačný proces bol neschopný rozbiť a rozptýliť hmotu hydrogenovaného rastlinného tuku [30].

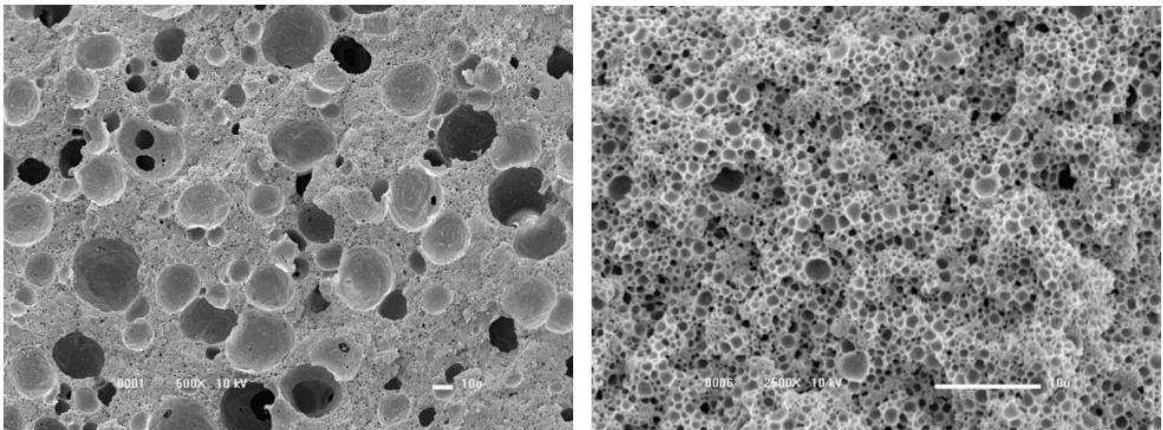
Pôvodne tuk pozostáva zo siete triglyceridových kryštálov spojených primárnymi väzbami vzniknutými slabými Van der Waalsovými interakciám [47].

Behom spracovania analógov, miešania a topenia je následkom rozpad spomínaných väzieb a roztavený tuk tvorí čiastočky rôzneho priemeru, ktoré sú emulgované kazeínom [30]. Priemer týchto častíc súvisí s roztrhnutím väzieb, čo v zapätí závisia na strihacích silách pri spracovávaní, zložení mastných kyselín a štruktúre tukovej siete [48].



Obrázok 3 - Rastrovacia elektrónová mikrofotografia tradičného taveného syru, 500x, (naľavo) [30]

Obrázok 4 - Rastrovacia elektrónová mikrofotografia analógového syru obsahujúceho 25 % rastlinného tuku, 500x, (napravo) [30]



Obrázok 5 - Rastrovacia elektrónová mikrofotografia analógového syru obsahujúceho 50 % rastlinného tuku, 500x (naľavo) [30]

Obrázok 6 - Rastrovacia elektrónová mikrofotografia tradičného taveného syru, 2500x, (napravo) [30]

2.2.6 Technológia výroby tavených syrových analógov

Vývoj tavených syrových analógov zahŕňa použitie tuku a/alebo bielkovín z iného zdroja ako je natívne mlieko, spolu so systémom chuť stimulujúcich látok tak ako v prípade klasických tavených syrov. Je nutné vyvinúť vhodný režim spracovania, ktorý je schopný

kombinovať tieto potrebné prvky k vyvinutiu požadovaných textúrnych a funkčných vlastností [25].

Typický výrobný postup zahŕňa nasledujúce kroky:

- simultánne pridanie požadovaného množstva vody a suchých prísad (napr. kazeín, taviace soli.)
- pridanie oleja a zahrievanie približne do 85 °C (použitie priameho vstrekovania pary za nepretržitého miešania, kým nevznikne homogénna, roztavená hmota)
- následne sa pridajú ochucujúce látky (napr. enzýmovo modifikované syry – EMC,) a regulátor pH (napr. kyselina citrónová) a zmes sa mieša niekoľko minút a potom sa balia za horúca
- pri výrobe tavených syrových analógov sa používajú horizontálne dvoj-skurtkové variče pracujúce s rýchlosťou asi 40 otáčok za minútu
- prídavok kyseliny na konci výroby zaisťuje vysoké pH (8-9) zmesi pri spracovávaní, ktoré pomáha pri väčšom odlúčení vápnika emulgačnými soľami (napr. fosforečnan sodný), ďalej vyšší záporný náboj na kazeíne a vyšší stupeň hydratácie para-kazeínu, čo vedie k lepšej emulgácii rastlinného oleja v proteínovej matici
- pridávanie ingrediencií príchutí, ako napríklad EMS ku koncu procesu minimalizuje straty prchavých ochucujúcich látok pri vysokých teplotách [27].

2.2.6.1 Tepelné spracovanie

Ohrev používaný pri výrobe a spracovávaní tavených syrových produktov je medzi 72 a 145 °C, tieto výrobky sú rozdelené do kategórií na „pasterované“ alebo „sterilizované“. Všeobecne platí, že produkty, ktoré sú sterilizované majú vyššiu aktivitu vody, čo vyžaduje dodatočné zabezpečenie vysokých teplotných podmienok na odstránenie hlavnej hrozby spór klostrídií, ktoré môžu klíčiť a rásť v priebehu doby použiteľnosti v prípade, ak produkt nie je v chladničke. Sterilizované produkty všeobecne nie sú vyrábané asepticky kvôli zložitosti obalu, napr. trojuholníková fólia na porciu. Napriek tomu, pasterizované výrobky sú zahriaté na teplotu 72 až 95 °C pomocou vstrekovania pary vo vákuu. Takýto typ zahrievania sa obvykle koná v taviacich nádobách a môžu byť v súčinnosti s vysokou alebo nízkou rýchlosťou miešania. Dôležitým bodom je mať minimálnu plniacu teplotu 72 °C, aby bola zaistená dostatočná pasterizácia balenia [5].

Sterilizované tavené výrobky sa obvykle zahrievajú na teplotu 140 °C po dobu 10 sekúnd. Časovo – teplotné kombinácie, ktoré sa používajú, sa pohybujú medzi 128 a 145 °C. Je zrejmé, že čím vyššia teplota, tým kratší čas zahrevu. Rozšírené zavedenie chladenia týchto tavených syrových produktov všeobecne znamená, že tieto výrobky majú dve bariéry (t.j. vysoká teplota spracovania a chladené skladovania produktu), ktoré zamedzujú skazeniu [5].

2.2.6.2 Homogenizácia

Horúca roztavená hmota sa môže homogenizovať typicky, prvým a druhým stupňom tlakmi 15 a 5 MPa. Homogenizácia má niekoľko účinkov:

- napomáha ďalšiemu premiešavaniu a zmenšovaniu veľkostí hrubých častíc alebo nerozpustených častíc (napr. suché prísady) a tým prispieva k väčšej homogenite a hladkosti konečného produktu
- následkom je ďalšie miešanie zmesi a interakcie medzi zložkami
- podporuje jemnejšiu disperziu tukových kvapôčok
- všeobecne podporuje hustnutie [28].

Zariadenia používané na výrobu tavených syrových produktov v podstate simulujú homogenizačný účinok tým, že produkujú extrémne jemné kvapôčky tuku, moderné kontinuálne zariadenia s tangenciálnym parným vstrekom vyvolávajú rovnaký účinok [5].

2.2.6.3 Vznik chuťovo a aromaticky aktívnych látok

Syrový flavour je jedným z najdôležitejších kritérií rozhodujúcich o výbere a prijatí spotrebiteľom. Za flavour syru je zodpovedné množstvo zlúčenín. Z chemického hľadiska sú to najmä prchavé zlúčeniny ako alkoholy, ketóny, aldehydy, estery, mastné kyseliny, laktóny a terpény. Na základe metabolických premien vznikajú tieto aromaticky aktívne látky z troch hlavných zložiek: laktózy, lipidov a proteínov. Ďalšie aromatické zlúčeniny sa tvoria behom výroby, skladovania a zrenia [49].

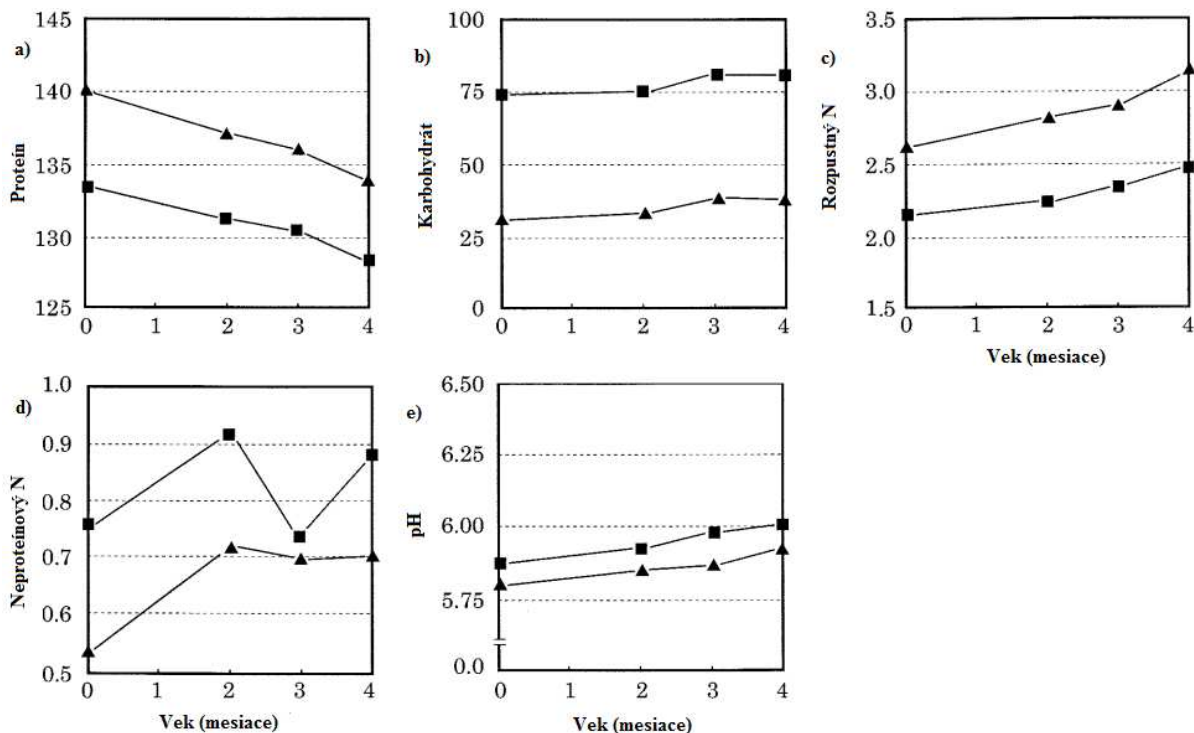
2.2.6.4 Skladovanie – zmeny behom skladovania

Kiely a kol. [50] uvádzajú, že syrový analóg na pizzu s kazeínovým základom je funkčne viacej stabilný než Mozzarella, počas skladovania pri 4 °C po dobu 28 dní, pri čom sa jedná o zdanlivú viskozitu a voľný olej. Takýto druh stability je pre analógy veľmi atraktívny pre spracovávanie potravín. Napriek tomu analógy založené na kazeíne obsahujú vysoké množstvo škrobu (> 40 g/kg) a obvykle svoje funkcie pomerne rýchlo strácajú (napr. po 4 týždňoch) pri skladovaní pri 4 °C, poprípade spojený efekt s retrogradáciou amylózy [27].

Strata funkčnosti je odrazom zvýšenia straty vlhkosti pri rozrezávaní, straty tavitel'nosti a tekutosti a pálenie alebo tvorba kôrky pri pečení [51].

Predĺžené skladovanie (viac ako 75 dní) je spojené s nadmernou tekutosťou, stratou žuvateľnosti [27].

Podle Muira a kol. [52] hlavný vplyv na chemické zloženie je spojený s rôznymi typmi bielkovín mliečného základu pri teplote 5 °C (Obrázok 7). Výrobok s bielkovinami sušeného odstredeného mlieka má vyšší obsah bielkovín a nižší obsah sacharidov než výrobok z retentátu. Behom skladovania sa obsah sacharidov sotva mení. Naopak obsah bielkovín klesol, čo je dôkazom silnej proteolýzy, zatiaľ čo sa rozpustný a neproteínový dusík zvýšil. Vzorce zmien sú u oboch typov podobné.



Obrázok 7 - Zmeny v zložení (g/kg) behom skladovania tavených syrových analógov vyrobených z rôznych proteínových základov [52]

2.2.7 Legislatíva – označovanie tavených syrových analógov

Vzhľadom k stúpajúcej ponuke výrobkov ako sú tavené syrové analógy na trhu, je nepochopiteľné, že takýto výrobok nie je v národnej (vyhláška č. 77/2003) ani európskej legislatíve terminologicky definovaný [53].

Podľa Nariadenia rady (ES) č. 1234/2007 sa mliečnymi výrobkami rozumejú výrobky získané výlučne z mlieka, pričom sa však môžu pridávať ďalšie látky nutné pre ich výrobu, ak tieto látky nie sú použité za účelom úplného alebo čiastočného nahradenia akejkoľvek mliečnej zložky. Výhradne pre mliečne výrobky je potom vyhradený termín „syr“ [54].

Z uvedeného vyplýva, že výrobok, kde je mliečna zložka (konkrétne tuk či bielkovina) čiastočne alebo úplne nahradená rastlinnou zložkou (rastlinné oleje), do tejto kategórie nezapadá. Taký výrobok nesmie byť uvádzaný na trhu pod označením „syr“ na etikete a musí byť nezameniteľne označené tiež miesto jeho uloženia v distribučnej sieti [53].

2.3 Porovnanie tavených syrov a tavených syrových analógov

Prostredníctvom rastrovacej štúdie elektrónovým mikroskopom bolo zistené, že u imitácií syrov dochádza k aglomerácii lipidov, zatiaľ čo u prírodných syrov sú tukové kvapôčky rovnomerne dispergované [25].

Zo zdravotného hľadiska imitácie syrov môžu byť vylepšené pridaním nutrične prospešnej látky ako je vláknina, tým sa znižuje oproti klasickým syrom obsah tuku. Rezistentný škrob je široko používaný pri výrobe imitácií syrov ako zdroj vlákniny [27].

2.4 Metódy používané na izoláciu aromaticky aktívnych látok

Potraviny majú veľmi zložité chemické zloženie. Obsahujú ako prchavé tak aj neprchavé látky, ktoré určujú flavour potraviny. Pri pojednávaní izolácie chuti (flavouru) z chemického hľadiska, najčastejšie je myslená aróma – prchavé zložky, ostatné zložky sa neberú do úvahy. V začiatkoch výskumu flavouru bol najviac kladený doraz na rozvoj metód pre stanovenie identity chemických zložiek vyskytujúcich sa len v stopových množstvách. Analýza aróm je pomerne zložitá, pretože i pomerne jednoduchý flavour môže mať 50-200 zložiek, ktorých kombinovaný účinok určuje charakteristickou arómu potravín [55].

2.4.1 Mikroextrakcia pevnou fázou – SPME – solid phase microextraction

Mikroextrakcia pevnou fázou je modifikáciou extrakcie pevnou fázou (SPE). Je to revolučný postup prípravy organických vzoriek k analýze bez použitia rozpúšťadiel [56].

SPME patrí medzi nepriame metódy dávkovania vzoriek. Je založená na prenose a zachytení analytov na aktívne miesta stacionárnej fázy do ustálenia rozdeľovacej rovnováhy. Technika je rýchla, citlivá, presná a automatizovateľná. Je vhodná na analýzu širokej palety vzoriek [57].

Vlákno z taveného kremeňa je v našom prípade umiestnené do prostredia nasýteného prchavými analytmi. Určitú dobu prebieha sorpcia na tuhú fázu. Nasleduje vlastná analýza, ktorou je prevažne plynová chromatografia. Vlákno sa ponechá termicky desorbovať pri teplotách okolo 300 °C, kedy látky vstupujú do chromatografickej kolóny, kde dochádza k separácii [56].

Metóda SPME sa používa ako pre stanovenie kvalitatívne, tak aj pre stanovenie kvantitatívne. Presnosť a správnosť výsledkov je ovplyvnená celým radom faktorov. SPME metóda poskytuje lineárnu kalibračnú krivku v širokom koncentračnom rozmedzí. Voľbou vhodného typu vlákna možno dosiahnuť reprodukovateľných výsledkov i pre nízke koncentrácie analytov [58].

V štúdií Mar Caja a kol. [59] boli sledované vybrané prchavé zložky syru Manchengo pomocou mikroextrakcie pevnou fázou v spojení s plynovou chromatografiou s hmotnostnou detekciou. Optimalizácia procesu SPME bola prevedená s ohľadom na rôzne druhy vlákien, teplotu extrakcie, a doby expozície.

2.4.2 Extrakcia rozpúšťadlom – SE – solvent extraction

Aktuálnym cieľom priemyslu je vytvoriť 75 až 80 % syrov Cheddar so zníženým obsahom tuku, ktorý je zároveň chutný a atraktívny pre spotrebiteľa. Zmyslom štúdie Drake a kol. [60] bolo zdokumentovať a porovnať vývoj chuti v syre Cheddar s rôznym obsahom tuku tak, aby bolo kvantitatívne charakterizované ako sa chuť a aróma menia so zmenou obsahu tuku. Štyridsať aromaticky aktívnych látok bolo charakterizovaných pomocou extrakcie rozpúšťadlom a následnou plynovou chromatografiou a olfaktometriou. Získané výsledky potvrdzujú, že rozdiely príchutí medzi plnotučným a nízkotučným syrom nie sú spôsobené len rozdielmi v matrici a uvoľňovaním flavouru, ale taktiež výraznými rozdielmi v biochémií dozrievania, čo vedie k nerovnováhe mnohých chuťovo obohacujúcich látok.

2.4.3 Extrakcia superkritickou kvapalinou – SFE – supercritical fluid extraction

Nadkritické tekutiny sa využívajú pri extrakcii – SFE. Tento druh extrakcie má svoje pevné miesto medzi extrakčnými metódami, najmä pri analýze kontaminantov v pôde

a rastlinnom a živočíšnom materiáli. SFE je alternatívnou metódou k Soxhletovej extrakcii tuhých fáz. Medzi jej hlavné výhody patrí veľká účinnosť, krátka doba extrakcie, nízka spotreba rozpúšťadiel, dobrá selektivita a možnosť pripojenia on-line so separačnými metódami. Medzi nevýhody patria vysoké počiatkové náklady, obtiažna optimalizácia a obmedzenie separačného systému (oxid uhličitý s eventuelnými modifikátormi oproti neobmedzenej voľbe rozpúšťadiel napr. pri Soxhletovej extrakcii [61]).

Cieľom práce Yee a kol. [62] bolo vyvinúť strúhaný syr Cheddar a parmezán s nízkym obsahom tuku a charakterizovať ich chuťový profil v porovnaní s plnotučným produktom pomocou superkritickej fluidnej extrakcie. Táto štúdia ďalej naznačuje, že technológia SFE môže byť použitá v mliekarenskom priemysle pre vývoj syrových produktov s nízkym obsahom tuku so zachovaním flavouru.

2.4.4 Simultánna destilácia a extrakcia – SDE – simultaneous distillation-extraction

V práci Panseri a kol. [63] boli izolované prchavé zlúčeniny zo vzoriek syra Bitto, terpény a seskviterpény zo syrov pomocou techniky simultánnej destilácie a extrakcie, ktoré boli identifikované prostredníctvom plynovej chromatografie s hmotnostnou detekciou (GC-MS) a kvantifikované prostredníctvom vnútorných štandardov. Všetky vzorky pochádzali z fariem, kde sa pásly kozy a kravy na pastvinách. Celkovo bolo identifikovaných 51 prchavých zlúčenín, 10 terpénov bolo izolovaných zo vzoriek syrov.

2.4.5 Dynamická headspace

Účelom práce Sunesena a kol. [64] bolo štúdium vplyvu skladovacích podmienok, ako je svetlo a teplota, na rozvoj prchavých zlúčenín v tavených syroch. Syvy v skladovacích nádobách boli uskladnené pri teplotách 5, 20 alebo 37 °C na svetle alebo v tme počas jedného roka. Dynamická headspace s GC-MS boli použité pre kvantifikáciu 28 prchavých organických zlúčenín v ôsmich etapách počas skladovania. Prostredníctvom analýzy hlavných komponentov bolo možné určiť tri dôležité parametre. Vývoj všetkých zložiek pozitívne koreluje s dobou skladovania. Následkom skladovania na svetle bol prudký nárast nie len koncentrácie najmä oktánov, ale aj hexanal, heptanal, oktanal a nonanal, v porovnaní so skladovaním v tme. Rastúca teplota zvyšuje najmä koncentrácie 2-propyl-1-pentanolu, 2-hexanolu, 2-oktanolu, 2-dekánolu, 2-tridekánolu, oktanolu, nonanolu a dekanolu.

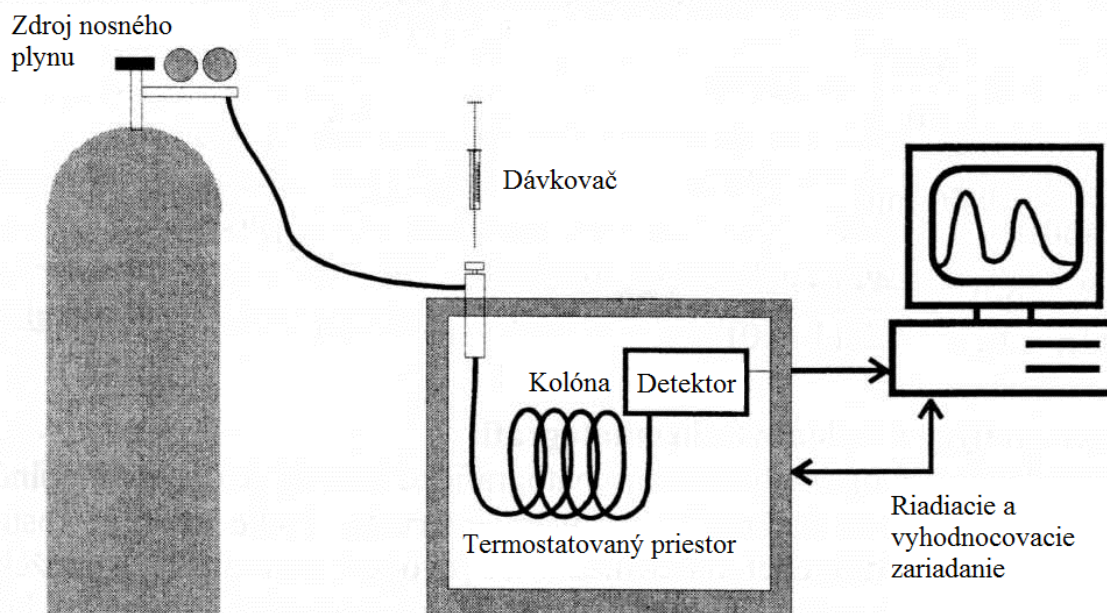
2.5 Metódy vhodné pre analytické hodnotenie chutnosti

2.5.1 Plynová chromatografia – GC – gas chromatography

Metóda plynovej chromatografie je vhodná pre stanovenie prchavých látok, ktoré je možné previesť do plynného stavu. Základná schéma plynového chromatografu je uvedená na obrázku (Obrázok 8) [65].

Plynová chromatografie nesie svoje označenie podľa skupenstva mobilnej fázy, ktorou je plyn. Princíp je na základe adsorpcie a rozpúšťania, pričom využíva koncentráciu analytu rozdelenú medzi stacionárnu a mobilnú fázu a zároveň sa predpokladá, že toto rozdelenie je rovnovážne. GC sa ďalej využíva pre kvalitatívne a kvantitatívne určenie analytu, zatiaľ čo je dej sledovaný meracím zariadením, ktorého signál je funkciou množstva analytu a citlivosti [61].

GC je separačná metóda a teda metóda pri ktorej dochádza k oddeleniu zložiek obsiahnutých vo vzorke. Analyt je nesený medzi dvomi vzájomne nemišateľnými fázami, stacionárnou a mobilnou fázou [66].



Obrázok 8 - Schéma plynového chromatografu [65]

Vítová a kol. [31] vo svojej práci použili jednoduchú a rýchlu metódu SPME-GC pre identifikáciu a kvantifikáciu prchavých aromatických zlúčenín v rôznych typoch tavených syrových analógov, vyrobených z rôznych typov tukov (maslo, kokosový olej, palmový olej, slnečnicový olej). Celkom bolo identifikovaných 31 organických zlúčenín, v piatich skupinách, pričom alkoholy a mastné kyseliny kvantitatívne prevažujú. Obsah aromatických zlúčenín (tzv. aromatický profil) jednotlivých analógov bol porovnaný s odpovedajúcim tukom použitým ako surovina. Boli zistené výrazné rozdiely medzi vzorkami. Najvyšší celkový obsah aromatických zlúčenín bol zistený u analógu s kokosovým olejom ($547,30 \pm 9,82 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) a najmenej s palmovým olejom ($372,01 \pm 16,16 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Koncentrácia aromatických látok v tukoch je podstatne nižšia než analógoch [31].

2.5.2 Plynová chromatografia s hmotnostnou detekciou – GC-MS – gas chromatography-mass spectrometry

Marsilli [67] vo svojej práci popisuje ako možno použiť SPME ako jednoduchú a rýchlu techniku prípravy vzorky pred GC-MS pre štúdium chemických látok, v syroch a mliečnych výrobkoch, určených na aromatizáciu. Boli popísané štyri špecifické flavour/off-flavour aplikácie:

- kvantitatívne meranie 2,4,5-trimetyloxazol, silná off-flavour chemikália v mliečnom prášku sušenom sprayovým sušením,
- kvantifikácia dimetylsulfidu, chemikália zodpovedná za žiaducu krémovo-kukurličnú chuť syrových práškov,
- stanovenie foriem metabolitov ako príčiny žiaducich i nežiaducich chutí v tavených syrových výrobkoch,

- schopnosť ako výsledky SPME-GC-MS analyzovanej problematiky môžu predvídať vyhovujúcu či nevyhovujúcu chuť syrov v prášku [67].

V štúdií Gasperi a kol. [68] je popísané porovnanie výsledkov získaných chuťovým profilovaním dvomi rôznymi prístupmi: klasická zmyslová analýza a inštrumentálnou technikou. Chuťový profil siedmich rôznych druhov syru mozzarella bol popísaný panelom ôsmich senzoričných hodnotiteľov. Rovnaké druhy boli študované pomocou GC-MS, technika vhodná pre detekciu prchavých organických zlúčenín. PTR hmotnostné spektrum headspace mozzarely uchovávané pri 36 °C boli porovnané s aromatickým profilom hodnotiteľov panelu. Viacrozmerná štatistická analýza dát ukázala, že obidve metódy vydávajú zrovnateľné rozlišovanie vzoriek. PTR-MS technika sa zdá byť veľmi sľubnou metódou pre inštrumentálne hodnotenie chuti senzoričného profilu potravín. To otvára nové možnosti ako v kontrole kvality a technologických procesov, tak aj v základnom pochopení fyziologických procesov vnímania arómy.

2.5.3 Plynová chromatografia s olfaktometriou – GC-O – gas chromatography-olfactometry

Plynová chromatografia s olfaktometriou poskytuje cenný nástroj pre vyšetovanie arómy z hľadiska ich pachových deskriptorov a aktivity [69].

GC-O môže byť definovaná ako zbierka techník, ktoré kombinujú olfaktometriu, teda použitie ľudského nosu ako detektoru pre zisk pachovej stopy vo vymedzených vzdušných prúdoch v kombinácii s veľmi populárnou separáciou prchavých látok pomocou plynovej chromatografie [70].

Teoreticky môže ľudský nos mať medz detekcie až 10^{-19} molov pre niektoré pachy. Preto môže byť úspešné použitie pre analýzu chromatografických eluentov a v mnohých prípadoch je omnoho senzitívnejšia než inštrumentálny detektor ako je napríklad plameňový ionizačný detektor [69].

2.5.4 Vysokoúčinná kvapalinová chromatografia –HPLC – high performance liquid chromatography

V súčasnosti má v analytickej chémii dominantné postavenie vysokoúčinná kvapalinová chromatografia – HPLC. Je pokročilou a inštrumentálne náročnou technikou. V HPLC je dosahovaná vysoká účinnosť separačného procesu použitím kolón naplnených stacionárnou fázou [65].

HPLC s predkolónovou derivatizáciou, následné stanovenie derivátov po ich oddelení v kolóne s reverznou fázou nasledovaná fluorescenčnou detekciou bola použitá Kábelovou a kol. [71] pre stanovenie aminokyselín v syroch. Bol meraný obsah 16 voľných aminokyselín v 25 syroch komerčne dostupných v Českej republike. Celkový obsah voľných aminokyselín v študovaných syroch sa líšil v rozmedzí od $27 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ do $160 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Sedem aminokyselín bolo viac koncentrovaných vo všetkých vzorkách syrov a pochádzali z troch výrazných chuťových skupín: chuťovo horké aminokyseliny (leucín, lyzín, fenylalanín), horko sladké aminokyseliny (prolín a valín) a slané-umami aminokyseliny (glutámová a asparagová kyselina). Rozdiel celkového obsahu a obsahu voľných aminokyselín bol ovplyvnený druhom syru a predovšetkým trvaním a intenzitou proteolýzy.

2.5.5 Kapilárna zónová elektroforéza – CZE – capillary zone electrophoresis

Alternatívna metóda sledovania trans-mastných kyselín (TTFA) v hydrogenovaných rastlinných tukoch a roztierateľných tavených syroch (SPC) pomocou kapilárnej zónovej elektroforézy s nepriamou UV detekciou bola predvedená štúdiu autormi De Castro Barra a kol. [72]. Táto metóda je jednoduchý, efektívny a rýchly spôsob ako sledovať surovinu aj konečný produkt. Je zdôraznený význam tlače nutričnej tabuľky na etiketách, poskytnutie presnejšie informácie spotrebiteľom a začlenenie prísnejších kontrol kvality pri spracovávaní potravín. Po výpočte faktoru odozvy (R_f), bola metóda kapilárnej elektroforézy (CE) použitá k analýze TTFA vo vzorkách SPC a porovnaná s metódou plynovej chromatografie. Podľa párového testu vzoriek nebol žiadny významný rozdiel medzi metódami CE a GC v rámci 95% intervalu spoľahlivosti pre 5 rôznych značiek. Optimalizovaná metóda CE bola použitá pre analýzu obsahu TTFA v hydrogenovanom rastlinnom tuku ako surovine a v SPC ako konečnom produkte. Na základe výsledkov štúdie môže byť táto optimalizovaná CE metóda úspešne používaná na rutinnú analýzu TTFA vo vzorkách SPC.

2.5.6 Elektronický nos

Cieľom štúdie Honga a kol. [73] bolo analyzovať flavour rôznych druhov syrov. Štyri druhy syrov ako je krájaný pizza syr, cheddar, mozzarella a zrejúci syr s bielou plesňou boli skladované pri 4 °C počas 2 týždňov a boli analyzované pred a po zahriatí na 70 °C a 160 °C. Flavour týchto syrov bol analyzovaný pomocou elektronického nosu. Všetky údaje boli posudzované viacrozmerným spracovaním dát na základe diskriminačnej funkčnej analýzy. Aplikácia elektronického nosu môže byť užitočná a pokročilá technológia pre charakterizáciu flavouru syrových výrobkov rôzneho pôvodu a rôznych kategórií.

2.6 Metódy vhodné pre senzorické hodnotenie chutnosti

2.6.1 Preferenčné metódy

Pri skúškach tohto typu nie je zmyslom určenie či existuje rozdiel medzi vzorkami, ale o určenie, ktorej vzorky dá posudzovateľ prednosť ako senzoricky kvalitnejšiemu alebo prijateľnejšiemu či príjemnejšiemu [74].

2.6.1.1 Párová porovnávací skúška

U nezaškolených osôb alebo len krátkodobu zaškolených posudzovateľov najbežnejšia párová skúška, kedy posudzovateľ obdrží dve vzorky a určí, ktorému z nich dáva prednosť [74].

2.6.2 Stupnicové metódy

Tieto metódy sú v praxi najrozšírenejšie, pretože nimi možno lepšie kvantitatívne vyjadriť akostné rozdiely medzi vzorkami. Celková akosť alebo niektorý čiastkový ukazateľ sa posudzuje podľa určitej stupnice. Rozoznávajú sa dva druhy stupníc a to intenzitné (posúdenie intenzity určitej vlastnosti) a hedonické (posúdenie úrovne príjemnosti). V oboch prípadoch môžu byť stupnice bodové, grafické alebo bezrozmerné [74].

Štúdia Wadhvani a McMahona [75] skúma vplyv farby na flavour nízkotučných syrov a spotrebiteľskú prijateľnosť. Analyzované syry boli hodnotené vyškoleným popisným panelom na vytvorenie chuťového profilu pre každý zo syrov a následne panelom spotrebiteľov. Celkové sympatie a farba boli merané pomocou 9-bodovej hedonickej stupnice. Chuť a žuvateľnosť pomocou 5-bodovej just-about-right (JAR) stupnice (1 – nestačí, 3 – tak akurát (JAR), 5 – príliš) [75].

2.6.3 Profilové metódy

Jemné rozdiely v charaktere chuti a vône sa často posudzujú profilovými metódami. Postupuje sa tak, že si posudzovateľ celkový vnem rozdelí na čiastkové vnemy určuje sa intenzita (intenzitné profily) alebo sa určí tak, ako by sa intenzita mala upraviť, aby bola dosiahnutá optimálna akosť (hedonické profily) [74].

2.6.4 Popisné metódy (deskriptívne)

Popisná metóda je najstaršou technikou senzorickej analýzy. Výhodou je, že posudzovateľ má úplnú voľnosť, aby mohol slobodne vyjadriť svoj názor, teda táto metóda je veľmi subjektívna, závislá na stupni zaškolenia, na skúsenostiach, osobných vlastnostiach a vyjadrovacích schopnostiach posudzovateľa. [74].

Lepšie výsledky sa dosahujú v prípade, ak sú varianty popisu predtlačené v protokolovom formulári. V praxi sa popis používa len na doplnenie alebo vysvetlenie záveru vyjadreného iným spôsobom [74].

Cieľom štúdie Murtaza a kol. [76] bolo porovnať profil syrov cheddar z kravského a byvolieho mlieka pomocou metódy deskriptívneho senzorickeho popisu. Boli použité syry zrejúce pri 4 °C a 12 °C a analyzované panelom 10 hodnotiteľov po 60 a 120 dňoch zrenia.

2.6.5 Rozlišovacie metódy

Cieľom rozlišovacích skúšok je zistiť či medzi vzorkami existuje z hľadiska senzorickej akosti alebo v niektorom inom znaku rozdiel. Druh skúšky sa volí podľa počtu a stupňa zaškolenia posudzovateľov a podľa druhu posudzovaného materiálu [74].

2.6.5.1 Trojuholníková skúška

Princípom trojuholníkovej metódy je, že posudzovateľovi je predložená trojica vzoriek, z ktorých dva sú zhodné a tretí je rozdielny, ich poradie je však náhodné. Posudzovateľ skúša postupne všetky vzorky. Úlohou je rozhodnúť, ktoré dve vzorky z trojice sú zhodné a ktorá je od nich odlišná. Skúška vyžaduje zaškolenjších posudzovateľov, ktorých pamäť je viacej vycvičená [74].

Milesi a kol. [77] vo svojej štúdií trojuholníkovou skúškou arómy zistili, že pridanie kmeňov laktobacilov výrazne mení senzorické vlastnosti syrov. Najmenej 11 z 12 panelistov poznamenalo, že aróma syrov s pridanými kmeňmi laktobacilov je viacej maslová, než u kontrolných syrov, čo je u väčšiny mäkkých syrov žiaduce.

2.6.5.2 Poradová skúška

Posudzovanie poradovou skúškou je výhodné v prípade, ak je úlohou porovnať väčší počet vzoriek než dva a zároveň zistiť, či medzi nimi existujú rozdiely. Posudzovateľovi sú predložené vzorky v náhodnom usporiadaní a jeho úlohou je zoradiť ich podľa intenzity sledovaného znaku [74].

2.6.6 Spotrebiteľské posúdenie

Zmyslom konzumentských skúšok je zistiť názor priemerných spotrebiteľov na určitý výrobok. Získa sa sledovaním štatistík spotreby, pozorovaním správania sa spotrebiteľov, priamymi dotazmi alebo senzoricou analýzou. Pri experimentálnom prevedení sa volí náhodne veľký počet posudzovateľov bez akéhokoľvek predchádzajúceho školenia spomedzi spotrebiteľov. Pri hodnotení sa predkladajú zvyčajne 1 alebo 2 vzorky, ktoré si posudzovateľ prehliadne, ochutná a výsledok vyjadrí jednoduchým spôsobom – hedonickou stupnicou alebo písomne pomocou jednoduchých odpovedí na otázky [74].

Štúdia Wadhawani a McMahon [75] skúma spotrebiteľskú prijateľnosť nízko-tučných syrov. Každá spotrebiteľská skúška obsahovala panel 120 spotrebiteľov, ktorí mali vek od 18 do 35 rokov, z ktorých bolo viac ako 60 % častými konzumentmi syrov.

3 EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

3.1 Laboratórne vybavenie a chemikálie

3.1.1 Plyny

- Dusík 5.0 SIAD v tlakovej fľaši s redukčným ventilom a kovovou membránou;
- Vodík 5.5 SIAD v tlakovej fľaši s redukčným ventilom;
- Vzduch 5.0 SIAD v tlakovej fľaši s redukčným ventilom pre kyslík.

3.1.2 Prístroje

- Plynový chromatograf TRACE GC (ThermoQuest Italia S. p. A., Taliansko) s plameňovo ionizačným detektorom, split/splitless injektorom a kapilárnou kolónou DBP WAX (30 m × 0,32 mm × 0,5 m) s výstupom na PC
- počítač;
- analytické digitálne váhy HELAGO, GRP202PEC, Taliansko;
- chladnička;
- vodný kúpeľ.

3.1.3 Pracovné pomôcky

- SPME vlákno CARTM/PDMS 85 μm, SPME Supelco Fiber;
- mikropipeta BiohitPProline (100 – 1000 μl), špičky;
- vialky o objemu 4 ml s kaučukovo-teflonovým septom a skrutkovacím uzáverom;
- bežné laboratórne sklo;
- parafilm Pechiney PLASTIC PACKAGING;
- nôž, nožničky.

3.1.4 Chemikálie - štandardy

- 2-hydroxypropanová kyselina, SIGMA ALDRICH, Nemecko;
- 2-metylbutan-1-ol, SIGMA ALDRICH, Nemecko;
- 2-metylpropan-1-ol čistý, LACHEMA, Česká republika;
- 2-metylpropan-2-ol, LACHEMA, Česká republika;
- 2-metylpropanová kyselina pre syntézu, MERCK, Nemecko;
- 3,7-dimetylokta-1,6-dien-3-ol, ALFAPAESAR, Nemecko;
- 3-hydroxybutan-2-on, MERCK, Nemecko;
- 3-metylbutan-1-ol, MERCK, Nemecko;
- 3-metylbutan-1-al, SIGMA ALDRICH, Nemecko;
- 3-metylbutanová kyselina pre syntézu, MERCK, Nemecko;
- 4-metylpentan-2-on, LOBA CHEMIE INDO AUSTRANAL CO., Indie;

- Benzylalkohol pre syntézu, MERCK Nemecko;
- Butan-1-ol čistý, LACHEMA, Česká republika;
- Butan-2,3-dion pre syntézu, MERCK, Nemecko;
- Butan-2-ol, REONAL, Maďarsko;
- Butan-2-on, LACHEMA, Česká republika;
- Butánová kyselina, SIGMA ALDRICH, Nemecko;
- Butyletanoát, LACHEMA, Česká republika;
- Dekan-1-ol pre syntézu, MERCK, Nemecko;
- Dekan-2-on pre syntézu, MERCK, Nemecko;
- Dekanová kyselina pre syntézu, MERCK, Nemecko;
- Etanal pre syntézu, MERCK, Nemecko;
- Etanol, LACH-NER, Česká republika;
- Etánová kyselina, LACH-NER, Česká republika;
- Etylbutanoát pre syntézu, MERCK, Nemecko;
- Etyldekanoát pre syntézu, MERCK, Nemecko;
- Etyletanoát p.a., LACHEMA, Česká republika;
- Etyloktanoát, MERCK, Nemecko;
- Fenyletanal pre syntézu, SIGMA ALDRICH, Nemecko;
- Fenyletanol pre syntézu, MERCK, Nemecko;
- Fenylmetanal, REACHIM, Rusko;
- Heptan-2-ol pre syntézu, MERCK, Nemecko;
- Heptan-2-on pre syntézu, MERCK, Nemecko;
- Heptanal, MERCK, Nemecko;
- Hexan-1-ol pre syntézu, MERCK, Nemecko;
- Hexanal pre syntézu, MERCK, Nemecko;
- Hexánová kyselina pre syntézu, MERCK, Nemecko;
- Metanol, LACH-NER, Česká republika;
- Metyletanoát, MERCK, Nemecko;
- Nonan-2-ol, MERCK, Nemecko;
- Nonan-2-on pre syntézu, MERCK, Nemecko;
- Nonanal pre syntézu, MERCK, Nemecko;
- Okt-1-en-3-ol, SIGMA ALDRICH, Nemecko;
- Oktan-1-ol, LACHEMA, Česká republika;

- Oktan-2-ol, FLUKA CHEMIE, Švajčiarsko;
- Oktanal pre syntézu, MERCK, Nemecko;
- Oktánová kyselina p. a., REACHIM, Rusko;
- Pentan-1-ol, LACHEMA, Česká republika;
- Pentan-2-ol pre syntézu, MERCK, Nemecko;
- Pentan-2-on pre syntézu, MERCK, Nemecko;
- Pentanal pre syntézu, MERCK, Nemecko;
- Propan-1-ol p.a., LACHEMA, Česká republika;
- Propan-2-ol, LACHEMA, Česká republika;
- Propan-2-on, LACHEMA, Česká republika;
- Propanal pre syntézu, MERCK, Nemecko;
- Propánová kyselina pre analýzu, MERCK, Nemecko;
- Propyletanoát čistý, BRUXELUS, Belgicko;
- Undekan-2-on pre syntézu, MERCK, Nemecko.

3.1.5 Analyzované vzorky

Vzorky tavených syrových analógov analyzované v experimentálnej časti boli vyrobené na Univerzite Tomáša Bati v Zlíne. Hlavnou surovinou bola rôzne zrelá (2, 4, 6, 8 týždňov) eidamská tehla (30%) vyrobená v mliekarni Kromilk a.s. v Kroměříži. Ďalšími surovinami boli taviace soli, voda a rôzne druhy tukov: mliečny, maslový, kokosový, palmový tuk a zmesný olej. Obsah tuku v sušine bol 50 % a obsah sušiny bol 40 %. Presné zloženie vyrobených tavených syrových analógov s jednotlivými tukmi je uvedené v tabuľke (Tabuľka 4).

Priebeh výroby:

- suroviny boli rozkrájané, dané do taviaceho zariadenia;
- bola pridaná voda a taviace soli;
- nepriamy zohrev (plášťom) na 90 °C počas 1 minúty;
- plnenie roztavenej zmesi za horúca do plastových téglíkov a ich uzatvorenie (Obrázok 9);
- prirodzené ochladnutie vyrobených vzoriek;
- skladovanie pri teplote 6 °C.

Takto pripravené vzorky boli skladované do prvej analýzy a v pravidelných intervaloch boli odoberané vzorky pre stanovenie aromaticky aktívnych látok a senzorické hodnotenie.

Tabuľka 4 – Zloženie použitých analógov tavených syrov

Použitý tuk pre výrobu	Množstvo suroviny (kg)				Hodnoty (%)		
	Eidamská tehla 30%	Tuk	Taviaca soľ	Pitná voda	Sušina	Tuk	TVS
Maslový tuk (MA)	0,45	0,118	0,024	0,305	40	20	50
Mliečny tuk (MT)	0,45	0,118	0,024	0,305	40	20	50
Kokosový tuk (KT)	0,45	0,118	0,024	0,305	40	20	50
Palmový tuk (PT)	0,45	0,118	0,024	0,305	40	20	50
Zmesný olej (SO)	0,45	0,118	0,024	0,305	40	20	50
Obsah sušiny [%]	50,00	95,00	95,00	0,00			
Obsah tuku [%]	15	95	0	0			



Obrázok 9 – Zabalené tavené syrové analógy [78]

V rámci tejto práce boli analyzované vzorky vyrobené z Eidamskej tehly zrelej 8 a 12 týždňov, skladované po dobu 6 mesiacov. Vzorky boli odoberané a analyzované ihneď po výrobe a po 1, 3 a 6 mesiacoch skladovania. Rovnaké vzorky ako pre SPME-GC analýzu boli použité i na senzorickú analýzu, senzorické hodnotenie však bolo prevedené len ihneď po utavení.

Pre prehľad vzoriek boli zavedené skratky pre rýchlu orientáciu, sú uvedené v tabuľke (Tabuľka 5)

Tabuľka 5 – Označovanie analyzovaných vzoriek

zrelosť Eidamskej tehly (ET)	doba skladovania (mesiace)	Celkové označenie - skratka
8 týždňov	0	8-TSA-0-*
	1	8-TSA-1-*
	3	8-TSA-3-*
	6	8-TSA-6-*
12 týždňov	0	12-TSA-0-*
	1	12-TSA-1-*
	3	12-TSA-3-*
	6	12-TSA-6-*

* - za hviezdičku bude doplnený druh tuku (MA, MT, KT, PT, SO)

3.2 Metóda SPME-GC

Pre experimentálne stanovenie aromaticky aktívnych látok bola použitá metóda mikroextrakcie pevnou fázou v spojení s plynovou chromatografiou (SPME-GC).

Vzorka sa navážila do violky a umiestni sa do vodného kúpeľa vytemperovaného na 35 °C na 30 minút, aby sa dosiahla rovnováha uvoľnených prchavých látok medzi vzorkou a headspace priestorom. Potom sa do headspace priestoru vsunulo SPME vlákno na 20 minút, kedy prebiehala extrakcia prchavých látok na vlákno. A následne sa vsunulo do ochranného oceleového plášťa, vytiahlo zo septa violky a prenieslo do injektoru plynového chromatografu, kde nastala desorpcia extrahovaných aromatických látok.

3.2.1 Príprava vzoriek pre inštrumentálnu analýzu

Pre analýzu tavených syrových analógov sa použili 4 ml violky, do ktorých sa navážil 1 g vzorky TSA (tavený syrový analóg), ktorý bol umiestnený na dno violky pre predchádzanie možného nežiaduceho kontaktu s SPME vláknom. Následne bola violka uzatvorená vzduchotesným teflón-kaučukovým septom.

3.2.2 Podmienky SPME-GC analýzy

- Hmotnosť vzorky: 1,00 g
- Teplota vodného kúpeľa: 35 °C
- Temperovanie violky so vzorkou: 30 minút vo vodnom kúpeli
- Doba extrakcie: 20 minút
- Desorpcia: prenos vlákna do GC a ponechanie po dobu 20 minút
- Teplota desorpcie: 250 °C
- Plynový chromatograf TRACE GC (ThermoQuest Italia S. p. A., Taliansko)
- Teplota injektoru: 250 °C
- Teplotný program: 42 °C, 1 minúta, vzostupný gradient 5 °C za minútu do 200 °C s výdržou 7 minút.
- Nosný plyn: dusík N₂ prietok 0,9 ml·min⁻¹
- Kolóna: kapilárna DB-WAX s rozmermi 30 m × 0,32 mm × 0,5 μm
- Detektor: plameňovo ionizačný (FID), 220 °C, prietok vodíku 35 ml·min⁻¹, prietok vzduchu 350 ml·min⁻¹, make-up dusíku 30 ml·min⁻¹
- Celková doba analýzy: 42 minút

3.2.3 Vyhodnotenie výsledkov SPME-GC analýzy

Vyextrahované aromaticky aktívne látky boli identifikované a kvantifikované pomocou štandardov. Porovnávaním retenčných časov vzoriek a štandardov bolo určené kvalitatívne stanovenie. Kvantitatívne stanovenie bolo založené na metóde externého štandardu (metóda absolútnej kalibrácie). Táto metóda spočíva v porovnávaní odpovedajúcich plôch píkov analyzovanej vzorky a štandardu so známym množstvom pri rovnakých podmienkach.

Koncentrácia AAL bola vypočítaná pomocou vzťahu:

$$c_i = \frac{A_i}{A_s} \cdot c_s$$

(1)

kde c je koncentrácia v $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ a A je príslušná plocha píku. Index i označuje vzorky a index s označuje štandard.

Platí, že:

$$c = \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1} \approx \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \text{ analógu}$$

Spracovanie získaných dát prebiehalo pomocou programu Microsoft Office Excel 2003 a 2010. Výsledky sú uvedené vo forme: priemer \pm smerodajná odchýlka (pre $n = 3$)

3.3 Metóda senzorickej analýzy

3.3.1 Príprava vzoriek pre senzorické hodnotenie

Príprava vzoriek na senzoricke analýzu prebiehala nasledovne: každá vzorka bola rozdelená na časti, do sklenených označených kadičiek boli pripravené vzorky po 7 gramov a prikryté Petriho miskami (Obrázok 10). Označenia boli vždy iné náhodné trojčiferné čísla. Neutralizátorom chuti bola pitná voda a biele pečivo. Hodnotitelia boli zamestnanci a študenti fakulty poučený o spôsobe senzorickeho hodnotenia, celkovo ich bolo 20. Protokol hodnotenia je v prílohách (Príloha 9).



Obrázok 10 – Vzorky pripravené pre senzoricke analýzu [78]

Vzorky boli senzoricke hodnotené podľa sedembodovej hedonickej stupnice v kategóriách vzhľadu a farby, lesku, konzistencie, chuti a vône a nakoniec pre celkové hodnotenie. Metóda bola vybraná na základe predchádzajúcich hodnotení [79, 80]. Formulár je uvedený v prílohe (Príloha 9).

3.3.2 Štatistické spracovanie

Dáta získané pomocou senzorickej analýzy tavených syrových analógov boli spracované pomocou programu Microsoft Office Excel 2003. Štatistické vyhodnotenie výsledkov metód senzorickej analýzy bolo prevedené pomocou programu STATVYD verzia 2.0 beta.

Dáta získané hodnotením pomocou stupnice boli spracované pomocou Kruskal-Wallisova testu, ktorý je vhodný pre porovnávanie senzorickej znakov a viacerých než dvoch výrobkoch. Slúži pre overenie existencie rozdielu medzi vzorkami, prípadne pre určenie medzi ktorými rozdiel je. Všetky štatistické testovania boli analyzované na hladine štatistickej významnosti $\alpha = 0,05$.

4 VÝSLEDKY A DISKUSIA

Tato práca je súčasťou rozsiahlej štúdie, ktorá sa zaoberá štúdiom senzorickej kvality tavených syrových analógov, so zameraním predovšetkým na flavour a s ním súvisiaci obsah aromaticky aktívnych látok. Vychádza z doposiaľ nameraných výsledkov publikovaných v diplomových a bakalárskych prác Brabcovej [79], Studýnkovej [78, 82], Svítlovej [80] a Součkovéj [81] a bezprostredne naväzuje na diplomovú prácu Studýnkovej [78], ktorá spracovávala výsledky merania analógov vyrobených z Eidamskej tehly rôznej zrelosti v priebehu skladovania po dobu 1 mesiaca.

4.1 Stanovenie aromaticky aktívnych látok pomocou metódy SPME-GC

V analyzovaných vzorkách TSA boli látky izolované pomocou SPME a následne boli identifikované a kvantifikované metódou GC-FID. Celkom boli analyzované 5 druhov TSA s obsahom rôznych tukov – maslový, mliečny, kokosový, palmový a zmesný olej, vyrobené z eidamskej tehly (30 % t. v s.) zrelej 8 a 12 týždňov. Vzorky boli skladované v chladničke, aby nedochádzalo ku zmenám obsahu stanovovaných látok a po otvorení bola ihneď zahájená extrakcia.

Každá jedna vzorka bola analyzovaná 3-krát. Extrahované aromaticky aktívne látky boli identifikované pomocou retenčných časov štandardov a kvantifikované pomocou plôch píkov. Retenčné časy a koncentrácie použitých štandardov sú uvedené v tabuľkách (Tabuľka 8) Príklady chromatogramov sú uvedené v prílohách (Príloha 1 - Príloha 8)

4.1.1 Štandardy aromatických látok

Retenčné časy štandardov použitých pre identifikáciu stanovovaných látok sú uvedené v tabuľke (Tabuľka 6). Koncentrácie štandardov použitých pre kvantifikáciu sú uvedené v tabuľke (Tabuľka 7).

Tabuľka 6 – Retenčný čas (Rt) [min] použitých štandardov aromaticky aktívnych látok [78]

Skupina	Látka	Rt [min]	Skupina	Látka	Rt [min]
Alkoholy	2-metylbutan-1-ol	14,909	Aldehydy	etanal	4,282
	2-metylpropan-2-ol	7,015		fenyletanal	26,351
	3-metylbutan-1-ol	14,920		fenylmetanal	23,489
	butan-1-ol	13,344		hexanal	11,284
	butan-2-ol	9,869		heptanal	14,089
	etanol	7,761		pentanal	8,757
	fenyletanol	29,904		propanal	5,182
	fenylmetanol	31,298		Ketóny	3-hydroxybután-2-ón
	metanol	6,966	4-methylpentán-2-ón		9,459
	pentan-1-ol	16,053	bután-2,3-dion		8,593
	propan-1-ol	10,233	heptán-2-ón		14,050
	propan-2-ol	7,315	pentán-2-ón		8,700
			propán-2-ón		5,198
Kyseliny	2-metylpropánová kyselina	24,097	Estery	butyletanoát	11,263
	butánová kyselina	25,516		etyldekanoát	25,767
	etánová kyselina	21,106		etyletanoát	6,707
	hexánová kyselina	30,355	Terpény	3,7-dimetylokta-1,6-dien-3-ol (linalool)	23,534
	oktánová kyselina	34,842			

Tabuľka 7 – Koncentrácie [$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$] štandardov aromaticky aktívnych látok použitých pre kvantifikáciu [78]

Skupina	Látka	Koncentrácia [$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$]	Skupina	Látka	Koncentrácia [$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$]
Alkoholy	2-metylbutan-1-ol	8,20	Aldehydy	etanal	31,52
	2-metylpropan-2-ol	97,61		fenyletanal	513,00
	3-metylbutan-1-ol	729,00		fenylmetanal	1,05
	butan-1-ol	12,15		hexanal	0,61
	butan-2-ol	10,50		heptanal	1,64
	etanol	404,25		pentanal	2,43
	fenyletanol	20,24		propanal	0,16
	fenylmetanol	31,30	Ketóny	3-hydroxybután-2-ón	5060,00
	metanol	3168,00		4-metylpentán-2-ón	4,21
	pentan-1-ol	6,11		bután-2,3-dion	39,60
	propan-1-ol	32,00		heptán-2-ón	1,64
propan-2-ol	216,15	pentán-2-ón		1,62	
Kyseliny	2-metylpropánová kyselina	250,09		propán-2-ón	0,02
	butánová kyselina	240,00	Estery	butyletanoát	0,66
	etánová kyselina	787,50		etyldekanoát	0,65
	hexánová kyselina	186,00		etyletanoát	4,50
	oktánová kyselina	273,00	Terpény	3,7-dimetylokta-1,6-dien-3-ol	0,01

4.1.2 Identifikácia a kvantifikácia aromaticky aktívnych látok vo vzorkách TSA

Detekované zlúčeniny boli identifikované porovnaním s retenčnými časmi štandardov a kvantifikované výpočtom koncentrácie, založenej na známom množstve dávkovaných štandardov, pričom vzorky boli analyzované za rovnakých podmienok. Prehľad všetkých zistených aromaticky aktívnych látok v analyzovaných vzorkách je uvedený v tabuľke (Tabuľka 8). Celkovo bolo identifikovaných 34 látok, z toho 12 alkoholov, 7 aldehydov, 6 ketónov, 5 kyselín, 3 estery a jeden terpén.

Tabuľka 8 – Prehľad všetkých identifikovaných zlúčenín

Alkoholy	2-metylbutan-1-ol	Aldehydy	etanal
	2-metylpropan-2-ol		fenyletanal
	3-metylbutan-1-ol		fenylmetanal
	bután-1-ol		hexanal
	bután-2-ol		heptanal
	etanol		pentanal
	fenyletanol		propanal
	fenylmetanol	Ketóny	3-hydroxybutan-2-ón
	metanol		4-metylpentan-2-ón
	pentan-1-ol		butan-2,3-dion
	propan-1-ol		heptan-2-ón
	propan-2-ol		pentan-2-ón
Kyseliny	2-metylpropánová kyselina	Estery	propan-2-ón
	butánová kyselina		butyletanoát
	etánová kyselina		etyldekanoát
	hexánová kyselina	etyletanoát	
oktánová kyselina	Celkom	34	
Terpény			3,7-dimetylokta-1,6-dien-3-ol

4.1.2.1 Vzorky TSA vyrobené z 8 týždňov zrelej tehly

Ako vzorky boli použité TSA vyrobené z eidamskej tehly zrejúcej 8 týždňov a rastlinných tukov (maslový, mliečny, kokosový, palmový tuk a zmesný olej). Vzorky pre analýzu boli odoberané v časových intervaloch, prvý – ihneď po roztavení, druhý – po 1 mesiaci skladovania, tretí – po 3 mesiacoch skladovania a štvrtý – po 6 mesiacoch skladovania.

AAL boli identifikované pomocou retenčných časov štandardov a kvantifikované na základe plochy píkov a prepočtom na koncentráciu podľa vzťahu (1), na základe známeho množstva dávkovaných štandardov. Meranie rovnakého druhu vzorky bolo opakované trikrát. Obsah aromaticky aktívnych látok identifikovaných v TSA vyrobených z 8 týždňov zrelej tehly je uvedený v tabuľkách (Tabuľka 9 - Tabuľka 16). Výsledky sú uvedené v μg na 1 g TSA.

Vo vzorkách odoberaných ihneď po roztavení boli identifikované celkovo 26 aromaticky aktívnych látok. Z toho 9 alkoholov, 6 aldehydov, 4 ketóny, 4 kyseliny a 3 estery.

Celkové koncentrácie AAL s jednotlivými tukmi:

- 8-TSA-0-MA je $887,23 \pm 62,92 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- 8-TSA-0-MT je $2029,04 \pm 141,04 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- 8-TSA-0-KT je $1607,78 \pm 299,93 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- 8-TSA-0-PT je $1110,75 \pm 96,83 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- 8-TSA-0-SO je $1392,72 \pm 100,28 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$.

Vo vzorkách odobraných po 1 mesiaci skladovania bolo identifikovaných 23 aromaticky aktívnych látok. Z toho bolo 8 alkoholov, 4 aldehydov, 6 ketónov, 2 kyseliny a 3 estery.

Celkové koncentrácie AAL s jednotlivými tukmi:

- 8-TSA-1-MA je $1853,17 \pm 54,31 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- 8-TSA-1-MT je $2289,66 \pm 119,24 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- 8-TSA-1-KT je $1698,00 \pm 231,99 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- 8-TSA-1-PT je $1128,57 \pm 30,14 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- 8-TSA-1-SO je $1429,14 \pm 39,89 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$.

Vo vzorkách odobraných po 3 mesiacoch skladovania bolo identifikovaných 24 aromaticky aktívnych látok. Z toho bolo 9 alkoholov, 5 aldehydov, 5 ketónov, 2 kyseliny a 3 estery.

Celkové koncentrácie AAL s jednotlivými tukmi:

- 8-TSA-3-MA je $1531,58 \pm 112,11 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- 8-TSA-3-MT je $1679,19 \pm 135,01 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- 8-TSA-3-KT je $1341,98 \pm 49,42 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- 8-TSA-3-PT je $1255,43 \pm 93,54 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- 8-TSA-3-SO je $1361,48 \pm 87,74 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$.

Vo vzorkách odobraných po 6 mesiacoch skladovania bolo identifikovaných 24 aromaticky aktívnych látok. Z toho bolo 8 alkoholov, 5 aldehydov, 5 ketónov, 3 kyseliny a 3 esterov.

Celkové koncentrácie AAL s jednotlivými tukmi:

- 8-TSA-6-MA je $1101,19 \pm 66,51 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- 8-TSA-6-MT je $1755,12 \pm 104,77 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- 8-TSA-6-KT je $1893,87 \pm 27,66 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- 8-TSA-6-PT je $1401,99 \pm 98,52 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- 8-TSA-6-SO je $1476,04 \pm 86,34 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$.

Z nameraných výsledkov vyplýva, že zloženie sa počas skladovania mierne zmenilo aj zložením aj celkovými koncentraciami identifikovaných látok. Celkovo možno zhrnúť, že skôr koncentrácia AAL skladovaním rastie.

Tabuľka 9 - Obsah identifikovaných aromatických látok v TSA (Eidamská tehla zrelá 8 týždňov, analýza ihneď po utavení – 8-TSA-0)

Skupina	zlúčenina	Maslový tuk	Mliečny tuk	Kokosový tuk	Palmový tuk	Zmesný olej
Alkoholy	2-metylbutan-1-ol	nd	nd	nd	23,44 ± 2,85*	12,86 ± 0,36*
	2-metylpropan-2-ol	17,47 ± 2,02	nd	nd	34,52 ± 5,20	14,63 ± 1,06
	butan-1-ol	25,40 ± 2,56*	032,65 ± 3,38*	33,72 ± 5,98*	45,74 ± 4,98*	50,26 ± 2,36*
	butan-2-ol	214,74 ± 19,38*	285,65 ± 19,69*	294,03 ± 27,76*	313,53 ± 32,41*	259,18 ± 20,26*
	etanol	165,74 ± 11,24	171,06 ± 4,95	181,35 ± 18,17	161,99 ± 23,18	173,76 ± 2,98
	metanol	nd	803,17 ± 51,46	732,24 ± 217,65	nd	nd
	pentan-1-ol	12,94 ± 0,65*	nd	nd	16,42 ± 1,97*	36,06 ± 3,60*
	propan-1-ol	173,66 ± 16,81*	156,16 ± 19,62*	227,40 ± 14,39*	162,77 ± 11,20*	222,67 ± 12,76*
	propan-2-ol	nd	242,86 ± 12,64	166,57 ± 3,32	222,58 ± 13,45	681,40 ± 65,90
	Celková koncentrácia	183,64 ± 13,30	1217,56 ± 69,10	1080,72 ± 239,19	419,65 ± 41,89	870,37 ± 69,98
Aldehydy	etanal	851,072 ± 103,53*	846,31 ± 83,13*	896,51 ± 57,47*	910,11 ± 163,82*	741,93 ± 7,34*
	fenylmetanal	nd	nd	nd	nd	11,23 ± 0,93*
	hexanal	nd	3,16 ± 0,37*	nd	11,54 ± 0,93*	nd
	heptanal	4,86 ± 0,53*	2,59 ± 0,29*	1,75 ± 0,17*	2,34 ± 0,20*	2,51 ± 0,28*
	pentanal	nd	15,64 ± 0,11*	nd	4,43 ± 0,49*	51,38 ± 5,44*
	propanal	nd	nd	nd	nd	22,96 ± 0,64*
	Celková koncentrácia	0,86 ± 0,10	0,87 ± 0,08	0,90 ± 0,06	0,93 ± 0,17	0,83 ± 0,01
Ketóny	3-hydroxybutan-2-ón	611,70 ± 41,79	749,02 ± 66,54	461,67 ± 56,40	632,93 ± 45,86	468,25 ± 27,99
	4-methylpentan-2-ón	11,16 ± 1,57*	12,29 ± 0,37*	7,30 ± 0,99*	13,14 ± 0,41*	nd
	butan-2,3-dion	584,03 ± 37,52*	541,43 ± 78,65*	433,14 ± 19,50*	567,97 ± 22,76*	909,20 ± 114,56*
	pentan-2-ón	18,28 ± 0,91*	nd	nd	nd	nd
Celková koncentrácia	612,31 ± 41,83	749,57 ± 66,62	462,11 ± 56,42	633,51 ± 45,89	469,16 ± 28,11	

* - celé násobené 10^{-3} (napr.: $(25,40 \pm 2,56) \cdot 10^{-3}$); nd – nebolo detegované

Tabuľka 10 - Obsah identifikovaných aromaticky aktívnych látok v TSA (Eidamská tehla zrelá 8 týždňov, analýza ihneď po utavení – **8-TSA-0**)

Skupina	Zlúčenina	Maslový tuk	Mliečny tuk	Kokosový tuk	Palmový tuk	Zmesný olej
Kyseliny	butánová kyselina	nd	nd	nd	nd	628,79 ± 70,20*
	etánová kyselina	85,63 ± 7,67	50,24 ± 5,15	63,77 ± 4,22	56,40 ± 8,87	50,42 ± 1,97
	hexánová kyselina	266,22 ± 28,56*	308,17 ± 50,94*	272,16 ± 39,50*	262,27 ± 22,42*	nd
	oktánová kyselina	nd	10,48 ± 0,04	nd	nd	nd
Celková koncentrácia						
		85,89 ± 7,7	61,04 ± 5,25	64,04 ± 4,26	56,66 ± 8,89	51,04 ± 2,04
Estery	butyletanoát	nd	nd	nd	nd	1,31 ± 0,14
	etyldekanoát	4,8 ± 2,76*	7,00 ± 0,61*	3,75 ± 1,91*	2,02 ± 0,06*	1,53 ± 0,17*
	etyletanoát	nd	1,30 ± 0,26*	1,14 ± 0,12*	1,64 ± 0,25*	1,02 ± 0,05*
Celková koncentrácia						
		6,84 ± 2,99*	8,3 ± 0,87*	4,89 ± 2,02*	3,66 ± 0,31*	1315,14 ± 144,77*
Výsledná koncentrácia						
		887,23 ± 62,92	2029,04 ± 141,04	1607,78 ± 299,93	1110,75 ± 96,83	1392,72 ± 100,28

* - celé násobené 10^{-3} (napr.: (25,40 ± 2,56) · 10^{-3})

Tabuľka 11 - Obsah identifikovaných aromaticky aktívnych látok v TSA (Eidamská tehla zrelá 8 týždňov, analýza po 1 mesiaci skladovania – **8-TSA-1**)

Skupina	Zlúčenina	Maslový tuk	Mliečny tuk	Kokosový tuk	Palmový tuk	Zmesný olej
Alkoholy	2-metylpropan-2-ol	nd	nd	nd	35,04 ± 7,56	20,86 ± 2,43
	butan-1-ol	41,47 ± 2,14*	45,41 ± 4,14*	108,86 ± 4,14*	170,69 ± 08,01*	154,76 ± 1,45*
	butan-2-ol	292,96 ± 22,13*	389,45 ± 12,45*	416,99 ± 12,46*	341,80 ± 22,28*	349,92 ± 17,75*
	etanol	208,97 ± 3,02	215,96 ± 3,48	162,11 ± 7,41	230,06 ± 5,18	217,96 ± 4,01
	metanol	829,48 ± 16,58	1033,51 ± 45,41	916,22 ± 154,13	nd	nd
	pentan-1-ol	12,61 ± 0,14*	nd	19,84 ± 2,06*	12,41 ± 0,91*	45,77 ± 3,07*
Celková koncentrácia	propan-1-ol	217,82 ± 20,32*	276,20 ± 32,47*	208,07 ± 2,44*	197,05 ± 1,32*	217,13 ± 24,16*
	propan-2-ol	nd	198,34 ± 0,28	nd	256,72 ± 15,21	484,28 ± 2,75
		1039,01 ± 19,65	1448,52 ± 49,22	1079,08 ± 161,57	522,54 ± 27,98	723,87 ± 9,24

* - celé násobené 10^{-3} (napr.: (25,40 ± 2,56) · 10^{-3})

Tabuľka 12 - Obsah identifikovaných aromaticky aktívnych látok v TSA (Eidamská tešla zrelá 8 týždňov, analýza po 1 mesiaci skladovania – 8-TSA-1)

Skupina	Zlúčenina	Maslový tuk	Mliečny tuk	Kokosový tuk	Palmový tuk	Zmesný olej
Aldehydy	etanal	568,15 ± 144,24*	449,23 ± 35,73*	507,67 ± 168,36*	373,33 ± 21,34*	381,91 ± 49,44*
	heptanal	2,70 ± 0,43*	1,82 ± 0,02*	nd	nd	2,01 ± 0,08*
	hexanal	nd	nd	nd	9,72 ± 0,88*	nd
	pentanal	nd	nd	nd	3,97 ± 0,34*	49,16 ± 2,38*
Celková koncentrácia						
Ketóny	3-hydroxybutan-2-ón	705,59 ± 31,61	791,21 ± 68,50	549,53 ± 61,22	556,83 ± 0,52	622,22 ± 20,90
	4-methylpentan-2-ón	34,80 ± 24,05*	19,02 ± 4,24*	13,44 ± 1,45*	nd	nd
	butan-2,3-dion	667,93 ± 2,95*	504,46 ± 30,23*	416,27 ± 21,86*	417,52 ± 43,65*	638,05 ± 43,04*
	heptan-2-ón	4,78 ± 0,27*	nd	nd	nd	nd
	pentan-2-ón	22,25 ± 2,55*	nd	nd	nd	nd
	propan-2-ón	nd	nd	nd	nd	0,32 ± 0,01*
	Celková koncentrácia					
Kyseliny	etánová kyselina	706,32 ± 31,64	791,74 ± 68,54	549,96 ± 61,24	557,25 ± 0,56	622,86 ± 20,94
	hexánová kyselina	106,08 ± 2,63	48,54 ± 1,44	68,22 ± 9,01	48,39 ± 1,57	80,13 ± 9,36
	hexánová kyselina	292,33 ± 10,88*	nd	nd	nd	431,75 ± 168,27*
Celková koncentrácia						
Estery	butyletanoát	106,37 ± 2,64	48,54 ± 1,44	68,22 ± 9,01	48,39 ± 1,57	80,56 ± 9,53
	etyldekanoát	889,75 ± 240,30*	402,06 ± 3,81*	224,97 ± 3,45*	nd	1410,35 ± 117,20*
	etyldekanoát	4,41 ± 0,42*	2,90 ± 0,57*	3,41 ± 0,39*	1,39 ± 0,08*	3,98 ± 0,55*
	etyletanoát	02,50 ± 0,10*	nd	1,78 ± 0,63*	1,56 ± 0,21*	1,71 ± 0,18*
Celková koncentrácia						
Výsledná koncentrácia						
		1853,17 ± 54,31	2289,66 ± 119,24	1698,00 ± 231,99	1128,57 ± 30,14	1429,14 ± 39,89

* - celé násobené 10^{-3} (napri.: $(25,40 \pm 2,56) \cdot 10^{-3}$)

Tabuľka 13 - Obsah identifikovaných aromaticky aktívnych látok v TSA (Eidamská teľta zrelá 8 týždňov, analýza po 3 mes. skladovania – 8-TSA-3)

Skupina	Zlúčenina	Maslový tuk	Mliečny tuk	Kokosový tuk	Palmový tuk	Zmesný olej
Alkoholy	2-metylpropán-2-ol	nd	nd	nd	20,49 ± 5,27	18,49 ± 0,57
	3-metylbután-1-ol	nd	2,94 ± 0,01	nd	nd	1,76 ± 0,05
	butan-1-ol	29,10 ± 1,85*	43,80 ± 3,39*	164,06 ± 4,87*	102,69 ± 18,16*	149,23 ± 13,31*
	butan-2-ol	230,25 ± 18,77*	299,03 ± 15,14*	334,37 ± 26,07*	290,24 ± 22,23*	224,96 ± 12,43*
	etanol	162,48 ± 3,05	166,45 ± 0,96	167,47 ± 14,25	166,40 ± 1,12	164,75 ± 11,11
	metanol	592,99 ± 43,38	812,59 ± 9,30	522,76 ± 12,00	nd	nd
	pentan-1-ol	17,73 ± 1,58*	nd	17,83 ± 2,17*	14,93 ± 1,10*	42,94 ± 1,40*
	propan-1-ol	133,81 ± 2,67	173,07 ± 12,47*	166,44 ± 9,04*	166,37 ± 14,81*	159,48 ± 18,02*
	propan-2-ol	186,76 ± 12,88	273,90 ± 20,92	184,53 ± 9,42	405,69 ± 25,59	543,42 ± 68,62
	Celková koncentrácia	942,64 ± 59,34	1256,41 ± 31,23	875,45 ± 35,71	593,15 ± 32,03	728,99 ± 80,39
Aldehydy	etanal	491,73 ± 67,07*	540,70 ± 1,58*	472,93 ± 49,39*	427,26 ± 63,07*	574,69 ± 89,75*
	fénylmetanal	nd	nd	nd	nd	11,29 ± 0,88*
	heptanal	4,69 ± 0,04*	3,23 ± 0,25*	nd	2,15 ± 0,26*	2,47 ± 0,29*
	hexanal	nd	nd	nd	11,14 ± 0,15*	nd
	pentanal	nd	nd	v	16,36 ± 0,90*	22,72 ± 0,88*
Celková koncentrácia	496,42 ± 67,12*	543,93 ± 1,83*	472,93 ± 49,39*	456,90 ± 64,38*	611,18 ± 91,80*	
Ketóny	3-hydroxybutan-2-ón	537,67 ± 48,30	381,71 ± 101,78	426,93 ± 12,98	612,19 ± 60,34	581,13 ± 6,83
	4-methylpentan-2-ón	13,81 ± 2,24*	14,15 ± 2,24*	7,12 ± 0,15*	9,00 ± 1,92*	7,83 ± 1,03*
	butan-2,3-dion	487,25 ± 62,53*	298,43 ± 68,96*	414,86 ± 7,38*	528,77 ± 20,40*	325,59 ± 56,63*
	pentan-2-ón	19,46 ± 0,78*	nd	7,31 ± 0,48*	nd	nd
	propan-2-ón	nd	nd	nd	nd	0,29 ± 0,03*
Celková koncentrácia	538,19 ± 48,36	382,02 ± 101,85	427,36 ± 12,99	612,72 ± 60,36	581,46 ± 6,88	

* - celé násobené 10^{-3} (napr.: $(25,40 \pm 2,56) \cdot 10^{-3}$)

Tabuľka 14 - Obsah identifikovaných aromatických látok v TSA (Eidamská tehla zrelá 8 týždňov, analýza po 3 mes. skladovania – 8-TSA-3)

Skupina	Zlúčenina	Maslový tuk	Mliečny tuk	Kokosový tuk	Palmový tuk	Zmesný olej
Kyseliny	etánová kyselina	50,08 ± 4,34	39,80 ± 1,88	38,20 ± 0,63	49,09 ± 1,08	48,38 ± 0,27
	hexánová kyselina	nd	nd	307,83 ± 43,56*	nd	272,20 ± 15,99*
Celková koncentrácia						
Estery	butyletanoát	157,62 ± 3,75*	403,65 ± 50,56*	176,76 ± 5,62*	nd	1,77 ± 0,08
	etyldekanoát	4,24 ± 0,31*	4,61 ± 0,35*	4,46 ± 0,13*	5,56 ± 0,15*	4,40 ± 0,30*
	etyletanoát	02,25 ± 0,05*	2,18 ± 0,86*	1,80 ± 0,05*	1,24 ± 0,01*	1,38 ± 0,01*
Celková koncentrácia						
Výsledná koncentrácia		164,11 ± 4,12*	410,44 ± 51,78*	183,02 ± 5,80*	6,80 ± 0,16*	1,77 ± 0,08
		1531,58 ± 112,11	1679,19 ± 135,01	1341,98 ± 49,42	1255,43 ± 93,54	1361,48 ± 87,74

* - celé násobené 10^{-3} (napr.: $(25,40 \pm 2,56) \cdot 10^{-3}$)

Tabuľka 15 - Obsah identifikovaných aromatických látok v TSA (Eidamská tehla zrelá 8 týždňov, analýza po 6 mes. skladovania – 8-TSA-6)

Skupina	Zlúčenina	Maslový tuk	Mliečny tuk	Kokosový tuk	Palmový tuk	Zmesný olej
Alkoholy	2-metylpropan-2-ol	21,37 ± 0,35	nd	nd	19,08 ± 1,35	12,45 ± 0,18
	butan-1-ol	34,87 ± 0,17*	39,76 ± 0,56*	228,52 ± 35,26*	242,84 ± 0,77*	135,91 ± 25,40*
	butan-2-ol	243,41 ± 35,19*	291,04 ± 7,49*	359,52 ± 2,53*	305,06 ± 31,76*	255,51 ± 12,59*
	etanol	181,56 ± 0,74	130,43 ± 0,88	143,75 ± 3,72	192,36 ± 8,43	186,88 ± 3,50
	metanol	nd	628,78 ± 47,55	904,74 ± 12,74	nd	nd
Celková koncentrácia	pentan-1-ol	nd	15,40 ± 0,96*	542,53 ± 33,11*	18,20 ± 1,53*	41,02 ± 1,31*
	propan-1-ol	194,65 ± 19,93*	176,97 ± 34,24*	217,16 ± 65,77*	195,94 ± 3,16*	213,08 ± 12,53*
	propan-2-ol	229,55 ± 15,83	237,15 ± 15,27	175,36 ± 0,86	411,17 ± 14,96	578,78 ± 59,98
		432,96 ± 16,98	996,89 ± 63,75	1225,19 ± 17,46	623,37 ± 24,77	778,75 ± 63,71

* - celé násobené 10^{-3} (napr.: $(25,40 \pm 2,56) \cdot 10^{-3}$)

Tabuľka 16 - Obsah identifikovaných aromaticky aktívnych látok v TSA (Eidamská teľta zrelá 8 týždňov, analýza po 6 mes. skladovania – 8-TSA-6)

Skupina	Zlúčenina	Maslový tuk	Mliečny tuk	Kokosový tuk	Palmový tuk	Zmesný olej
Aldehydy	etanal	416,81 ± 36,88*	401,97 ± 21,78*	332,44 ± 21,63*	673,06 ± 39,39*	383,85 ± 87,14*
	fenyľmetanal	38,66 ± 3,86*	26,33 ± 2,41*	45,95 ± 1,65*	39,22 ± 5,90*	47,55 ± 3,56*
	heptanal	3,61 ± 0,54*	nd	11,95 ± 10,25*	1,82 ± 0,05*	1,68 ± 0,09*
	hexanal	2,07 ± 0,15*	nd	nd	10,38 ± 0,64*	nd
	pentanal	nd	7,67 ± 0,65*	23,11 ± 15,53*	5,61 ± 0,45*	39,64 ± 2,97*
Celková koncentrácia						
Ketóny	3-hydroxybutan-2-ón	461,15 ± 41,42*	435,98 ± 024,84*	413,46 ± 49,05*	730,09 ± 4643*	472,72 ± 93,76*
	4-metylpentan-2-ón	581,76 ± 39,10	695,64 ± 38,08	580,65 ± 2,01	725,02 ± 64,21	621,21 ± 14,59
	butan-2,3-dion	7,44 ± 0,76*	08,33 ± 0,44*	8,78 ± 0,37*	8,51 ± 0,29*	7,24 ± 0,17*
	pentan-2-ón	484,41 ± 53,88*	460,40 ± 53,23*	373,28 ± 46,79*	396,65 ± 32,63*	512,09 ± 18,26*
	propan-2-ón	19,79 ± 0,40*	nd	nd	nd	nd
Celková koncentrácia						
Kyseliny	butánová kyselina	582,27 ± 39,16	696,11 ± 38,13	581,03 ± 2,06	725,43 ± 64,24	621,73 ± 14,61
	etánová kyselina	1212,19 ± 96,55*	1383,85 ± 78,38*	1316,82 ± 94,80*	1353,12 ± 49,08*	1310,27 ± 77,49*
	hexánová kyselina	83,97 ± 10,21	59,84 ± 2,74	85,18 ± 7,86	50,79 ± 9,37	72,07 ± 7,72
Celková koncentrácia						
Estery	butyletanoát	312,90 ± 23,78*	249,95 ± 15,53*	425,43 ± 23,83*	311,93 ± 40,05*	303,36 ± 9,70*
	etyldekanoát	85,49 ± 10,33	61,47 ± 2,84	86,92 ± 7,98	52,45 ± 9,46	73,68 ± 7,81
	etyletanoát	nd	223,00 ± 22,41*	302,52 ± 112,87*	nd	1,40 ± 0,12
Celková koncentrácia						
Výsledná koncentrácia		2,81 ± 0,51*	2,47 ± 0,08*	3,65 ± 0,23*	2,36 ± 0,04*	2,64 ± 0,22*
		2,77 ± 0,01*	2,04 ± 0,26*	3,94 ± 1,65*	3,30 ± 0,09*	2,32 ± 0,23*
Celková koncentrácia						
Výsledná koncentrácia						
		05,58 ± 0,52*	227,51 ± 22,75*	310,12 ± 114,75*	5,66 ± 0,13*	1,40 ± 0,12
		1101,19 ± 66,51	1755,12 ± 104,77	1893,87 ± 27,66	1401,99 ± 98,52	1476,04 ± 86,34

* - celé násobené 10^{-3} (napr.: $(25,40 \pm 2,56) \cdot 10^{-3}$); ** - celé násobené 10^{-6}

4.1.2.2 Vzorky TSA vyrobené z 12 týždňov zrelej tehly

Ako vzorky boli použité TSA vyrobené z eidamskej tehly zrejúcej 12 týždňov a rastlinných tukov (maslový, mliečny, kokosový, palmový tuk a zmesný olej). Vzorky pre analýzu boli odoberané v časových intervaloch, prvý – ihneď po roztavení, druhý – po 1 mesiaci skladovania, tretí – po 3 mesiacoch skladovania a štvrtý – po 6 mesiacoch skladovania.

AAL boli identifikované pomocou retenčných časov štandardov a kvantifikované na základe plochy vzniknutých pík a prepočtom na koncentráciu podľa vzťahu (1), na základe známeho množstva dávkovaných štandardov. Meranie rovnakého druhu vzorky bolo opakované trikrát. Obsah aromaticky aktívnych látok identifikovaných v TSA vyrobených z 12 týždňov zrelej tehly je uvedený v tabuľkách (Tabuľka 17 - Tabuľka 24). Výsledky sú uvedené v μg na 1 g TSA.

Vo vzorkách odoberaných ihneď po roztavení boli identifikované celkovo 26 aromaticky aktívnych látok. Z toho 9 alkoholov, 6 aldehydov, 4 ketóny, 4 kyseliny a 3 estery.

Celkové koncentrácie AAL s jednotlivými tukmi:

- TSA s maslovým tukom je $1018,15 \pm 93,35 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- TSA s mliečnym tukom $1356,31 \pm 155,40 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- TSA s kokosovým tukom $2873,31 \pm 240,88 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- TSA s palmovým tukom $953,70 \pm 78,01 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- TSA so zmesným olejom $1053,17 \pm 62,52 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$.

Vo vzorkách odobraných po 1 mesiaci skladovania bolo identifikovaných 23 aromaticky aktívnych látok. Z toho bolo 8 alkoholov, 4 aldehydov, 6 ketónov, 2 kyseliny a 3 estery.

Celkové koncentrácie AAL s jednotlivými tukmi:

- TSA s maslovým tukom je $836,69 \pm 75,27 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- TSA s mliečnym tukom $1409,06 \pm 94,18 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- TSA s kokosovým tukom $4019,25 \pm 321,42 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- TSA s palmovým tukom $1038,17 \pm 64,84 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- TSA so zmesným olejom $631,28 \pm 22,49 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$.

Vo vzorkách odobraných po 3 mesiacoch skladovania bolo identifikovaných 24 aromaticky aktívnych látok. Z toho bolo 9 alkoholov, 5 aldehydov, 5 ketónov, 2 kyseliny a 3 estery.

Celkové koncentrácie AAL s jednotlivými tukmi:

- TSA s maslovým tukom je $687,89 \pm 30,62 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- TSA s mliečnym tukom $1526,88 \pm 137,68 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- TSA s kokosovým tukom $2351,49 \pm 145,59 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- TSA s palmovým tukom $924,95 \pm 90,59 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- TSA so zmesným olejom $540,59 \pm 41,00 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$.

Vo vzorkách odobraných po 6 mesiacoch skladovania bolo identifikovaných 24 aromaticky aktívnych látok. Z toho bolo 8 alkoholov, 5 aldehydov, 5 ketónov, 3 kyseliny a 3 esterov.

Celkové koncentrácie AAL s jednotlivými tukmi:

- TSA s maslovým tukom je $895,56 \pm 43,02 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- TSA s mliečnym tukom $1641,07 \pm 149,49 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- TSA s kokosovým tukom $3619,78 \pm 434,24 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- TSA s palmovým tukom $1113,15 \pm 99,04 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,
- TSA so zmesným olejom $1241,32 \pm 62,50 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$.

Z nameraných výsledkov vyplýva, že sa počas skladovania mierne zmenilo zloženie aj koncentrácie AAL v analyzovaných vzorkách TSA. Porovnaním koncentrácií látok meraných ihneď po utavení a po 6 mesačnom skladovaní možno tvrdiť, že koncentrácia AAL stúpa.

Tabuľka 17 - Obsah identifikovaných aromaticky aktívnych látok v TSA (Eidamská tehla zrelá 8 týždňov, analýza ihneď po utavení – 12-TSA-0)

Skupina	Zlúčenina	Maslový tuk	Mliečny tuk	Kokosový tuk	Palmový tuk	Zmesný olej
Alkoholy	2-metylbutan-1-ol	nd	nd	nd	25,30 ± 1,70*	nd
	2-metylpropan-2-ol	89,86 ± 8,64	nd	nd	82,86 ± 4,23	74,06 ± 10,69
	butan-1-ol	28,29 ± 1,49*	56,02 ± 1,44*	46,48 ± 4,53*	42,71 ± 2,46*	44,58 ± 4,83*
	butan-2-ol	1,31 ± 0,15	3,72 ± 0,37	1,92 ± 0,06	1,70 ± 0,13	2,14 ± 0,20
	etanol	161,74 ± 5,50	151,04 ± 12,28	166,35 ± 8,52	193,14 ± 9,47	170,13 ± 7,04
	fenylmetanol	374,93 ± 49,99*	nd	nd	nd	nd
	metanol	nd	784,13 ± 108,55	2239,28 ± 172,10	nd	nd
	pentan-1-ol	12,61 ± 1,32*	13,00 ± 1,22*	17,12 ± 0,23*	15,77 ± 1,68*	34,48 ± 2,98*
	propan-1-ol	443,39 ± 74,97*	260,26 ± 14,76*	302,18 ± 26,38*	306,25 ± 28,13*	358,43 ± 22,77*
propan-2-ol	nd	159,23 ± 3,09	nd	241,58 ± 18,50	324,28 ± 9,90	
Celková koncentrácia		253,77 ± 14,43	1098,45 ± 124,30	2407,91 ± 180,71	519,67 ± 32,36	571,05 ± 27,85
Aldehydy	etanal	893,68 ± 119,09*	707,46 ± 102,57*	1449,12 ± 16,85*	547,71 ± 34,93*	530,77 ± 65,22*
	fenyletanal	nd	nd	635,69 ± 55,30*	311,25 ± 36,55*	nd
	hexanal	2,23 ± 0,21*	1,81 ± 0,15*	1,72 ± 0,08*	17,87 ± 2,09*	nd
	heptanal	3,42 ± 0,30*	nd	1,70 ± 0,06*	1,77 ± 0,20*	1,75 ± 0,15*
	pentanal	nd	nd	nd	4,25 ± 0,67*	nd
	propanal	nd	nd	nd	nd	12,91 ± 1,42*
	Celková koncentrácia	899,33 ± 119,61*	709,27 ± 102,71*	2088,23 ± 72,29*	882,85 ± 74,45*	545,44 ± 66,79*
Kyseliny	butánová kyselina	1,40 ± 0,17	nd	nd	nd	nd
	etánová kyselina	112,68 ± 5,75	56,95 ± 10,80	43,64 ± 7,59	79,43 ± 8,46	46,90 ± 6,87
	hexánová kyselina	352,58 ± 54,78*	278,92 ± 38,98*	300,26 ± 18,42*	nd	384,76 ± 22,71*
Celková koncentrácia	114,42 ± 5,98	57,23 ± 10,84	43,94 ± 7,60	79,43 ± 8,46	47,29 ± 6,89	

* - celé násobené 10^{-3} (napr.: $(25,40 \pm 2,56) \cdot 10^{-3}$)

Tabuľka 18 - Obsah identifikovaných aromaticky aktívnych látok v TSA (Eidamská teľa zrelá 12 týždňov, analýza ihneď po utavení – 12-TSA-0)

Skupina	Zlúčenina	Maslový tuk	Mliečny tuk	Kokosový tuk	Palmový tuk	Zmesný olej
Ketóny	3-hydroxybutan-2-ón	648,67 ± 72,80	199,43 ± 20,11	419,09 ± 52,40	353,43 ± 37,09	432,58 ± 27,59
	4-methylpentan-2-ón	10,07 ± 0,001,78*	22,02 ± 3,58*	7,78 ± 0,67*	8,21 ± 1,17*	nd
	butan-2,3-dion	374,01 ± 19,97*	452,19 ± 41,93*	611,61 ± 90,79*	275,87 ± 12,75*	573,96 ± 69,97*
	pentan-2-ón	3,73 ± 0,47*	8,89 ± 0,73*	10,71 ± 1,26*	nd	35,20 ± 3,25*
Celková koncentrácia						
Estery	butyletanoát	nd	nd	nd	nd	1,10 ± 0,08
	etyldekanoát	nd	2,55 ± 0,07*	3,13 ± 0,21*	4,46 ± 0,62*	3,13 ± 0,48*
	etyletanoát	1,03 ± 0,07*	1,05 ± 0,02*	1,78 ± 0,27*	1,17 ± 0,11*	1,33 ± 0,10*
Celková koncentrácia						
Terpény	linalool	nd	nd	nd	nd	77,54 ± 1,54**
Celková koncentrácia						
Výsledná koncentrácia						
		1018,15 ± 93,35	1356,31 ± 155,40	2873,66 ± 240,88	953,70 ± 78,01	1053,17 ± 62,56

* - celé násobené 10^{-3} (napr.: $(25,40 \pm 2,56) \cdot 10^{-3}$); ** - celé násobené 10^{-6}

Tabuľka 19 - Obsah identifikovaných aromaticky aktívnych látok v TSA (Eidamská teľta zrelá 12 týždňov, analýza po 1 mesiaci skladovania – 12-TSA-1)

Skupina	Zlúčenina	Maslový tuk	Mliečny tuk	Kokosový tuk	Palmový tuk	Zmesný olej
Alkoholy	2-metylbutan-1-ol	nd	nd	nd	21,75 ± 7,53*	nd
	2-metylpropan-2-ol	73,25 ± 26,2	nd	nd	78,82 ± 6,04	79,17 ± 5,47
	butan-1-ol	24,55 ± 0,89*	32,23 ± 1,06*	36,33 ± 3,48*	44,95 ± 3,41*	39,34 ± 3,07*
	butan-2-ol	937,15 ± 108,11,	2,63 ± 0,19	1,78 ± 0,01	1,62 ± 0,09	1,87 ± 0,30
	etanol	107,37 ± 12,84	105,11 ± 2,82	136,09 ± 7,09	152,82 ± 13,96	119,71 ± 5,28
	fenyletanol	230,82 ± 38,05*	nd	nd	452,00 ± 52,64*	nd
	metanol	nd	765,69 ± 76,63	3161,33 ± 276,24	nd	nd
	pentan-1-ol	nd	nd	11,19 ± 0,10*	177,35 ± 1,22*	nd
	propan-1-ol	282,49 ± 23,23*	174,16 ± 13,97*	265,39 ± 25,08*	290,82 ± 21,91*	221,54 ± 15,54*
	propan-2-ol	nd	264,77 ± 9,75	231,25 ± 7,06	381,71 ± 8,95	nd
Celková koncentrácia	182,09 ± 39,21	1138,41 ± 89,4	3530,77 ± 290,42	615,79 ± 29,13	201,00 ± 11,07	
Aldehydy	etanal	874,15 ± 63,94*	602,30 ± 83,72*	554,36 ± 49,00*	515,68 ± 27,11*	594,12 ± 65,96*
	fenylmetanal	nd	nd	nd	nd	12,46 ± 1,27*
	hexanal	nd	2,75 ± 0,18*	36,33 ± 3,48*	22,34 ± 2,97*	nd
	heptanal	4,09 ± 0,23*	1,81 ± 0,16*	2,74 ± 0,14*	3,29 ± 0,38*	2,17 ± 0,14*
	pentanal	nd	nd	nd	12,15 ± 1,74*	26,84 ± 1,08*
	propanal	nd	nd	nd	nd	16,87 ± 0,91*
	Celková koncentrácia	878,24 ± 64,17*	606,86 ± 84,06*	593,43 ± 52,63*	553,45 ± 32,20*	652,45 ± 69,36*
Ketóny	3-hydroxybutan-2-ón	585,39 ± 23,66	197,37 ± 4,47	416,04 ± 22,95	348,57 ± 33,5	364,23 ± 3,94
	4-metylpentan-2-ón	18,52 ± 4,74*	9,39 ± 0,76*	6,23 ± 0,73*	8,61 ± 2,16*	nd
	butan-2,3-dion	348,64 ± 33,79*	230,13 ± 10,84*	234,33 ± 0,45*	345,50 ± 11,63*	245,06 ± 14,29*
	pentan-2-ón	18,71 ± 2,55*	6,81 ± 0,34*	8,72 ± 0,85*	nd	nd
Celková koncentrácia	585,78 ± 23,7	197,62 ± 4,48	416,29 ± 22,95	348,92 ± 33,52	364,47 ± 3,96	

* - celé násobené 10^3 (napr.: $(25,40 \pm 2,56) \cdot 10^3$)

Tabuľka 20 - Obsah identifikovaných aromaticky aktívnych látok v TSA (Eidamská tešla zrelá 12 týždňov, analýza po 1 mesiaci skladovania – 12-TSA-1)

Skupina	Zlúčenina	Maslový tuk	Mliečny tuk	Kokosový tuk	Palmový tuk	Zmesný olej
Kyseliny	butánová kyselina	1,26 ± 0,11	1,33 ± 0,15	1,20 ± 0,06	1,22 ± 0,06	1,29 ± 0,07
	etánová kyselina	66,35 ± 12,16	70,67 ± 0,03	69,22 ± 7,88	71,68 ± 2,1	61,94 ± 7,2
	hexánová kyselina	337,27 ± 30,31*	416,92 ± 34,13*	nd	nd	394,13 ± 49,62*
	oktánová kyselina	nd	nd	1,18 ± 0,05	nd	nd
Celková koncentrácia		67,94 ± 12,29	72,42 ± 0,21	71,6 ± 7,99	72,91 ± 2,16	63,63 ± 7,31
Estery	butyletanoát	nd	nd	1,74 ± 0,06*	nd	1,52 ± 0,08
	etyletanoát	1,28 ± 0,02*	1,39 ± 0,32*	1,22 ± 0,05*	1,68 ± 0,05*	2,22 ± 0,31*
Celková koncentrácia		1,28 ± 0,02*	1,39 ± 0,32*	2,96 ± 0,11*	1,68 ± 0,05*	1,52 ± 0,08
Terpény	linalool	nd	nd	nd	86,92 ± 0,89**	nd
Celková koncentrácia		-	-	-	86,92 ± 0,89**	-
Výsledná koncentrácia		836,69 ± 75,27	1409,06 ± 94,18	4019,25 ± 321,42	1038,17 ± 64,84	631,28 ± 22,49

* - celé násobené 10^{-3} (napr.: $(25,40 \pm 2,56) \cdot 10^{-3}$); ** - celé násobené 10^{-6}

Tabuľka 21 - Obsah identifikovaných aromaticky aktívnych látok v TSA (Eidamská teľta zrelá 12 týždňov, analýza po 3 mes. skladovania – 12-TSA-3)

Skupina	Zlúčenina	Maslový tuk	Mliečny tuk	Kokosový tuk	Palmový tuk	Zmesný olej
Alkoholy	2-metylbutan-1-ol	nd	nd	nd	42,88 ± 7,46*	nd
	2-metylpropan-2-ol	55,28 ± 6,42	nd	nd	78,26 ± 4,04	62,03 ± 8,95
	butan-1-ol	30,65 ± 6,08*	30,04 ± 1,93*	33,38 ± 1,66*	34,93 ± 3,47*	34,89 ± 5,87*
	butan-2-ol	1,09 ± 0,14	2,58 ± 0,19	1,36 ± 0,10	1,21 ± 0,08	954,83 ± 256,27*
	etanol	123,62 ± 4,59	107,67 ± 1,22	133,11 ± 3,02	142,5 ± 1,33	120,15 ± 3,39
	metanol	nd	929,93 ± 96,57	1724,34 ± 113,38	nd	nd
Celková koncentrácia	pentan-1-ol	nd	nd	nd	16,33 ± 1,09*	33,78 ± 1,89*
	propan-1-ol	372,08 ± 9,01*	179,45 ± 8,13*	194,76 ± 8,45*	0,238,09 ± 0,003,83*	248,27 ± 15,92*
	propan-2-ol	nd	239,45 ± 29,9	168,73 ± 14,98	382,81 ± 50,63	nd
Ketóny	Celková koncentrácia	180,39 ± 11,16	1279,84 ± 127,9	2027,77 ± 131,49	605,1 ± 56,08	183,46 ± 12,62
	3-hydroxybutan-2-ón	467,72 ± 18,46	185,91 ± 4,39	281,43 ± 12,71	261,45 ± 25,74	284,82 ± 21,12
	4-methylpentan-2-ón	15,55 ± 1,43*	18,03 ± 4,63*	10,17 ± 0,27*	26,81 ± 2,48*	7,96 ± 0,18*
	butan-2,3-dion	371,10 ± 40,30*	213,03 ± 3,04*	190,24 ± 4,53*	248,21 ± 11,43*	261,15 ± 16,95*
	pentan-2-ón	nd	5,60 ± 0,70*	5,31 ± 0,98*	nd	nd
Aldehydy	Celková koncentrácia	468,1 ± 18,5	186,14 ± 4,4	281,64 ± 12,72	261,73 ± 25,75	285,09 ± 21,14
	etanal	882,34 ± 0,72*	917,49 ± 1,38*	1,31 ± 0,12	1,54 ± 0,41	1,44 ± 0,14
	fenylmetanal	nd	37,59 ± 2,55*	nd	nd	58,36 ± 1,92*
	heptanal	3,31 ± 0,40*	nd	1,79 ± 0,08*	2,12 ± 0,26*	1,88 ± 0,05*
	hexanal	nd	2,84 ± 0,30*	2,23 ± 0,01*	14,17 ± 1,40*	nd
Celková koncentrácia	propanal	nd	nd	nd	nd	17,44 ± 1,18*
	pentanal	14,05 ± 0,69*	nd	nd	11,88 ± 1,32*	34,31 ± 0,15*
	Celková koncentrácia	899,71 ± 1,81*	957,92 ± 4,23*	1,32 ± 0,12	1,57 ± 0,41	1,55 ± 0,14

* - celé násobené 10^{-3} (napr.: $(25,40 \pm 2,56) \cdot 10^{-3}$)

Tabuľka 22 - Obsah identifikovaných aromatických aktívnych látok v TSA (Eidamská tešla zrelá 12 týždňov, analýza po 3 mes. skladovania – 12-TSA-3)

Skupina	Zlúčenina	Maslový tuk	Mliečny tuk	Kokosový tuk	Palmový tuk	Zmesný olej
Kyseliny	2-metylpropánová kys.	nd	2,77 ± 0,33	2,11 ± 0,20	2,82 ± 0,13	nd
	butánová kyselina	1,01 ± 0,16	1,09 ± 0,03	1,13 ± 0,01	1,15 ± 0,11	1,07 ± 0,13
	etánová kyselina	36,80 ± 0,62	55,68 ± 4,98	37,14 ± 1,01	52,25 ± 8,10	61,44 ± 6,09
	hexánová kyselina	481,54 ± 119,22*	386,90 ± 38,38*	390,08 ± 27,34*	320,75 ± 8,69*	1,67 ± 0,65
Celková koncentrácia	38,29 ± 0,90	59,93 ± 5,37	40,77 ± 1,25	56,55 ± 8,35	69,07 ± 6,96	
Estery	butyletanoát	202,32 ± 43,44*	nd	nd	nd	1,41 ± 0,14
	etyldekanoát	2,60 ± 0,12*	2,83 ± 0,18*	2,36 ± 0,14*	2,60 ± 0,24*	3,43 ± 0,31*
	etyletanoát	1,07 ± 0,08*	1,20 ± 0,17*	4,15 ± 0,33*	1,70 ± 0,38*	1,09 ± 0,07*
Celková koncentrácia	205,99 ± 43,63*	4,03 ± 0,35*	6,51 ± 0,47*	4,30 ± 0,62*	1,42 ± 0,14	
Terpény	linalool	267,00 ± 14,69**	nd	213,42 ± 13,64**	287,37 ± 10,14**	nd
Celková koncentrácia	267,00 ± 14,69**	-	213,42 ± 13,64**	287,37 ± 10,14**	-	-
Výsledná koncentrácia	687,89 ± 30,62	1526,88 ± 137,68	2351,49 ± 145,59	924,95 ± 90,59	540,59 ± 41,00	

* - celé násobené 10^{-3} (napr.: $(25,40 \pm 2,56) \cdot 10^{-3}$); ** - celé násobené 10^{-6}

Tabuľka 23 - Obsah identifikovaných aromaticky aktívnych látok v TSA (Eidamská tehla zrelá 12 týždňov, analýza po 6 mes. skladovania – 12-TSA-6)

Skupina	Zlúčenina	Maslový tuk	Mliečny tuk	Kokosový tuk	Palmový tuk	Zmesný olej
Alkoholy	2-metylbutan-1-ol	nd	nd	nd	156,40 ± 8,91*	nd
	2-metylpropan-2-ol	87,15 ± 11,26	nd	nd	66,86 ± 3,89	79,61 ± 6,01
	butan-1-ol	24,03 ± 0,18*	44,04 ± 5,16*	42,85 ± 1,80*	44,38 ± 2,66*	41,23 ± 2,98*
	butan-2-ol	1,26 ± 0,09	3,12 ± 0,21	1,93 ± 0,14	1,47 ± 0,05	2,06 ± 0,41
	etanol	173,93 ± 7,51	146,72 ± 7,97	163,94 ± 12,40	173,87 ± 8,21	169,83 ± 4,62
	metanol	nd	893,82 ± 94,37	2748,07 ± 356,21	nd	nd
	pentan-1-ol	11,71 ± 1,00*	12,65 ± 0,98*	nd	18,36 ± 3,45*	37,27 ± 1,44*
	propan-1-ol	505,46 ± 4,73*	249,37 ± 4,99*	307,66 ± 25,79*	283,82 ± 6,44*	337,09 ± 7,72*
Celková koncentrácia	propan-2-ol	200,72 ± 9,86	345,23 ± 27,32	275,32 ± 8,03	502,80 ± 55,74	658,27 ± 23,82
		463,61 ± 28,73	1389,20 ± 129,87	3189,61 ± 376,80	745,51 ± 67,91	910,18 ± 34,87
Aldehydy	etanal	484,15 ± 18,46*	602,21 ± 7,07*	585,86 ± 2,88*	338,08 ± 76,52*	420,15 ± 18,73*
	fenylmetanal	17,98 ± 1,81*	30,50 ± 3,63*	31,80 ± 1,45*	56,48 ± 7,44*	29,76 ± 0,94*
	hexanal	3,03 ± 0,24*	2,34 ± 0,01*	2,21 ± 0,57*	14,10 ± 1,61*	nd
	heptanal	2,48 ± 0,21*	nd	1,66 ± 0,11*	01,74 ± 0,12*	1,61 ± 0,12*
	pentanal	nd	nd	nd	15,43 ± 1,84*	19,51 ± 2,59*
	propanal	nd	nd	nd	nd	31,16 ± 0,66*
		507,64 ± 20,72*	635,05 ± 10,72*	621,54 ± 5,00*	425,82 ± 87,53*	502,20 ± 23,04*
Ketóny	3-hydroxybutan-2-ón	399,56 ± 10,71	192,60 ± 12,96	367,08 ± 52,85	289,83 ± 15,87	283,60 ± 27,28
	4-methylpentan-2-ón	15,51 ± 1,02*	23,69 ± 0,55*	12,63 ± 0,52*	21,44 ± 10,31*	19,65 ± 0,86*
	butan-2,3-dion	252,36 ± 3379	250,42 ± 3,74*	355,01 ± 26,54*	270,73 ± 22,80*	204,89 ± 0,28*
	pentan-2-ón	09,49 ± 3,76*	7,95 ± 0,22*	8,96 ± 0,34*	nd	nd
	propan-2-ón	nd	nd	nd	43,37 ± 7,98**	nd
Celková koncentrácia	399,84 ± 10,75	192,88 ± 12,96	367,45 ± 52,88	290,12 ± 15,90	283,82 ± 27,28	

* - celé násobené 10^{-3} (napr.: (25,40 ± 2,56) · 10^{-3})

Tabuľka 24 - Obsah identifikovaných aromaticky aktívnych látok v TSA (Eidamská tešla zrelá 12 týždňov, analýza po 6 mes. skladovania – 12-TSA-6)

Skupina	Zlúčenina	Maslový tuk	Mliečny tuk	Kokosový tuk	Palmový tuk	Zmesný olej
Kyseliny	butánová kyselina	1,67 ± 0,11	1,68 ± 0,14	1,73 ± 0,10	1,95 ± 0,03	1,64 ± 0,10
	etánová kyselina	29,93 ± 3,41	56,40 ± 6,49	58,99 ± 4,45	74,66 ± 15,01	43,51 ± 0,16
	hexánová kyselina	nd	268,05 ± 5,62*	369,61 ± 12,59*	441,63 ± 42,79*	236,44 ± 15,38*
Celková koncentrácia		31,61 ± 3,52	58,35 ± 6,64	61,09 ± 4,56	77,05 ± 15,09	45,39 ± 0,27
Estery	butyletanoát	nd	nd	nd	nd	1,41 ± 0,06
	etyldecanoát	2,58 ± 0,13*	3,85 ± 0,15*	3,66 ± 0,14*	3,98 ± 0,41*	2,59 ± 0,15*
	etyletanoát	2,46 ± 0,18*	2,74 ± 0,01*	1,78 ± 0,60*	1,26 ± 0,20*	2,07 ± 1,05*
Celková koncentrácia		5,03 ± 0,32*	6,59 ± 0,15*	5,44 ± 0,75*	5,24 ± 0,60*	1,42 ± 0,06
Výsledná koncentrácia		895,56 ± 43,02	1641,07 ± 149,49	3618,78 ± 434,24	1113,15 ± 99,04	1241,32 ± 62,50

*- celé násobené 10^{-3} (napr.: (25,40 ± 2,56)·10⁻³)

4.1.3 Porovnanie celkového obsahu aromaticky aktívnych látok identifikovaných vo vzorkách tavených syrových analógov

Jedným z hlavných cieľov experimentálnej časti tejto práce bolo porovnať obsah AAL vyrobených z Eidamskej tehly a rôznych druhov rastlinných tukov (MA, MT, KT, PT a SO) a pokúsiť sa určiť vplyv doby skladovania a zrelosti ET na obsah identifikovaných AAL.

Výsledné koncentrácie AAL a ich porovnanie v TSA so zrelosťou použitého syru 8 týždňov sú znázornené grafom na obrázku (Obrázok 11). Tento graf ukazuje zmeny a porovnania celkovej koncentrácie AAL, vo všetkých použitých vzorkách, v rámci celej doby skladovania.

U 8-TSA-MA je výrazný nárast AAL po 1 mesiaci skladovania. Po dlhšej dobe obsah látok klesá. V porovnaní s ostatnými TSA je po 6 mesiacoch množstvo látok najnižšie.

U 8-TSA-MT je takmer celú dobu skladovania obsah AAL v porovnaní s ostatnými najvyšší, no celkovo je opäť najvyšší po 1 mesiaci skladovania.

U 8-TSA-KT sa počas prvých dvoch meraní čiže ihneď a po 1 mesiaci skladovania obsah látok výrazne nemení, po 3 mesiacoch dochádza ku poklesu koncentrácie a po 6 mesiacoch je obsah látok i v porovnaní s ostatnými tukmi najvyšší.

U 8-TSA-PT je vidieť miene zvyšujúcu sa tendenciu obsahu látok počas celej doby skladovania a teda najvyšší obsah AAL je až po 6 mesiacoch i keď rozdiely nie sú markantné. Po 1 mesiaci skladovania oproti ostatným tukom je naopak veľmi nízka koncentrácia AAL.

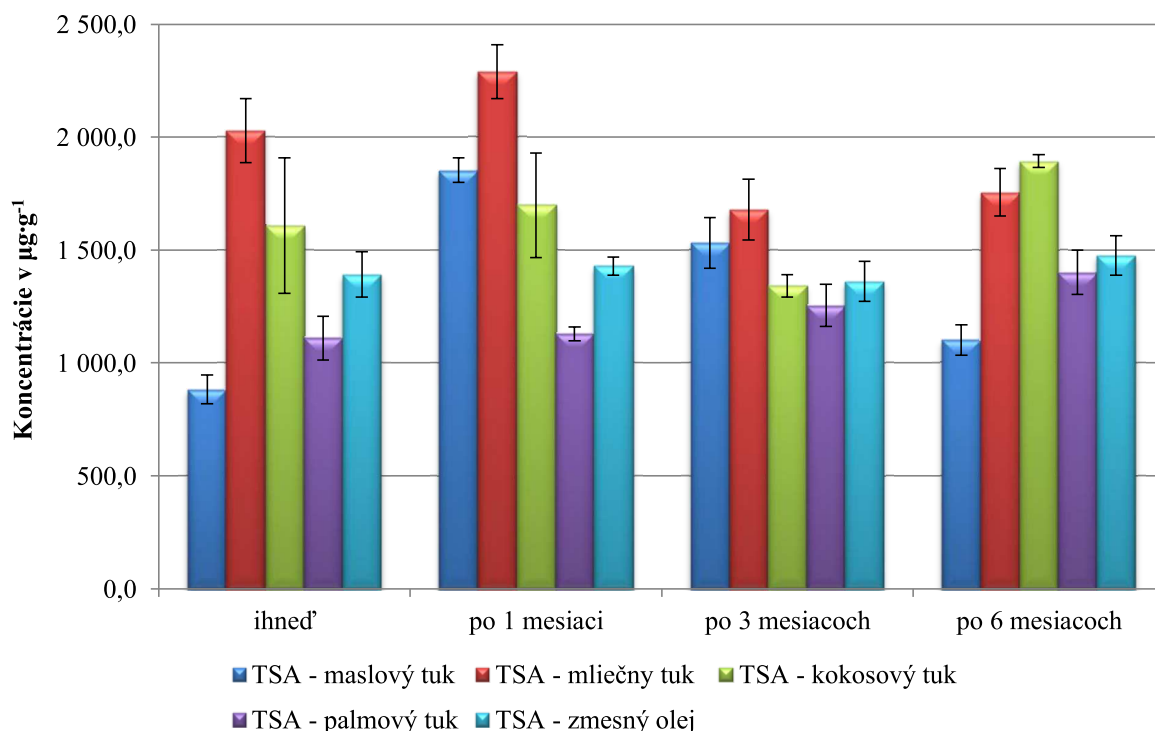
U 8-TSA-SO je koncentrácia látok takmer celú dobu skladovania na jednej úrovni okolo $1400 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru.

Sumárne je možné skonštatovať, že najvyššie koncentrácie u jednotlivých druhov tukov sú:

- 8-TSA-MA-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($1853,17 \pm 54,31 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-MT-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($2289,66 \pm 119,24 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najvyššia,
- 8-TSA-KT-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($1893,87 \pm 27,66 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-PT-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($1401,99 \pm 98,52 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-SO-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($1476,04 \pm 86,34 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru).

A najnižšie namerané koncentrácie sú:

- 8-TSA-MA-0 t.j. ihneď po utavení ($887,23 \pm 62,92 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najnižšia,
- 8-TSA-MT-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($1679,19 \pm 135,01 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-KT-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($1341,98 \pm 49,42 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-PT-0 t.j. ihneď po utavení ($1110,75 \pm 96,83 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-SO-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($1361,48 \pm 87,74 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru).



Obrázok 11 – Graf celkovej koncentrácie identifikovaných AAL v 8-TSA

Výsledné koncentrácie AAL a ich porovnanie v TSA so zrelosťou použitého syru 12 týždňov sú znázornené grafom na obrázku (Obrázok 12). Tento graf ukazuje zmeny a porovnania celkovej koncentrácie AAL, vo všetkých použitých vzorkách, v rámci celej doby skladovania. Už na prvý pohľad je zrejmé, že najvyšší obsah látok je u kokosového tuku po 1 mesiaci skladovania až $4000 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru, ale aj počas celej doby skladovania v porovnaní s ostatnými tukmi.

U 12-TSA-MA je obsah AAL najvyšší ihneď po utavení syru, následne klesá a až po 6 mesiacoch opäť narastá, no už nedosahuje koncentrácie po utavení.

U 12-TSA-MT je možné pozorovať mierne stúpajúcu tendenciu koncentrácie AAL pričom je obsah najvyšší po 6 mesiacoch skladovania, kedy koncentrácia presahuje hodnotu $1600 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru.

U 12-TSA-KT globálne možno zhodnotiť, že obsah AAL je v tomto druhu tuku najvyšší v porovnaní s ostatnými. V rámci porovnávania obsahu látok len u KT je najvyšší po 1 mesiaci skladovania, ďalej po 3 mesiacoch výrazne klesá, ale po 6 mesiacoch skladovania opäť narastá na vysokú hodnotu okolo $3500 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru.

U 12-TSA-PT sú len málo markantné rozdiely, pričom najvyššia koncentrácia je po 6 mesačnom skladovaní a presahuje hodnotu koncentrácie AAL nad $1100 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru. A minimálna koncentrácia je po 3 mesiacoch skladovania.

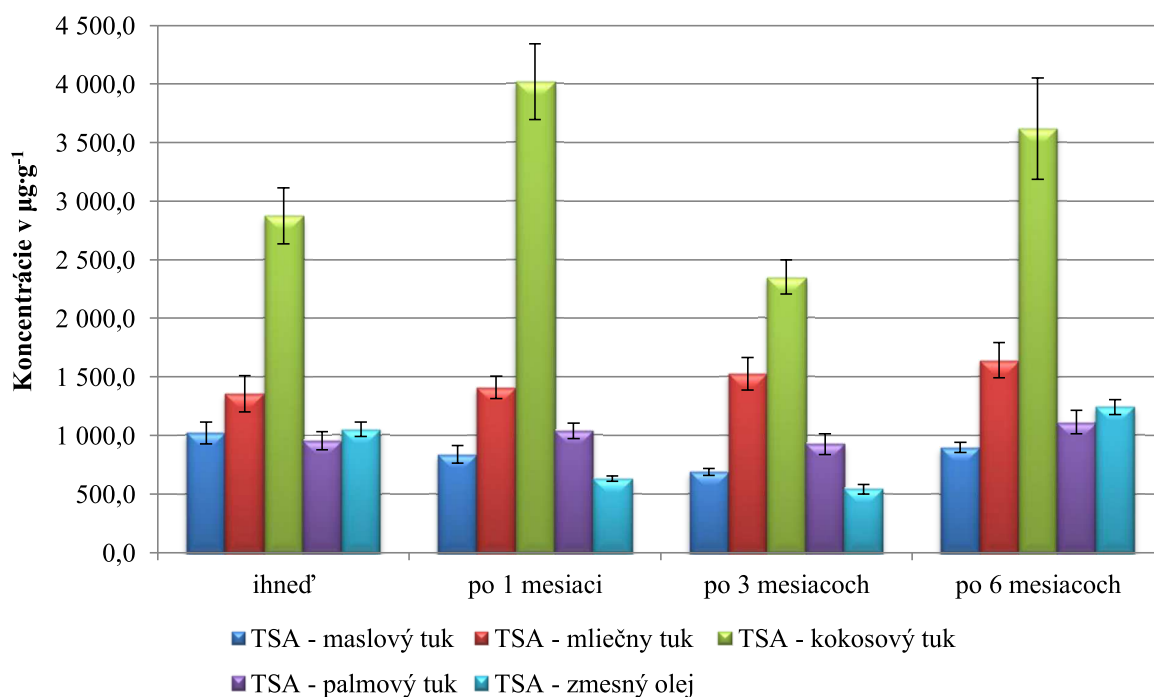
U 12-TSA-SO je po utavení koncentrácia AAL nad $1000 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru, po 1 mesiaci prudko klesá a po 3 mesiacoch dosahuje len polovičnú hodnotu, ale po 6 mesiacoch skladovania je koncentrácia AAL ešte vyššia ako po utavení - $1241,32 \pm 62,50 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru. Hodnoty namerané po 1 a 3 mesiacoch skladovania sú najnižšie v porovnaní so všetkými ostatnými druhmi TSA.

Súhrnne je možné skonštatovať, že najvyššie koncentrácie u jednotlivých druhov tukov sú:

- 8-TSA-MA-0 t.j. ihneď po utavení ($1018,15 \pm 93,35 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-MT-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($1641,07 \pm 149,49 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-KT-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($4019,25 \pm 321,42 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najvyššia,
- 8-TSA-PT-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($1113,15 \pm 99,04 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-SO-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($1241,32 \pm 62,50 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru).

A najnižšie namerané koncentrácie sú:

- 8-TSA-MA-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($687,89 \pm 30,62 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-MT-0 t.j. ihneď po utavení ($1356,31 \pm 155,40 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-KT-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($2351,49 \pm 145,59 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-PT-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($924,95 \pm 90,59 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-SO-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($540,59 \pm 41,00 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najnižšia.



Obrázok 12 – Graf celkovej koncentrácie identifikovaných AAL v 12-TSA

4.1.4 Porovnanie chemických skupín aromaticky aktívnych látok vo vzorkách tavených syrových analógov (tehla zrelá 8 týždňov)

Výsledky analýz sú uvedené v kapitole 4.1.2.1 a v tabuľkách (Tabuľka 9 - Tabuľka 16) V tejto kapitole sú získané výsledky koncentrácií jednotlivých skupín AAL vynesené graficky pre porovnanie (Obrázok 13 - Obrázok 17). Identifikované látky sa pohybujú v širokom rozmedzí koncentrácií a počas skladovania sa menia. Boli sledované zmeny AAL v TSA behom skladovania (0, 1, 3, 6 mesiacov) z hľadiska použitých tukov aj zrelosti Eidamskej tehly 8 týždňov. AAL je možné rozdeliť do skupín podľa toho či ich obsah s dobou skladovania rástol, takmer sa nemenil alebo klesal.

Na obrázku (Obrázok 13) je zobrazený graf celkovej koncentrácie alkoholov v 8-TSA počas celej doby skladovania. Možno z neho jednoznačne vyčítať, že obsah AAL sa s použitým tukom a dobou skladovania mení. Takmer u každého použitého tuku je tendencia zmeny obsahu v čase AAL rôzna.

U 8-TSA-MA je koncentrácia alkoholov ihneď po utavení syru oproti ostatným veľmi nízka, následne po 1 mesiaci skladovania prudko rastie, po 3 mesiacoch jemne klesne a napokon po 6 mesiacoch klesne na hodnotu okolo $400 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru.

U 8-TSA-MT je hodnota koncentrácií alkoholov oproti ostatným takmer vždy najvyššia a po 1 mesiaci skladovania je celkovo najvyššia a ďalším skladovaním klesá.

U 8-TSA-KT obsah alkoholov sa 1 mesiac takmer nemení, po 3 mesiacoch mierne klesá, no po 6 mesiacoch skladovania narastá a celkovo je hodnota po 6 mesiacoch spomedzi ostatných druhov tukov najvyššia.

U 8-TSA-PT sa obsah alkoholov mení len jemne a má mierne stúpajúcu tendenciu počas celej doby skladovania, pričom má maximum po 6 mesiacoch skladovania okolo hodnoty $600 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru.

U 8-TSA-SO je najväčšia nameraná koncentrácia alkoholov ihneď po utavení, po 1 mesiaci skladovania klesne a do 6 mesiacov mierne stúpa.

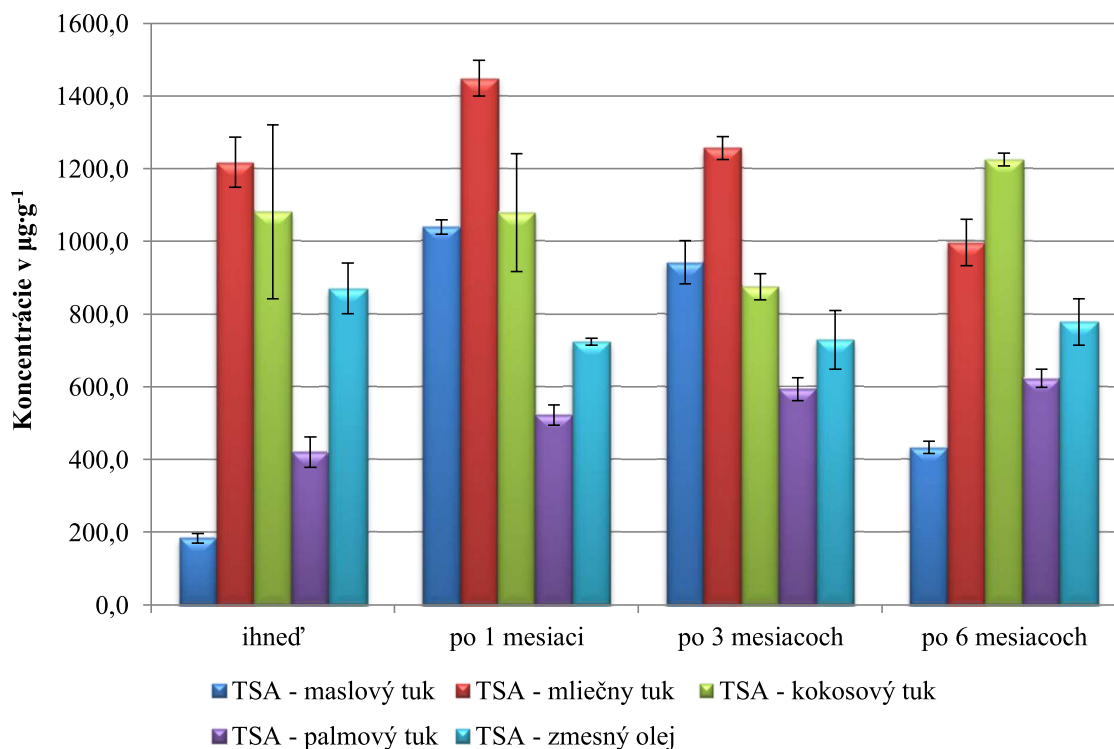
Súhrnne je možné skonštatovať, že najvyššie koncentrácie alkoholov u jednotlivých druhov tukov sú:

- 8-TSA-MA-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($1039,01 \pm 19,65 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-MT-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($1448,52 \pm 49,22 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-KT-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($1225,19 \pm 17,46 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najvyššia,
- 8-TSA-PT-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($623,37 \pm 24,77 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-SO-0 t.j. ihneď po utavení ($870,37 \pm 69,98 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru).

A najnižšie namerané koncentrácie sú:

- 8-TSA-MA-0 t.j. ihneď po utavení ($183,64 \pm 13,30 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-MT-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($996,89 \pm 63,75 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-KT-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($593,15 \pm 32,03 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-PT-0 t.j. ihneď po utavení ($419,65 \pm 41,89 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),

- 8-TSA-SO-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($723,87 \pm 9,24 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najnižšia.



Obrázok 13 – Graf celkovej koncentrácie alkoholov v 8-TSA

Na obrázku (Obrázok 14) je zobrazený graf celkovej koncentrácie aldehydov v 8-TSA počas celej doby skladovania. Je patrné, že najvyššie koncentrácie sú dosahované ihneď po utavení a skladovaním sa znižujú približne na polovičné hodnoty.

U 8-TSA-MA je znateľná tendencia poklesu koncentrácie aldehydov v čase. Po 1 mesiaci vznikol najmarkantnejší rozdiel.

U 8-TSA-MT je najvyššia koncentrácia ihneď po utavení, po mesiaci nastáva prudký pokles, po 3 mesiacoch skladovania mierny nárast koncentrácie a po 6 mesiacoch opäť pokles.

U 8-TSA-KT je taktiež viditeľná klesajúca tendencia koncentrácie aldehydov.

U 8-TSA-PT je najvyššia koncentrácia ihneď po utavení. Po prvom mesiaci skladovania klesá na menej ako polovičnú hodnotu, následne po 3 mesiacoch mierne stúpa a po 6 mesiacoch nezvyčajne v porovnaní s ostatnými druhmi tukov narastá.

U 8-TSA-SO je zmena koncentrácie v čase rovnaká ako u TSA-MT.

Súhrnne je možné skonštatovať, že najvyššie koncentrácie aldehydov sú u všetkých druhov tukov ihneď po utavení TSA:

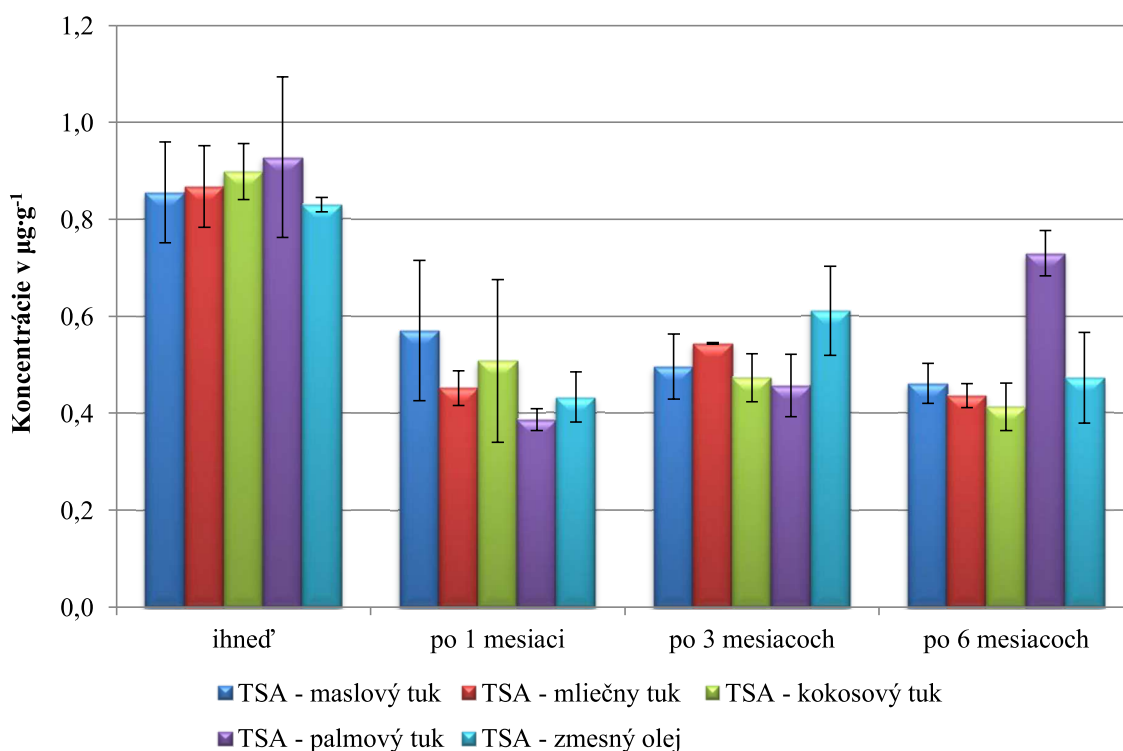
- 8-TSA-MA-0 t.j. ihneď po utavení ($0,86 \pm 0,10 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-MT-0 t.j. ihneď po utavení ($0,87 \pm 0,08 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-KT-0 t.j. ihneď po utavení ($0,90 \pm 0,06 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),

- 8-TSA-PT-0 t.j. ihneď po utavení ($0,93 \pm 0,17 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najvyššia
- 8-TSA-SO-0 t.j. ihneď po utavení ($0,83 \pm 0,01 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru).

Je zjavné, že po 1 mesiaci skladovania celkovo u všetkých druhov tukov koncentrácia aldehydov výrazne klesá už počas celej doby skladovania hodnoty namerané ihneď po utavení nedosahuje.

A najnižšie namerané koncentrácie sú:

- 8-TSA-MA-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($461,15\cdot 10^{-3} \pm 41,42\cdot 10^{-3} \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-MT-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($435,98\cdot 10^{-3} \pm 024,84\cdot 10^{-3} \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-KT-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($413,46\cdot 10^{-3} \pm 49,05\cdot 10^{-3} \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-PT-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($387,02\cdot 10^{-3} \pm 22,55\cdot 10^{-3} \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najnižšia,
- 8-TSA-SO-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($433,08\cdot 10^{-3} \pm 51,90\cdot 10^{-3} \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru).



Obrázok 14 - Graf celkovej koncentrácie aldehydov v 8-TSA

Na obrázku (Obrázok 15) je zobrazený graf celkovej koncentrácie ketónov v 8-TSA počas celej doby skladovania. Z tohto grafu nie je možné vyčítať takmer žiadne tendencie nárastu či poklesu koncentrácie AAL.

U 8-TSA-MA je koncentrácia ketónov ihneď po utavení okolo hodnoty $600,0 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru, po 1 mesiaci skladovania ešte narastá, po 3 mesiacoch klesá a po 6 mesiacoch ešte mierne stúpne.

U 8-TSA-MT sú koncentrácie ihneď po utavení a po 1 mesiaci skladovania vysoké aj vzhľadom k ostatným tukom, no po 3 mesiacoch skladovania dochádza k prudkému poklesu na polovičné hodnoty po 6 mesiacoch koncentrácia opäť prudko narastá.

U 8-TSA-KT sú koncentrácie oproti ostatným druhom tukov počas celej doby skladovania pomerne nízke, pričom najvyššia hodnota je dosiahnutá po 6 mesiacoch skladovania.

U 8-TSA-PT dochádza po 1 mesiaci k poklesu a následne je viditeľná rastúca tendencia koncentrácie ketónov až do 6 mesiaca, kedy je najvyššia.

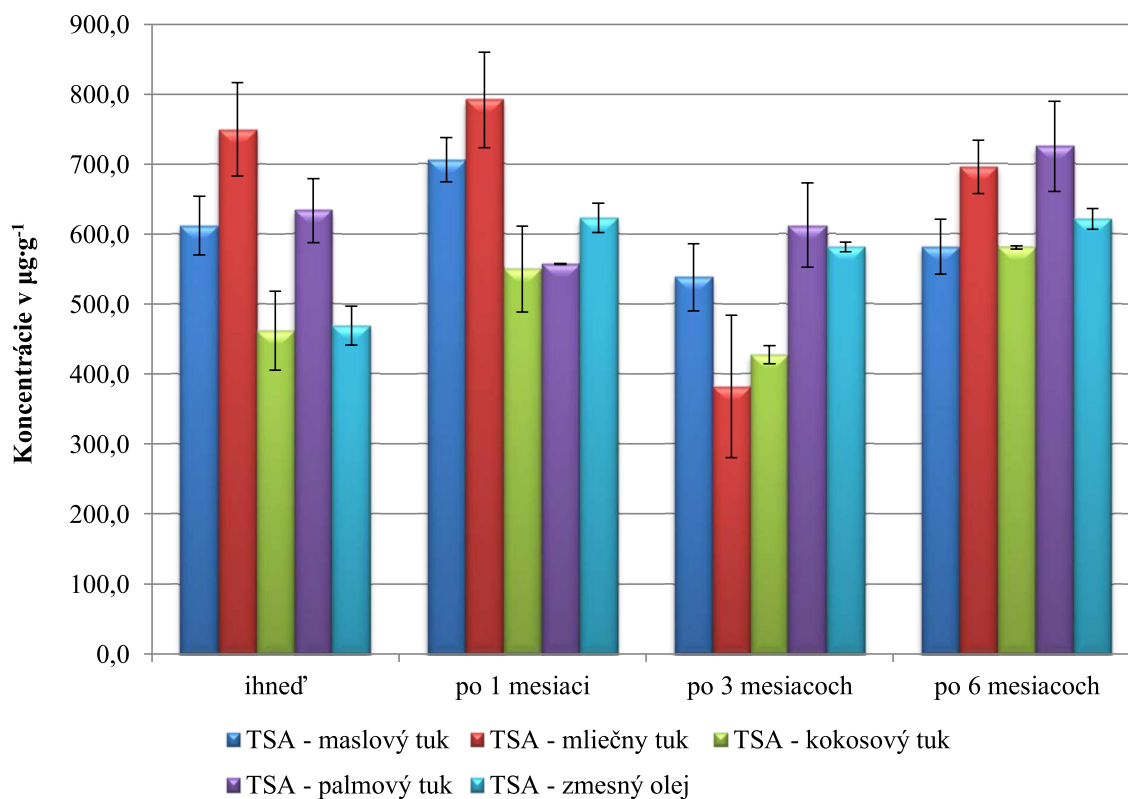
U 8-TSA-SO je koncentrácia najnižšia ihneď po utavení, následne po 1 mesiaci skladovania dochádza k nárastu a je možné povedať, že koncentrácia ketónov sa už počas celej doby skladovania drží okolo hodnoty $600,0 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru.

Súhrnne je možné skonštatovať, že najvyššie koncentrácie ketónov u jednotlivých druhov tukov sú:

- 8-TSA-MA-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($706,32 \pm 31,64 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-MT-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($791,74 \pm 68,54 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najvyššia,
- 8-TSA-KT-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($581,03 \pm 2,06 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-PT-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($725,43 \pm 64,24 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-SO-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($622,86 \pm 20,94 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru).

A najnižšie namerané koncentrácie sú:

- 8-TSA-MA-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($538,19 \pm 48,36 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-MT-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($382,02 \pm 101,85 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najnižšia,
- 8-TSA-KT-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($427,36 \pm 12,99 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-PT-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($557,25 \pm 0,56 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-SO-0 t.j. ihneď po utavení ($469,16 \pm 28,11 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru).



Obrázok 15 – Graf celkovej koncentrácie ketónov v 8-TSA

Na obrázku (Obrázok 16) je zobrazený graf celkovej koncentrácie kyselín v 8-TSA počas celej doby skladovania. Celkovo má graf do 3 mesiaca skladovania viac-menej klesajúcu tendenciu až na pár výnimiek a po 6 mesiacoch skladovania koncentrácia ketónov u všetkých vzoriek stúpa.

U 8-TSA-MA je koncentrácia ihneď po utavení oproti ostatným tukom o dosť vyššia, no po 1 mesiaci skladovania ešte stúpa na hodnotu viac ako $106,0 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru, čo je najvyššia koncentrácia kyselín spomedzi všetkých vzoriek. Následne po 3 mesiacoch dochádza k prudkému poklesu na polovičnú hodnotu a po 6 mesiacoch koncentrácia opäť narastá.

U 8-TSA-MT má koncentrácia kyselín počas 3 mesiacov skladovania klesajúcu tendenciu, po 6 mesiacoch však koncentrácia narastá na pôvodnú hodnotu ako bola nameraná ihneď po utavení TSA.

U 8-TSA-KT je viditeľná stúpajúca tendencia koncentrácie až na hodnoty namerané po 3 mesiacoch skladovania, kedy dochádza k prudkému poklesu a teda po 6 mesiacoch naopak k prudkému nárastu koncentrácie.

U 8-TSA-PT má koncentrácia počas celej doby skladovania pomerne nízke hodnoty, pričom bola najvyššia nameraná ihneď po utavení syru.

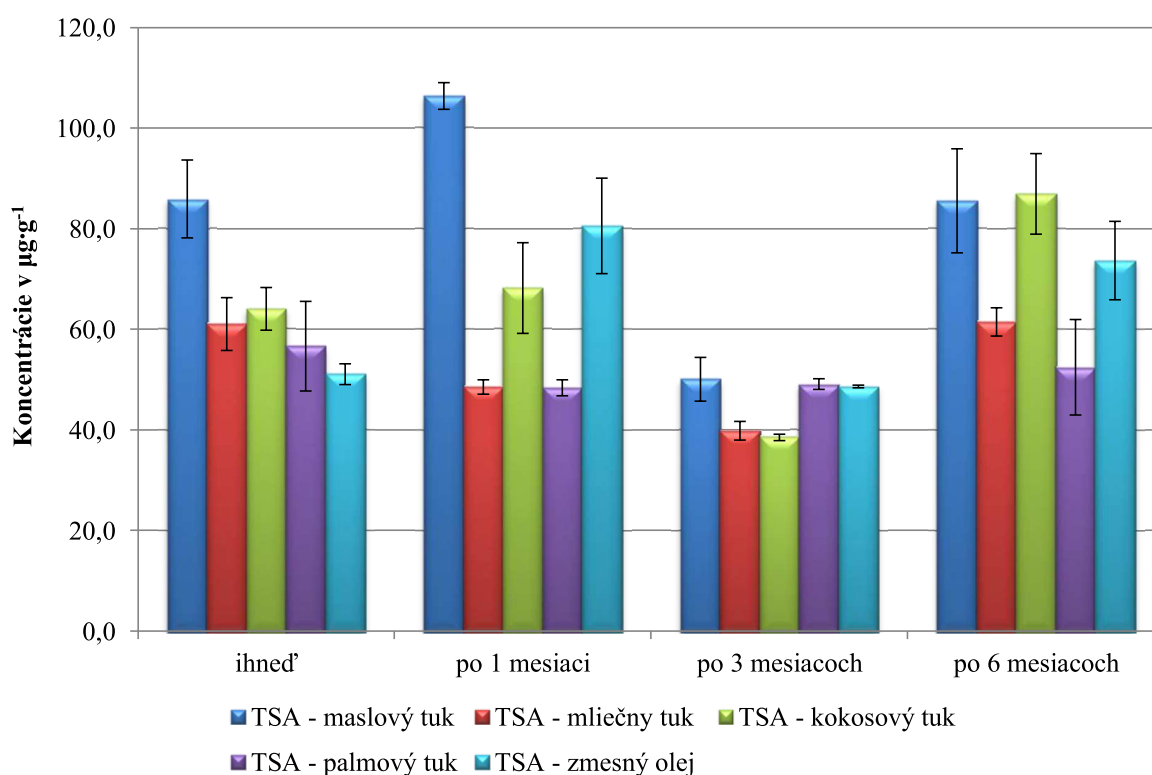
U 8-TSA-SO je najvyššia koncentrácia po 1 mesiaci skladovania, po 3 mesiacoch klesá a po 6 mesiacoch opäť narastá.

Celkovo je možné skonštatovať, že najvyššie koncentrácie kyselín u jednotlivých druhov tukov sú:

- 8-TSA-MA-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($106,37 \pm 2,64 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-MT-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($61,47 \pm 2,84 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najvyššia,
- 8-TSA-KT-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($86,92 \pm 7,98 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-PT-0 t.j. ihneď po utavení ($56,66 \pm 8,89 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-SO-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($80,56 \pm 9,53 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru).

A najnižšie namerané koncentrácie sú:

- 8-TSA-MA-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($50,08 \pm 4,34 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-MT-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($39,80 \pm 1,88 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-KT-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($38,51 \pm 0,67 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najnižšia,
- 8-TSA-PT-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($48,39 \pm 1,57 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-SO-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($48,65 \pm 0,29 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru).



Obrázok 16 – Graf celkovej koncentrácie kyselín v 8-TSA

Na obrázku (Obrázok 17) je zobrazený graf celkovej koncentrácie esterov v 8-TSA počas celej doby skladovania. Na grafe je jasne viditeľné, že počiatkové koncentrácie všetkých TSA okrem TSA-SO sú mimoriadne nízke. Zreteľne boli najvyššie koncentrácie namerané u TSA so zmesným olejom, pričom najvyššia hodnota je zaznamenaná po 3 mesiacoch skladovania.

U 8-TSA-MA je koncentrácia ihneď po utavení i po 6 mesiacoch veľmi nízka. K nárastu dochádza po 1 mesiaci skladovania, po 3 mesiacoch koncentrácia opäť klesá.

U 8-TSA-MT je koncentrácia ihneď po utavení veľmi nízka. Po 1 mesiaci skladovania narastá a pretrváva aj po merania po 3 mesiacoch a po 6 mesiacoch skladovania dochádza k poklesu koncentrácie.

U 8-TSA-KT je taktiež koncentrácia ihneď po utavení veľmi nízka, po 1 mesiaci skladovania narastá, po 3 mesiacoch mierne klesá a po 6 mesiacoch mierne narastá, pričom je táto hodnota najvyššia pre spomínaný tuk.

U 8-TSA-PT nie je porovnanie koncentrácií z grafu viditeľné, počas celej doby sú veľmi nízke a takmer sa nemenia.

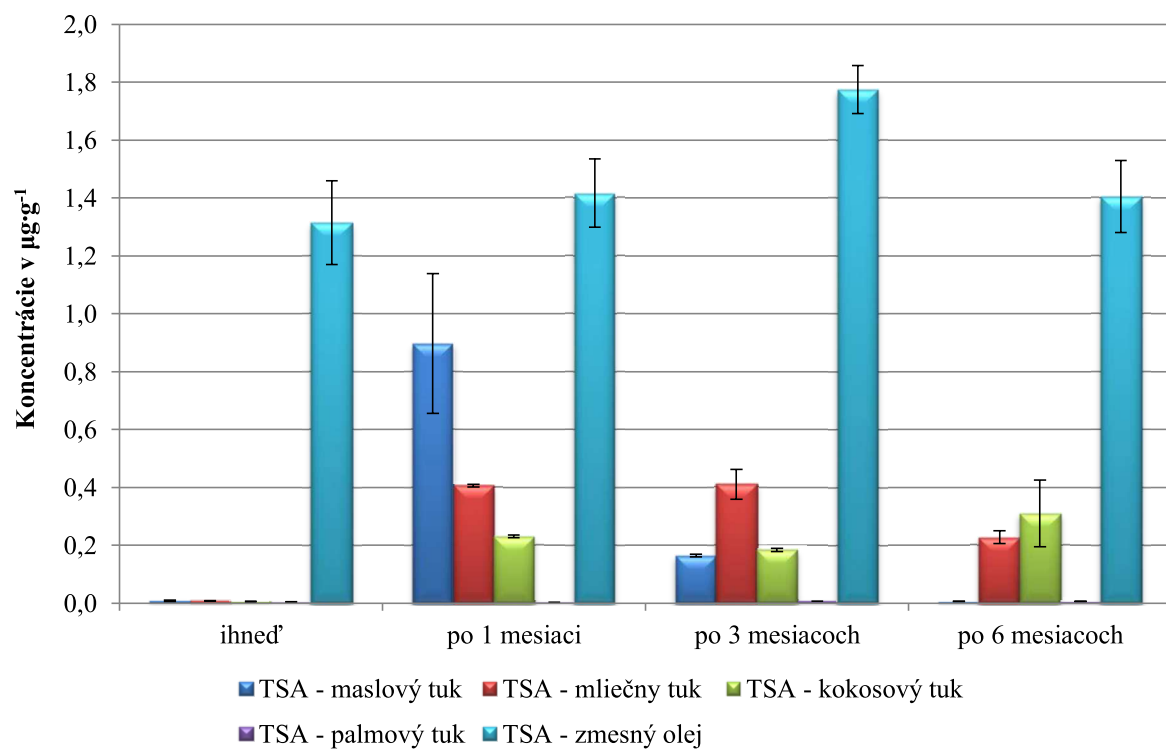
U 8-TSA-SO sú koncentrácie spomedzi všetkých druhov rastlinných tukov najvyššie a maximum je dosiahnuté po 3 mesiacoch skladovania.

Súhrnne je možné skonštatovať, že najvyššie koncentrácie esterov u jednotlivých druhov tukov sú:

- 8-TSA-MA-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($896,65 \cdot 10^{-3} \pm 240,82 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-MT-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($410,44 \cdot 10^{-3} \pm 51,78 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-KT-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($310,12 \cdot 10^{-3} \pm 114,75 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najvyššia,
- 8-TSA-PT-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($6,80 \cdot 10^{-3} \pm 0,16 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-SO-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($1,77 \pm 0,08 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru).

A najnižšie namerané koncentrácie sú:

- 8-TSA-MA-0 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($6,84 \cdot 10^{-3} \pm 2,99 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-ML-0 t.j. ihneď po utavení ($8,3 \cdot 10^{-3} \pm 0,87 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-KT-0 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($4,89 \cdot 10^{-3} \pm 2,02 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-PT-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($2,95 \cdot 10^{-3} \pm 0,30 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru),
- 8-TSA-SO-0 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($1315,14 \cdot 10^{-3} \pm 144,77 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najnižšia.



Obrázok 17 – Graf celkovej koncentrácie esterov v 8-TSA

4.1.5 Porovnanie chemických skupín aromaticky aktívnych látok vo vzorkách tavených syrových analógov (tehla zrelá 12 týždňov)

Výsledky analýz sú uvedené v kapitole 4.1.2.2 a v tabuľkách (Tabuľka 17 - Tabuľka 24) V tejto kapitole sú získané výsledky koncentrácií jednotlivých skupín AAL vynesené graficky pre porovnanie (Obrázok 18 - Obrázok 22). Identifikované látky sa pohybujú v širokom rozmedzí koncentrácií a počas skladovania sa menia. Boli sledované zmeny AAL v TSA behom skladovania (0, 1, 3, 6 mesiacov) z hľadiska použitých tukov pri zrelosti Eidamskej tehly 12 týždňov. AAL je možné rozdeliť do skupín podľa toho či ich obsah s dobou skladovania rástol, takmer sa nemenil alebo klesal.

Na obrázku (Obrázok 18) je zobrazený graf celkovej koncentrácie alkoholov v 12-TSA počas celej doby skladovania. Možno z neho jednoznačne vyčítať, že obsah AAL sa s použitým tukom a dobou skladovania mení u niektorých tukov výrazne, u iných menej. U TSA s MA, MT a KT je tendencia zmeny koncentrácie v čase stúpajúca a u vzoriek TSA sa koncentrácia mení rôzne, pričom koncentrácie vzoriek TSA-KT sú celkovo najvyššie.

U 12-TSA-MA sú koncentrácia alkoholov pomerne nízke počas celej doby skladovania, pričom najvyššiu hodnotu dosahujú po 6 mesačnom skladovaní.

U 12-TSA-MT je jednoznačne viditeľná stúpajúca tendencia od utavenia syru až po koniec skladovania, kedy je koncentrácia najvyššia.

U 12-TSA-KT je koncentrácia alkoholov spomedzi všetkých vzoriek najvyššia a maximum dosahuje po 1 mesačnom skladovaní. Po 3 mesiacoch koncentrácia klesá a následne po 6 mesiacoch opäť stúpa.

U 12-TSA-PT má koncentrácia, taktiež ako aj u vzorky 12-TSA-MT, stúpajúcu tendenciu s malými rozdielmi v koncentrácii a najvyššie namerané hodnoty sú po 6 mesačnom skladovaní.

U 12-TSA-SO mala po utavení hodnotu okolo $500 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru, po jedno- a trojmesačnom skladovaní koncentrácia klesla a najvyššia bola po 6 mesačnom skladovaní, tak ako u všetkých vzoriek okrem TSA-KT.

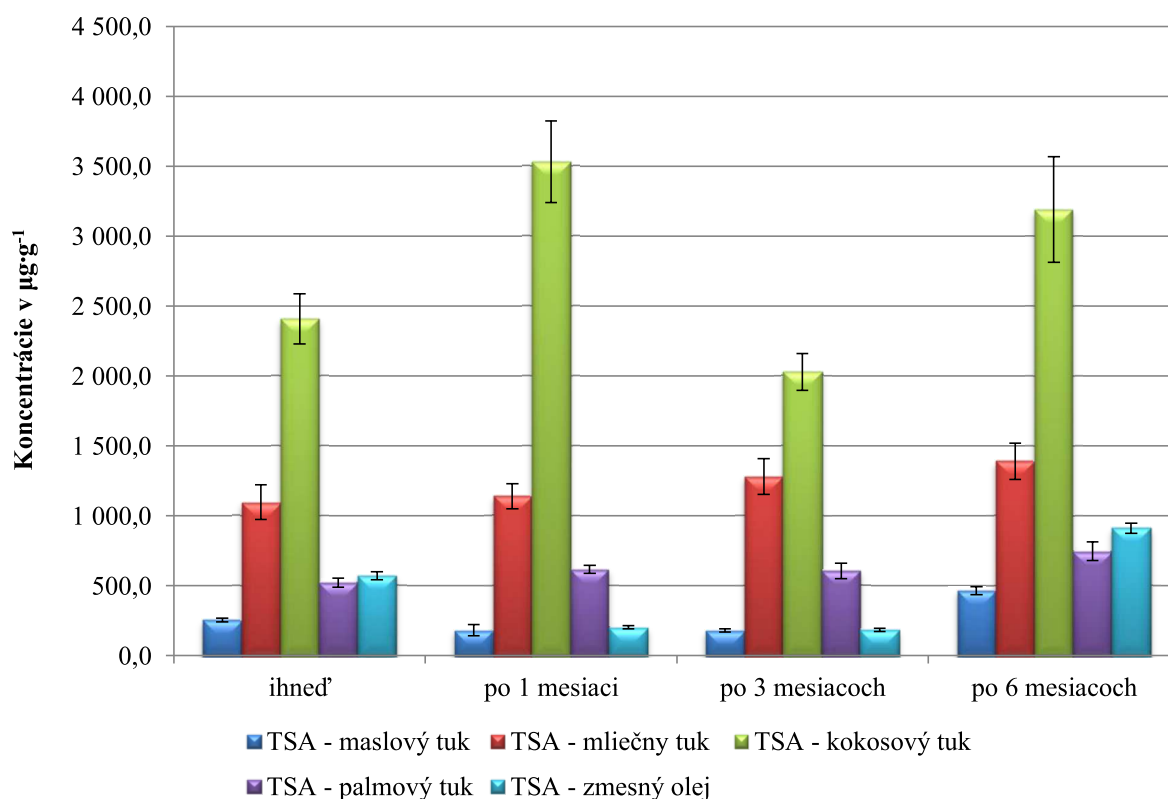
Súhrnne je možné skonštatovať, že najvyššie koncentrácie alkoholov u jednotlivých druhov tukov sú:

- 12-TSA-MA-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($463,61 \pm 28,73 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-MT-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($1389,20 \pm 129,87 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-KT-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($3530,77 \pm 290,42 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najvyššia,
- 12-TSA-PT-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($745,51 \pm 67,91 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-SO-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($910,18 \pm 34,87 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru).

A najnižšie namerané koncentrácie sú:

- 12-TSA-MA-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($180,39 \pm 11,16 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najnižšia
- 12-TSA-MT-0 t.j. ihneď po utavení ($1098,45 \pm 124,30 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-KT-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($2027,77 \pm 131,49 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),

- 12-TSA-PT-0 t.j. ihneď po utavení ($519,67 \pm 32,36 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-SO-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($183,46 \pm 12,62 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru).



Obrázok 18 – Graf celkovej koncentrácie alkoholov v 12-TSA

Na obrázku (Obrázok 19) je zobrazený graf celkovej koncentrácie aldehydov v 12-TSA počas celej doby skladovania. Možno z neho jednoznačne vyčítať, že obsah aldehydov sa výrazne po 3 mesiacoch skladovania takmer u všetkých vzoriek zvyšuje. A naopak po 6 mesiacoch skladovania prudko klesá.

U 12-TSA-MA má koncentrácia aldehydov ihneď po utavení, po 1. a 3. mesiaci takmer rovnakú hodnotu a ďalším skladovaním koncentrácie klesá.

U 12-TSA-MT oproti prvému meraniu ihneď po utavení dochádza k miernemu poklesu koncentrácie po 1 mesiaci skladovania, po 3 mesiacoch dosahuje koncentrácia maximum a po 6 mesiacoch klesá.

U 12-TSA-KT je najvyššia koncentrácia nameraná už po utavení TSA, po 1 mesiaci skladovania prudko klesá asi na štvrtinovú hodnotu, po 3 mesiacoch skladovania koncentrácia stúpa a ako aj u ostatných vzoriek po 6 mesiacoch dochádza k poklesu.

U 12-TSA-PT má rovnakú tendenciu nárastu a poklesu koncentrácie ako k tomu dochádza u vzorky TSA-KT, ale najvyššia koncentrácia aldehydov bola nameraná po 3 mesačnom skladovaní.

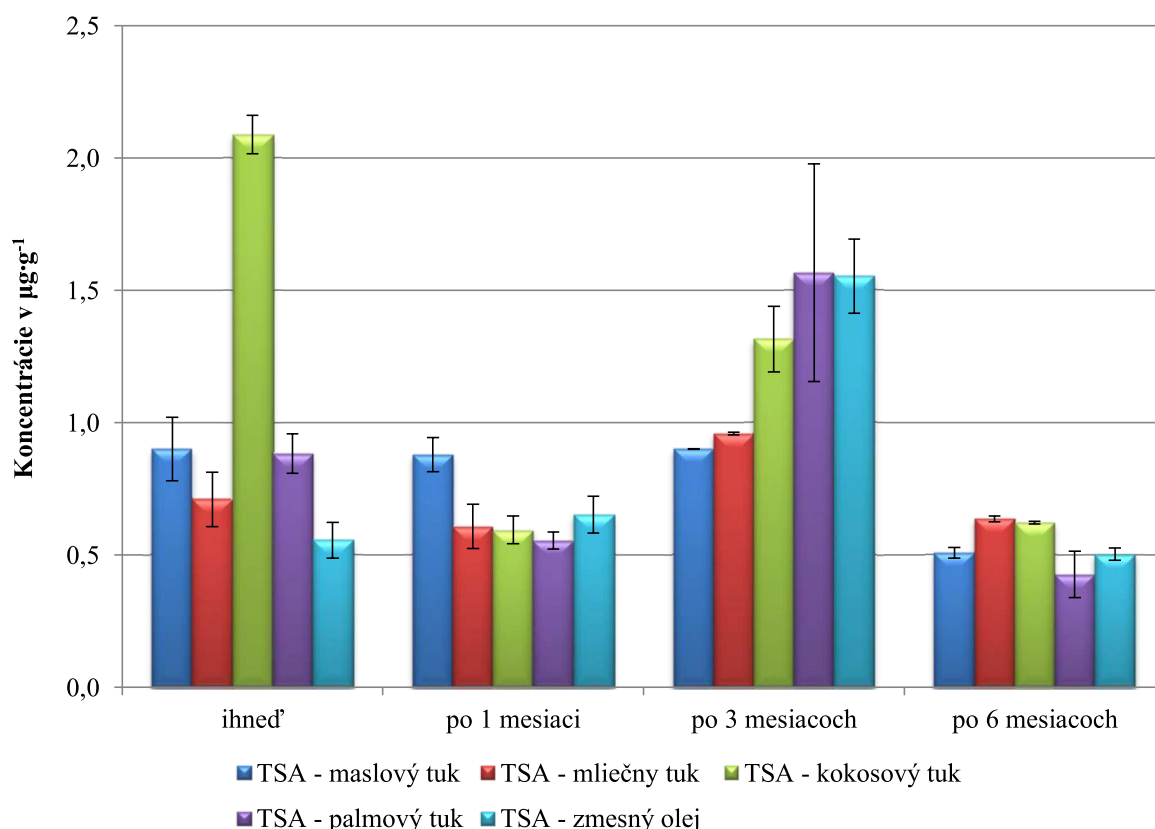
U 12-TSA-SO má koncentrácia do 3 mesiacov skladovania stúpajúcu tendenciu a opäť po 6 mesiacoch dochádza k prudkému poklesu obsahu aldehydov vo vzorke.

Súhrnne je možné skonštatovať, že najvyššie koncentrácie aldehydov u jednotlivých druhov tukov sú:

- 12-TSA-MA-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($899,71 \cdot 10^{-3} \pm 1,81 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-MT-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($957,92 \cdot 10^{-3} \pm 4,23 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-KT-0 t.j. ihneď po utavení ($2088,23 \cdot 10^{-3} \pm 72,29 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-PT-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($1,57 \pm 0,41 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najvyššia,
- 12-TSA-SO-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($1,55 \pm 0,14 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru).

A najnižšie namerané koncentrácie sú:

- 12-TSA-MA-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($507,64 \cdot 10^{-3} \pm 20,72 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-MT-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($635,05 \cdot 10^{-3} \pm 10,72 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-KT-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($593,43 \cdot 10^{-3} \pm 52,63 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-PT-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($425,82 \cdot 10^{-3} \pm 87,53 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najnižšia,
- 12-TSA-SO-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($502,20 \cdot 10^{-3} \pm 23,04 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru).



Obrázok 19 – Graf celkovej koncentrácie aldehydov v 12-TSA

Na obrázku (Obrázok 20) je zobrazený graf celkovej koncentrácie ketónov v 12-TSA počas celej doby skladovania. Obsah nameraných ketónov vo vzorkách je rôzny. Niektoré vzorky vykazujú klesajúcu tendenciu v čase (TSA-MA, SO).

U 12-TSA-MA je viditeľný každým meraním pokles obsahu ketónov vo vzorkách, pričom najvyšší je ihneď po utavení TSA a celkovo v porovnaní s ostatnými druhmi tukov má taktiež najvyššie hodnoty koncentrácie.

U 12-TSA-MT je koncentrácia v čase skladovania takmer nemenná, no s malými rozdielmi je badateľné, že najvyššia bola ihneď po utavení.

U 12-TSA-KT je koncentrácia ketónov počas prvých dvoch meraní (ihneď a po 1 mesiaci) takmer rovnaká, po 3 mesiacoch klesá a po 6 mesiacoch skladovania dochádza k navýšeniu koncentrácie ketónov.

U 12-TSA-PT má taktiež ako aj u vzorky TSA-KT prvé dve merania takmer rovnakú koncentráciu, následne dochádza k poklesu a po 6 mesačnom skladovaní k nárastu obsahu ketónov vo vzorke.

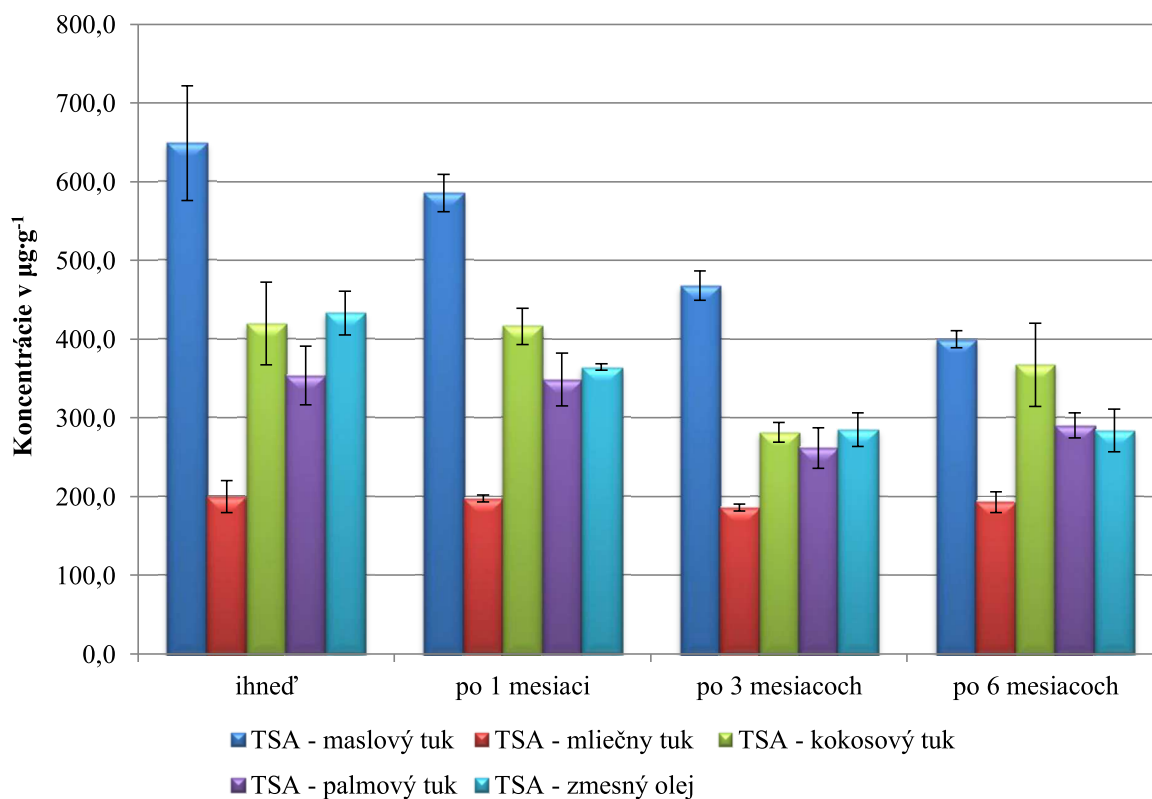
U 12-TSA-SO má zase rovnakú tendenciu ako to bolo pri vzorke TSA-MA a teda od prvého merania (ihneď po utavení) až po posledné (po 6 mesiacoch skladovania) klesajúca koncentrácia ketónov a teda maximálny obsah bol nameraný ihneď po utavení TSA.

Súhrnne je možné skonštatovať, že najvyššie koncentrácie ketónov u jednotlivých druhov tukov sú:

- 12-TSA-MA-0 t.j. ihneď po utavení ($649,06 \pm 72,83 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najvyššia,
- 12-TSA-MT-0 t.j. ihneď po utavení ($199,91 \pm 20,16 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-KT-0 t.j. ihneď po utavení ($419,72 \pm 52,49 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-PT-0 t.j. ihneď po utavení ($353,71 \pm 37,11 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-SO-0 t.j. ihneď po utavení ($433,19 \pm 27,67 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru).

A najnižšie namerané koncentrácie sú:

- 12-TSA-MA-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($399,84 \pm 10,75 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-MT-3 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($192,88 \pm 12,96 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najnižšia,
- 12-TSA-KT-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($281,64 \pm 12,72 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-PT-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($261,73 \pm 25,75 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-SO-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($283,82 \pm 27,28 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru).



Obrázok 20 – Graf celkovej koncentrácie ketónov v 12-TSA

Na obrázku (Obrázok 21) je zobrazený graf celkovej koncentrácie kyselín v 12-TSA počas celej doby skladovania. Obsah kyselín sa skladovaním veľmi rôzne mení.

U 12-TSA-MA je najvyššia koncentrácia kyselín nameraná ihneď po utavení TSA a zároveň to je najvyššia nameraná koncentrácia spomedzi všetkých vzoriek. V čase má klesajúci charakter a teda po 6 mesiacoch je koncentrácia kyselín najnižšia.

U 12-TSA-MT je koncentrácia ihneď po utavení najnižšia a po 1 mesiaci skladovania naopak najvyššia, následne klesá už počas celej doby skladovania.

U 12-TSA-KT dochádza striedavo k rastu a poklesu koncentrácie kyselín, pričom bola najvyššia hodnota nameraná po 1 mesiaci skladovania a naopak najnižšia po 3 mesiacoch skladovania.

U 12-TSA-PT je možné pozorovať klesajúca tendencia koncentrácie kyselín počas troch mesiacov skladovania, no po 6 mesiacoch dochádza k nárastu obsahu.

U 12-TSA-SO je zreteľný počas prvých troch meraní nárast koncentrácie, teda po dobu trojmesačného skladovania a následne po 6 mesiacoch dochádza k poklesu obsahu kyselín

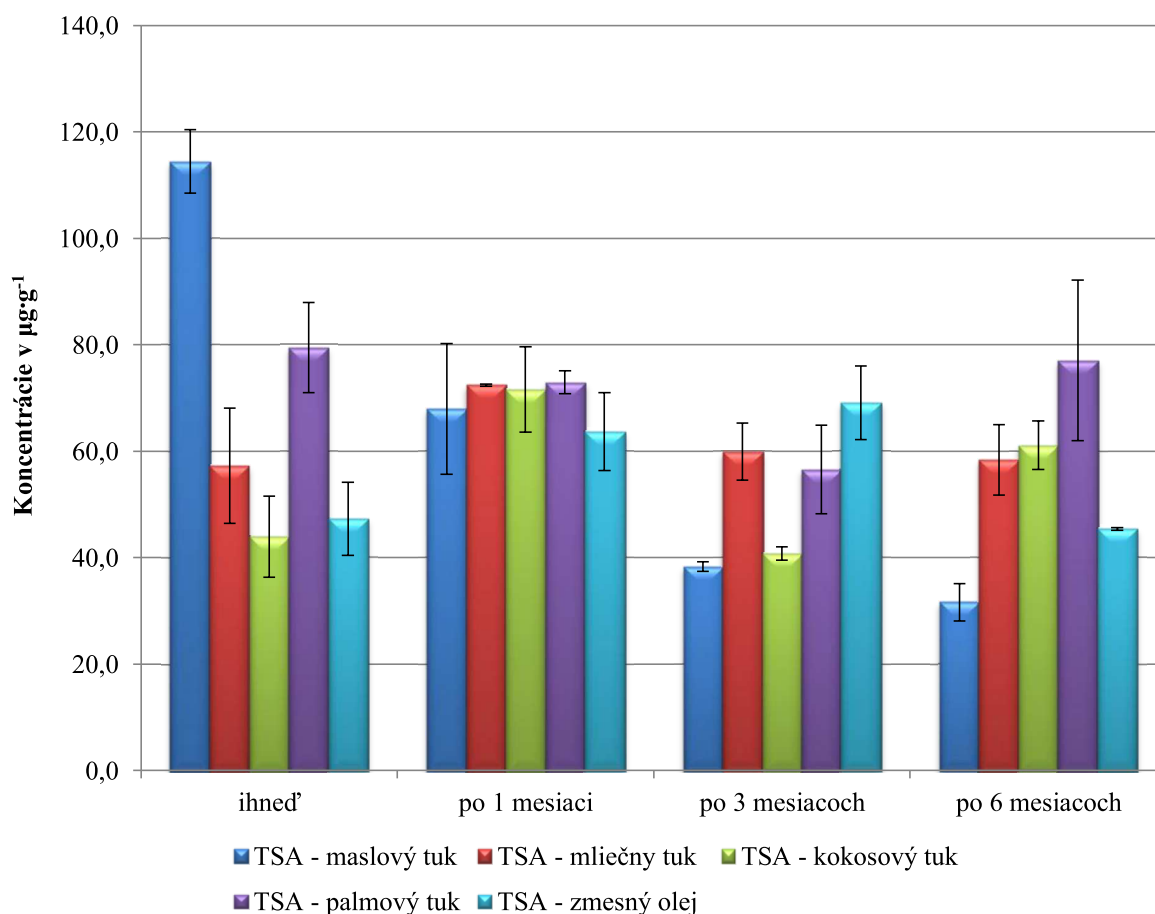
Súhrnne je možné skonštatovať, že najvyššie koncentrácie kyselín u jednotlivých druhov tukov sú:

- 12-TSA-MA-0 t.j. ihneď po utavení ($114,42 \pm 5,98 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najvyššia,
- 12-TSA-MT-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($72,42 \pm 0,21 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-KT-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($71,6 \pm 7,99 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),

- 12-TSA-PT-0 t.j. ihneď po utavení ($79,43 \pm 8,46 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-SO-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($69,07 \pm 6,96 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru).

A najnižšie namerané koncentrácie sú:

- 12-TSA-MA-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($31,61 \pm 3,52 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najnižšia,
- 12-TSA-MT-0 t.j. ihneď po utavení ($57,23 \pm 10,84 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-KT-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($40,77 \pm 1,25 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-PT-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($56,55 \pm 8,35 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-SO-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($45,39 \pm 0,27 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ syru).



Obrázok 21 – Graf celkovej koncentrácie kyselín v 12-TSA

Na obrázku (Obrázok 22) je zobrazený graf celkovej koncentrácie esterov v 12-TSA počas celej doby skladovania. Na prvý pohľad je viditeľná dominancia obsahu týchto látok v vzorke TSA so zmesným olejom a u ostatných vzoriek sú namerané koncentrácie výrazne nižšie.

U 12-TSA-MA nie je porovnanie koncentrácií z grafu viditeľné až na meranie po 3 mesiacoch skladovania, kedy výrazne oproti ostatným nameraným koncentráciám tejto vzorky stúpa. koncentrácia je o 2 rády vyššia v dôsledku prítomnosti butyletanoátu, ako to je u vzoriek TSA-SO.

U 12-TSA-MT nie je porovnanie koncentrácií z grafu viditeľné, no z nameraných hodnôt možno zistiť, že najvyššia koncentrácia bola dosiahnutá po 6 mesačnom skladovaní TSA. Od druhého merania, čiže po 1 mesiaci skladovania ukazujú namerané hodnoty na stúpajúci charakter obsahu esterov.

U 12-TSA-KT nie je porovnanie koncentrácií z grafu viditeľné a z tabuľky nameraných hodnôt možno zistiť, že najvyšší obsah esterov bol nameraný po 3 mesiacoch skladovania, pričom dochádza k striedavému poklesu a nárastu koncentrácie počas doby skladovania.

U 12-TSA-PT nie je porovnanie koncentrácií z grafu viditeľné, ale porovnaním nameraných hodnôt možno zistiť, že najvyššia koncentrácia bola dosiahnutá ihneď po utavení TSA a najnižšia následne po 1 mesiaci skladovania.

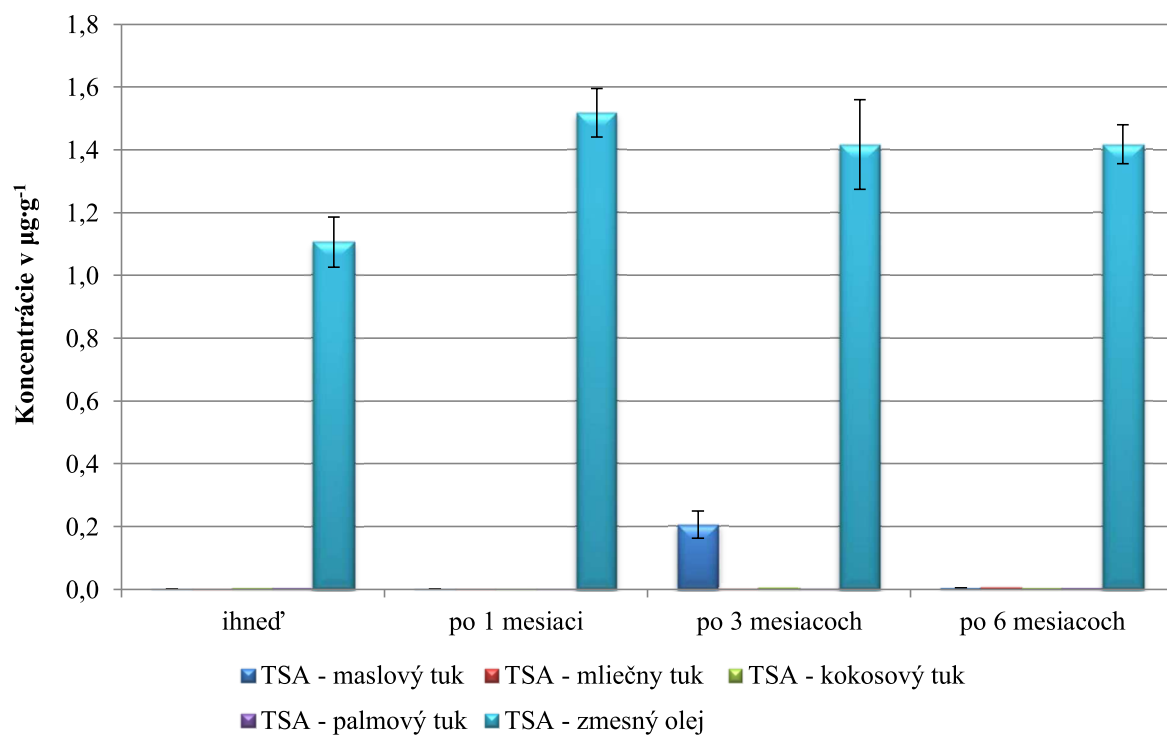
U 12-TSA-SO po 1 mesiaci skladovania dochádza k nárastu koncentrácie esterov na namerané maximum, ďalej obsah mierne klesne a už sa do konce skladovacieho obdobia takmer nemení. Je nutné podotknúť, že obsah látok v tejto vzorke je významne vyšší ako u ostatných vzoriek.

Súhrnne je možné skonštatovať, že najvyššie koncentrácie esterov u jednotlivých druhov tukov sú:

- 12-TSA-MA-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($205,99 \cdot 10^{-3} \pm 43,63 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-MT-6 t.j. po 6 mesiacoch skladovania ($6,59 \cdot 10^{-3} \pm 0,15 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-KT-3 t.j. po 3 mesiacoch skladovania ($6,51 \cdot 10^{-3} \pm 0,47 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru), ,
- 12-TSA-PT-0 t.j. ihneď po utavení ($5,63 \cdot 10^{-3} \pm 0,73 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-SO-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($1,52 \pm 0,08 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najvyššia.

A najnižšie namerané koncentrácie sú:

- 12-TSA-MA-0 t.j. ihneď po utavení ($1,03 \cdot 10^{-3} \pm 0,07 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru), teda je celkovo najnižšia,
- 12-TSA-MT-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($1,39 \cdot 10^{-3} \pm 0,32 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-KT-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($2,96 \cdot 10^{-3} \pm 0,11 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-PT-1 t.j. po 1 mesiaci skladovania ($1,68 \cdot 10^{-3} \pm 0,05 \cdot 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru),
- 12-TSA-SO-0 t.j. ihneď po utavení ($1,11 \pm 0,08 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ syru).



Obrázok 22 – Graf celkovej koncentrácie esterov v 12-TSA

4.2 Hodnotenie chutnosti tavených syrových analógov

Pre senzoričné hodnotenie boli použité rovnaké vzorky TSA ako pri inštrumentálnej analýze pomocou SPME-GC. Jedná sa teda o TSA vyrobené z Eidamskej tehly zrelej 8 a 12 týždňov a rastlinných tukov – maslový tuk, mliečny tuk, kokosový tuk, palmový tuk a zmesný olej. Hodnotenie však bolo prevedené len so vzorkami analyzovanými ihneď po utavení.

Cieľom hodnotenia bol vplyv rôznej zrelosti Eidamskej tehly a použitých tukov na senzoričnú akosť potraviny. Na hodnotení sa zúčastnilo 20 posudzovateľov.

Pre samotné hodnotenie bol použitý stupnicový test, protokol je uvedený v prílohe (Príloha 9) a jeho výsledky sú znázornené graficky pomocou stĺpcových grafov, kde na osi y je vynesovaný medián (n=20).

4.2.1 Stupnicový test

Pri hodnotení stupnicovým testom boli posudzované vzhľad a farba, lesk, konzistencia, chuť a vôňa a celkové hodnotenie TSA. Bola použitá sedembodová ordinálna stupnica hedonického typu, kde 1 = vynikajúci a 7 = neprijateľný. Jednotlivé kategórie stupnice boli podrobne popísané a vysvetlené (Príloha 9). Cieľom bolo určiť, ktoré zo vzoriek budú v jednotlivých kategóriách lepšie.

4.2.1.1 Vzorky TSA vyrobené z 8 týždňov zrelej tehly

Výsledky senzoričného hodnotenia vzoriek sú uvedené v grafe na obrázku (Obrázok 23).

U väčšiny TSA boli vzhľad a farba hodnotiteľmi posudzované ako výborné, výnimkou bol TSA-PT, u ktorého boli hodnotené menej lepšie ako veľmi dobrá.

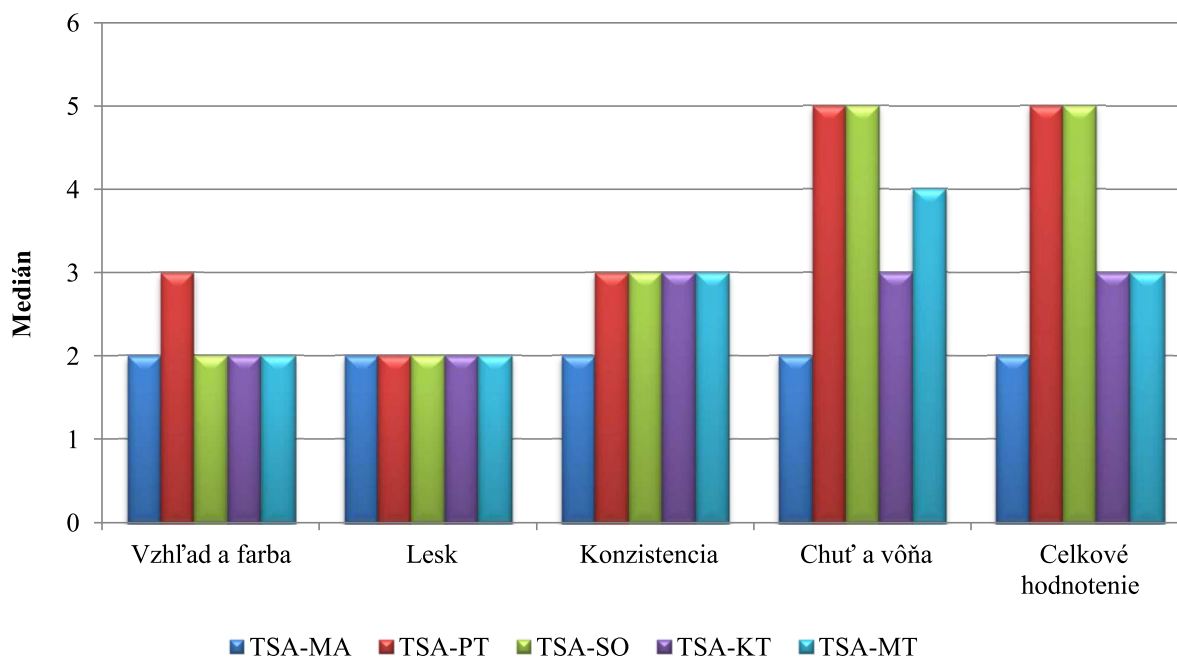
Lesk všetkých vzoriek bol hodnotený ako výborný.

Konzistencia ako výborná hodnotená u TSA-MA, u ostatných vzoriek bola hodnotená ako veľmi dobrá.

Chuť a vôňa boli hodnotené ako výborné u vzorky TSA-MA. Najhoršie u vzoriek TSA-PT a TSA-SO ako menej dobré. TSA-KT bol ohodnotený veľmi dobrou chuťou a vôňou. A vzorka TSA-MT bola hodnotená ako dobrá.

Z hľadiska celkového hodnotenia bola najlepšia vzorka TSA-MA posudzovaná ako výborná a najhoršie bola TSA-PT a TSA-SO ako menej dobrá. Ostatné vzorky boli hodnotené ako veľmi dobré.

Zo štatistického vyhodnotenia vyplýva, že medzi TSA s rôznymi druhmi rastlinných tukov nebol nájdený štatisticky významný rozdiel ($P \geq 0,05$) u vzhľadu, farby, lesku a konzistencie. U chute a vône a v celkovom hodnotení boli významné rozdiely ($P < 0,05$). Vzorka s maslovým tukom bola vyhodnotená s najlepšou chuťou a vôňou i v celkovom hodnotení. A ako najhoršie vyšli vzorky s palmovým tukom a zmesným olejom.



Obrázok 23 – Stĺpcový graf vyhodnotenia stupnicového testu pre 8-TSA-0

4.2.1.2 Vzorky TSA vyrobené z 12 týždňov zrelej tehly

Výsledky senzorickeho hodnotenia vzoriek sú uvedené v grafe na obrázku (Obrázok 24).

Hodnotenie vzhľadu a farby ako vynikajúce vyšlo u vzoriek TSA-MA, TSA-SO a TSA-KT a ako výborné boli hodnotené u ostatných dvoch vzoriek TSA-PT a TSA-MT. Z čoho plynie, že skladovaním došlo k zlepšeniu spomínaných vlastností.

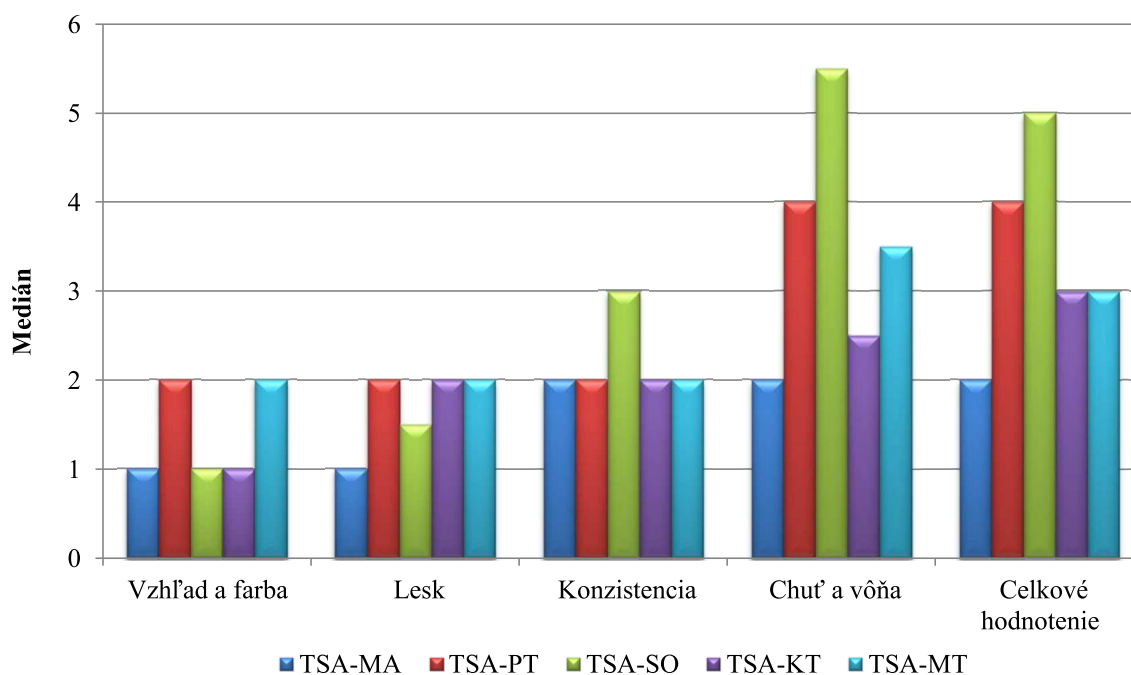
Lesk bol hodnotený u niektorých vzoriek tiež lepšie. U TSA-SO ako výborný až vynikajúci a u TSA-MA ako vynikajúci.

Konzistencia bola u väčšiny vzoriek hodnotená lepšie a to ako výborná a ako veľmi dobrá len u TSA-SO.

Chuť a vôňa bola hodnotená u vzoriek TSA-KT, TSA-MT, TSA-PT, TSA-SO ako menej dobrá až nevyhovujúca a u TSA-MA ako výborná. V porovnaní so senzoricým hodnotením 8-TSA-0 došlo k miernemu zlepšeniu chuti a vône, okrem vzorky TSA-SO u ktorej došlo k miernemu zhoršeniu.

Celkové hodnotenie vyšlo najlepšie pre vzorku TSA-MA ako výborné a najhoršie pre TSA-SO ako menej dobré. Vzorky TSA-KT a TSA-MT boli hodnotené ako veľmi dobré a TSA-PT ako dobrá.

Zo štatistického hľadiska vyplýva, že medzi tavenými syrovými analógmi s rôznymi druhmi rastlinných tukov nebol zistený štatisticky významný rozdiel ($P \geq 0,05$) u vzhľadu, farby, lesku a konzistencie. Vzorka s maslovým tukom bola opäť vyhodnotená s najlepšou chuťou a vôňou a v celkovom hodnotení. Ako najhoršie boli vzorky s palmovým tukom a zmesným olejom.



Obrázok 24 – Stĺpcový graf vyhodnotenia stupnicového testu pre 12-TSA-0

Celkové porovnanie výsledkov senzorickej analýzy ukazuje na rozdiely medzi vzorkami, v závislosti na použítom tuku i rôzne zrelej ET.

Zásadne je možné povedať, že najlepšie boli vo všetkých kategóriách hodnotené TSA s maslovým tukom a najhoršie TSA-SO (zmesný olej). Výsledky sa však s použitím rôzne zrelej ET líšili. U vzoriek 12-TSA však vyšli hodnotenia lepšie vo všetkých kategóriách. Štatisticky významný rozdiel ($P < 0,05$) bol zaznamenaný v kategóriách chuti a vône a u celkového hodnotenia.

Použitím stupnicového testu bolo možné dokázať vplyv použitého tuku i zrelosti ET na senzorickú akosť tavených syrových analógov.

4.3 Porovnanie výsledkov SPME-GC a senzorickej analýzy

Z výsledkov a ich porovnania vyplýva, že kvalitatívny i kvantitatívny obsah aromaticky aktívnych látok súvisí s chuťou a teda senzoricou akosťou tavených syrových analógov. Celkovo sa vo všetkých vzorkách TSA podarilo identifikovať a kvantifikovať 34 zlúčenín, ktoré pozostávali z týchto skupín: 12 alkoholov, 7 aldehydov, 6 ketónov, 5 kyselín, 3 estery a jeden terpén.

Logickým predpokladom je, že väčšmi ovplyvňovali senzoricú akosť látky, ktoré sa vyskytovali vo vyšších koncentráciách. Z alkoholov to je najmä etanol, metanol, propan-2-ol a v menšej miere 2-metylpropan-2-ol a 3-metylbutan-1-ol. Prvá skupina látok sa v analógoch vyskytuje v množstvách stoviek $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ TSA. Druhá skupina v množstvách desiatok $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$.

Z aldehydov pravdepodobne výraznou mierou prispievajú prevažne etanal (stovky $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$ TSA, najvyššia koncentrácia bola nameraná vo vzorke 12-TSA-0-MA) a fenylmetanal (desiatky $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$, najvyššia koncentrácia bola nameraná vo vzorke 12-TSA-3-SO).

Najvýznamnejším ketónom je 3-hydroxybutan-2-ón, ktorý je svojím obsahom najdominantnejším ketónom vyskytujúcim sa vo vzorkách. (najvyššia koncentrácia bola nameraná v 8-TSA-1-MT)

Z kyselín dosahuje najvyššie koncentrácie kyselina etánová v rozmedzí desiatok až stoviek $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ TSA a bola prítomná v každej meranej vzorke. Najvyšší obsah bol nameraný v 12-TSA-0-MA a to $112,68 \pm 5,75 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ TSA.

Z esterov je významný butyletanoát. Oproti ostatným esterom vykazuje vysokú koncentráciu, najvyššia bola nameraná v 8-TSA-3-SO ($1,77 \pm 0,08 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ TSA).

Koncentrácia aromaticky aktívnych látok s časom prevažne klesala i keď pri použitých zrelostiach ET rozdiely nie sú až také markantné. Avšak u niektorých vzoriek došlo k miernemu nárastu obsahu látok.

Výsledky senzorickej analýzy s nadväznosťou na prácu Studýnkovej [78] ukázali, že zrelosť použitej Eidamskej tehly a rôznych použitých rastlinných druhov tukov má vplyv na senzoricú akosť. Z výsledkov je viditeľné, že najlepšie bol vždy hodnotený TSA s maslovým tukom a najhoršie so zmesným olejom, avšak výsledky SPME-GC analýzy to priamo nedokazujú, lebo obsah AAL bol v závislosti na použitej zrelosti ET premenlivý. Z čoho plynie, že pravdepodobne najväčší vplyv na chuť TSA má použitý druh tuku a teda vysoký obsah AAL pravdepodobne neovplyvňuje priamo chuť.

Ďalej sa zistilo, že použitie rôznej zrelosti ET má na chuť a senzoricke vlastnosti TSA menší vplyv než použitý druh tuku, ale rôzna zrelosť Eidamskej tehly pravdepodobne ovplyvňuje fyzikálne vlastnosti z nej vyrobeného taveného syrového analógu

Zo senzorickeho hodnotenia ďalej vyplýva, že druhom použitého tuku neboli vzhľad, farba a lesk ovplyvnené, ale konzistencia, chuť a vôňa a celkové posúdenie hodnotiteľom boli. Vplyv zrelosti tehly bol však zistený pri posudzovaní lesku a konzistencie.

Celkovo možno výsledky interpretovať tak, že rôzna zrelosť Eidamskej tehly aj rôzne druhy použitých tukov pre výrobu tavených syrových analógov ovplyvňujú obsah aromaticky aktívnych látok i celkovú chuť výrobku.

5 ZÁVER

Hlavným cieľom mojej diplomovej práce bolo vypracovať charakterizáciu tavených syrových analógov. Za týmto účelom bol spracovaný literárny prehľad zadanej problematiky z hľadiska zloženia a vlastností syrových analógov a technológie ich výroby.

Problematiku tejto témy som spracovávala kvôli jej aktuálnosti a častému výskytu tavených (a nielen tavených) syrových analógov v dennodennej výžive človeka, pričom je nutné podotknúť, že ľudia si často krát neuvedomujú, že konzumujú analóg taveného syru a teda ani to, že sa jedná o napodobeninu klasického taveného syru. Z hľadiska výživy väčšina populácie nemá povedomie o existencii či hodnote a rozdielu medzi týmito potravinami, ich senzorická kvalita je v súčasnej dobe už veľmi dobrá, kedykoľvek nerozlišiteľná alebo ťažko rozlišiteľná od klasických syrov.

V experimentálnej časti práce som sa zaoberala stanovením senzorickej kvality tavených syrových analógov s dôrazom na chuťnosť (flavour) a s ním súvisiaci obsah tzv. aromaticky aktívnych látok. Pre stanovenie týchto látok bola použitá metóda SPME-GC, chuťnosť bola hodnotená pomocou stupnicových metód.

Analyzované vzorky tavených syrových analógov boli vyrobené z Eidamskej tehly (30%) s rôznou zrelosťou (8 a 12 týždňov) a skladované po dobu 6 mesiacov. Ďalšími surovinami boli taviace soli, voda a rôzne druhy tukov: mliečny, maslový, kokosový, palmový tuk a zmesný olej.

Koncentrácia aromaticky aktívnych látok so zvyšujúcou sa zrelosťou použitej Eidamskej tehly klesala. Počas skladovania dochádza taktiež k poklesu obsahu AAL, až na niekoľko výnimiek, kde dochádza k miernemu nárastu obsahu látok. Pri porovnaní vzoriek rôznych tukov navzájom sú časté markantné rozdiely v obsahu látok, avšak celkový obsah AAL bol veľmi premenlivý ako v dôsledku skladovania tak vplyvom použitej ET.

Vplyv skladovania, použitej Eidamskej tehly a rôznych druhov tukov bol sledovaný aj senzorickým hodnotením, kde boli hodnotené vlastnosti ako vzhľad a farba, lesk, konzistencia, chuť a vôňa a celkové hodnotenie pomocou senzorickej stupnicových metód. Ako najlepšie hodnotená vzorka bol veľmi často označovaný tavený syrový analóg s obsahom maslového tuku, ďalšie v poradí boli TSA s mliečnym a kokosovým tukom, o niečo horšie bol hodnotený TSA s obsahom palmového tuku a ako najhorší vyšiel TSA s obsahom zmesného oleja.

Z porovnania získaných výsledkov SPME-GC analýzy a senzorickej analýzy vyplýva, že vzhľad, farba a lesk neboli ovplyvnené druhom použitého tuku. Avšak určite dochádza k ovplyvňovaniu konzistencie, chuti a vône a celkového hodnotenia vzorky. Vplyv zrelosti Eidamskej tehly bol zaznamenaný hlavne u lesku a konzistencie.

Sumárne zhodnotenie výsledkov ukazuje, že rôzna zrelosť Eidamskej tehly aj rôzne druhy použitých tukov pre výrobu tavených syrových analógov ovplyvňujú obsah aromaticky aktívnych látok i celkovú chuťnosť výrobku. Taktiež rôzne dlhá doba skladovania má vplyv na obsah AAL a teda aj na senzorickej akosť výrobku. Z celej analýzy možno vyvodit' záver, že pre spotrebiteľov je najpriateľnejší a najpríjemnejší syrové analógy s maslovým a kokosovým tukom. Produkty s obsahom zmesného oleja a palmového tuku by pravdepodobne u spotrebiteľov vysokú obľúbenosť nezaznamenali a preto ich použitie

v takýchto druhoch výrobkov ako náhradu mliečneho tuku nemožno odporučiť. Ďalej sa zdá ako pravdepodobne najvhodnejšia voľba 12 týždňov zrelej Eidamskej tehly pre výrobu tavených syrových analógov, kvôli jej priaznivému vplyvu na senzorickú akosť – vzhľad, farbu, lesk a konzistenciu tavených syrových analógov.

6 ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

1. BUŇKA, František, Lucie DOUDOVÁ, Eva WEISEROVÁ, Dalibor KUCHAR, Petr PONÍŽIL, Dominika ZAČALOVÁ, Gabriela NAGYOVÁ, Vendula PACHLOVÁ a Jaroslav MICHÁLEK. The effect of ternary emulsifying salt composition and cheese maturity on the textural properties of processed cheese. *International Dairy Journal*. 2013, roč. 29, č. 1, s. 1-7. ISSN 09586946. DOI: 10.1016/j.idairyj.2012.09.006. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0958694612002014>
2. LAZÁRKOV, Zuzana, František BUŇKA, Leona BUŇKOVÁ, Felix HOLÁŇ, Stanislav KRÁČMAR a Jan HRABĚ. The effect of different heat sterilization regimes on the quality of canned processed cheese. *Journal of Food Process Engineering*. 2011, roč. 34, č. 6, s. 1860-1878. ISSN 01458876. DOI: 10.1111/j.1745-4530.2009.00376.x. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1745-4530.2009.00376.x>
3. MACKŮ, Ivana, František BUŇKA, Barbora VOLDÁNOVÁ a Vladimír PAVLÍNEK. Effect of addition of selected solid cosolutes on viscoelastic properties of model processed cheese containing pectin. *Food Hydrocolloids*. 2009, roč. 23, č. 8, s. 2078-2084. ISSN 0268005x. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2009.03.020. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268005X09000770>
4. LAW, Barry A a A TAMIME. *Technology of cheesemaking*. 2nd ed. Malden, MA: Blackwell, 2010, xxv, 482 p. ISBN 978-140-5182-980
5. TAMIME, A. *Processed cheese and analogues*. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 2011, xviii, 350 p., [12]. Society of Dairy Technology series. ISBN 14-051-8642-9.
6. Vyhláška Ministerstva zemědělství 77/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro mléko, mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, v platném znění, Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/ViewFile.aspx?docid=1006125>
7. SCHAR, W. a J. BOSSET. Chemical and Physico-chemical Changes in Processed Cheese and Ready-made Fondue During Storage. A Review. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*. 2002, roč. 35, č. 1, s. 15-20. ISSN 00236438. DOI: 10.1006/fstl.2001.0820. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643801908205>
8. KAPOOR, Rohit a Lloyd E. METZGER. Process Cheese: Scientific and Technological Aspects - □□A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2008, roč. 7, č. 2, s. 194-214. ISSN 1541-4337. DOI: 10.1111/j.1541-4337.2008.00040.x. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1541-4337.2008.00040.x>
9. TAMIME, A.Y. a M.F. YOUNIS. Production of processed cheese using cheddar cheese and cheese base: 1. Aspects of processing. *Milchwissenschaft-milk science international*. 1991, Volume 46, Issue 7, 423-427. ISSN 0026-3788.
10. TAMIME, A.Y., M. KALAB, G. DAVIES a M.F. younis. Microstructure and firmness of processed cheese manufactured from cheddar cheese and skim milk powder cheese base. *Food structure*. 1990, Volume 9, Issue 1, s. 23-37. ISSN 1046-705X.
11. TAMIME, A.Y., M.F. YOUNIS a G. DAVIES. Production of processed cheese using cheddar cheese and cheese base: 2. Production of a cheese base from skim milk

- powder. *Milchwissenschaft-milk science international*. 1991, Volume 46, Issue 8, s. 495-498. ISSN 0026-3788.
12. YOUNIS, M.F., A.Y. TAMIME, G. DAVIES, E.H. HUNTER, A.H. DAWOOD a S.M. ABDOU. Production of processed cheese using Cheddar cheese and cheese base: 3. Compositional quality. *Milchwissenschaft-milk science international*. 1991, Volume 46, Issue 9, s. 566–569. ISSN 0026-3788.
 13. YOUNIS, M.F., TAMIME, A.Y., DAVIES, G., HUNTER, E.H., DAWOOD, A.H. & Abdou, S.M. Production of processed cheese using Cheddar cheese and cheese base: 4. Microbiological and organoleptic qualities. *Milchwissenschaft-milk science international*. 1991, Volume 46, Issue 10, s. 645–648. ISSN 0026-3788.
 14. YOUNIS, M.F., TAMIME, A.Y., DAVIES, G., HUNTER, E.H., DAWOOD, A.H. & ABDOU, S.M. Production of processed cheese using Cheddar cheese and cheese base: 5. Rheological properties. *Milchwissenschaft-milk science international*. 1991, Volume 46, Issue 11, s. 701–705. ISSN 0026-3788.
 15. BUŇKA, František, Jiří ŠTETINA a Jan HRABĚ. The effect of storage temperature and time on the consistency and color of sterilized processed cheese. *European Food Research and Technology*. 2008, roč. 228, č. 2, s. 223-229. ISSN 1438-2377. DOI: 10.1007/s00217-008-0926-7. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00217-008-0926-7>
 16. MORRIS, H.A., P.B. MANNING a R. JENNESS. Calcium citrate surface defect in process cheese. *Journal of dairy science*. 1969, Volume 52, Issue 6, s. 900. ISSN 0022-0302.
 17. SCHARPF, L.G. a T.P. KICHLINE. Properties and chemical characterization of a bloom on process cheese slices. *Food technology*. 1969, Volume 23, Issue 6, s. 835. ISSN 0015-6639.
 18. KLOSTERMEYER, H., G. UHLMANN a K. MERKENICH. Formation of crystals in processed cheese: 2. Identification of a new citrate. *Milchwissenschaft: milk science international*. 1984, Volume 39, Issue 4, s. 195-197.
 19. SCHARPF, L.G. a T.P. KICHLINE. Effect of phosphorus and pH on type and extent of crystal formation in process cheese. *Journal of dairy science*. 1968, Volume 51, Issue 6, s. 853. ISSN 0022-0302.
 20. POMMERT, J. F., A. KLAEBE, J. PERIE, A. LEBUGLE a J. PUECH. Observation and Analysis of Crystalline Phases in Processed Cheese. *Journal of Food Science*. 1988, roč. 53, č. 5, s. 1367-1369. ISSN 0022-1147. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1988.tb09278.x. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2621.1988.tb09278.x>
 21. KOSIKOWSKI, Frank V. a Vikram V. MISTRY. Cheese and fermented milk foods. 3. vyd. Wisconsinská univerzita – Madison: F.V. Kosikowski, 1997, s. 328-352. ISBN 0965645606.
 22. THOMAS, M.A. Browning reaction in cheddar cheese. *Australian journal of dairy technology*. 1969, Volume 24, Issue 4, s. 185-189. ISSN 0004-9433.

23. THOMAS, M. A. The manufacture of processed cheese: scientific principles. In: New South Wales. Department of Agriculture. *Science bulletin no. 84*. 1973. vyd. Sydney: Govt. Pr., 1973, s. 57. 3. ISBN 0724004033.
24. KRISTENSEN, Dorthe, Eva HANSEN, Allan ARNDAL, Rikke Appelgren TRINDERUP a Leif H SKIBSTED. Influence of light and temperature on the colour and oxidative stability of processed cheese. *International Dairy Journal*. 2001, roč. 11, č. 10, s. 837-843. ISSN 09586946. DOI: 10.1016/S0958-6946(01)00105-4. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0958694601001054>
25. BACHMANN, Hans-Peter. Cheese analogues: a review. *International Dairy Journal*. 2001, roč. 11, 4-7, s. 505-515. ISSN 09586946. DOI: 10.1016/S0958-6946(01)00073-5. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0958694601000735>
26. LIU, He, Xue Ming XU a Shi Dong GUO. Comparison of full-fat and low-fat cheese analogues with or without pectin gel through microstructure, texture, rheology, thermal and sensory analysis. *International Journal of Food Science*. 2008, roč. 43, č. 9, s. 1581-1592. ISSN 09505423. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2007.01616.x. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2621.2007.01616.x>
27. CHAVAN, Rupesh S. a Jana ATANU. Cheese substitutes: an alternative to natural cheese: a review. *J. of Food Science, Technology & Nutrition*. 2007, Vol. 2, No. 2, s. 25-39. Dostupné z: [http://www.dolcera.com/wiki/images/\(Rupesh_%26_Jana,_2007\).pdf](http://www.dolcera.com/wiki/images/(Rupesh_%26_Jana,_2007).pdf)
28. FOX, Patrick F.; MCSWEENEY, Paul L.H.; COGAN, Timothy M.; GUINEE, Timothy P. (2004). Cheese - Chemistry, Physics and Microbiology (3rd Edition), Vol. 1, (pp: 349-364). Elsevier. ISBN: 0-1226-3651-1, Online version available at: http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=1891&VerticalID=0
29. MURRAY, J.M a C.M DELAHUNTY. Mapping consumer preference for the sensory and packaging attributes of Cheddar cheese. *Food Quality and Preference*. 2000, roč. 11, č. 5, s. 419-435. ISSN 09503293. DOI: 10.1016/S0950-3293(00)00017-3. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0950329300000173>
30. CUNHA, Clarissa R., Ana Isabel DIAS a Walkiria H. VIOTTO. Microstructure, texture, colour and sensory evaluation of a spreadable processed cheese analogue made with vegetable fat. *Food Research International*. 2010, roč. 43, č. 3, s. 723-729. ISSN 09639969. DOI: 10.1016/j.foodres.2009.11.009. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S09639969090003500>
31. VÍTOVÁ, Eva, Blanka LOUPANCOVÁ, Kateřina SKLENÁŘOVÁ, Radka DIVIŠOVÁ a František BUŇKA. Identification of volatile aroma compounds in processed cheese analogues based on different types of fat. *Chemical Papers*. 2012, roč. 66, č. 10, 907-913. ISSN 0366-6352. DOI: 10.2478/s11696-012-0181-z. Dostupné z: <http://www.springerlink.com/index/10.2478/s11696-012-0181-z>
32. MCSWEENEY, Paul L.H. a Maria Josua SOUSA. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Le Lait*. 2000, roč. 80, č. 3, s. 293-324. ISSN 0023-7302. DOI: 10.1051/lait:2000127. Dostupné z: <http://www.edpsciences.org/10.1051/lait:2000127>

33. VILLARINO, Blanca J., Lianne Marsha DY a Ma. Concepcion C. LIZADA. Descriptive sensory evaluation of virgin coconut oil and refined, bleached and deodorized coconut oil. *LWT - Food Science and Technology*. 2007, roč. 40, č. 2, s. 193-199. ISSN 00236438. DOI: 10.1016/j.lwt.2005.11.007. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643805002495>
34. PEREIRA, R. B., R. J. BENNETT, K. L. MCMATH a M. S. LUCKMAN. In-hand sensory evaluation of textural characteristics in model processed cheese analogues. *Journal of Texture Studies*. 2002, roč. 33, č. 4, s. 255-268. ISSN 0022-4901. DOI: 10.1111/j.1745-4603.2002.tb01348.x. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1745-4603.2002.tb01348.x>
35. DAMODARAN, S. a A. PARAF. *Food Proteins and Their Applications*. 2. vyd. New York: Marcel Dekker Incorporated, 1997, s. 1-24. ISBN 0824798201.
36. SOŁOWIEJ, Bartosz. Effect of pH on rheological properties and meltability of processed cheese analogs with whey products. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2007, Vol. 57, No 3A, 125–128. Dostupné z: <http://journal.pan.olsztyn.pl/fd.php?f=902>
37. DIMITRELI, Georgia a Apostolos S. THOMAREIS. Effect of temperature and chemical composition on processed cheese apparent viscosity. *Journal of Food Engineering*. 2004, roč. 64, č. 2, s. 265-271. ISSN 02608774. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2003.10.008. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877403004126>
38. MLEKO, S, P GLIBOWSKI a W GUSTAW. Calcium ions induced gelation of double-heated whey protein isolate. *Journal of food science and technology: mysore*. SEP-OCT 2002, Volume: 39, Issue: 5, s. 563-565.
39. SWENSON, B.J., W.L. WENDORFF a R.C. LINDSAY. Effects of Ingredients on the Functionality of Fat-free Process Cheese Spreads. *Journal of Food Science*. 2000, roč. 65, č. 5, s. 822-825. ISSN 0022-1147. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2000.tb13594.x. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2621.2000.tb13594.x>
40. CAVALIER-SALOU, C. a J.C. CHEFTEL. Emulsifying Salts Influence on Characteristics of Cheese Analogs from Calcium Caseinate. *Journal of Food Science*. 1991, roč. 56, č. 6, s. 1542-1547. ISSN 0022-1147. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1991.tb08636.x. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2621.1991.tb08636.x>
41. MLEKO, S. a E.A. FOEGEDING. Physical properties of rennet casein gels and processed cheese analogs containing whey proteins. *Milchwissenschaft-milk science international*. 2000, Volume: 55, Issue: 9, s. 513-516. ISSN 0026-3788.
42. GUPTA, VK a H REUTER. Firmness and melting quality of processed cheese foods with added whey-protein concentrates. *Lait*. 1993, Volume: 73, Issue: 4, s. 381-388. ISSN 0023-7302.
43. BRYANT, A., Z. USTUNOL a J. STEFFE. Texture of Cheddar Cheese as Influenced by Fat Reduction. *Journal of Food Science*. 1995, roč. 60, č. 6, s. 1216-1219. ISSN 0022-1147. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1995.tb04559.x. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2621.1995.tb04559.x>

44. LOBATO-CALLEROS, C., E. J. VERNON-CARTER a Y. HORNELAS-URIBE. Microstructure and texture of cheese analogs containing different types of fat. *Journal of Texture Studies*. 1998, roč. 29, č. 5, s. 569-586. ISSN 0022-4901. DOI: 10.1111/j.1745-4603.1998.tb00184.x. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1745-4603.1998.tb00184.x>
45. SUTHEERAWATTANANONDA, M., R.G. FULCHER, F.B. MARTIN a E.D. BASTIAN. Fluorescence Image Analysis of Process Cheese Manufactured with Trisodium Citrate and Sodium Chloride. *Journal of Dairy Science*. 1997, roč. 80, č. 4, s. 620-627. ISSN 00220302. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(97)75979-4. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030297759794>
46. MISTRY, V. V., D. L. ANDERSON, Composition and microstructure of commercial full-fat and low-fat cheeses. *Food Structure*, 1993, Vol. 12, No. 2, pp. 259–266.
47. DEMAN, J. M. a A. M. BEERS. Fat crystal networks: structure and rheological properties. *Journal of Texture Studies*. 1987, roč. 18, č. 4, s. 303-318. ISSN 0022-4901. DOI: 10.1111/j.1745-4603.1987.tb00908.x. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1745-4603.1987.tb00908.x>
48. LOBATO-CALLEROS, C., E.J. VERNON-CARTER, I. GUERRERO-LEGARRETA, J. SORIANO-SANTOS a H. ESCALONA-BEUNDIA. Use of fat blends in cheese analogs: influence on sensory and instrumental textural characteristics. *Journal of Texture Studies*. 1997, roč. 28, č. 6, s. 619-632. ISSN 0022-4901. DOI: 10.1111/j.1745-4603.1997.tb00142.x. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1745-4603.1997.tb00142.x>
49. SKLENÁŘOVÁ, Kateřina, Eva VÍTOVÁ, František BUŇKA a Radka DIVIŠOVÁ. Srovnání analytické a senzorické chutnosti tavených sýrových analogů. *Chemické listy*. 2004, Vol. 98, issue 7, s. 571. ISSN 1213-7103 1803-2389. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2012_06_571.pdf
50. KIELY, L.J., S.L. MCCONNELL a P.S. KINDSTEDT. Observations on the melting behavior of imitation mozzarella cheese. *Journal of dairy science*. OCT 1991, Volume 74, Issue 10, s. 3568-3572.
51. FOX, P. *Fundamentals of cheese science*. Gaithersburg, MD: Aspen Pub., 2000, ix, 587 p. ISBN 08-342-1260-9.
52. MUIR, D.D., A.Y. TAMIME, M.E. SHENANA a A.H. DAWOOD. Processed Cheese Analogues Incorporating Fat-Substitutes 1. Composition, Microbiological Quality and Flavour Changes During Storage at 5 °C. *LWT - Food Science and Technology* [online]. 1999, roč. 32, č. 1, s. 41-49 [cit. 2013-03-28]. ISSN 00236438. DOI: 10.1006/fstl.1998.0509. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002364389805096>
53. HASOŇOVÁ, L, E Samková, V Joklová a M Jůzl. Sýry a analogové výrobky: dotazníkový průzkum. *Mlékařské listy*. 2012, č. 134. Dostupné z: http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2012/134_s.vi-x.pdf

54. Nařízení rady (ES) č. 1234/2007, kterým se stanoví společná organizace zemědělských trhů a zvláštní ustanovení pro některé zemědělské produkty Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:299:0001:0001:CS:PDF>
55. CUYPER, Marcel de a Jeff W BULTE. *Physics and chemistry basis of biotechnology*. Boston: Kluwer Academic Publishers, c2001, s. 305-328. ISBN 978-0-7923-7091-8.
56. KLOUDA, Pavel. *Moderní analytické metody*. 2., upr. a dopl. vyd. Ostrava: Pavel Klouda, 2003, 132 s. ISBN 80-863-6907-2.
57. SEDLÁKOVÁ, Jana, Eva MATISOVÁ a Martina SLEZÁČKOVÁ. Mikroextrakcia na tuhej fáze a jej využitie v environmentálnej analýze. *Chemické listy*. 1998, Vol. 92, Issue 8. ISSN 1213-7103.
58. PROCHÁZKOVÁ, Dana. Mikroextrakce na tuhou fázi a stanovení obsahu analytů. *Bulletin: Asociace českých chemických společností* [online]. 2002, Ročník 33, číslo 4, 827-852 [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://chemicke-listy.cz/Bulletin/bulletin334/bulletin334.pdf>
59. MAR CAJA, Maria, Maria Luisa Ruiz CASTILLO a Gracia Patricia BLANCH. Solid-Phase Microextraction to the Study of the Stability of Selected Volatile Constituents in Irradiated Manchego Cheese. *Food Analytical Methods*. 2011, roč. 4, č. 4, s. 608-613. ISSN 1936-9751. DOI: 10.1007/s12161-011-9215-3. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s12161-011-9215-3>
60. DRAKE, M.A., R.E. MIRACLE a D.J. MCMAHON. Impact of fat reduction on flavor and flavor chemistry of Cheddar cheeses. *Journal of Dairy Science*. 2010, roč. 93, č. 11, s. 5069-5081. ISSN 00220302. DOI: 10.3168/jds.2010-3346. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030210005473>
61. ŠTULÍK, K. Z. BOSÁKOVÁ, P. COUFAL, I. JELÍNEK, V. PACÁKOVÁ a J. ŠEVČÍK. *Analytické separační metody*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2004, 264 s. ISBN 80-246-0852-9.
62. YEE, Jessica L., Hany KHALIL a Rafael JIMENEZ-FLORES. Flavor partition and fat reduction in cheese by supercritical fluid extraction: processing variables. *Le Lait*. 2007, roč. 87, 4-5, s. 269-285. ISSN 0023-7302. DOI: 10.1051/lait:2007020. Dostupné z: <http://www.lerait-journal.org/10.1051/lait:2007020>
63. PANSERI, Sara, V. M. MORETTI, T. MENTASTI, F. BELLAGAMBA a F. VALFRE. Aroma compounds from Bitto cheese by simultaneous distillation extraction and gas-chromatographic mass spectrometric profiling. *Milchwissenschaft-milk science international*. 2009, Volume 64, Issue 3, s. 276-280. ISSN 0026-3788.
64. SUNESEN, L.O., P. LUND, J. SORENSEN a G. HOLMER. Development of Volatile Compounds in Processed Cheese during Storage. *LWT - Food Science and Technology*. 2002, roč. 35, č. 2, s. 128-134. ISSN 00236438. DOI: 10.1006/fstl.2001.0815. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643801908151>
65. OPEKAR, František. *Základní analytická chemie: pro studenty, pro něž analytická chemie není hlavním studijním oborem*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2003, 201 s. ISBN 80-246-0553-8.

66. KLOUDA, Pavel. *Moderní analytické metody*. 2., upr. a dopl. vyd. Ostrava: Pavel Klouda, 2003, 132 s. ISBN 80-863-6907-2.
67. MARSILLI, Raymond T. Application of Solid-Phase Microextraction Gas Chromatography-Mass Spectrometry for Flavor Analysis of Cheese-Based Products. *ACS symposium series*. 2007, Vol 971, s. 79-91. ISSN 0097-6156.
68. GASPERI, Flavia, Giovanni GALLERANI, Andrea BOSCHETTI, Franco BIASIOLI, Ambrogio MONETTI, Elena BOSCAINI, Alfons JORDAN, Werner LINDINGER a Salvatore IANNOTTA. The mozzarella cheese flavour profile: a comparison between judge panel analysis and proton transfer reaction mass spectrometry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. February 2001, Volume 81, Issue 3, s. 357-363. Dostupné z: [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1097-0010\(200102\)81:3%3C357::AID-JSFA818%3E3.0.CO;2-O/pdf](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1097-0010(200102)81:3%3C357::AID-JSFA818%3E3.0.CO;2-O/pdf)
69. CURIONI, P.M.G. a J.O. BOSSET. Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography-olfactometry. *International Dairy Journal* [online]. 2002, roč. 12, č. 12, s. 959-984 [cit. 2013-04-03]. ISSN 09586946. DOI: 10.1016/S0958-6946(02)00124-3. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0958694602001243>
70. FRIEDRICH, Jane E. a Terry E. ACREE. Gas Chromatography Olfactometry (GC/O) of Dairy Products. *International Dairy Journal*. 1998, roč. 8, č. 3, s. 235-241. ISSN 09586946. DOI: 10.1016/S0958-6946(98)80002-2. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0958694698800022>
71. KABELOVÁ, Ivana, Markéta DVOŘÁKOVÁ, Hana ČÍŽKOVÁ, Pavel DOSTÁLEK a MELZOCH. Determination of free amino acids in cheeses from the Czech market. *Czech journal of food sciences* [online]. 2009, Vol. 27, No. 3, 143–150 [cit. 2013-04-09]. Dostupné z: <http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/08676.pdf>
72. DE CASTRO BARRA, Patricia Mendonca, Marcelo Macedo BARRA, Monia Stremel AZEVEDO, Roseane FETT, Gustavo Amadeu MICKE, Ana Carolina Oliveira COSTA a Marcene Augusto Leal DE OLIVEIRA. A rapid method for monitoring total trans fatty acids (TTFA) during industrial manufacturing of Brazilian spreadable processed cheese by capillary zone electrophoresis. *Food Control*. 2012, roč. 23, č. 2, s. 456-461. ISSN 09567135. DOI: 10.1016/j.foodcont.2011.08.014. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0956713511003227>
73. HONG, Eun-Jung, Ki-Hwa KIM, In-Seon PARK, Seung-Yong PARK, Sang-Gee KIM, Hae-Dong YANG a Bong-Soo NOH. Analysis of Flavor Pattern from Different Categories of Cheeses using Electronic Nose. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* [online]. 2012-10-31, roč. 32, č. 5, s. 669-677 [cit. 2013-04-08]. ISSN 1225-8563. DOI: 10.5851/kosfa.2012.32.5.669. Dostupné z: <http://koreascience.or.kr/journal/view.jsp?kj=CSSPBQ>
74. HÁLKOVÁ, Jana, Marie RUMÍŠKOVÁ a Jana RIEGLOVÁ. *Analýza potravin*. 2. vyd. Újezd u Brna: Ivan Straka, 2001, 94 s. ISBN 80-864-9402-0.
75. WADHWANI, R. a D.J. MCMAHON. Color of low-fat cheese influences flavor perception and consumer liking. *Journal of Dairy Science*. 2012, roč. 95, č. 5, s. 2336-

2346. ISSN 00220302. DOI: 10.3168/jds.2011-5142. Dostupné z:
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030212002019>
76. MURTAZA, M.A., S.U. REHMAN, F.M. ANJUM a N. HUMA. Descriptive sensory profile of cow and buffalo milk Cheddar cheese prepared using indigenous cultures. *Journal of Dairy Science*. 2013, roč. 96, č. 3, s. 1380-1386. ISSN 00220302. DOI: 10.3168/jds.2012-5992. Dostupné z:
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030213000453>
77. MILESI, M.M., I.V. WOLF, C.V. BERGAMINI a E.R. HYNES. Two strains of nonstarter lactobacilli increased the production of flavor compounds in soft cheeses. *Journal of Dairy Science*. 2010, roč. 93, č. 11, s. 5020-5031. ISSN 00220302. DOI: 10.3168/jds.2009-3043. Dostupné z:
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030210005424>
78. STUDÝNKOVÁ, Hana. *Charakterizace analogů tavených sýrů*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta chemická, 2012. 136 s. Diplomová práce. VUT v Brně, FCH, UCHPBT.
79. BRABCOVÁ, Lenka. *Senzorické a analytické hodnocení chutnosti sýrových analogů: Sensorial and analytical evaluation of cheese analogues flavour*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta chemická, 2010. 89 s. Diplomová práce. VUT v Brně, FCH, UCHPBT.
80. SVÍTILOVÁ, Lenka. *Charakterizace analogů tavených sýrů*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta chemická, 2011. 124 s. Diplomová práce. VUT v Brně, FCH, UCHPBT.
81. SOUČKOVÁ, Šárka. *Aromatický profil sýrových analogů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2011. 63 s. Bakalářská práce. VUT v Brně, FCH, UCHPBT.
82. STUDÝNKOVÁ, Hana. *Aromatický profil sýrových analogů: Aroma profile of cheese analogues*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta chemická, 2010. 69 s. Bakalářská práce. VUT v Brně, FCH, UCHPBT.

7 ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV

AAL	aromaticky aktívne látky
CE	capillary electrophoresis (kapilárna elektroforéza)
CZE	capillary zone electrophoresis (kapilárna zónová elektroforéza)
EMC	enzyme modified cheese (enzýmovo modifikované syry)
ET	Eidamská tehla
GC	gas chromatography (plynová chromatografia)
GC-MS	gas chromatography-mass spectrometry (plynová chromatografia s hmotnostnou detekciou)
GC-O	gas chromatography-olfactometry (plynová chromatografia s olfaktometriou)
HPLC	high performance liquid chromatography (vysokoučinná kvapalinová chromatografia)
HS-SPME	headspace solid phase microextraction (headspace mikroextrakcie pevnou fázou)
KT	kokosový tuk
MA	maslový tuk
MT	mliečny tuk
nd	not detected (nebolo detegované)
PT	palmový tuk
SO	zmesný olej
SDE	simultaneous distillation-extraction (Simultánna destilácia a extrakcia)
SE	solvent extraction (extrakcia rozpúšťadlom)
SFE	supercritical fluid extraction (Extrakcia superkritickou kvapalinou)
SPC	spreadable processed cheese (roztierateľné tavené syry)
SPME	solid phase microextraction (mikroextrakcia pevnou fázou)
SPME-GC	mikroextrakcie pevnou fázou v spojení s plynovou chromatografiou
SPEM-GC-MS	solid phase microextraction - gas chromatography - mass spectrometry (mikroextrakcie pevnou fázou v spojení s plynovou chromatografiou s hmotnostnou detekciou)
TSA	tavený syrový analóg
TTFA	total trans fatty acids (celkové trans-mastné kyseliny)
t. v s.	tuk v sušine

8 ZOZNAM PRÍLOH

Príloha č. 1 – ukážka chromatogramu 8-TSA-0-SO

Príloha č. 2 – ukážka chromatogramu 8-TSA-1-SO

Príloha č. 3 – ukážka chromatogramu 8-TSA-3-SO

Príloha č. 4 – ukážka chromatogramu 8-TSA-6-SO

Príloha č. 5 – ukážka chromatogramu 12-TSA-0-SO

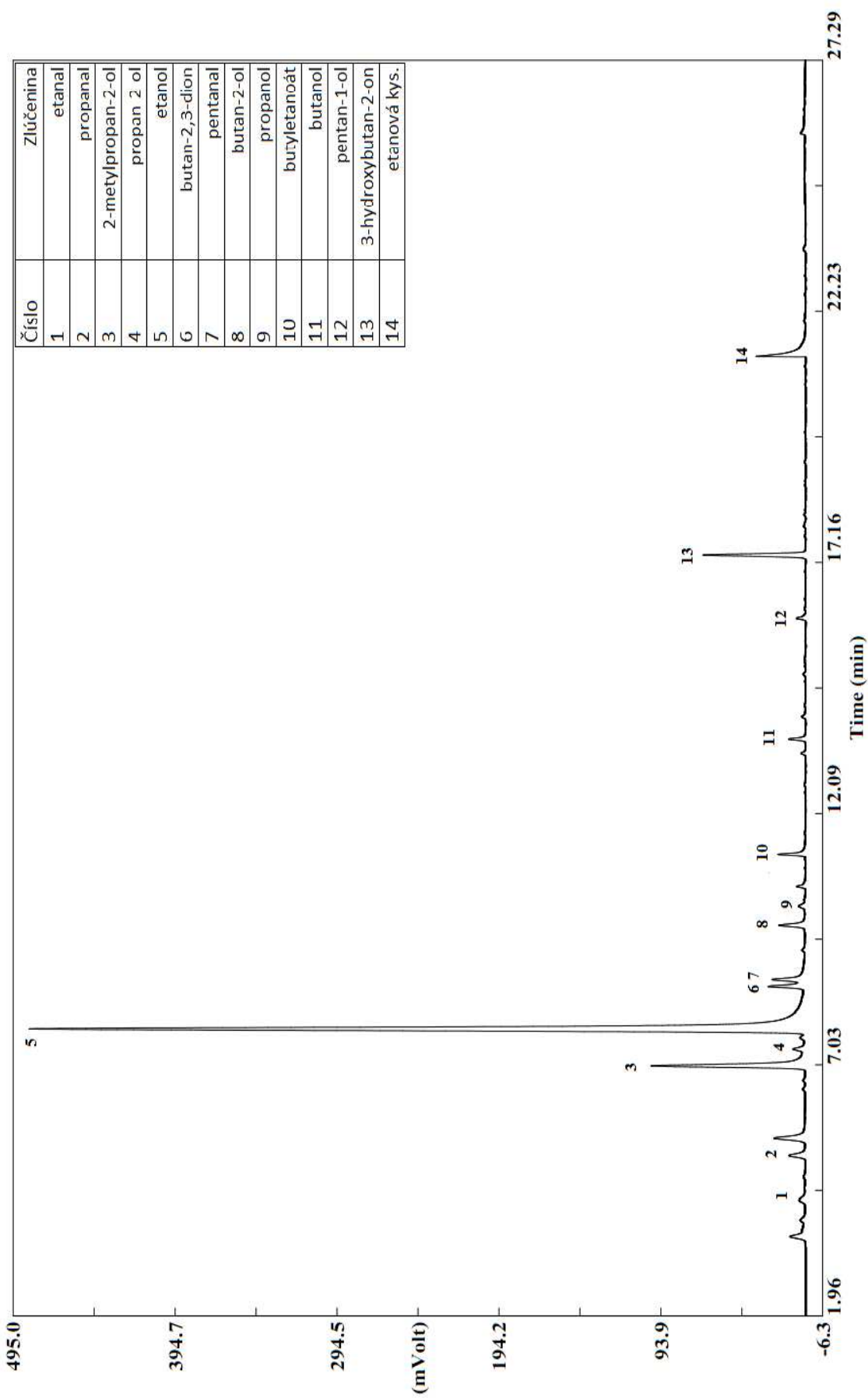
Príloha č. 6 – ukážka chromatogramu 12-TSA-1-SO

Príloha č. 7 – ukážka chromatogramu 12-TSA-3-SO

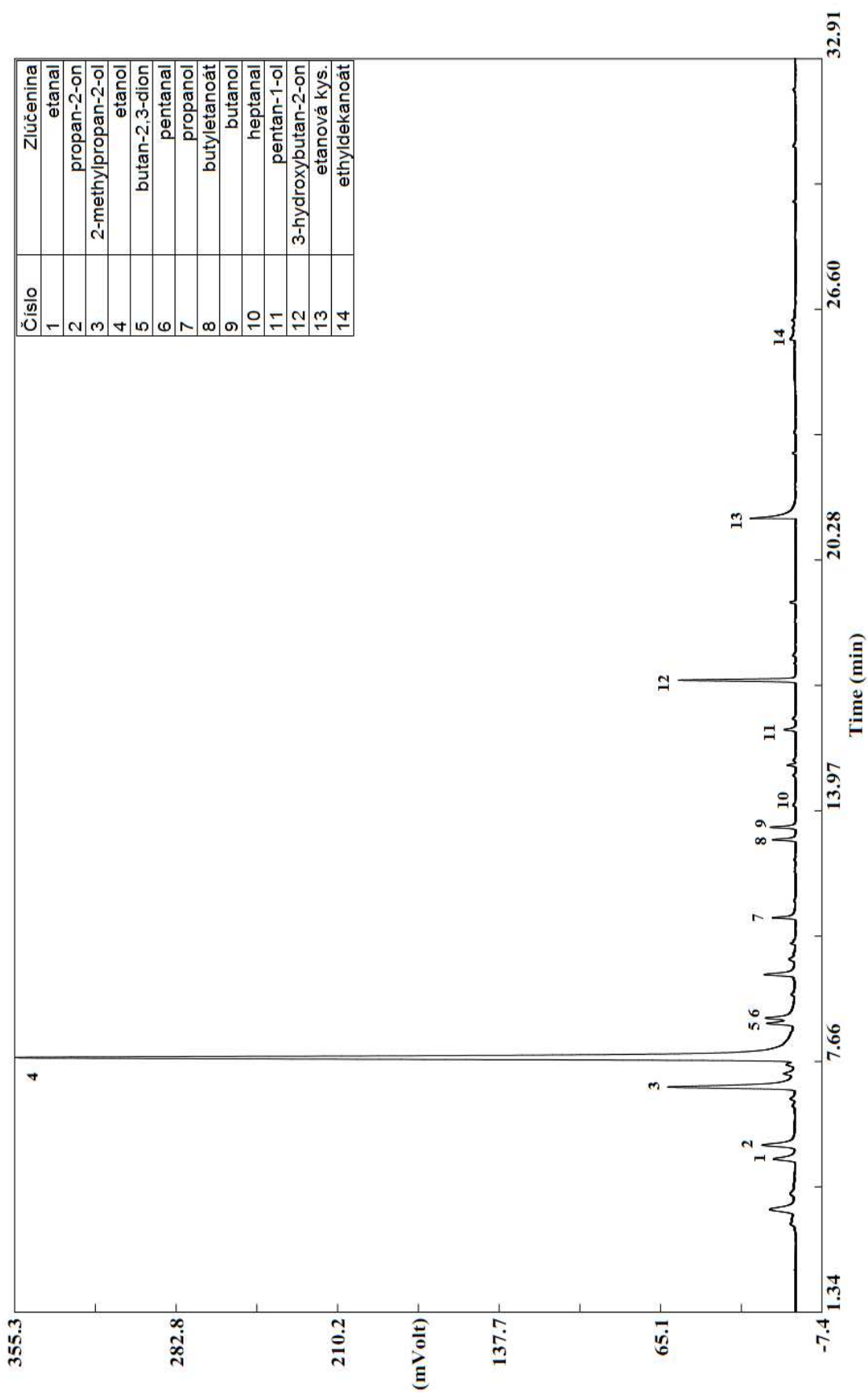
Príloha č. 8 – ukážka chromatogramu 12-TSA-6-SO

Príloha č. 9 – protokol pre senzorické hodnotenie tavených syrových analógov

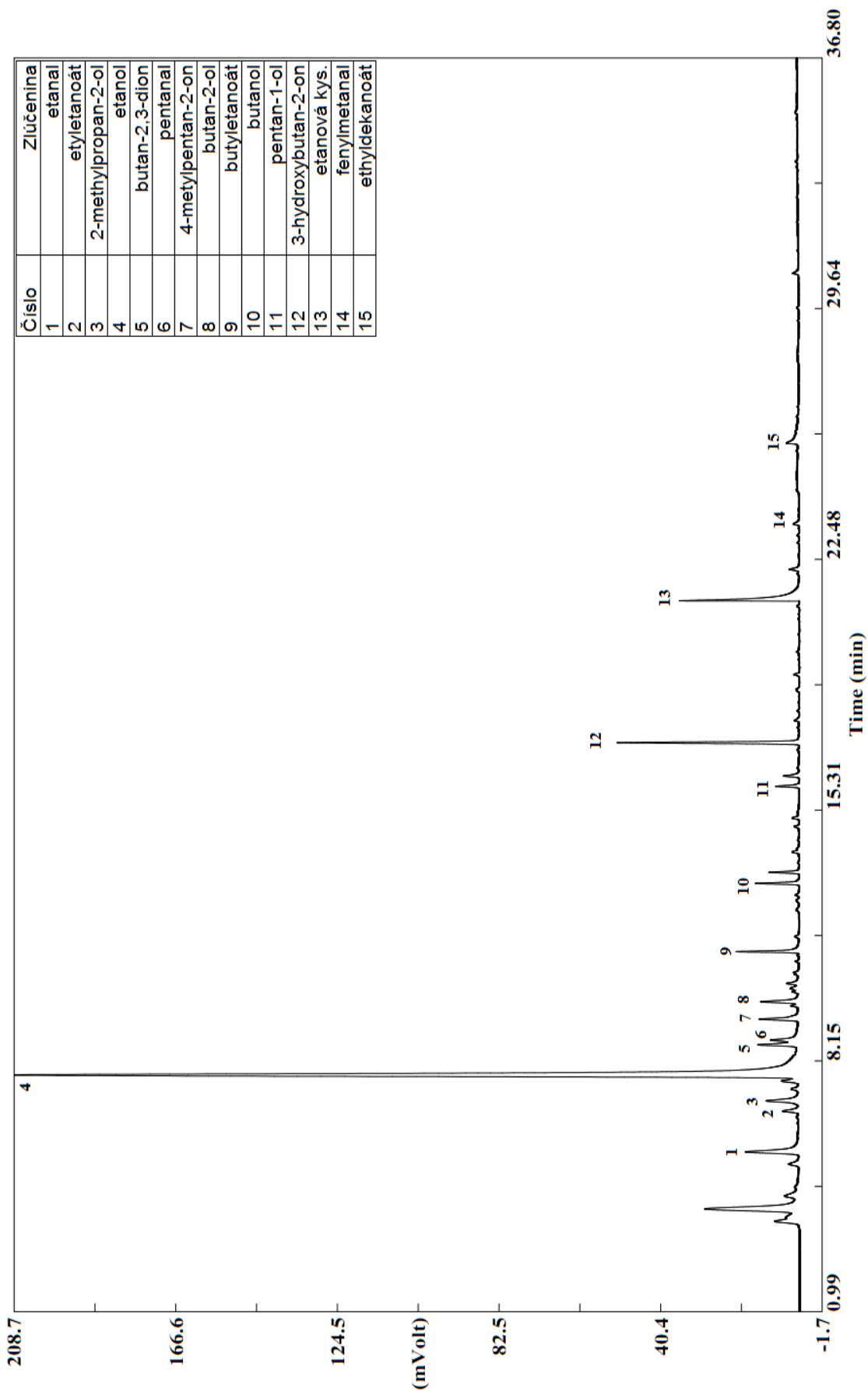
Príloha 1 - Ukážka chromatogramu aromatických látok vo vzorke 8-TSA-0-SO



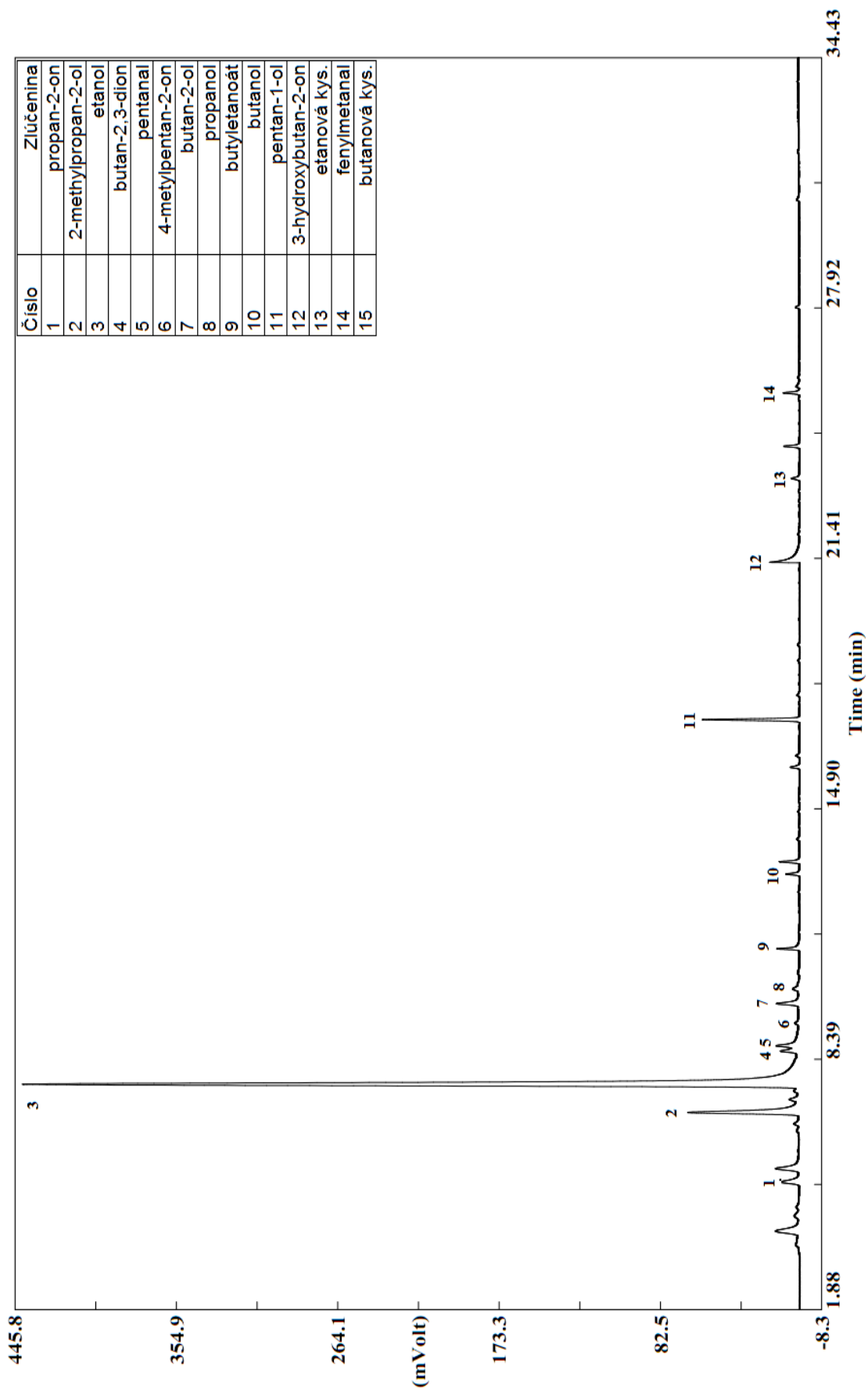
Príloha 2 - Ukážka chromatogramu aromatických látok vo vzorke 8-TSA-1-SO



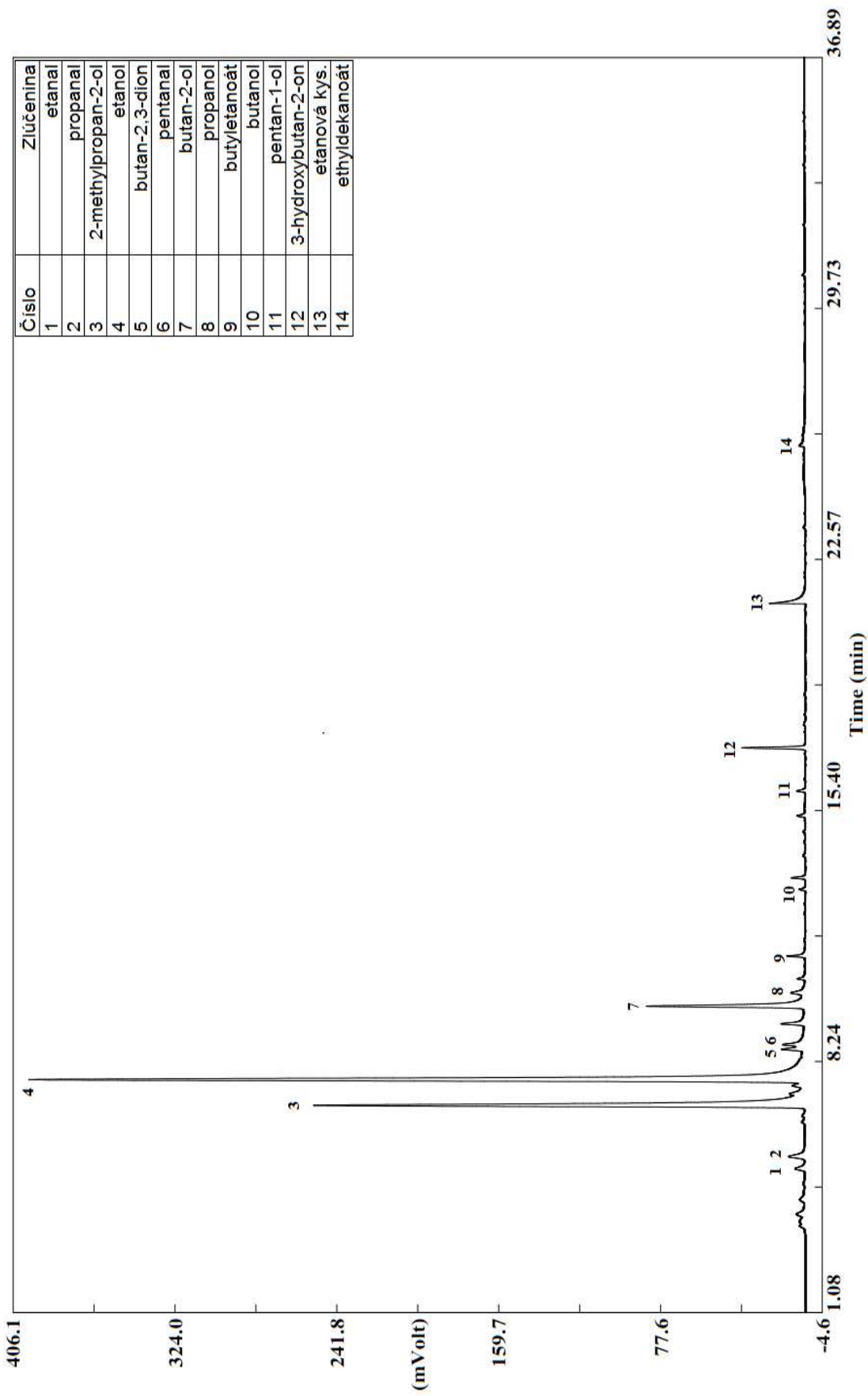
Príloha 3 - Ukážka chromatogramu aromatických látok vo vzorke 8-TSA-3-SO



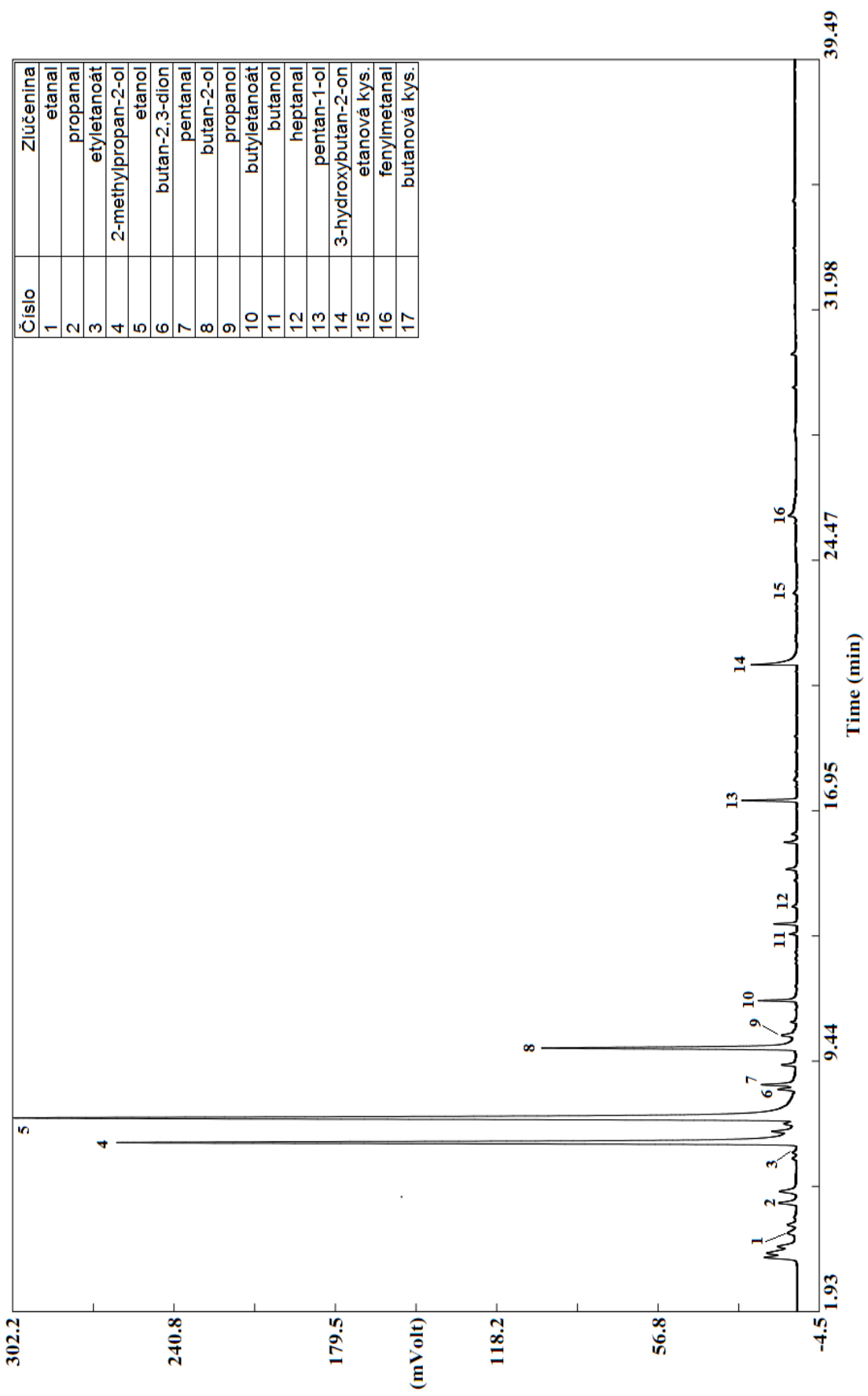
Príloha 4 - Ukážka chromatogramu aromaticky aktívnych látok vo vzorke 8-TSA-6-SO



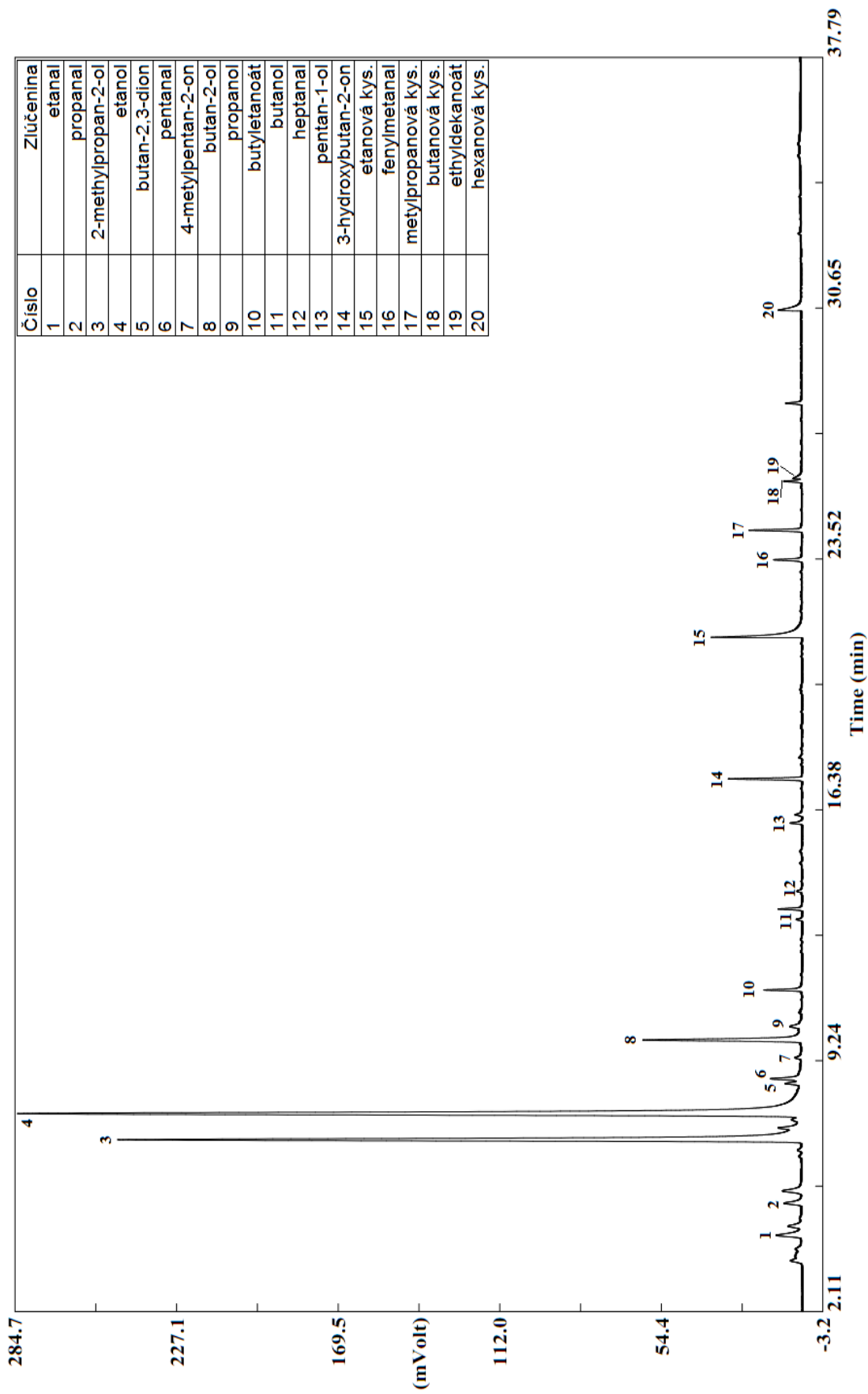
Príloha 5 - Ukážka chromatogramu aromatických látok vo vzorke 12-TSA-0-SO



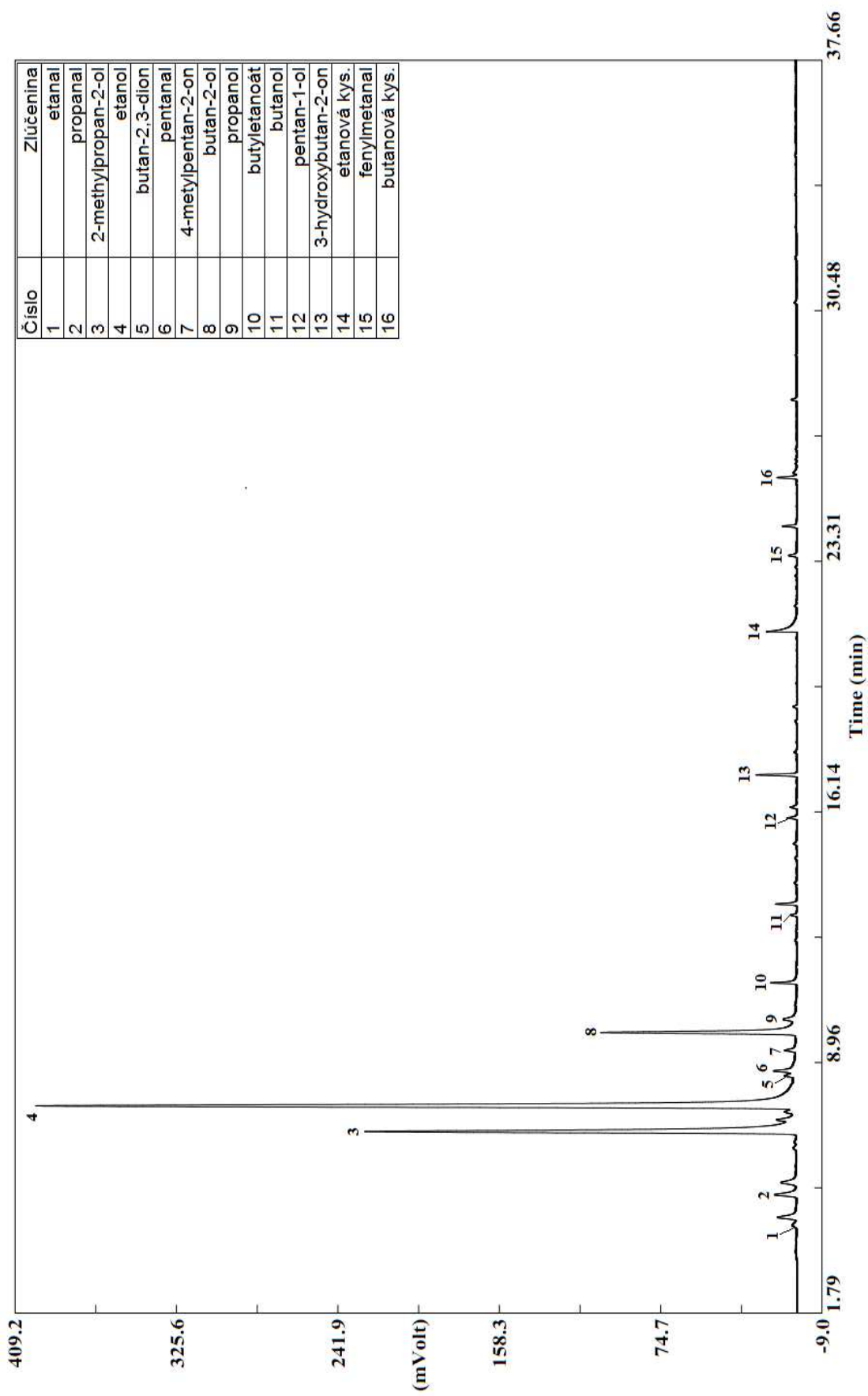
Príloha 6 - Ukážka chromatogramu aromatických látok vo vzorke 12-TSA-1-SO



Príloha 7 - Ukážka chromatogramu aromatických látok vo vzorke 12-TSA-3-SO



Príloha 8 - Ukážka chromatogramu aromatických látok vo vzorke 12-TSA-6-SO



Príloha 9 - Protokol pre senzorické hodnotenie tavených syrových analógov

Jméno:

Datum:

Příjmení:

Hodina:

Jaké je Vaše stanovisko před ochutnáváním?

Tavené sýry konzumuji:

- 1.) každý den
- 2.) $\geq 3x$ týdně
- 3.) 1x týdně
- 4.) 1x za měsíc
- 5.) zřídka

Tavené sýry mám:

- 1.) velmi rád
- 2.) rád
- 3.) indiferent
- 4.) spíše nerad
- 5.) nekonzumuji

Senzorické hodnocení pomocí stupnice (zapište zvolený stupeň)

	Znak				
Tavený syrový analog	Vzhled a barva	Lesk	Konzistence	Chuť a vůně	Celkové hodnocení
G51					
X37					
J12					
R78					
E99					

Stupnice k senzorickému hodnocení:

Vzhled a barva

1. **Vynikající** – barva smetanová až sýrově žlutá, stejnorodá, bez cizích odstínů. Vzhled bez jakýchkoliv známek deformace, čistý, hladký, lesklý.
2. **Výborná** - nepatrná odchylka od deklarované barvy a vzhledu, bez cizích odstínů, homogenní, typická pro smetanový tavený sýr. Změny barvy způsobené osýcháním sýru, oxidačními změnami vyloučeny. Vzhled bez jakýchkoliv známek deformace, čistý, hladký, lesklý.
3. **Velmi dobrá** – mírná odchylka od deklarované barvy a vzhledu, bez cizích odstínů, homogenní. Změny barvy způsobené osýcháním sýru, oxidačními změnami jen nepatrné. Vzhled bez jakýchkoliv známek deformace, sýr čistý, hladký, lesklý.
4. **Dobrá** - barva odpovídá druhu taveného sýra, je homogenní s vyloučením mramorování barvy. Tvar mírně deformovaný, drobnější závady v hladkosti povrchu, povrch sýra je nepatrně matný, stále však hladký.
5. **Méně dobrá** – barva odpovídá druhu taveného sýra, je homogenní s nepatrnými náznaky mramorování barvy. Vzhled vykazuje odchylky způsobené deformací tvaru, drobnější závady v hladkosti povrchu, povrch sýra je mírně matný, mírné odchylky v hladkosti.
6. **Nevyhovující** - barva mírně nehomogenní (mramorovitá), povrch sýra matný bez lesku, mírné oxidativní změny na povrchu.
7. **Nepřijatelný** - barva na povrchu i v těstě nehomogenní, silné oxidativní změny na povrchu, výskyt plísně, značná deformace povrchu, vzhled narušen duřením sýra, vytavený, oddělený tuk.

Lesk sýra

1. **Vynikající vysoký lesk** – sýr s vynikajícím leskem
2. **Výborný lesk**
3. **Velmi dobrý lesk**
4. **Dobrý lesk**
5. **Méně dobrý lesk**
6. **Nevyhovující lesk**
7. **Naprostο nevhovující lesk** - naprostο matný lesk

Konzistence

1. **Vynikající** –jemná, hladká, lehce roztíratelná, plastická, dokonale utavená, bez vzduchových dutin, homogenní, bez výskytu neutavených surovin.
2. **Výborná** – konzistence výborně roztíratelná, jemná, nelepivá.
3. **Velmi dobrá** – roztíratelnost velmi dobrá, nepatrně tužší nebo měkčí.
4. **Dobrá** – roztíratelnost dobrá, mírně tužší nebo měkčí, slabě lepivá, ojedinělý výskyt dutinek
5. **Méně dobrá** – roztíratelnost horší, tužší nebo měkčí, lepivá, slabě písčítá, ojedinělé částičky neutavených surovin.
6. **Nevyhovující**– špatně roztíratelná, tuhá, řídká, nehomogenní.
7. **Nepřijatelná** – velmi tuhá až drobivá, silně lepivá, roztékavá, nehomogenní s hrubými kousky neutavených surovin, zduřelá, písčítá.

Chuť a vůně

1. **Vynikající** – chuť čistá, jemně mléčná až máslová, smetanová, jemně sýrově nasládlá, výrazná. Vůně čistá, velmi harmonická, cizí příchutě jsou vyloučeny.
2. **Výborná** – nepatrné odchylky od vynikající chuti a vůně, chuť a vůně harmonická, sýrová nebo máslová, smetanová, typická cizí příchutě jsou vyloučeny.
3. **Velmi dobrá** – mírné odchylky od vynikající chuti a vůně, přesto harmonická, přirozeně mléčně nakyslá nebo nasládlá, typická, cizí příchutě vyloučeny, méně výrazná.
4. **Dobrá** – chuť a vůně typická pro smetanový tavený sýr s odchylkami ne zásadního charakteru, avšak charakteristická a čistá, nevýrazná.
5. **Méně dobrá** – výskyt cizích příchutí ve velmi malé intenzitě, méně harmonická, nahořklá nebo slanější, příchut' po tavicích solích, kyselejší, nečistá, kvasničná.
6. **Nevyhovující** – výskyt cizích příchutí, méně harmonická, slanější, příchut' po tavicích solích, slabě oxidovaná.
7. **Nepřijatelná** – nečistá, silně oxidovaná, žluklá, slaná, hořká, zatuchlá, ostře kyselá.

Celkové hodnocení

1. **Vynikající**
2. **Výborný**
3. **Velmi dobrý**
4. **Dobrý**
5. **Méně dobrý**
6. **Nevyhovující**
7. **Nepřijatelný**