

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta chemická

DIZERTAČNÍ PRÁCE

Brno, 2020

Ing. Kateřina Sůkalová



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ

FACULTY OF CHEMISTRY

ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

**FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ SENZORICKOU JAKOST
ANALOGŮ TAVENÝCH SÝRŮ**

THE FACTORS INFLUENCING SENSORY QUALITY OF PROCESSED CHEESE ANALOGUES

DIZERTAČNÍ PRÁCE

DOCTORAL THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Kateřina Sůkalová

ŠKOLITEL

SUPERVISOR

prof. Ing. František Buňka, Ph.D.

BRNO 2020

Zadání dizertační práce

Ústav: Ústav chemie potravin a biotechnologií Akademický rok: 2020/21
Studentka: **Ing. Kateřina Sůkalová**
Studijní program: Chemie a technologie potravin
Studijní obor: Potravinářská chemie
Vedoucí práce: **prof. Ing. František Buňka, Ph.D.**

Název dizertační práce:

Faktory ovlivňující senzorickou jakost analogů tavených sýrů

Zadání dizertační práce:

Dílčí cíle práce:

- zpracování literární rešerše shrnující současný stav řešené problematiky,
- na základě rešerše výběr vhodných metod pro stanovení sledovaných parametrů,
- optimalizace a validace vybraných metod (HS–SPME–GC–FID, senzorické metody),
- výroba modelových vzorků tavených sýrů a tavených sýrových analogů s použitím různých rostlinných tuků, aplikace metod na vyrobené vzorky,
- porovnání senzorické kvality a těkavých látek různých typů analogů,
- sledování změn senzorické kvality vzorků a těkavých látek v závislosti na zralosti použité eidamské cihly jako hlavní suroviny,
- sledování změn senzorické kvality vzorků a těkavých látek v závislosti na použitém rostlinném tuku,
- sledování změn senzorické kvality vzorků a těkavých látek v průběhu několikaměsíčního skladování,
- posouzení vlivu těkavých látek na senzorickou kvalitu vyrobených vzorků.

Termín odevzdání dizertační práce: 30.9.2020:

Ing. Kateřina Sůkalová
student(ka)

prof. Ing. František Buňka, Ph.D.
vedoucí práce

prof. RNDr. Ivana Márová, CSc.
vedoucí ústavu

V Brně dne 1.9.2020

prof. Ing. Martin Weiter, Ph.D.
děkan

ABSTRAKT

Předložená dizertační práce se zabývá sledováním senzorické kvality tavených sýrových analogů, se zaměřením především na chutnost (flavour) a s ní související obsah těkavých (aromaticky aktivních) látek. Modelové vzorky analogů byly vyrobeny standardním postupem pro výrobu tavených sýrů na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně.

Experimentální část byla rozdělena do dvou experimentů, které se lišily složením modelových vzorků analogů. V prvním experimentu byl tradiční tuk (máslo) zcela nahrazen vybranými rostlinnými tuky (palmový, kokosový, směsný), ve druhém experimentu byla nahrazena pouze část (1 % hm. – vyjádřeno na celkovou hmotu vzorku) másla rostlinnými oleji (meruňkový, lněný, rybízový, hroznový).

Pro stanovení těkavých látek byla použita mikroextrakce tuhou fází ve spojení s plynovou chromatografií s plameno-ionizační detekcí. Pro hodnocení senzorické kvality vzorků, se zaměřením především na flavour, byly použity metody vycházející z platných mezinárodních norem, konkrétně hodnocení pomocí stupnic (ČSN ISO 4121), profilový test (ČSN EN ISO 13299) a pořadová zkouška (ČSN ISO 8587). Podstatou práce bylo posouzení vlivu přídavku různých rostlinných tuků/olejů na uvedené parametry, zároveň byly sledovány jejich změny v průběhu 6 měsíčního skladování (při $\approx 6\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Výsledky prokázaly, že použitý rostlinný olej ovlivňuje jak senzorickou kvalitu, tak i obsah a složení těkavých látek vyrobených analogů. Výrazné rozdíly mezi vzorky byly především v chuti, vůni a celkové přijatelnosti. Zhoršující se celkovou přijatelnost vzorků lze v experimentu I vyjádřit pořadím: výrobek s máslem $\Rightarrow$ kokosovým $\Rightarrow$ palmovým $\Rightarrow$ směsným tukem; v případě experimentu II: výrobek s máslem $\Rightarrow$ meruňkovým $\cong$ lněným $\cong$ hroznovým $\Rightarrow$ rybízovým olejem. Jako nevhodné se pro výrobu analogů ukázaly být směsný tuk, rybízový a hroznový olej, naopak nejlépe byly hodnoceny analog s kokosovým tukem a meruňkovým olejem.

Na základě výsledků senzorické analýzy bylo prokázáno, že vzorky si udrží dobrou senzorickou kvalitu min. po dobu 3 měsíců při dodržení nízké skladovací teploty ($\approx 6\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Analog s kokosovým tukem, jehož chuť, vůně a přijatelnost byly hodnoceny jako velmi dobré, a s meruňkovým olejem, jehož chuť, vůně a přijatelnost byly hodnoceny dokonce jako výborné, by mohly obohatit nabídku potravin na trhu.

KLÍČOVÁ SLOVA

tavené sýry, analogy, rostlinné tuky, flavour, senzorická analýza, SPME, GC-FID

ABSTRACT

The presented thesis deals with the monitoring sensory quality of processed cheese analogues, focusing mainly on the taste (flavour) and related content of volatile (aroma active) substances. Model samples of analogues were produced by a standard procedure at Tomas Bata University in Zlín.

The experimental part was divided into two experiments, which differed in the composition of model samples of analogues. In the first experiment, the traditional fat (butter) was completely replaced by selected vegetable fats (palm, coconut, mixed), in the second experiment only a part (1% w/w – expressed on the total weight of the sample) of butter was replaced by vegetable oils (apricot, flax seed, currant, grape seed).

Solid phase microextraction in conjunction with gas chromatography with flame ionization detection was used to determine volatiles. Methods based on valid international standards were used to evaluate the sensory quality of samples, focusing mainly on flavor, namely evaluation using scales (ISO 4121), profile test (EN ISO 13299) and ranking test (ISO 8587). The aim of the work was to assess the effect of the addition of various vegetable fats/oils on the above parameters, at the same time their changes were monitored during 6 months of storage (at $\approx 6^\circ\text{C}$).

The results showed that the vegetable oil used affects both the sensory quality and the content and composition of volatile substances of analogues. Significant differences between samples were mainly in taste, aroma and overall acceptability. The decreasing overall acceptability of the samples can be expressed in experiment I by the order: product with butter $\Rightarrow$ coconut $\Rightarrow$ palm $\Rightarrow$ mixed fat; in the case of experiment II: product with butter $\Rightarrow$ apricot $\cong$ flax $\cong$ grape $\Rightarrow$ currant oil. Mixed fat, currant and grape seed oil proved to be unsuitable for the production of analogues, on the contrary, analogues with coconut fat and apricot oil were evaluated best.

Based on the results of sensory analyses, it was shown that the samples maintain a good sensory quality min. for 3 months while maintaining a low storage temperature ($\approx 6^\circ\text{C}$).

An analogue with coconut fat, whose taste, aroma and acceptability were rated as very good, and apricot oil, whose taste, aroma and acceptability were even rated as excellent, could enrich the food offer on the market.

KEY WORDS

processed cheese, analogues, vegetable fats, flavour, sensory analysis, SPME, GC-FID

SŮKALOVÁ, K.: *Faktory ovlivňující senzorickou jakost analogů tavených sýrů*, Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2020. 200 s. Vedoucí dizertační práce prof. Ing. František Buňka, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem dizertační práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Dizertační práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího dizertační práce a děkana fakulty FCH VUT.

.....
podpis doktoranda

Děkuji paní doc. Ing. Evě Vítové, Ph. D. za odborné vedení, cenné rady, pomoc a trpělivost při řešení a zpracování této práce, také děkuji panu prof. Ing. Františku Buňkovi Ph. D. za odborné rady a přátelský přístup.

Děkuji své rodině za veškerou podporu během celého studia.

OBSAH

ABSTRAKT	3
KLÍČOVÁ SLOVA.....	3
ABSTRACT	4
KEY WORDS.....	4
PROHLÁŠENÍ	5
OBSAH.....	7
1 ÚVOD DO ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	10
2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	12
2.1 Tavené sýry a jejich analogy.....	12
2.1.1 Klasifikace tavených sýrů a tavených sýrových analogů	12
2.1.2 Suroviny pro výrobu	14
2.1.3 Technologie výroby	16
2.1.4 Senzorické vlastnosti	17
2.2 Přírodní sýry eidamského (holandského) typu	18
2.2.1 Senzorické vlastnosti eidamských sýrů	19
2.3 Vybrané tuky a oleje jako suroviny pro výrobu analogů	20
2.3.1 Máslo a mléčný tuk.....	20
2.3.2 Rostlinné tuky a oleje	22
2.3.2.1 Palmový tuk	23
2.3.2.2 Kokosový tuk	23
2.3.2.3 Rybízový olej	24
2.3.2.4 Meruňkový olej	24
2.3.2.5 Lněný olej	25
2.3.2.6 Olej z jader hroznového vína	25
2.3.3 Aroma/flavour rostlinných tuků a olejů.....	26
2.4 Aromaticky aktivní látky jako podstata flavouru sýrů.....	26
2.4.1 Vznik a vývoj aromaticky aktivních látek v přírodních sýrech.....	27
2.4.1.1 Metabolismus laktosy a citrátu	29
2.4.1.2 Proteolýza a metabolismus volných aminokyselin	30
2.4.1.3 Lipolýza a metabolismus volných mastných kyselin.....	30
2.4.2 Aromaticky aktivní látky v sýrech eidamského typu	31

2.4.3	Aromaticky aktivní látky v tavených sýrech a tavených sýrových analogích	32
2.4.3.1	Faktory ovlivňující aromaticky aktivní látky tavených sýrů	32
2.4.3.2	Změny aromaticky aktivních látek během výroby a skladování	33
2.5	Analytické metody vhodné pro stanovení sledovaných parametrů	36
2.5.1	Možnosti stanovení aromaticky aktivních látek v sýrech	36
2.5.1.1	Izolace aromaticky aktivních látek z matrice vzorku	36
2.5.1.2	Metody vhodné pro analytické stanovení aromaticky aktivních látek	40
2.6	Senzorické hodnocení chuti a vůně (flavouru) sýrů a tavených sýrů	42
2.6.1	Rozlišovací zkoušky	43
2.6.2	Stupnicové metody	43
2.6.3	Deskriptivní senzorické metody	44
3	Cíle dizertační práce	46
4	Experimentální část	47
4.1	Laboratorní vybavení	47
4.1.1	Chemikálie	47
4.1.2	Přístroje a pomůcky	47
4.2	Analyzované vzorky	48
4.2.1	Příprava vzorků k analýze	50
4.3	Použité metody a experimentální postupy	50
4.3.1	Stanovení těkavých látek	50
4.3.1.1	Podmínky HS-SPME-GC-FID analýzy	50
4.3.1.2	Identifikace a kvantifikace těkavých látek	51
4.3.2	Senzorické hodnocení	51
4.4	Statistické zpracování výsledků	51
5	Výsledky a diskuze	53
5.1	Optimalizace a validace použitých metod	53
5.2	Experiment I	54
5.2.1	Stanovení těkavých látek	54
5.2.1.1	Identifikace těkavých látek ve vzorcích	55
5.2.1.2	Kvantifikace těkavých látek ve vzorcích	62
5.2.2	Senzorické hodnocení vzorků analogů	79
5.2.2.1	Výsledky hodnocení pomocí stupnice	79
5.2.2.2	Výsledky profilového testu	90

5.2.2.3	Výsledky pořadového testu.....	99
5.3	Experiment II	99
5.3.1	Stanovení těkavých látek	100
5.3.1.1	Identifikace těkavých látek ve vzorcích.....	100
5.3.1.2	Kvantifikace těkavých látek ve vzorcích	106
5.3.2	Senzorické hodnocení vzorků analogů	120
5.3.2.1	Výsledky hodnocení pomocí stupnice	120
5.3.2.2	Hodnocení intenzity vůně a chuti	130
5.3.2.3	Výsledky profilového testu	132
6	PŘÍNOS PRÁCE PRO VĚDU A PRAXI	142
7	ZÁVĚRY.....	143
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	145
9	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	162
10	SEZNAM PŘÍLOH	163
11	PŘÍLOHY	164
12	ŽIVOTOPIS AUTORKY	196
13	PŘEHLED PUBLIKACÍ.....	198

1 ÚVOD DO ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Tavené sýry patří celosvětově k oblíbeným a hojně konzumovaným mléčným výrobkům. Důvodem je snadná použitelnost, velká variabilita v možnostech příchutí, konzistence, velikosti a tvaru spotřebitelského balení a relativně dobrá udržitelnost.

Zatímco přírodní sýry byly známy už od starověku, výroba tavených sýrů začala až začátkem 20. století, konkrétně ve Švýcarsku, kde byly plánovitě vyvíjeny s cílem získat trvanlivý sýr schopný skladování a transportu.

Říká se, že na myšlenku tavit sýr se přišlo náhodou už roku 1875. Vypráví se, že za studeného počasí pracovali jistí muži na vinici poblíž města Sierry ve Švýcarsku. Když se sešli o svačině u ohně, aby pojedli chléb se sýrem, zkusil si jeden z nich sýr ohřát nad ohněm, z povrchu sýra začala stékat na chléb tekutá emulze, na které si velmi pochutnal. První písemně doložené pokusy o výrobu tavených sýrů se datují z konce 19. století. Předpokládá se, že idea tavených sýrů je odvozena od francouzského a švýcarského národního pokrmu – fondue – při jehož výrobě je přírodní sýr tepelně opracován za přítomnosti vína, které obsahuje soli kyseliny vinné mající účinky tavicích solí.

Tavené sýry lze zařadit do současného trendu „convenience food“; k jejich přednostem patří především:

- různé varianty chuti, vůně, vzhledu a textury a z toho vyplývající široké možnosti použití,
- velká nabídka různých velikostí, tvarů a typů obalů,
- relativně nízká cena (ve srovnání s přírodními sýry),
- poměrně dlouhá trvanlivost.

Velkou výhodou je také všestranné použití tavených sýrů jako surovin do jiných potravinářských výrobků.

Sortiment tavených sýrů se od jejich zrodu začátkem minulého století značně rozrostl. Na trhu se objevuje velké množství produktů vzniklých např. kombinacemi jednotlivých druhů přírodních sýrů, obsahující různé suroviny mléčného i nemléčného původu, mající konzistenci od pevné, lomivé, přes snadno roztíratelnou, krémovitou až po tekutou. Další rozšíření sortimentu provádí výrobci použitím různých obalových materiálů a hmotností spotřebitelského balení.

Dnes se celosvětově vyrábí cca 2,5 mil. tun tavených sýrů a jejich různých modifikací ročně. Největším výrobcem byly v roce 2010 především USA (946 tis. tun) a Evropská unie (670 mil. tun). V České republice patří tavené sýry mezi velmi oblíbené výrobky, především kvůli poměrně nízké ceně. Průměrná roční spotřeba na jednoho obyvatele je přibližně dvojnásobná oproti ostatním členským státům EU a dlouhodobě se pohybuje okolo 2 kg.

Ve srovnání s přírodními sýry mají tavené sýry nižší výživovou hodnotu. Řada z nich má poměrně vysoký obsah tuku a jsou tak významným zdrojem energie a také cholesterolu; díky přidávce tavicích solí jsou významným zdrojem sodíku a fosforu. Všechny tyto složky jsou při nadměrné konzumaci rizikovým faktorem pro vznik kardiovaskulárních onemocnění. Zvýšený příjem fosforu může navíc redukovat vstřebávání vápníku, což je rizikový faktor pro vznik osteoporózy, u dětí křivice aj.

Se stoupající spotřebou a nárůstem ceny přírodních, a tedy i tavených, sýrů se objevil požadavek na výrobu takového produktu, který by byl levnější, měl nižší obsah tuku

a cholesterolu a stejnou nebo vyšší nutriční hodnotu. Tato kritéria splňují tzv. sýrové analogy (imitace, substituty, náhražky), které se objevují počátkem roku 1970.

Kromě nižších výrobních nákladů se nabízí použití těchto výrobků v částech světa s nedostatečnou produkcí mléka. Nalézají uplatnění v domácnostech, v restauracích nebo provozovnách typu fast-food jako cheeseburgery, toppingy na pizzu, do salátů, chlebičků, omáček, sendvičů aj.

V současné době se komerčně vyrábějí analogy širokého spektra přírodních i tavených sýrů, hlavními produkty celosvětově jsou analogy Mozzarely a Čedaru. V ČR tvoří jen asi 10 % z výroby tavených výrobků, ale má je ve svém sortimentu řada sýráren, např. SAVENCIA Fromage & Dairy Czech Republic, a.s. aj.

Zatímco problematice výroby a zrání přírodních sýrů se věnuje řada autorů, bylo publikováno mnoho níže citovaných prací a poměrně dobře jsou prostudovány biochemické změny probíhající během zrání sýrů, podstatně méně je věnována pozornost taveným sýrům a ještě méně taveným sýrovým analogům. Málo publikací se zabývá biochemickými změnami, které v tavených sýrech probíhají během procesu tavení, balení nebo skladování.

Přestože senzorickou kvalitu výrobku lze považovat za jeden z nejvýznamnějších faktorů, ovlivňujících zájem a preference spotřebitelů při výběru potravin, této stránce tavených sýrů a sýrových analogů bylo dosud věnováno minimum odborné pozornosti. Většina z těchto prací se navíc zaměřuje pouze na sledování textury a jejích změn během výroby, skladování a použití tavených sýrů.

V rámci této dizertační práce bude věnována pozornost senzorické kvalitě tavených sýrových analogů, s důrazem především na tzv. flavour, který velmi úzce souvisí a je ovlivňován obsahem tzv. aromaticky aktivních látek. Pro stanovení aromaticky aktivních látek bude použita mikroextrakce pevnou fází ve spojení s plameno-ionizační detekcí, celková senzorická kvalita bude hodnocena pomocí vybraných senzorických metod, založených především na profilových testech.

2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Jak již bylo zmíněno, tato práce je zaměřena na sledování senzorické kvality tavených sýrů a tavených sýrových analogů. V následujících kapitolách je uvedena jejich charakteristika, složení a technologie výroby. Zároveň jsou popsány eidamské sýry a vybrané rostlinné tuky/oleje, které byly použity jako základní suroviny pro výrobu modelových vzorků analogů.

Hlavní pozornost je věnována těkavým, tzv. aromaticky aktivním látkám, které jsou důležité pro vznik tzv. flavouru a byly vybrány a sledovány jako charakterizující parametry senzorické kvality. Na závěr je uveden přehled metod vhodných pro jejich stanovení.

2.1 Tavené sýry a jejich analogy

Podle vyhlášky MZe č. 397/2016 Sb., ve znění pozdějších předpisů, taveným sýrem rozumíme „sýr, který byl tepelně upraven tavením“ a jako „tavený sýrový výrobek“ se označí „mléčný výrobek, který je tepelně ošetřen tavením, obsahuje více než 5 % laktózy a v němž sýr tvoří nejméně 50 % hmotnostních sušiny tohoto výrobku“ [1, 2].

Codex Alimentarius definuje tavené sýry (TS) poněkud přesněji jako „produkty vyráběné mletím, mícháním, tavením a emulgací za pomoci tepla a emulgačních činidel jednoho či více druhů sýrů, s přídavkem nebo bez přídavku mléčné složky či jiných surovin“ [3].

Sýrové analogy jsou nejčastěji definovány jako produkty, u nichž jsou mléčný tuk a/nebo mléčná bílkovina částečně nebo zcela nahrazeny nemléčnou složkou, zejména rostlinného původu [4].

Codex Alimentarius je definuje jako „produkty, které vypadají jako sýr, ale v nichž mléčný tuk byl částečně nebo zcela nahrazen jinými tuky“ [5].

V literatuře je lze nalézt pod různými názvy: „analog“, „imitace“, „substitut“, „náhražka“, „umělý“, „lisovaný“, „syntetický“, „plněný“ [4, 6].

Česká, resp. evropská, legislativa však zatím pojem analog nebo imitace sýrů nezná. Existovala zmínka ve vyhlášce MZ č. 4/2008 Sb., kde bylo řešeno nejvyšší povolené množství fosforečnanů do „tavených sýrů a jejich analogů“, nicméně vyhláška byla k 9. 11. 2018 zrušena [7], aktuálně je zmíněn (ale ne definován) pouze v Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008, v platném znění. Podle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013, v platném znění, označení „sýr“ se vyhrazuje výhradně pro mléčné výrobky. Toto nařízení dále uvádí, že se může používat pro „označení složených produktů, u nichž žádná část nenahrazuje a ani nemá nahrazovat žádnou složku mléka a jejichž základní součástí ve smyslu množství nebo charakteristiky produktu je mléko nebo mléčný výrobek“ [8]. Z toho tedy jednoznačně vyplývá, že analogy, ve smyslu výše uvedené definice, nesmí být označovány jako „sýr“.

2.1.1 Klasifikace tavených sýrů a tavených sýrových analogů

Tavené sýry je možné dělit z celé řady hledisek. Pro svou velkou rozmanitost variant nemají mezinárodní klasifikaci, liší se v různých zemích; hlavní kritéria jsou složení sýra, obsah sušiny, příp. tuku v sušině (tvs), a textura [9].

Výše zmíněná vyhláška č. 397/2016 Sb., uvádí v Příloze č. 4. dvě podskupiny – roztíratelný a TS s lomem, a v Příloze č. 6. podle použité suroviny na druhově pojmenované

TS, u těchto sýrů není možné použít jiné mléčné složky než sýr, máslo, mléčný tuk, smetanu a máselný koncentrát, a druhově nepojmenované TS, u kterých lze zahrnout i ostatní mléčné složky, ale obsah laktosy může být ve finálním výrobku nejvýše 5 % hm. (viz **Tabulka 1**).

Tabulka 1: Přehled povolených složek jiných než sýry pro výrobu tavených sýrů a tavených sýrových výrobků a tavených mléčných výrobků [1]

Složka jiná než sýr	Tavený sýr a tavený roztíratelný sýr		Tavený sýrový výrobek a tavený mléčný výrobek
	druhově pojmenovaný	druhově nepojmenovaný	
Máslo, máselný tuk, smetana, máselný koncentrát	pouze pro standardizaci obsahu tuku	ano	ano
Ostatní mléčné složky	ne	ano obsah nejvýše 5 % hm. laktózy ve finálním taveném sýru	ano
Jedlá sůl	ano	ano	ano
Bakteriální kultury	ano	ano	ano
Enzymy *)	ano	ano	ano
Cukry (sacharidy se sladícím účinkem)	ne	ne	ano
Koření a sezónní zelenina	podle druhu výrobku a v množství, které postačuje, aby dodalo konečnému výrobku charakteristickou chuť		
Ostatní zdravotně nezávadné potraviny	ano		ano

*) zdravotně nezávadné se specifickými účinky

V literatuře však lze nalézt podrobnější rozdělení podle použitých surovin: [10]

- TS jednodruhové: pokud se na etiketě uvádí konkrétní sýr, ze kterého byl TS vyroben, uvedený sýr musí tvořit nejméně 75 % ve směsi surovin;
- TS směsné: jako základní suroviny je použito směsi různých sýrů;
- TS s příchutí: různé druhy přírodních sýrů jsou doplněny přísadami, podle nichž je výrobek označen, např. TS se šunkou, s kapií apod.

Jedno z nejčastějších, tradičních, souvisejících s texturou TS, je dělení podle obsahu tvs: TS vysokotučné (60–70 % hm. tvs), plnotučné (45–55 % hm. tvs), polotučné (20–40 % hm. tvs) a nízkotučné (do 20 % hm. tvs.), nicméně uvedené intervaly se v literatuře mírně liší [10].

Nebo obdobné dělení podle obsahu sušiny a tvs na roztíratelné TS, blokové TS a tavené sýrové omáčky. Roztíratelné TS mají obsah sušiny v rozmezí 30–50 % hm. [12], obsah tvs nejméně 20 % hm. a pH 5,6–6,0 [13]. Blokové TS se vyznačují vyšší tuhostí, mají vyšší

obsah sušiny 45–60 % hm. a nižší obsah tvs 25–35 % hm. [14, 15]. Tavené omáčky jsou charakterizovány nízkým obsahem sušiny, obvykle 18–24 % hm. [12].

V anglosaské literatuře se nejčastěji objevuje poněkud odlišné dělení TS [9, 11].

- tavené sýrové bloky (Processed Cheese Block) – surovinami mohou být přírodní sýry, tavicí soli, NaCl, popř. barviva, obsah sušiny a tuku odpovídá kritériím pro přírodní sýry,
- tavené sýrové produkty (Processed Cheese Food) – surovinami mohou být přírodní sýry, tavicí soli, NaCl, barviva a dále mléko, odstředěné mléko, syrovátka, smetana, sýry z odstředěného mléka a organické kyseliny, sušina je vyšší než 56 % hm. a obsah tuku je vyšší než 23 % hm.
- tavené sýrové pomazánky (Processed Cheese Spread) – kromě surovin, které jsou přípustné pro tavené sýrové produkty, jsou zde povoleny přídavky surovin pro zlepšení vaznosti vody (zejména polysacharidy), obsah sušiny se pohybuje mezi 40–56 % hm.

Tavené sýrové analogy (TSA) se, podle zdroje, ze kterého pochází tuk a/nebo proteiny, rozdělují na mléčné, částečně mléčné a nemléčné. Mléčné („dairy“) analogy jsou vyrobeny užitím mléčných proteinů a máselných tuků, částečně mléčné („partial dairy“) užitím mléčných proteinů a rostlinných tuků, a nemléčné („non-dairy“) užitím rostlinných tuků i proteinů. Mléčné analogy jsou drahé a téměř se nevyrábí, stejně tak nemléčné kvůli výrazně horším senzorickým vlastnostem. Hlavními produkty jsou tedy analogy částečně mléčné [4, 6].

FDA (United States Food and Drug Administration) rozlišuje „substituty“ jako produkty, které mají stejnou nutriční hodnotu jako odpovídající sýr, zatímco „imitace“ mají nutriční hodnotu nižší [4, 6].

2.1.2 Suroviny pro výrobu

Základní surovinou pro výrobu TS je přírodní sýr. Může být použit sýr jednoho nebo více druhů v různém stupni zralosti. Jejich obsah v TS musí být min. 50 % hm. [1, 2].

Výběr sýrů určí charakter řady vlastností výsledných TS, jako např. texturu, chuť, vůni apod. Hlavní kritéria jsou typ sýra, jeho zralost, aroma, textura a pH [9, 16].

S výhodou je možné použít přírodní sýry, které nemají potřebné parametry (např. požadovaný obsah sušiny a/nebo tuku, mechanické vady apod.), díky nimž nemohou být uváděny do oběhu pro přímý prodej. Nesmí se však v žádném případě jednat o vady chemické (přítomnost cizorodých látek, kontaminantů apod.) nebo mikrobiální (přítomnost sporotvorných a/nebo patogenních mikroorganismů). Obvyklé teploty užívané při tavení zničí pouze vegetativní formy, nikoli bakteriální spory, a růst mikroorganismů v TS může být příčinou senzorických vad nebo ohrozit bezpečnost konečného výrobku [9, 16].

V České republice se nejčastěji používá Eidamská cihla, Eidamský blok nebo Moravský blok. V anglosaských zemích jsou preferovány sýry čedarového a ementálského typu, a Mozzarella [17].

Kromě této základní suroviny se do tavené směsi přidávají další složky mléčné povahy: např. máslo (ke zvýšení obsahu tuku), tvaroh (ke zvýšení obsahu tukuprosté sušiny, nebo při použití velmi zralých sýrů pro dodání tzv. intaktního kaseinu), smetana, sušené mléko,

podmáslí, syrovátka aj. [9, 18]. Sušená syrovátka nebo sušené odstředěné mléko se v současné době v ČR používají do surovinových skladeb TS nejvíce [10, 16].

Do některých typů TS se používají i nemléčné přísady ovlivňující chuť, vůni a barvu, např. koření, masné výrobky, žampiony, zelenina, ořechy apod., v zahraničí dokonce i kakao, med, vanilka, kávový extrakt aj. [9, 11, 16, 18].

Mléčné proteiny tvoří základ stabilní proteinové matrice TS. V případě analogů mohou být do surovinové skladby zařazeny, jako částečná náhrada základní suroviny, jiné mléčné proteiny (kaseiny, kaseináty, syrovátkové proteiny), ale i nemléčné proteiny (rostlinné) nebo přírodní či modifikované škroby [10, 12]. Výhodou použití těchto ingrediencí je snížení nákladů na suroviny [12, 19]. Jejich přidavek však může ovlivnit senzorické vlastnosti konečného výrobku, především flavour a texturu. Kvalita a intenzita změn záleží na jednotlivých druzích „náhražek“ a na jejich přidaném množství [4].

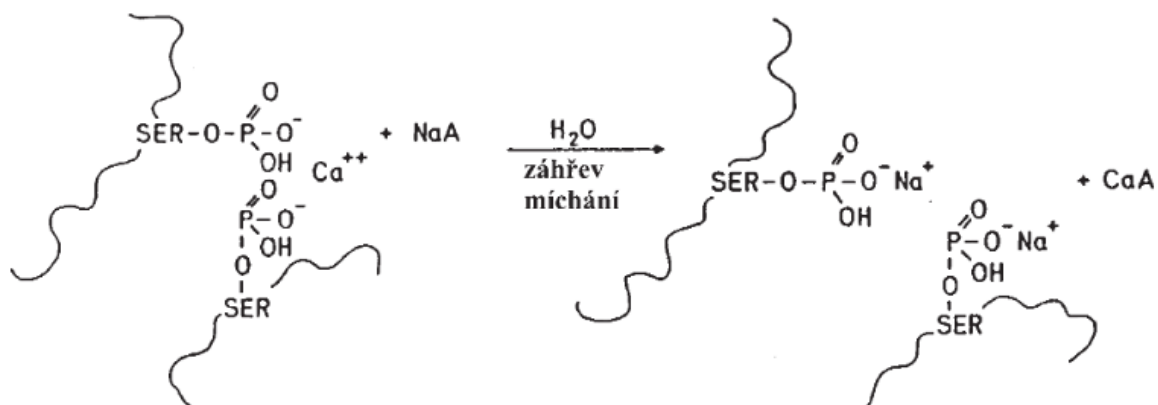
Rostlinné proteiny, jako sójový, bavlníkový, pšeničný, z burských oříšků nebo hrachu, se používají jako náhražky kaseinu u analogů nižší jakosti. Při jejich použití dochází k vadám textury (snížená elasticita, nižší tvrdost, lepivé/mazlavé těsto, zhoršená tekutost a roztažnost), produkty mají slabý flavour a příp. off-flavour. Pro zlepšení funkčních vlastností se využívají různé modifikace s proteasami [4, 6].

Jako nejefektivnější levná náhražka kaseinu se v současné době používá škrob, nejč. kukuřičný, méně bramborový, rýžový, pšeničný, v množství 2–4 % hm. Při vyšším přidavku se objevují vady textury – zvýšení tuhosti a křehkosti [20]. Byly popsány i imitace sýrů s nízkým obsahem, nebo dokonce bez proteinů. Tento druh produktů je vhodný pro spotřebitelské skupiny s dietním omezením, např. s fenylketonurií [20].

Přídavek mléčného tuku pomáhá standardizovat složení, přispívá k flavouru a textuře (roztíratelnost) [6]. Pro ovlivnění tučnosti a zjemnění finálního produktu je přidáváno máslo, smetana nebo bezvodý mléčný tuk [10]. V případě analogů lze použít i tuky nemléčného původu, jako je např. sójový, kokosový, lněný, palmový nebo slunečnicový olej nebo směsné tuky [17, 21]. Použité rostlinné tuky musí mít zvýšenou odolnost proti oxidaci, kvůli vystavení vysokým teplotám v průběhu tavení a pro zabezpečení delší doby trvanlivosti, vyvážený poměr nasycených, mononenasycených a polynenasycených mastných kyselin (MK) a také relativně nízkou cenu [17]. Vybraným rostlinným tukům, použitým pro výrobu modelových vzorků v rámci této práce, je věnována bližší pozornost v kap. 2.3.

Pro zajištění vzniku homogenní směsi se při výrobě TS a TSA používají tavicí soli [22]. Přírodní sýry není možné běžně zahřívát, aniž by došlo k rozdělení směsi na tři fáze: vysráženou bílkovinu na dně, vodní fázi a volný tuk na povrchu. Tomuto rozdělení zabraňují tavicí soli, které zajišťují výměnu Ca^{2+} iontů v tavenině za Na^+ (nebo K^+) ionty (viz **Obrázek 1**), emulgují tuk, rozpouštějí proteiny a zamezují tak jejich srážení, upravují pH na optimální hodnotu 5,6–5,9 [9, 23].

V rámci české, resp. evropské legislativy jsou tavicí soli považovány za tzv. potravinářské přídatné látky a Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008, v platném znění, je definuje jako „*látky, které převádějí bílkoviny obsažené v sýru do disperzní formy za účelem homogenního rozložení tuků a ostatních složek*“ [24].



Obrázek 1: Schematické vyjádření výměny iontů sodíku za ionty vápníku při tavení přírodních sýrů (vlevo vápenaté ionty navázané na fosfoserinové zbytky kaseinových frakcí a tavící sůl se sodnými ionty „NaA“; vpravo vápenaté ionty navázané na tavící sůl „CaA“) a kaseinové frakce se sodnými ionty [27]

Určení směsi tavících solí (obvykle 2–3 % hmotnosti surovinové skladby) závisí především na charakteru přírodních sýrů (druh, stupeň zralosti apod.), ostatních surovinách, na pH suroviny a požadovaných vlastnostech výsledného výrobku. Zohlednit se musí výrobní zařízení, balící technika a průběh chlazení [10]. Nejčastěji se používají sodné nebo draselné soli odvozené od kyseliny trihydrogenfosforečné nebo citronové [9, 10]. Komerčně dodávané soli bývají směsí několika chemických látek, jejichž přesné složení a míscí poměry jsou předmětem obchodního tajemství [10].

Mezi další suroviny patří pitná voda, která se přidává zejména pro úpravu obsahu sušiny, rozpuštění tavících solí a dosažení dokonalé emulgace tuku [9].

Kromě toho se používá množství přídatných látek ovlivňujících barvu (annatto, paprika, syntetická barviva), vaznost vody (škroby, arabská, xanthanová, guarová, lokusová guma, karagenany, alginát sodný, pektiny, karboxymethylcelulosa aj.), příchutě a zvýrazňovače chuti (NaCl, kvasnicové extrakty, extrakty z kouře, enzymově modifikované sýry, glutamát sodný, koření aj.), konzervanty (nisin, kys. askorbová, propionáty, sorbáty aj.), v zahraničí dokonce i sladící činidla, zvláště do produktů určených pro děti (sacharosa, dextrosa, kukuřičný sirup, hydrolyzované škroby, hydrolyzovaná laktosa) [6, 16, 20, 25]. Druh a množství těchto surovin se odvíjí podle požadované jakosti finálního výrobku [6, 10, 18].

2.1.3 Technologie výroby

Na tomto místě je třeba zmínit, že existují dva základní typy postupu výroby sýrových substitutů. První využívá tekuté mléko a běžné sýrařské metody, produkty vyrobené tímto způsobem jsou vlastně náhražky přírodních sýrů a bývají nazývány „**plněné sýry**“. Druhý typ, nazývaný jako „**sýrový analog**“, je vyroben mícháním různých surovin za použití podobných postupů jako při výrobě TS [4, 6, 26]. Tento druhý typ byl vyráběn a analyzován v rámci této práce.

Tavené sýry a jejich analogy představují emulzi typu olej ve vodě, stabilizovanou proteinovou sítí zahrnující vodnou fázi obsahující soli a rozptylující se mastné kapičky [21].

Technologie výroby spočívá v tavení směsi výše zmíněných surovin. Použitím vysoké teploty, za stálého míchání a částečného vakua, dochází k žádoucí přeměně směsi na homogenní hladkou lesklou hmotu požadovaných texturních, strukturních aj. senzorických vlastností. Důležitou roli hraje teplota, doba působení, rychlost míchání, množství a druh tavicích solí [9, 11].

Jak již bylo zmíněno dříve, je nezbytná přítomnost tavicích solí. Základem jejich účinku je upravit prostředí v tavené směsi tak, aby mohly kaseiny nebo jejich hydrolytické štěpy uplatnit své přirozené vlastnosti emulgátorů, a to přeměnou nerozpustného parakaseinátu vápenatého na rozpustný parakaseinát sodný (viz **Obrázek 1**) [6, 10]. Během procesu tavení (tedy deletrvajícího účinku teploty a mechanického míchání) dochází k dezintegraci proteinové matrice vlivem iontové výměny vápenatých a sodných kationtů (vápenaté ionty jsou „vyvázány“ do tavicích solí). Následným vázáním dodatečné vody roste viskozita taveniny vedoucí k tzv. krémování. Během procesu tavení dochází také ke zmenšení tukových kuliček a jejich rozptýlení do proteinové matrice. Dispergované hydratované bílkoviny obsažené ve vodné fázi obalují povrch tukových kuliček, což vede k jejich emulgaci a stabilizaci systému. Podstatný vliv na texturní vlastnosti výrobku má stupeň hydratace kaseinu. Čím vyšší hydratace a emulgace tuku, tím tužší je výsledný TS [6, 10, 28].

Vlivem vysoké teploty dochází ke tvorbě flavouru (viz dále) a v neposlední řadě ke zničení nežádoucích mikroorganismů, čímž se zajistí bezpečnost a trvanlivost výrobku [10].

Tavené sýry a TSA je možné vyrábět diskontinuálním nebo kontinuálním způsobem. V České republice se častěji setkáváme s diskontinuálním způsobem výroby [6, 10]. Jednotlivé suroviny jsou nejprve očištěny a naváženy podle surovinové skladby a následně přeneseny k tavicímu zařízení [17]. Teploty tavení se liší podle způsobu výroby. Diskontinuální výroba probíhá v tavicích kotlích a využívá teplot 90–100 °C po dobu několika minut, naopak u kontinuálního způsobu výroby se tavení provádí v nerezových trubkách v tenké vrstvě při teplotě 130–145 °C po dobu několika sekund. Tepelně ošetřená tavenina pokračuje do tanku, kde se dále vymíchává [10, 29, 30].

Tavenina se balí ještě za horka (65–75 °C), aby se snížila pravděpodobnost sekundární kontaminace mikroorganismy [6, 31]. Většinou se využívá hliníkových folií s vnitřní lakovanou vrstvou ve tvaru trojúhelníků, čtverečků nebo hranolků. Blokované TS mohou být dále krájeny na plátky. Omáčky jsou baleny do typických sáčků nebo tub. Tavené sýry balené v plechovkách a střívkách se používají k uzení, nejčastěji tekutým kouřem [6]. Již zabalený produkt je následně ochlazen na skladovací teplotu, která se pohybuje v rozmezí 4 až 8 °C [32]. Rychlost zchlazení také ovlivňuje následnou konzistenci TS. U roztíratelných TS se volí rychlé chlazení, naopak pomalé chlazení podporuje tužší konzistenci finálního produktu, které ale může podpořit průběh Maillardovy reakce a růst sporotvorných bakterií [9, 33, 34]. Trvanlivost TS je řádově několik měsíců a závisí jak na kvalitě použitého sýra, na podmínkách při výrobě, tak i na kvalitě a typu použitého obalu [4, 6].

2.1.4 Senzorické vlastnosti

Kvalitní TS by měl mít typický sýrový, u tučných sýrů až máslový flavour, do určité míry charakteristický pro druh sýra, ze kterého byl vyroben, popř. dle různých příchutí, které mohou být při výrobě přidávány, např. zeleninová, masová, houbová, různé druhy koření

ap. [10]. Měl by mít celistvý, hladký a lesklý povrch, pravidelný tvar [35]. Texturu tuhou, polotuhou nebo roztíratelnou v závislosti na typu výrobku a na obsahu sušiny a tuku. Má být homogenní, hladká, jemná, bez přítomnosti ok [11].

Barva TS a TSA by měla být smetanová až sýrově žlutá, stejnorodá, bez cizích odstínů. Hlavní příčinou hnědnutí sýrů je zřejmě Maillardova reakce neboli reakce neenzymového hnědnutí [36, 37]. Posledně zmíněné reakce musí být zohledňovány právě v této době, kdy se široce využívají suroviny s vyšším obsahem laktosy (například sušené mléko či sušená syrovátka). Dalším procesem, který může vést ke změně barvy TS, jsou oxidační reakce, které jsou ovlivněny složením, přístupem světla a vlastnostmi obalového materiálu [36]. Zmíněné reakce mohou významným způsobem ovlivnit i flavour TS a budou podrobněji popsány níže (viz kapitola 4.2).

Senzorické vlastnosti analogů by měly být ideálně stejné, jako TS.

Největší nevýhodou analogů je jejich chuť/flavour, který je obecně málo výrazný, popisovaný jako „fádní“, „prázdný“ a většinou nedosáhne flavouru klasického sýra. Použité nemléčné suroviny mohou navíc způsobit různý off-flavour; např. „olejovitý/oxidovaný“ při použití nevhodného rostlinného oleje aj. [38].

Aby se analogy co nejvíce blížily odpovídajícím sýrům, jsou v praxi používány různé příchutě a zvýrazňovače chuti přírodního i syntetického původu. V současné době lze vyrobit analog s prakticky libovolným flavorem [4, 39].

2.2 Přírodní sýry eidamského (holandského) typu

Jako hlavní surovina pro výrobu modelových sýrových analogů byla použita Eidamská cihla, sýr s nízkodohřívanou syřeninou.

Tento typ sýru bychom mohli zařadit mezi přírodní polotvrdé sýry, polotučné nebo plnotučné, dozrávající v celé své hmotě, vyráběné většinou z pasterovaného kravského mléka. K hlavním druhům eidamských sýrů patří Gouda a Edam, podle nich se v různých zemích vyrábí jejich „napodobeniny“; u nás je to dlouhodobě nejoblíbenější a nejprodávanější sýr.

Pro jejich výrobu se používá klasická mezofilní kultura, obsahující bakterie rodů *Lactococcus* spp., příp. *Leuconostoc* spp., pro srážení se využívají klasická syřidla z žaludků telat nebo mikrobiálního původu (dnes prakticky výhradně z geneticky modifikovaných mikroorganismů) [29, 40, 41].

Podstatou výroby je přeměna mléka na gelovitou syřeninu působením syřidla, které způsobuje enzymové štěpení κ -kaseinu za vzniku para- κ -kaseinu a glykomakropeptidu. Konkrétně je hydrolyzována peptidová vazba mezi fenylalaninem a methioninem (105. a 106. aminokyselina v peptidovém řetězci) [18].

Jakmile je hydrolytickému štěpení podrobena většina (> 75 %) κ kaseinu, začíná vápníkem zprostředkovaná agregace parakaseinových micel. Jak postupuje koagulace, micelární řetězce začínají vytvářet trojrozměrnou síť, která zachytává molekuly vody a další hlavní složky mléka (laktosa, lipidy, syrovátkové proteiny, minerály). Tento proces probíhá při teplotě 30–31 °C cca 20–30 minut. Jakmile je dosaženo dostatečné pevnosti, vzniklý gel je rozkrájen na kusy o velikosti 8–15 mm (tzv. sýrové zrno) [25].

U polotvrdých a tvrdých sýrů se pro podpoření uvolňování syrovátky sýrové zrno dohřívá. Při výrobě eidamu se tohoto cíle dosahuje přidávkem teplé vody po odpuštění části syrovátky

v procesu tzv. praní sýřeniny, který umožňuje snížit obsah laktosy a tím zabránit přílišnému snížení pH sýra. Dosoušení pokračuje za stálého míchání přibližně dalších 30 minut při teplotách obvykle do 40 °C [40, 41].

Následně je sýřenina oddělena od syrovátky v perforovaných formách, čímž se získá potřebný tvar a velikost sýrů. U polotvrdých a tvrdých sýrů se pro urychlení a podporu uvolňování další syrovátky působí na sýřeninu tlakem – lisování [40, 41].

Posledním krokem před zabalením sýrů a zráním je solení. Tento proces se u eidamských sýrů provádí ponořením do roztoku solanky o koncentraci chloridu sodného 18–20 % hm. a teplotě kolem 13 °C. Difuze sodných iontů do hmoty sýra má, kromě pozitivního účinku na výslednou chuť, vliv i na aktivitu přítomných enzymů, reguluje růst a přežívání mikroorganismů, podporuje uvolňování další syrovátky, a v neposlední řadě umožňuje vznik žádoucí konzistence výměnou vápenatých iontů v parakaseinu za ionty sodné.

Množství soli v eidamských sýrech se pohybuje v rozmezí 1,5–3,0 % hm.

Nasolené sýry se nechají oschnout a balí se do vhodných zracích obalů. Zrání je proces, při kterém dochází následkem celé řady enzymových i neenzymových reakcí k tvorbě žádoucího vzhledu, barvy, textury, chuti a vůně [25, 40, 41].

Eidamské sýry zrají při teplotě 8–15 °C a vlhkosti 85–90 %. Optimální doba zrání je 2–5 měsíců, minimálně 6 týdnů, což se v současné době bohužel z ekonomických důvodů většinou nedodrжуje [25, 42].

2.2.1 Senzorické vlastnosti eidamských sýrů

Vzhledem k velkému počtu různých druhů sýrů je jejich senzorická kvalita velmi různorodá. Každý typ sýra má svoje unikátní senzorické vlastnosti, které jsou výsledkem chemických a mikrobiálních vlastností mléka, jednotlivých kroků výroby a také podmínek v průběhu zrání.

Při posuzování vzhledu se hodnotí povrch sýra (barva, kůra nebo ochranná vrstva aj.), poté je sýr hodnocen na řezu (barva, přítomnost příp. tvar ok, struktura, textura aj.). Je známo, že vizuální aspekty mohou mít silný vliv na vnímání ostatních vlastností, např. mnoho spotřebitelů věří, že barevný sýr má výraznější flavour, než jeho bezbarvý ekvivalent [25].

Textura zahrnuje fyzikální vlastnosti sýrů, které spotřebitel vnímá prostřednictvím kombinace hmatu, zraku a sluchu. U tvrdých sýrů se hodnotí stlačením vykrojené části (0,5–1 cm) mezi ukazovákem a palcem a dokončí se při hodnocení flavouru v dutině ústní žvýkáním nebo roztíráním jazykem o horní patro [43].

Chuť sýra se dělí na základní, druhovou a sýrový buket. Základní chuť je v různé intenzitě společná všem sýrům a skládá se z několika složek:

- mléčná chuť je dána kvalitou základní suroviny a nejvýrazněji se uplatňuje u čerstvých sýrů, během zrání přechází v sýrovou chuť, jež je typická pro prozralé sýry,
- všechny druhy sýrů mají více nebo méně výraznou kyselou chuť, především po kyselině mléčné. Chuť se stupňuje od jemně mléčně nakyslé až po silně kyselou,
- podobně, podle druhu sýra, je gradována i slaná chuť,
- rozhodujícím faktorem pro chuť sýra je však poměr mezi jeho tučností a tukuprostou sušinou (tj. tvs) – tučnější sýr je vždy jemnější, lahodnější a chutnější. Tento fakt

potvrzují i studie sýrů se sníženým obsahem tuku, které prokázaly výrazně zhoršený flavour těchto výrobků i jiný průběh uvolňování flavouru v ústech během jejich konzumace [44–46].

Sloučeniny, které přímo přispívají k chuti sýrů, jsou: kyselina mléčná (kyselá), NaCl (slaná), minerální soli draslíku, vápníku a hořčíku (slaná) a volné aminokyseliny a peptidy (sladká, hořká, umami). Chuťové rozdíly mezi sýry jsou způsobeny kolísavým obsahem aminokyselin a také různým množstvím jednotlivých frakcí peptidů.

Druhá chuť a vůně (flavour) je souhrnem příslušných vlastností přítomných aromaticky aktivních látek (AAL) vzniklých zráním (viz dále) [25].

Sýrový buket je souhrnem příznivých chuťových variací téhož druhu sýra a jejich sladněním, k němuž dochází za optimálních podmínek daných surovinou, jejím zpracováním a zráním.

Jakákoliv odchylka od typické chuti či vůně je považována za vadu [25].

U eidamských sýrů vzhledem k jejich výrobě, především v důsledku (i) přídavku prací vody při dohřívání mají nižší kyselost; (ii) nízkého obsahu soli; (iii) poměrně krátké doby zrání proteolýza není příliš rozsáhlá; textura je proto měkčí a flavour celkově méně výrazný [43, 47].

Sýry eidamského typu by měly mít barvu na řezu smetanově až sýrově žlutou, stejnorodou, postupem zrání se barva stává tmavší.

Textura jemná, vláčná až pružná, hladká, celistvá, kompaktní; závisí na obsahu tuku: u sýrů 30 % tvs tužší, 40 % tvs a více vláčná, u sýrů 45 % a více až v prstech roztíratelná, s menším počtem drobných pravidelných ok nebo bez ok.

Chuť a vůně by měla být jemně sýrová, jemně mléčně nakyslá, mírně slaná, nasládlá; mladé sýry mají jemnou, máslovou, mírně fondánovou, nebo lehce hořkomandlovou, nebo oříškovou chuť, postupem zrání získávají plnější a výraznější chuť [43, 47].

2.3 Vybrané tuky a oleje jako suroviny pro výrobu analogů

Vzhledem k tomu, že podstatnou část dizertační práce bude tvořit sledování flavouru vybraných vzorků TSA, vyrobených s použitím různých tuků, jsou v následující kapitole popsány hlavní typy používaných tuků a dosud známé poznatky o jejich případném vlivu na senzorickou kvalitu (především flavour) finálního výrobku. Při výrobě TS se běžně používá smetana, máslo a bezvodý mléčný tuk. Tyto suroviny mohou být v případě analogů TS částečně nebo zcela nahrazeny tuky nebo oleji rostlinného původu, čímž lze výrazně ovlivnit strukturu a především flavour finálního výrobku [4, 10]. Analogy TS s rostlinným tukem jsou na trhu nabízeny za nižší cenu, což byl pravděpodobně i nejdůležitější faktor pro jejich vývoj a zavedení do výroby [6].

2.3.1 Máslo a mléčný tuk

Máslo je výrobek, který obsahuje minimálně 80 % tuku, s maximálním obsahem vody 16 % [6]. Máslo představuje energeticky bohatou, pro výživu člověka velmi důležitou potravinu, která obsahuje fyziologicky účinné a biologicky aktivní látky (např. fosfolipidy, lipofilní vitaminy A, D, E, K, esenciální mastné kyseliny atd.) [48]. Procentuální zastoupení

masných kyselin (nasycené:monoenové:polyenové – SAFA:MUFA:PUFA) v mléčném tuku je (53–72):(26–42):(2–6). Pro mléčný tuk jsou typické nasycené mastné kyseliny s kratším řetězcem, např. kyselina máselná a skupina kyselin s 6–10 uhlíky v molekule (viz **Tabulka 2**) [49, 50].

Principem výroby másla je fázová inverze emulze olej ve vodě, která přechází na emulzi voda v oleji [51]. Surovinou pro výrobu másla je sladká nebo zakysaná smetana, která má optimální tučnost 37–42 % a je podrobena procesu zrání, který spočívá ve vychlazení smetany a krystalizaci mléčného tuku. Dnes se častěji používá kontinuální způsob výroby másla ze sladké smetany [22, 48]. Máslo je možno vyrobit zpěňovacím, koncentračním nebo emulgačním způsobem. Nejčastějším způsobem výroby je postup zpěňovací, stloukáním smetany, který je založen na rozbití a aglomeraci tukových kuliček při šlehání smetany, oddělením vzniklého máselného zrna od uvolněné mléčné plazmy (podmáslí) a jeho spojení a úprava hnětením [22]. Významnou roli hrají správné podmínky stloukání, protože ovlivňují výtěžnost výroby a obsah vody v surovém másle [51]. Následně se máslo balí do tradičních hliníkových fólií podlepených pergamenovou náhradou a nechává se vyzrát při teplotě skladování [22, 48]. Pro jakost másla je důležité minimalizovat faktory, které způsobují lipolýzu a oxidaci mléčného tuku. K tomu přispívá i vysoká pasterace smetany (v některých případech až na 110 °C), při které dochází k intenzivnější inaktivaci lipas. Důležitá je také tzv. deaerace, při níž se díky mírnému podtlaku odstraňuje většina vzduchu a těkavých pachových látek [22].

Bezvodý mléčný tuk získáme odstraněním vody a složek mléčné tukuprosté sušiny z másla či smetany [22]. Při výrobě bezvodého mléčného tuku z másla dochází k jeho roztavení při teplotě 60–80 °C a k následnému odstranění mléčné plazmy odstředěním. Vzniká tzv. máselný olej, který má přibližně 99,5 % tuku. Vodná fáze je z oleje odstraněna na vakuové odparce při teplotě 90–95 °C. Výsledkem je bezvodý mléčný tuk s obsahem tuku 99,8 % hm. Při výrobě bezvodého mléčného tuku ze smetany se nejprve v odstředivce zvýší obsah tuku ve smetaně ze 40 % přibližně na 75 %. Takto upravená smetana se dále čerpá do homogenizátoru, kde dochází k porušení obalu tukových kuliček a následné fázové inverzi. Vodná fáze je opět odstraněna na odstředivce na výsledný obsah tuku 99,8 % hm. [50].

Jak již bylo zmíněno výše, senzorická kvalita másla a/nebo mléčného tuku významně ovlivňuje senzorickou kvalitu TS či analogů. Máslové aroma může ovlivňovat několik faktorů, a to především, čím jsou zvířata krmena, v jaké části sezóny probíhá výroba, samotný výrobní proces a skladovací podmínky. Obsahem těkavých látek v másle a mléčném tuku se zabývalo již mnoho autorů, jejich výsledky jsou shrnuty v přehledné práci Mallia a kol. [52]. Bylo identifikováno více než 230 těkavých sloučenin, z nichž biacetyl, máselná a hexanová kyselina, hexanal, ethanal, dimethyl sulfid, 2-heptanon, 2-nonanon, δ -dekalakton, δ -oktalakton, dekanová kyselina, fenol, p-kresol, indol a skatol jsou považovány za nejdůležitější pro flavour čerstvého másla [52]. Za klíčové odoranty másla vyrobeného ze sladké smetany jsou považovány laktony s ovocným a krémovým aroma a také sirné sloučeniny, které způsobují pach po kukuřici a česneku [53]. Máslo ze zakysané smetany obsahuje většinu sloučenin, které se nacházejí ve sladkém másle a některé další tvořené činností bakterií mléčného kvašení, především opět již zmíněné – biacetyl (máslové aroma), kyselina máselná (žluklé aroma) a δ -dekalakton (broskvové aroma). Při zahřívání másla

vzniká methylbutanová kyselina (sýrové aroma), methional (bramborové aroma) a 2,5-dimethyl-4-hydroxy-3-(2H)-furanon (karamelové aroma) [52, 54]. Mezi nejvýznamnější těžké sloučeniny mléčného tuku se řadí dekanová kyselina, laurová kyselina, δ -dekalakton, δ -oktalakton, 1-okten-on, (Z)-3-hexenal, (Z)-2-nonenal, (E)-2-nonenal, (E,E)-2,4-dekadienal, indol a skatol. Z nich aldehydy 2-nonenal a 2,4-dekadienal způsobují výrazné olejové a trávové aroma [52].

2.3.2 Rostlinné tuky a oleje

Vyhláška MZe č. 397/2016 Sb., ve znění pozdějších předpisů, definuje jedlé tuky a oleje jako „směs smíšených triacylglycerolů, které se v závislosti na poměrném zastoupení mastných kyselin v triacylglycerolu vyskytují za normálních podmínek v tekutém nebo tuhém stavu“, a rostlinný tuk a olej jako „jedlý tuk a olej získaný ze semen, plodů nebo jader plodů olejnatých rostlin“ [1].

Mezi nejčastěji v praxi používané rostlinné tuky patří sójový olej ze semen sóji (*Glycine max*), bavlníkový olej ze semen bavlníku (*Gossypium hirsutum*), arašídový olej z jader podzemnice olejné (*Arachis hypogaea*), kukuřičný olej z klíčků kukuřice (*Zea mays*), palmový tuk z dužiny plodů palmy olejné (*Elaeis guineensis*), kokosový tuk z palmy kokosové (*Cocos nucifera*) nebo směsné rostlinné tuky a oleje [18, 49].

V současné době se oleje a tuky získávají z dužin plodů nebo ze semen a bobů dvěma základními pochody, lisováním (mechanickým oddělením oleje z rostlinných pletiv za tlaku) a/nebo extrakcí (extrakce oleje z rostlinných pletiv organickým rozpouštědlem). Řada výrobců oba tyto způsoby kombinuje. Produktem všech těchto postupů je surový olej, který je však pro potřeby výživy nevhodný, neboť obsahuje fosfolipidy, volné mastné kyseliny, barviva a pachové látky. Prochází proto následně dalšími úpravami (hydratací, alkalickou rafinací, bělením a dezodorací), aby získal požadované vlastnosti a mohl být ve výživě využíván [22, 48, 50].

Pouze malé množství přírodních rostlinných olejů má vyhovující konzistenci, a proto jsou dále technologicky upravovány. Úprava olejů nevyhovující konzistence může zahrnovat hydrogenaci (nasycení dvojných vazeb), transesterifikaci (výměna acylů uvnitř molekuly triacylglycerolu nebo mezi dvěma molekulami triacylglycerolu) nebo frakcionaci (dělení směsi triacylglycerolů podle rozdílné rozpustnosti ve zvoleném rozpouštědle v závislosti na teplotě) [50].

V experimentální části dizertační práce budou použity: v experimentu I klasické oleje/tuky – kokosový, palmový, směsný; v experimentu II oleje s vyšším obsahem biologicky aktivních látek s cílem vylepšit nejen senzorickou, ale i nutriční hodnotu konečného výrobku – olej meruňkový, rybízový, lněný a z jader hroznového vína. Tyto oleje nejsou zatím pro tento účel často využívány.

V odborné literatuře se lze setkat s částečným nahrazením mléčného tuku lískoořechovým olejem [55].

2.3.2.1 *Palmový tuk*

Palmový tuk se získává z dužiny plodů palmy olejné (*Elaeis guineensis*) [22]. Dužina obsahuje 40–60 % hm. palmového oleje.

Procentuální zastoupení MK (SAFA:MUFA:PUFA) je (44–56):(36–42):(9–13) a procentuální složení jednotlivých MK je uvedeno v **Tabulce 2** [49]. Složení MK se liší podle geografického původu [56].

Za pokojové teploty má polotuhou konzistenci, především díky vysokému obsahu SAFA. Bod tání je 30–37 °C a bod tuhnutí 27–43 °C. Palmový olej obsahuje karotenoidy, které způsobují červené zabarvení surového oleje [50].

Výroba palmového tuku spočívá v rozemletí semen a jejich následném lisování. Olejová směs se dále rozpouští při teplotě 70 °C za neustálého míchání do dosažení požadované homogenní konzistence. Poté je směs dávkována do tepelného výměníku, kde dochází při ochlazování k částečné krystalizaci. Pozvolným mícháním při teplotě 17–22 °C je krystalizace tuku dokončena. Pro stabilizaci struktury výrobku je palmový tuk po zabalení ponechán 24 hodin při teplotě 25–30 °C. Palmový tuk se frakcionuje na dvě frakce – palmolein, který se využívá jako fritovací olej, a palmstearin, který se uplatňuje při výrobě strukturních tuků. Palmový tuk i jeho frakce mají výbornou oxidační stabilitu, snáší vysoké teploty, nepřepalují se, takže se v kuchyni užívají především na smažení [22, 50].

V potravinářském průmyslu je široce využíván díky nízké ceně, oxidační stabilitě a také proto, že je přirozeně v pevném stavu a nemusí se upravovat hydrogenací. Je obsažen zhruba v polovině všech potravinářských výrobků (pečivo, sušenky, čokoláda, zmrzlina apod.) [50].

Tabulka 2: Procentuální zastoupení mastných kyselin ve vybraných tucích [49, 50]

	Mléčný tuk a máslo	Palmový tuk	Kokosový tuk
Jednotlivé mastné kyseliny			
Máselná	3,7–5,3	–	–
Kapronová	2,4–2,8	–	0,0–0,6
Kaprylová	1,4–1,6	–	4,6–9,4
Kaprinová	2,9–3,1	–	5,5–8,0
Laurová	3,2–3,4	0,0–0,4	43,0–51,0
Myristová	10,8–11,2	0,5–2,0	16,0–21,0
Palmitová	27,4–28,1	40,0–47,0	7,5–10,0
Stearová	10,6–13,9	3,5–6,0	2,0–4,0
Olejová	20,8–28,0	36,0–44,0	5,4–8,1
Linolová	–	6,5–12,0	1,0–2,5
Linolenová	–	0,0–0,5	0,0–0,2
Arachová	–	0,0–1,0	0,0–0,2
Eikosenová	–	0,0–0,1	0,0–0,2

2.3.2.2 *Kokosový tuk*

Surovinou pro výrobu kokosového tuku je kopra z plodů palmy kokosové (*Cocos nucifera*). Kopra obsahuje 55–65 % hm. oleje, procentuální zastoupení MK

SAFA:MUFA:PUFA je (88–94):(5–7):(1–2). Kokosový tuk patří do skupiny tuků s převládajícím obsahem kyseliny laurové (obsah cca 50 %) a myristové (viz. **Tabulka 2**). Díky vysokému obsahu nasycených MK je tužší konzistence při pokojové teplotě. Má bílou barvu, teplotu tání 20–28 °C, teplotu tuhnutí 18–23 °C.

Je poměrně odolný vůči oxidaci, ale snadno podléhá ketonickému žluknutí. Kokosový tuk se vyrábí ze sušené rozemleté dužiny kokosu lisováním a následnou extrakcí rozpouštědlem. Dále může být hydrogenován, což rozšiřuje rozsah jeho použití [22, 49, 50]. V potravinářství se používá pro výrobu jedlého oleje, margarínů a pokrmového tuku. Oleochemické využití – výroba toaletního mýdla, mastných alkoholů aj. [57, 58].

2.3.2.3 Rybízový olej

Rybízový olej se získává ze semen černého rybízu (*Ribes nigrum*) mechanickým lisováním za studena, nejč. jako vedlejší produkt při výrobě šťávy. Zajímavý je tento olej obsahem vitamínu C, tokoferolů a kyseliny γ -linolenové a stearidinové. Zastoupení MK v rybízovém oleji je přibližně 7 % palmitové, 2 % stearové, 11 % olejové, 47 % linolové, 17 % γ -linolenové, 3 % stearidonové a 13 % dalších kyselin [50, 59]. Účinky rybízového oleje na pokožku byly sledovány pro použití rybízového oleje jako možného prostředku k léčbě atopické dermatitidy [60].

2.3.2.4 Meruňkový olej

Meruňkový olej je získáván z jader nacházejících se uvnitř pecek meruněk (*Prunus armeniaca*), které obsahují 40–50 % hm. oleje. Olej obsahuje průměrně okolo 14 % nasycených MK a 86 % nenasycených MK a je dobrým zdrojem polynenasycených kyselin – kyseliny linolové (okolo 20–34 %) a linolenové a také mononenasycené MK olejové (okolo 58–74 %). Dále obsahuje velké množství draslíku a vitaminů (např. skupiny B, A, C). Podle některých publikací podporuje tvorbu červených krvinek a může se jednat o podpůrný prostředek v léčbě rakoviny. Strava bohatá na tyto sloučeniny může snižovat krevní tlak, hladinu celkového cholesterolu v krvi a napomáhá v boji proti oxidačnímu stresu a udržení tělesné hmotnosti. Také je známo, že vysoký obsah kyseliny olejové zvyšuje stabilitu rostlinného oleje [50, 61–63]. V jádrech meruněk se nachází amygdalin, který se v malém množství dostává i do oleje [64].

Gupta a kol. [65] se zabývali porovnáním některých vlastností divoce rostoucích meruněk na území Indie. [66]. Aroma meruňkového oleje nebylo významně zkoumáno. Největší pozornost byla doposud zaměřena na plody meruněk. Hlavními aromatickými sloučeninami jsou alkoholy, acetáty, estery, terpeny a kyseliny, a to především ethylacetát, hexylacetát, limonen, 6-methyl-5-hepten-2-on, menthon, E-hexen-2-al, linalool, β -ionon a γ -dekalakton [66]. Aubert a kol. identifikovali v 28 různých odrůdách meruněk tyto sloučeniny: butyl acetát, hexanal, butanol, pentyl acetát, (E)-2-hexenal, hexylacetát, (Z)-3-hexenylacetát, 6-methyl-5-hepten-2-on, hexanol, (Z)-3-hexen-1-ol, kyselinu octovou, fenylmethanal, linalool, 6-methyl-5-hepten-2-ol, α -terpineol, γ -hexalakton, γ -oktalakton, δ -oktalakton, γ -nonalakton, γ -dekalakton, γ -jasmolakton, δ -dekalakton, (Z)-7-decen-5-olide, dihydroaktinidiolidin, γ -dodekalakton [67]. Goliáš a kol. [68] určili 6 sloučenin (2-methylbutan-1-ol,

2-methylbutanal, n-hexylbutanoát, 3-methylbutanovou kyselinu, γ -kaprolakton a γ -oktalakton), které společně mohou být použity k rozlišení dvou různých stupňů zralosti plodů – zralé a přezrálé [68].

2.3.2.5 Lněný olej

Lněný olej se získává z lněných semen (*Linum usitatissimum* L.). Semena obsahují 28–40 % hm. oleje. Typický lněný olej má složení MK: palmitová 6,0 % (5–7), stearová 2,5 % (2–6), olejová 19,0 % (14–40), linolová 24,1 % (14–29) a linolenová 47,4 % (35–60). Díky vysokému obsahu PUFA má velmi nízkou oxidační stabilitu a musí být skladován v chladu, bez přístupu kyslíku a světla.

Obsahuje nežádoucí antinutriční kyanogenní glykosidy (linamarin, linustatin a neolinustatin), na druhou stranu jsou semena lnu olejného bohaté na fytoosteroly, fytoestrogeny a tokoferoly (440–588 mg·kg⁻¹) a vykazují tak výrazný antioxidační potenciál [70].

S rostoucím zájmem o "omega-3" MK je lněný olej stále častěji využíván pro potravinářské účely. Například se používá pro mísení s ostatními druhy pro výrobu zdravějších olejů, poskytovaných ve formě kapslí [71]. Lněné semínko je často doporučováno jako vhodný zdroj tuku, vlákniny a lignanů, které mají přínos pro zdraví [70].

Pro potravinářské účely je olej obvykle získáván lisováním za studena. Má mírně trpkou chuť a zakalenou žlutou barvu.

Díky množství příznivých účinků lněného oleje je další často studovanou problematikou jeho doplňování do krmiv různých hospodářských zvířat s cílem vylepšit profil MK produktů z nich získaných (maso, mléko apod.) [50, 69, 72, 73].

2.3.2.6 Olej z jader hroznového vína

Hroznový olej je získáván z jader vinných hroznů (*Vitis vinifera* L.) lisováním za studena. Semena obsahují 6–20 % hm. oleje. Ještě donedávna se jádérka po vylisování hroznů používala do kompostu, dnes se, v rámci bezodpadových technologií, stále více používají pro získání oleje.

Olej obsahuje vysoké množství nenasycených MK (až 90 %), z nichž největší podíl má kyselina linolová (62–67 %), dále olejová (15–19 %), v malém množství kyselina linolenová a palmitoolejová. Z nasycených MK je nejvíce zastoupena kyselina palmitová a stearová [74].

Dále je olej bohatý na fenolové sloučeniny, vitaminy (skupiny B) a stopové prvky (Ca, Mg, P, K) [75]. Díky svému složení je hroznový olej velmi silný antioxidant, příznivě ovlivňuje činnost kardiovaskulárního a imunitního systému [76, 74]; vzhledem k vysokému obsahu polynenasycených MK je však náchylný k oxidaci.

Je velmi jemný a příjemně aromatický, má příjemnou, mírně nasládlou chuť a žlutou, žlutozelenou až hnědou barvu v závislosti na odrůdě [74]. Rozsáhlé uplatnění nalézá jak v kuchyni (použití za studena), tak i v kosmetice [50, 77, 78].

2.3.3 Aroma/flavour rostlinných tuků a olejů

Senzorické kvalitě a obsahu těkavých sloučenin v rostlinných olejích není věnována velká pozornost. Dostupné publikované práce se věnují stanovení obsahu MK a/nebo sledování oxidačních procesů [79, 80]. Vezmeme-li v úvahu, že většina olejů je během výroby podrobena procesu deodorace [48], lze předpokládat, že obsah těkavých látek zde bude velmi malý a flavour kvalitního oleje není prakticky vnímatelný, jak potvrzuje ve své práci např. Villarino a kol. [58]. Nicméně některé oleje slabý flavour vykazují, ten je ale velmi pravděpodobně tvořen netěkavými sloučeninami, např. mírně slaná chuť identifikovaná u kokosového oleje [58], nebo nasládlá chuť a „fialkové“ aroma palmového tuku [56].

Hlavním zdrojem těkavých sloučenin v tucích je jejich oxidace. Autooxidace a fotooxidace tuků produkuje řadu těkavých látek jako aldehydy, ketony, alkoholy, mastné kyseliny a uhlovodíky, které jsou příčinou vzniku oxidačního off-flavouru. Především hexanal se používá jako indikátor oxidačního žluknutí tuků [81].

Např. Van Ruth a kol. [79] sledovali aroma oxidovaného slunečnicového oleje. Jako indikátory vzniku oxidačního off-flavouru určili pentan, pentanal a hexanal. Omar a kol. [80, 82] ve svých pracích studovali vliv záhřevu na vývoj těkavých sloučenin v palmovém, slunečnicovém a dalších olejích. Zaměřili se především na hexanal jako indikátor vzniku oxidačního off-flavouru. Tres a kol. [64] měřili profil mastných kyselin a těkavých látek pro ověření geografického původu různých vzorků palmového oleje. Villarino a kol. [58] se ve své práci zabývali srovnáním senzorické kvality kokosového tuku panenského a kokosového tuku rafinovaného, běleného a deodorisovaného. Deodorisovaný tuk vykazoval pouze mírně slaný flavour a výrazně žlutou barvu, na rozdíl od panenského, který byl téměř bezbarvý, se sladkým, oříškovým flavourem a kyselým, kokosovým, oříškovým až žlutým aroma.

2.4 Aromaticky aktivní látky jako podstata flavouru sýrů

Flavour je kombinací chuti, vůně a mechanických podnětů v ústní dutině během konzumace a mnohdy je rozhodujícím faktorem přijatelnosti potravin pro konzumenta [43, 83]. Česká technická norma (ČSN EN ISO 5492) definuje flavour jako „celkovou kombinaci čichového, chuťového a trigeminálního vjemu vnímaného během zkoušení“.

Charakteristický flavour daného typu výrobku je výsledkem složité rovnováhy směsi složek, z nichž většinou těkavé tvoří aroma – vůni (interagují s čichovými receptory) a netěkavé chuť potravin (interagují s chuťovými receptory).

Mezi těkavé látky řadíme organické kyseliny s krátkým řetězcem, primární a sekundární alkoholy, methylketony, aldehydy, estery, laktony, alkany, aromatické uhlovodíky, a různé sloučeniny obsahující síru nebo dusík. Do skupiny netěkavých patří peptidy, aminokyseliny, aminy, organické kyseliny, soli a minerály [83, 84].

Z chemického hlediska bývá flavour většinou redukován na stanovení těkavých tzv. aromaticky aktivních, látek, jednak proto, že jsou v celkovém flavouru nejdůležitější, a navíc se relativně dobře instrumentálně stanovují. Odhaduje se, že v potravinách se vyskytuje až 10 000 těchto látek, dosud se podařilo identifikovat okolo 7000. V jednom typu potravin se jich může vyskytovat až několik set, jejich celkový obsah je 1–1000 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ [83, 85]. V současné době se výzkum zaměřuje zejména na identifikaci sloučenin, pro vnímání flavouru skutečně důležitých, což je podle nejnovějších výzkumů jen cca 5 % ze všech [86].

Pro vnímání celkového flavouru je důležitý práh vnímání jednotlivých látek, tj. nejnižší koncentrace sloučeniny, kterou je možné vnímat; tento se může u jednotlivých látek lišit až v rozsahu několika řádů, příspěvek tedy nemusí být téměř v žádném vztahu k jejich koncentraci v potravine [86]. Jednotlivé těkavé látky se navíc mohou vzájemně ovlivňovat (antagonismus, synergismus), případně interagovat s ostatními složkami potravy (lipidy, proteiny, sacharidy aj.) [86].

Vnímání flavouru začíná ještě před konzumací, kdy spotřebitel může sýr cítit (někteří autoři tuto vlastnost označují termínem vůně – „odour“), ale výsledný pocit vzniká až při konzumaci [48].

Pro pochopení příspěvku jednotlivých AAL k flavouru je nutná kombinace senzorického hodnocení s instrumentálními metodami [86]. Výsledky se zpracují různými metodami multivariační analýzy, z naměřených hodnot se zjišťují vztahy, z nichž je možno usuzovat (i) na významnost některých AAL ve flavouru, (ii) zda ovlivňují flavour kladně nebo záporně [85, 87, 88].

Pro označení změněné, nepřírozené vůně a/nebo chuti v důsledku nejrozličnějších vlivů se používá termín off-flavour (příp. „off-odour“) [50]. Na off-flavouru sýrů se může podílet široké spektrum těkavých sloučenin. Některé látky, které jsou v nízkých koncentracích součástí přirozeného aroma sýru, mohou při vyšší koncentraci způsobovat defekty. Off-flavour stejně jako flavour může pocházet z činnosti mikroorganismů nebo z okolního prostředí [50, 53].

Popisu a charakterizaci vůně těkavých sloučenin se věnuje řada publikací, v **Tabulce 3** jsou shrnuty jednotlivé skupiny AAL a jejich charakteristické aroma. Sloučeniny byly vybrány na základě publikací [45, 87, 90, 91, 93] se zaměřením na TS a TSA [81, 89].

2.4.1 Vznik a vývoj aromaticky aktivních látek v přírodních sýrech

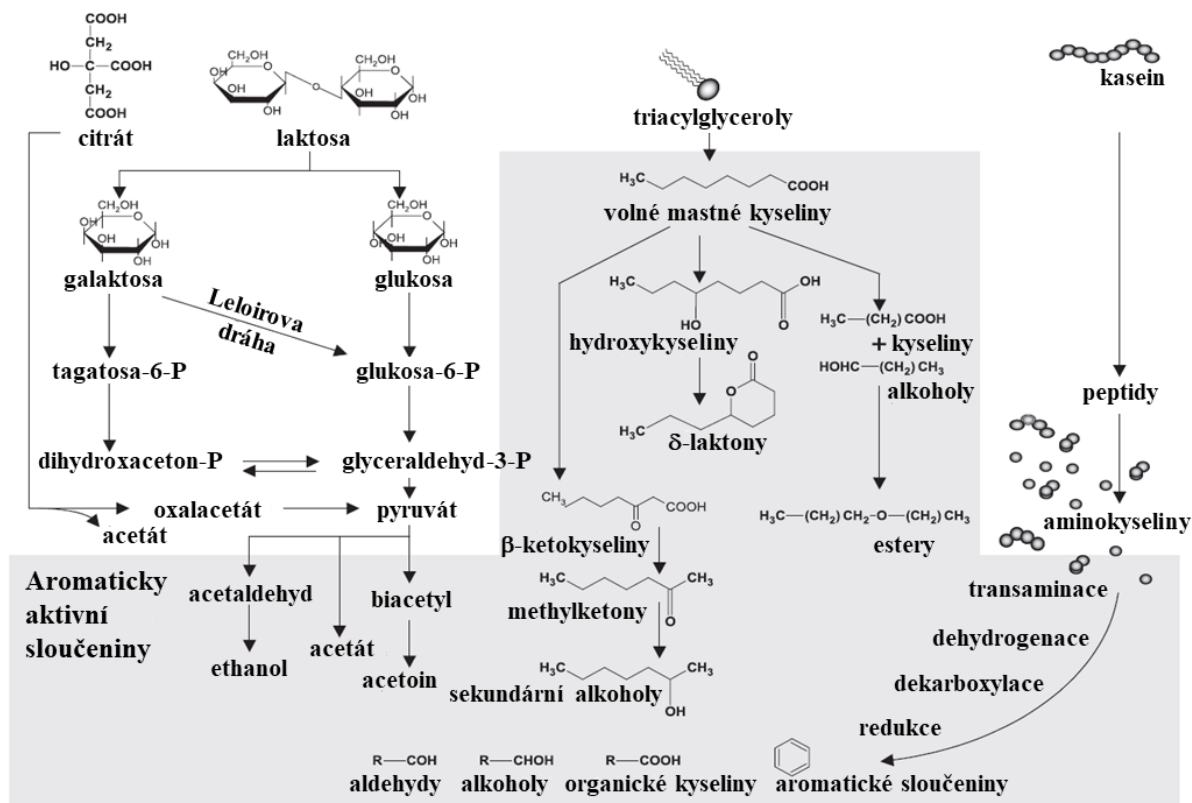
Flavour TS a TSA je z velké části determinován flavorem přírodních sýrů jakožto hlavní suroviny při výrobě těchto výrobků. AAL se tvoří především při procesu zrání. Tento proces zahrnuje mikrobiologické i biochemické děje, které mají vliv jak na vývoj AAL, tak na texturu sýru [94–97]. Důležité faktory ovlivňující tyto změny jsou délka a podmínky zrání. Zvýšená teplota může biochemické děje urychlit, naopak snížením teploty zrání dochází ke zpomalení těchto procesů [96–99]. Konečný flavour sýra ovlivňuje především použitá mikrobiální kultura, technologie výroby, obsah tuku a soli [91]. Hlavní biochemické procesy doprovázející zrání sýrů, lze rozdělit na primární děje, které zahrnují metabolismus laktosy, laktátu a citrátu, lipolýzu, kde jsou konečným produktem volné mastné kyseliny (VMK), a proteolýzu, kde jsou konečným produktem volné aminokyseliny (VAK). Následně probíhají sekundární biochemické děje, při nichž se tvoří vlastní AAL. Jedná se hlavně o metabolismus VMK a VAK [45, 100]. Zjednodušené komplexní schéma těchto procesů je uvedeno na **Obrázku 2** [45]. Mikroorganismy, které se podílejí na zrání sýrů, jsou především bakterie mléčného kvašení (BMK). Je to početná, morfologicky heterogenní skupina. Radíme mezi ně mezofilní kultury, například *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, nebo termofilní bakterie *Lactobacillus helveticus*, *Streptococcus thermophilus* aj. BMK disponují intracelulárními enzymy (peptidasy, lipasy a enzymy ovlivňující katabolismus aminokyselin) a extracelulárními enzymy [18, 22, 101–103].

Tabulka 3: *Některé aromaticky aktivní látky identifikované v sýrech [45, 87, 90–93, 121]*

Skupina	Sloučenina	Charakteristické aroma	Původ	Zdroj
Alkoholy	ethanol	jemné, alkoholové	laktosa	45, 87, 92
	butan-2-ol	alkoholové	VMK	45, 121
	butan-1-ol	květinové, ovocné, sladké	VAK	45, 121
	2-methylbutanol	vínové	isoleucin	45, 91, 121
	3-methylbutanol	ovocné, alkoholové	leucin	45, 121
	hexan-1-ol	tukové, květinové, trávové	kasein	45, 121
	okt-1-en-3-ol	houbové, zemité, plísňové	linolová, linolenová k.	45, 92
	oktan-2-ol	houbové, oříškové, olejové	linolová, linolenová	92, 121
	fenylethanol	růžové	fenylalanin	45, 92
	2,3-butandiol	ovocné	acetoin	90, 92, 93, 121
Ketony	aceton	senové	VMK	92
	butan-2-on	éterové, karamelové	VMK	92, 121
	hexan-2-on	ovocné	VMK	121
	heptan-2-on	plísňové, ovocné, mýdlové	VMK	121
	nonan-2-on	kouřové, horké mléko	VMK	92
	undekan-2-on	květinové, ovocné, trávové, plísňové	VMK	92
	acetoin	kyselé mléko	citrát, biacetyl, laktosa, pyruvát	92, 93
	biacetyl	máslové, sýrové, karamelové	citrát, laktosa	92, 121
	okt-1-en-3-on	houbové, kouřové	linolová, linolenová	92, 121
Aldehydy	Ethanal	ostré, pronikavé, ovocné, trávové	laktosa, ethanol, threonin	45, 90, 92, 121
	pentanal	pronikavé, mandlové	VMK, VAK	92, 121
	hexanal	trávové	VMK, VAK	92, 121
	heptanal	olejové, tukové, trávové, bylinné	VMK, VAK	92, 121
	2-methylpropanal	sladové	valin	121
	3-methylbutanal	čokoládové, sladové	isoleucin, leucin, methionin	45, 91, 92, 121
	fenylmethanal	mandlové, hořké	fenylalanin, tryptofan	121
Estery	ethyl butanoát	ovocné, sladké	VMK +laktosa	92, 121
	butyl acetát	hruškové	VMK +laktosa, VMK	92, 121
Mastné kyseliny	octová	octové, kyselé, trávové, květinové	valin, alanin, glycin, serin, laktosa, citrát	90, 92, 121
	propionová	pronikavé, štiplavé	laktosa	92, 121
	máselná	po potu, žluklé, sýrové	laktosa, TAG	93, 121
	2-methylpropanová	máslové, sladké, jablečné	valin	121

VMK – volné mastné kyseliny, VAK – volné aminokyseliny, TAG - triacylglyceroly

Další skupinou mikroorganismů, které ovlivňují procesy zrání, jsou tzv. non-startérové (nezákysové) BMK, jejichž zdrojem může být mléko nebo prostředí mlékárny. Nezákysové BMK mohou ovlivňovat i proteolytické a lipolytické procesy a patří mezi ně například rody *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus* [104–106].



Obrázek 2: Biochemické procesy vedoucí k tvorbě aromaticky aktivních sloučenin v sýrech [45]

2.4.1.1 Metabolismus laktózy a citrátu

Během technologického zpracování odchází převážná část laktózy se syrovátkou. Laktosa, která v sýru zůstává, je metabolizována glykolyticky prostřednictvím primárních zákysových kultur (zejména laktokoky) nebo fosfoketolasovou cestou (zejména heterofermentativní BMK) až na pyruvát, který je následně přeměněn na laktát (D-laktát, L-laktát, popř. jejich racemickou směs) [107, 108]. Nezákysové BMK přítomné v sýrech holandského typu isomerují D-laktát z L-laktátu. Racemizace laktátu výrazně neovlivňuje sensorické vlastnosti sýru. D-laktát vápenatý je hůře rozpustný než jeho L-forma a mohlo by dojít ke krystalizaci a následnému vzniku bílých skvrn na řezu sýru [107, 109].

Přeměna laktátu u různých typů sýrů na další produkty je umožněna prostřednictvím různých skupin mikroorganismů. Účinkem *Propionibacterium* spp. vznikají karboxylové kyseliny (propionová, octová), metabolismem bakterií *Pediococcus* vzniká kyselina mravenčí, octová a oxid uhličitý. *Clostridium* spp. může za anaerobních podmínek metabolizovat laktát na kyselinu máselnou a vodík, čímž dochází k nežádoucímu, tzv. pozdnímu duření sýrů. Meziprodukt metabolismu laktózy, pyruvát, je substrátem pro vytváření řady AAL s krátkým řetězcem (biacetyl, acetoin, ethanal, ethanol) [110].

Většina citrátu je také odváděna syrovátkou a zbylý citrát je metabolizován zákysovémi a nezákysovémi BMK (*Leuconostoc* spp. a citrát-pozitivní kmeny *Lactococcus*) na sloučeniny, které významně přispívají k chuti a vůni sýrů. Mezi tyto sloučeniny řadíme biacetyl (butan-2,3-dion), který je oceňován pro svou máslovou a ořechovou vůni, dále acetoin a 2,3-butandiol. Produktem citrátového metabolismu je i CO₂, který se podílí na tvorbě drobných ok charakteristických pro sýry holandského typu [92, 107, 109–111].

2.4.1.2 Proteolýza a metabolismus volných aminokyselin

Jedním z nejvýznamnějších a nejkomplexnějších procesů, probíhajících během zrání sýrů, je proteolýza. Tento proces začíná hydrolýzou kaseinů pomocí proteas na polypeptidy. Zdrojem proteas je syřidlo, extracelulární enzymy BMK a v mléce se přirozeně vyskytující proteasy [112]. K dalším změnám až na aminokyseliny dochází působením endopeptidas a exopeptidas primárních a sekundárních zákysových a nezákysových kultur [112]. Konečným produktem proteolýzy jsou VAK. Některé z nich přímo ovlivňují senzorické vlastnosti (např. kyselina glutamová – chuť umami). Ve většině případů jsou pomocí intracelulárních enzymů přeměněny na AAL. Zvláště aminokyseliny rozvětvené (leucin, isoleucin, valin), obsahující síru (methionin) a aromatické (fenylalanin, tyrosin, tryptofan) jsou prekursory důležitých AAL, jako jsou aldehydy, alkoholy, mastné kyseliny, estery a sloučeniny síry. Metabolismus aminokyselin je velmi složitý proces [113].

Transaminací vznikají z aminokyselin α -ketokyseliny, které slouží jako prekursory pro AAL. Z tohoto důvodu jsou pravděpodobně limitním krokem ve vývoji chutě a vůně. Transaminací vznikají také sirné sloučeniny z methioninu. Tyto sloučeniny (methanthiol, dimethyldisulfid, dimethyltrisulfid) mají výrazné aroma česnekové, po velmi zralém sýru, v některých případech po zkažených okurkách nebo vařených bramborách [92, 114].

Aminokyseliny mohou být degradovány také pomocí dehydrogenas, využívající NAD⁺ jako akceptoru elektronu na α -ketokyselinu a NH₃. Oxidativní deaminací mohou vznikat kromě amoniaku a aldehydů (Streckerovou reakcí) také MK (např. isovalerová nebo isomáselná). Dekarboxylací mohou být α -ketokyseliny metabolizovány na aldehydy. Z produktů metabolismu aminokyselin s rozvětveným řetězcem jsou za významné AAL považovány např. 3-methylbutanal, 2-methylbutanal a 2-methylpropanal. Většinou se v sýrech vyskytují přechodně, neboť jsou rychle redukovány na odpovídající alkoholy nebo oxidovány na kyseliny. Eliminace prostřednictvím lyas je typická pro aromatické aminokyseliny (tyrosin a tryptofan) a methionin za vzniku fenolu, indolu, resp. methanthiolu. Dehydrogenací vznikají z příslušných α -ketokyselin hydroxykyseliny [92, 95, 113, 115, 116]. Při nesprávném průběhu proteolýzy vzniká velké množství hydrofobních peptidů, buď z důvodu jejich nadměrné tvorby, nebo naopak nedostatečně rychlou degradací mikrobiálními enzymy na VAK. Tyto látky mohou způsobovat nežádoucí chuťové defekty sýrů, hlavně hořkou chuť [117, 118].

2.4.1.3 Lipolýza a metabolismus volných mastných kyselin

Důležitým biochemickým dějem, který probíhá během zrání sýrů, je lipolýza, což je v podstatě rozklad triacylglycerolů až na MK. U sýrů s modrou plísní uvnitř hmoty a tvrdých

italských sýrů probíhá tento proces velmi intenzivně, naopak u sýrů jako je Čedar nebo Gouda je tento proces mírný a nadměrná intenzita lipolytických reakcí je nežádoucí [46]. Lipolýza v sýrech probíhá v důsledku působení lipolytických enzymů, lipas, které štěpí esterovou vazbu mezi MK a glycerolem. Jejich zdrojem je mléko, kyselé bakterie, sekundární startérové a non-startérové mikroorganismy [18, 46, 47, 110]. Primárními produkty lipolýzy jsou VMK, které jsou prekurzory důležitých AAL, jako jsou ketony, aldehydy, laktony, alkoholy a estery [90]. K chuti sýrů přispívají pouze MK ve volné, protonované formě [92]. VMK udělují sýru většinou štiplavé, žluklé aroma [91]. Obecně platí, že MK s delším řetězcem (> 12 atomů uhlíku) mají vysoké prahy vnímání. Naopak kyseliny s krátkým a středním řetězcem se sudým počtem uhlíků mají nižší prahy vnímání, a tudíž významně ovlivňují chutnost sýru [92]. Kyselina octová a propanová mají typický octový zápach, kyselina máselná vytváří aroma žluklé a tvarohové, hexanová kyselina má štiplavé aroma. VMK s kratším řetězcem tedy hrají důležitou roli v chutnosti sýrů, nicméně jejich velké množství (cca nad $3000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) může způsobovat nežádoucí off-flavour [44, 92, 119]. Aroma kyseliny 3-methylbutanové je popisováno jako nepříjemné, nechutné, zkažené, „zpotené“ (angl. sweaty) a je součástí aroma velmi zralých sýrů [91, 92, 95].

Klíčovou složkou aroma většiny sýrů (tvrdých i měkkých) je alkohol 1-okten-3-ol, který vzniká rozkladem kyseliny linolové a linolenové. Intenzita jeho houbovitého, zemitého, plísňového aroma může být zvýšena přítomností odpovídajícího ketonu 1-okten-3-onu [92]. Sekundární alkoholy jsou v sýrech tvořeny enzymovou redukcí methylketonů. Za významné AAL jsou považovány propan-2-ol, butan-2-ol, oktan-2-ol a nonal-2-ol. Tyto alkoholy jsou typické pro měkké, plísňové sýry [46, 92]. Důležitými produkty metabolismu MK jsou estery. Esterifikační reakce probíhají mezi VMK s krátkým nebo středně dlouhým uhlíkatým řetězcem a alkoholy vzniklými z fermentace laktosy nebo z aminokyselin. Většina esterů nalezených v sýrech je charakteristická sladkým a květinovým aroma. Velké množství ethylesterů v sýrech je způsobeno převládajícím alkoholem ethanolem [47]. Laktony jsou cyklické sloučeniny tvořené intramolekulární esterifikací hydroxymastných kyselin [91, 120]. Nejčastěji se v sýrech vyskytují γ - a δ -laktony, které jsou spojeny s výrazným aroma (např. broskve, meruňky, kokosu, másla), mají nízké prahy vnímání a pravděpodobně přispívají k celkovému flavouru, nezbytné jsou např. pro charakteristický flavour sýru typu Gouda nebo Ementál. δ -dekalakton je klíčovým odorantem sýru Hermelín [91, 92]. β -oxidací nenasycených MK vznikají aldehydy s nerozvětveným řetězcem (butanal, pentanal, hexanal a nonanal). Tyto aldehydy mohou při vyšších koncentracích způsobovat nežádoucí, nepříjemné aroma. Jsou charakterizovány jako aroma zelené trávy nebo bylin. Hexanal, jeden z nejběžnějších aldehydů vyskytujících se v sýrech, dává aroma pažitkové nebo po nezralém ovoci. Ketony se jako aromasloučeniny vyskytují ve většině mléčných výrobků [92, 119, 121].

2.4.2 Aromaticky aktivní látky v sýrech eidamského typu

Metabolismus laktátu a citrátu hraje u eidamských sýrů významnou roli, neboť touto cestou vzniká biacetyl („máslové“, „oříškové“), který byl identifikován jako klíčová složka aroma těchto sýrů. Během zrání jeho koncentrace klesá, může být přeměněn na acetoin

(„krémové“, máslové“), dále na butan-2,3-diol a butan-2-on („acetonové“) a ten nakonec na butan-2-ol [92].

Z metabolismu citrátu také vzniká CO₂, zodpovědný za tvorbu charakteristických malých ok [45, 92, 110].

Teprve během zrání sýrů začínají hlavní, tzv. sekundární procesy, jejichž výsledkem je tvorba těžavých AAL [45, 92, 100]. Sýry eidamského typu zrají anaerobně v celé hmotě, nejdůležitější během zrání je proteolýza, i když nepříliš rozsáhlá [43, 47].

Lipolýza je u eidamských sýrů považována spíše za nežádoucí, vysoký obsah vzniklých VMK by mohl způsobovat např. nežádoucí žluklý off-flavour, a probíhá pouze v mírném rozsahu. Nicméně nízké koncentrace VMK, jsou-li ve správné rovnováze s produkty proteolýzy, přispívají k výsledné chuti eidamských sýrů [45, 46]. Jejich hlavní význam však, v případě eidamských sýrů, tkví v tvorbě laktonů; k nejběžnějším patří δ -dekalakton a δ -dodekalakton („smetanové“, „máslové“), nezbytné pro charakteristický flavour eidamských sýrů, kde byly nalezeny ve vysokých koncentracích [47, 120].

2.4.3 Aromaticky aktivní látky v tavených sýrech a tavených sýrových analozích

Této problematice zatím v dostupné literatuře není věnována velká pozornost. Zjištěné poznatky lze shrnout takto: AAL pochází především ze surovin použitých při výrobě TS [11]. Podle Sunesena a kol. [81] jsou AAL v TS dále ovlivňovány řadou faktorů od vlastností použitého mléka, přes tavicí proces až po skladovací podmínky.

2.4.3.1 Faktory ovlivňující aromaticky aktivní látky tavených sýrů

Není dosud přesně popsáno, jakým způsobem vlastnosti přírodních sýrů ovlivňují vlastnosti TS, nicméně zralost a pH použitého přírodního sýru je důležitým faktorem, který má dopad na konečný flavour TS [38]. Plný a výrazný flavour získáme přidáním velmi zralých sýrů do surovinové skladby. Nevýhodou je možnost vzniku příliš ostrého flavouru. Naopak u mladé suroviny narážíme na tzv. prázdnotu chuti, způsobenou malým obsahem AAL [10, 11].

Kvůli snížení nákladů se v poslední době při výrobě část přírodních sýrů nahrazuje mléčnými koncentráty (syrovátka, sušené odstředěné mléko, kasein, kaseináty) nebo nemléčnými ingrediencemi (škrob nebo jiné polysacharidy). Tyto náhražky však mohou mít negativní vliv na senzorickou kvalitu produktů [10].

Mnoho autorů se shoduje, že velmi důležitým faktorem v utváření flavouru TS je obsah mléčného tuku [44, 101]. Tento předpoklad potvrzují studie, při nichž vyrobené TS se sníženým obsahem tuku vykazovaly zhoršení senzorických vlastností. Naopak přidavek mléčného tuku přispěl ke zlepšení flavouru i textury [10, 192]. Za tímto účelem se většinou do TS přidává máslo, které se tak stává dalším zdrojem AAL (viz kap. 2.3.1).

Dalším parametrem, který je nutno kontrolovat, protože může výrazně ovlivňovat senzorickou kvalitu TS, je obsah laktosy. Odtučněné sušené mléko a sušená syrovátka jsou bohatým zdrojem laktosy. Vysoký obsah laktosy v TS může vést k tvorbě krystalů nebo Maillardově reakci, díky níž dochází k nežádoucím barevným a chuťovým změnám [38].

Tavicí soli jsou nedílnou součástí surovinové směsi pro výrobu TS. Jejich nevhodné složení a obsah může také výrazně ovlivnit senzorické vlastnosti konečného výrobku. Nadměrné množství tavicích solí může vést k nevyhovujícím texturním vlastnostem a k negativním změnám v chuti TS. Fosfáty mohou být příčinou hořké chuti, příp. off-flavouru popisovaného jako „mýdlový“ či „chemický“ [11, 38].

Buňka a kol. [122] aplikovali monoacylglyceroly do TS jako náhradu za tavicí soli. Nicméně některé z nich způsobovaly silný nepříjemný off-flavour.

Relativně novou alternativou pro dosažení požadovaného flavouru TS je použití enzymově modifikovaných sýrů. Při jejich výrobě je sraženina upravována přidávkou vody, enzymů, kyselých kultur a/nebo jiných složek pro urychlení vývoje intenzivní sýrové chuti [123]. Ve srovnání s přírodními sýry nabízí mnohé výhody, např. 10–30krát vyšší intenzitu chuti nebo vyšší soulad a stálost chuti [124]. Právě díky vysoké intenzitě chuti může být použito jen malé množství (obvykle 0,1 % hm.), což může pozitivně ovlivnit cenu konečného výrobku [123]. Sloučeniny, které se vyskytují u enzymově modifikovaných sýrů, vznikají i při zrání přírodních sýrů, ale jejich koncentrace se mohou lišit v závislosti na podmínkách použitých při výrobě. Na jejich flavouru se významně podílejí VMK [44].

2.4.3.2 Změny aromaticky aktivních látek během výroby a skladování

Velmi důležitým faktorem je tepelný záhřev, při němž některé AAL vznikají, jiné jsou rozloženy nebo přeměněny na další sloučeniny, které mohou mít vliv na výsledný flavour TS [11]. Mezi nejvýznamnější reakce během výroby a skladování TS patří Maillardova reakce a oxidace lipidů (viz dále) [37, 81].

I v průběhu skladování dochází k řadě chemických a fyzikálně-chemických pochodů, které zhoršují vzhled, barvu, a především flavour a texturu. Intenzita reakcí se zvyšuje s vyšší teplotou a dobou skladování, za přístupu světla a s rostoucí koncentrací kyslíku, následky oxidace lze významně snížit použitím kvalitních obalů, nepropustných pro světlo a kyslík, příp. balením v ochranné atmosféře (N_2/CO_2) [10, 36].

Ideálně by TS měly být skladovány při teplotě max. 35 °C, ne déle než 6 týdnů [16, 36, 38].

Tavené sýry nepatří mezi konzervované potraviny, mají omezenou dobu trvanlivosti, která je přibližně 3–4 měsíce. Vysoká teplota během tavicího procesu způsobuje usmrcení vegetativních forem většiny bakterií, kvasinek a plísní, ne však bakteriálních spor. Spory bakterií zůstávají životaschopné a jejich germinace může být tepelným záhřevem stimulována. Bakterie rodu *Clostridium* patří mezi nejčastější kontaminanty TS. *Cl. tyrobutyricum* může být zodpovědné za tzv. pozdní duření TS, což může vést k rozkladu bílkovin a vzniku off-flavouru [10].

Nicméně i mikrobiologicky stabilní produkty vykazují během skladování určité změny senzorické kvality. Sunesen a kol. [81] se zabývali změnami AAL během skladování. Tavené sýry byly skladovány při různých teplotách (5, 20, 37 °C), v průhledných nebo neprůhledných obalech, po dobu jednoho roku. Celkem se podařilo identifikovat 28 AAL, z toho 13 ketonů, 7 aldehydů, 3 sloučeniny obsahující kondenzovaný aromatický kruh, 2 nitrily, uhlovodíky a heterocyklické sloučeniny, 1 amin a alkohol. Vliv teploty skladování na změny sledovaných látek byl zanedbatelný, avšak skladování za světla významně ovlivnilo jejich celkový profil.

U některých sloučenin došlo k výraznému zvýšení (oktan, hexanal), u některých naopak ke snížení (2-pentylfuran) jejich obsahu. Hexanal bývá často používán jako indikátor oxidace, v práci se jeho obsah výrazně zvyšoval následkem skladovací doby a přístupu světla.

Podle Schära a Bosseta [36] jsou hlavní faktory ovlivňující změny flavouru TS v průběhu výroby a skladování (i) reakce způsobené tepelně stabilními enzymy, (ii) reakce neenzymového hnědnutí, (iii) reakce vyvolané účinkem světla a kyslíku a (iv) interakce s obalovým materiálem.

Reakce vyvolané tepelně stabilními enzymy

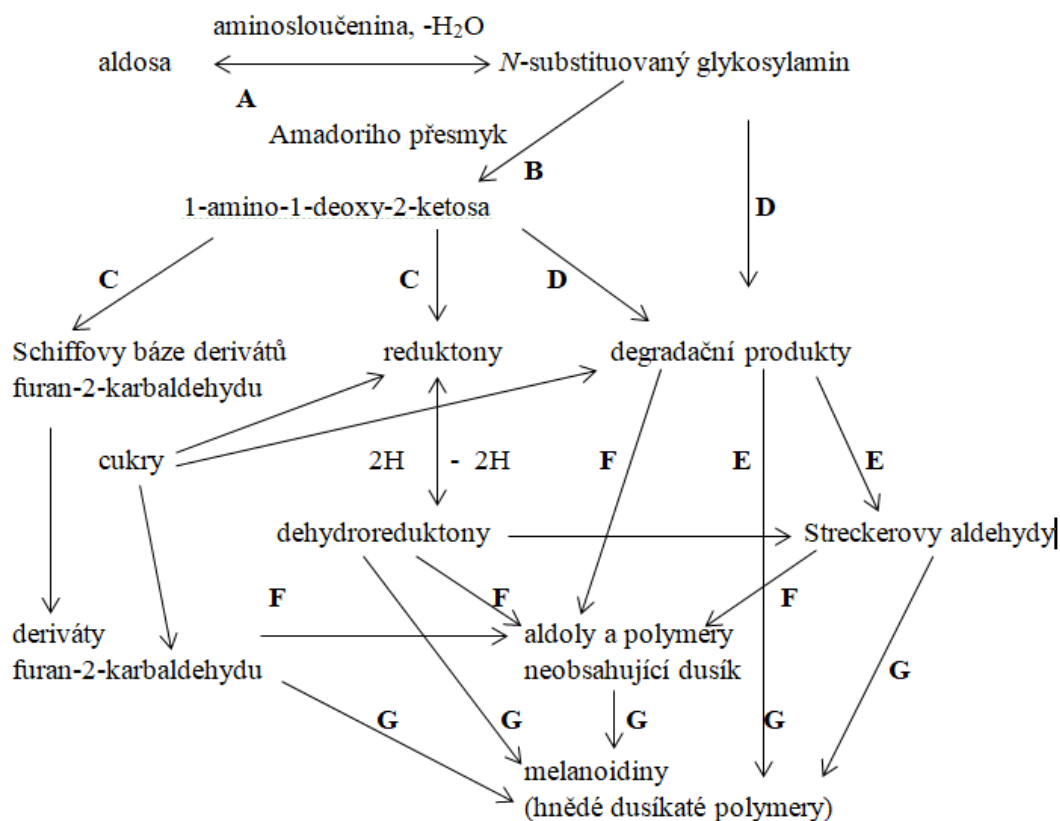
Většina enzymů je denaturována nebo deaktivována v průběhu tavicího procesu. Nicméně denaturované proteasy se mohou přeuspořádat a vykazovat určitý stupeň proteolytické aktivity. Degradace proteinů pak může vést ke zhoršení flavouru. Také mohou být aktivovány tepelně stabilní lipasy, které mohou způsobovat nežádoucí off-flavour, často popisovaný jako mýdlový, způsobený zvýšením obsahu VMK. Tyto procesy se dají omezit pečlivým výběrem surovin nebo vyšší teplotou v průběhu tavicího procesu [10, 36].

Reakce neenzymového hnědnutí

Maillardova reakce neboli reakce neenzymového hnědnutí nastává hlavně při tepelném zpracování a skladování potravin bohatých na sacharidy a probíhá mezi redukujícími sacharidy a aminosloučeninami. Způsobuje změnu barvy, flavouru, funkčních vlastností a nutriční hodnoty [125]. Průvodním jevem je vznik hnědých pigmentů, melanoidinů [49]. Zjednodušené schéma Maillardovy reakce je na **Obrázku 3**. Při reakci aldosa s aminosloučeninou lze rozlišit tři fáze. Počáteční fáze zahrnuje tvorbu glykosylaminu, následovanou Amadoriho přesmykem (A, B), střední fáze zahrnuje dehydrataci a fragmentaci sacharidů a Streckerovu degradaci aminokyselin (C, D, E) a v poslední fázi reagují meziprodukty, vznikají heterocyklické sloučeniny a vysokomolekulární pigmenty melanoidiny (F, G) [49].

Z redukujících sacharidů se v TS vyskytuje laktosa, která pochází přímo z mléka, nebo je do TS přidávána ve formě sušeného mléka nebo syrovátky [36]. Dalším sacharidem, který může ovlivňovat vznik hnědého zbarvení TS, je galaktosa, která je přirozeným metabolitem laktosy [104]. Bley a kol. [193] zjistili souvislost mezi vysokým obsahem galaktosy v použitém sýru Čedar a intenzitou hnědého zbarvení ve výsledném TS.

U TS probíhá Maillardova reakce při zvýšené teplotě během tavení a významně se projevuje především během skladování, zvláště za zvýšené teploty, kdy dochází ke vzniku žlutého až hnědého zbarvení a tvorbě typického off-flavouru [36].



Obrázek 3: Schéma Maillardovy reakce podle Hodge [49]

Reakce vyvolané světlem a kyslíkem

Oxidační reakce vyvolané světlem nebo vzdušným kyslíkem mohou vést ke změně barvy a ke vzniku off-flavouru [37].

Oxidace lipidů je jedním z procesů, které mohou v průběhu skladování podstatně ovlivnit jakost TS. Při běžných teplotách podléhají oxidaci pouze nenasyčené MK. Za vyšších teplot (obecně již kolem 100 °C) může dojít i k autooxidaci nasycených MK. Autooxidace je radikálová řetězová reakce probíhající ve třech stupních (fáze iniciační, propagační a terminační). Primárními produkty autooxidace jsou hydroperoxidy MK, které jsou však velmi nestálé a podléhají dalším interakcím za vzniku některé z většího počtu látek – tzv. sekundárních produktů oxidace lipidů (např. aldehydy, cyklické peroxidy, epoxykyseliny, uhlovodíky apod.) [49]. Oxidační reakce v TS vedou obvykle ke změně barvy a vzniku oxidovaného off-flavouru, který bývá popisován jako kovový, olejovitý, lojovitý, po rybím tuku. Je způsoben tvorbou sekundárních produktů oxidace lipidů, z nichž některé mají poměrně výraznou vůni. Např. hexanal (trávnová), heptanal (olejovitá), (E)-2-nonenal (lojovitá), (E,E)-2,4-heptadienal (kovová, po smažení), (E,Z)-2,4-dekadienal (po smažení), 1-okten-3-ol (kovová) atd. [52].

Vliv teploty a doby skladování a přístupu světla na změnu barvy TS sledovali Kristensen a kol. [37]. Po dobu 1 roku vyhodnocovali vzorky ve skleněných nádobách a uložených při 5, 20 a 37 °C. Část výrobků byla vystavena působení světla a druhá část byla obalena hliníkovou fólií. Významné změny, vedoucí k nárůstu sekundárních produktů oxidace lipidů a k vytvoření tmavšího odstínu, byly zaznamenány při teplotě 37 °C. Skladování TS při

5 a 20 °C vedlo jen k malým změnám barvy. Vliv světla na barvu TS byl hodnocen jako významně menší, než teplota a délka skladování.

Světlo může také způsobovat degradaci proteinů, což způsobuje off-flavour (houbový, spálený, okurkový), a/nebo aminokyselin. Sirné sloučeniny vzniklé z methioninu mají také negativní vliv na aroma TS [52].

Interakce s obalovým materiálem

Klasickým obalovým materiálem TS je hliníková folie (11–15 μm). Ta bývá potažena ochrannou polymerní vrstvou kvůli zabránění nežádoucí migrace hliníku do sýrové matrice a také z důvodu zabránění koroze hliníku vlivem solí a kyselin obsažených v TS [36].

2.5 Analytické metody vhodné pro stanovení sledovaných parametrů

Navzdory dynamickému rozvoji instrumentálních technik je příprava vzorku stále nedílnou součástí analýzy. Postupy, souhrnně označované jako “sample treatment”, slouží k převodu analytů ze vzorku do formy slučitelné s následnou separací a kvantifikací.

V ideálním případě má být extrakční proces jednoduchý, rychlý, levný, selektivní, kvantitativní a umožňující automatizaci (kompatibilní s širokým rozsahem analytického zařízení). Podmínky mají být mírné k zábraně oxidačních, tepelných i jakýchkoli jiných změn vzorku. Proto se dnes klasické techniky často nahrazují novými, moderními technikami [107, 126]. Přehled těch nejvýznamnějších je uveden v následujících kapitolách.

2.5.1 Možnosti stanovení aromaticky aktivních látek v sýrech

Přímé stanovení těkavých látek je možné jen zřídka, protože se v potravinách nacházejí většinou ve velmi nízkých koncentracích a v široké škále koncentrací ($\text{ng} - \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Jejich vonné prahy jsou často nižší než detekční limity detektorů; kromě izolace z matrice vzorku bývá nezbytné i jejich zakoncentrování [86, 126].

2.5.1.1 Izolace aromaticky aktivních látek z matrice vzorku

Izolaci těkavých látek z matrice vzorku komplikuje řada faktorů: (i) AAL tvoří široké spektrum různých chemických sloučenin odlišných fyzikálních a chemických vlastností, to usnadňuje jejich separaci, ale komplikuje kvantitativní izolaci [126, 127]; (ii) mnoho sloučenin je nestabilních a snadno podléhají oxidační nebo tepelné degradaci, což vede k tvorbě artefaktů; (iii) izolaci komplikují netěkavé složky vzorku, jako jsou lipidy, proteiny a sacharidy; (iv) těkavé sloučeniny jsou často intracelulární a je nutné rozrušení vzorku [84, 107, 126–129].

Pro izolaci těkavých sloučenin ze sýra se používají různé metody. Běžné metody, jako parní destilace, extrakce rozpouštědlem a/nebo zachycení na adsorbentech však mají řadu nevýhod: jsou časově náročné, vyžadují velké objemy vzorku a rozpouštědla, mohou nežádoucím způsobem měnit některé analyty vlivem vysoké teploty nebo použitého rozpouštědla, příp. může dojít ke ztrátám některých těkavých sloučenin [86, 126].

Nové extrakční techniky vyžadují minimální množství vzorku, jsou méně časově náročné, automatizovatelné a vhodné pro možnost on-line zapojení se separačními technikami [107, 126, 127].

Všechny uvedené metody mají svoje výhody a nevýhody (viz kapitoly níže).

Extrakce rozpouštědlem

Extrakce rozpouštědlem (Solvent Extraction – SE) je separační metoda, při které přechází složka ze směsi látek v kapalně nebo tuhé fázi do jiné kapalně fáze, vhodného rozpouštědla [48].

Hlavní nevýhody jsou časová náročnost, nízká selektivita, a především použití rozpouštědel, která mohou být toxická a/nebo hořlavá, jejich odstranění může způsobit ztrátu některých AAL.

Pro extrakci těkavých látek ze vzorků sýrů je tato klasická metoda v současné době používána méně často. Např. Domagala a kol. [130] extrahovali MK z různých druhů sýrů (např. Ementál, Gouda, Parmezán, Camembert) pomocí směsi chloroformu a methanolu v poměru 2:1. Alewijn a kol. [47] extrahovali AAL ze vzorků sýru Gouda pomocí acetonitrilu, podobně Inagaki a kol. [131] pomocí diethyletheru.

Gkatzionis a kol. [132] použili pro analýzu sýrů s modrou plísní techniky SE a SPME spojené s plynovou chromatografií s hmotnostní detekcí (GC-MS). Extrakce byla provedena pomocí dichlormethanu. Při izolaci SE bylo identifikováno 11 sloučenin, zatímco u metody SPME bylo identifikováno 29 sloučenin.

Extrakci lze značně urychlit zvýšením teploty a tlaku. Při vyšší teplotě roste rozpustnost extrahovaných látek, zrychluje se transport hmoty, klesá viskozita a povrchové napětí rozpouštědel. Zvýšený tlak udržuje rozpouštědla v kapalném stavu. Tyto změny zlepšují kontakt analytů s rozpouštědlem a zvyšují účinnost extrakce. Na těchto principech jsou založeny nové techniky – extrakce rozpouštědlem pomocí tlaku, extrakce mikrovlnným ohřevem rozpouštědla, extrakce ultrazvukem nebo superkritická fluidní extrakce [107, 126] (viz dále).

Simultánní destilace a extrakce

Simultánní destilace a extrakce (Simultaneous Distillation Extraction – SDE) je univerzální a jednoduchá metoda, která se používá k extrakci širokého spektra sloučenin v potravinářských výrobcích. Izolace těkavých látek z matrice probíhá za atmosférického tlaku nebo vakua a za pokojové teploty. Extrakční doba cca 2–4 hod. [126].

Tato metoda byla použita i pro extrakci těkavých látek z různých typů sýrů, zvláště ve starších publikacích, a občas bývá aplikována dosud, běžně v kombinaci s plynovou chromatografií (GC) [133, 134]. Např. Van Leuven a kol. [91] použili tuto metodu pro izolaci AAL z různých sýrů typu Gouda. Dirinck a de Winne [135] extrahovali pomocí SDE vzorky sýrů typu Ementál a Gouda.

Shiota a kol. [136] zkoumali vliv složení AAL na senzorickou přijatelnost komerčních sýrů Gouda, při získání AAL srovnávali SDE a SPME.

Extrakce superkritickou kapalinou

Superkritická fluidní extrakce (Supercritical Fluid Extraction – SFE) nabízí alternativní způsob ke konvenčním rozpouštědlovým metodám. SFE má oproti klasickým metodám extrakce několik výhod. Díky možnosti plynulé modulace nastavení síly a selektivity rozpouštědla jde o flexibilní proces. Dále dochází k eliminaci použitých rozpouštědel a následně odpadá proces likvidace těchto rozpouštědel po samotné extrakci. SFE je technika zvláště výhodná pro termolabilní sloučeniny. Při SFE se využívají superkritické kapaliny, které jsou ve stavu nad svým kritickým tlakem a kritickou teplotou v jediném kondenzovaném stavu.

Nejčastěji používaným superkritickým rozpouštědlem je oxid uhličitý. Je bezpečný, snadno dostupný a levný. Navíc má dostatečné rozpouštěcí vlastnosti pro extrakci triacylglycerolů. Přidání malého množství tekutého modifikátoru, jako je ethanol, může vést k výraznému zvýšení extrakce polárních sloučenin [140–144].

Extrakce vyžaduje většinou 10–20 ml rozpouštědla a extrakční čas se pohybuje od 20 do 60 min. Nevýhodou je obtížné vyrovnavání teploty, tlaku a průtoku [92, 107, 126].

Tato metoda byla použita např. pro extrakci MK ze vzorku sýru Ementál a byla porovnána s metodou SE. Obě metody vykazovaly podobné složení a množství MK [130].

De Souza a kol. [145] použili SFE pro získání hroznového oleje ze semínek, přičemž tuto metodu srovnávali s klasickou SE.

Vysokotlaká extrakce rozpouštědlem

Při této metodě (Pressurized-Fluid Extraction – PFE) jsou pro extrakci využívána rozpouštědla běžná pro klasickou extrakci (methanol, aceton, hexan apod.). Extrakce jsou prováděny při teplotách v rozmezí 50 až 200 °C a tlacích do 20,7 MPa, čímž se významně zvyšuje extrakční účinnost. Výhodou je malé množství rozpouštědla (15–45 ml na extrakci vzorku o velikosti 1–30 g) a krátká extrakční doba (5–15 min) [107].

Aplikace této metody pro získání těkavých látek ze sýrů zatím nebyla publikována.

Extrakce mikrovlnným ohřevem

Tj. extrakce rozpouštědlem při současném mikrovlnném ohřevu (Microwave-Assisted Extraction – MAE).

Během extrakce je vzorek promícháván a zahříván, výhodou je opět kratší doba extrakce a menší množství rozpouštědla. Technika je aplikovatelná pouze na termostabilní sloučeniny v důsledku vysoké teploty během extrakce [107].

Z dostupných publikací např. Pombal a kol. [146] srovnávali tuto metodu s klasickou SE pro extrakci tuku ze sýrů.

Ultrazvuková extrakce

Podobně jako metoda MAE se extrakce ultrazvukem (Ultrasound-Assisted Extraction – USE) využívá ke zvýšení rychlosti a extrakční účinnosti. Výhodou je, že není potřeba

speciálního vybavení, metoda je tedy relativně levná, nevýhodou je obtížná automatizace [107].

Chemat a kol. [147] ve své přehledné práci uvádí její aplikaci na různé druhy potravin, např. pro získání rostlinných olejů. Její aplikace na sýry zatím nebyla publikována.

Mikroextrakce kapalnou fází

Relativně nová extrakční technika minimalizující spotřebu rozpouštědla, která je současně rychlá a levná. Jedná se v podstatě o miniaturizovanou variantu klasické SE.

Technika byla poprvé představena v roce 1996 jako mikroextrakce jednou kapkou (Single Drop Microextraction – SDME). Při SDME je malý objem (obvykle 1–5 ml) rozpouštědla ve formě kapky zavěšen na hrotu mikrostříkačky. Analyty jsou po určitou dobu extrahovány do kapky, která je po skončení extrakce vtažena zpět do mikrostříkačky. Získaný extrakt je následně analyzován vhodnou analytickou metodou, a to bez potřeby zařazení desorpčního kroku [148, 149].

Quigley a kol. [150] publikovali přehledný článek o aplikaci na mléčné výrobky, pro získání AAL ze sýrů zatím SDME nebyla použita.

Statická a dynamická headspace

Podstatou těchto metod je analýza plynné fáze, která byla v kontaktu s extrahovaným materiálem, v ideálním případě až do ustavení rovnováhy [107, 126].

Statická headspace je jednoduchá, praktická, nevýhodou je nízká citlivost, bez možnosti automatizace, je časově náročná, omezená na získání těch nejtěkavějších a nejvíce koncentrovaných sloučenin [45].

Dynamická headspace metoda (nazývaná také „purge and trap“) (vzorek je kontinuálně extrahován proudem inertního plynu) je rychlejší, umožňuje získání více koncentrovaných extraktů (lepší citlivost), ale má nízkou reprodukovatelnost, je dražší a časově náročnější [137].

Dynamická headspace metoda patří v současnosti k poměrně oblíbeným a často používaným extrakčním technikám a byla aplikována i při analýze sýrů, např. při stanovení AAL v průběhu skladování TS [81], dále při zjišťování flavouru a off-flavouru švýcarského sýru Gruyere [138] nebo stanovení prekurzorů AAL v sýru Čedar [139].

Je však třeba mít na paměti, že headspace metody jsou výrazně citlivější pro vysoce těkavé sloučeniny, naopak málo těkavé sloučeniny nemusí být zachyceny vůbec. Spektrum látek získaných touto metodou tak může být velmi odlišné od ostatních extrakčních technik [45].

Mikroextrakce pevnou fází

Klasickou SE nahrazuje v posledních letech stále populárnější extrakce pevnou fází. Princip spočívá v zachycení sledovaných analytů na speciální sorbent díky silným, ale reversibilním interakcím mezi analytem a povrchem stacionární fáze [126].

Miniaturizovaná varianta – mikroextrakce pevnou fází (Solid Phase MicroExtraction – SPME) je moderní, rychlá, levná sorpčně-desorpční technika, která nevyžaduje rozpouštědlo nebo komplikovanou aparaturu. Běžně se používá v kombinaci GC, kapalinovou

chromatografií (LC) a vysokoúčinnou kapalinovou chromatografií (HPLC), včetně jejich kombinace s hmotnostní spektrometrií (MS) [127, 152].

Pro izolaci sloučenin je potřeba pouze malé množství vzorku. Těkavé látky jsou zachycovány na křemenném vláknu, které je potaženo stacionární, sorpční vrstvou a je umístěno v ocelové jehle. Vlákno se umísťuje přímo do kapalného vzorku (direct immersion DI-SPME) nebo do uzavřeného prostoru nad vzorek (headspace HS-SPME). Na rozdíl od klasických extrakčních metod není analyt ze vzorku extrahován úplně, ale pouze do dosažení rovnováhy, která nastává mezi koncentrací analytu ve vzorku, v headspace prostoru nad vzorkem a v polymeru pokrývajícím SPME vlákno [126, 128, 151–153].

K desorpci dochází v injektoru GC účinkem vysoké teploty (cca 300 °C), v případě spojení SPME s LC jsou analyty desorbovány vhodným rozpouštědlem.

Tato metoda nabízí řadu výhod: vysoká citlivost, jednoduchost, rychlost (cca 15–60 min.), nízká cena, možnost automatizace, eliminace použití rozpouštědla, malý objem vzorku, redukce ztrát analytů. Minimalizuje tepelnou, mechanickou a chemickou modifikaci vzorku. Z nevýhod lze uvést relativně nízké výtěžky, horší robustnost a reprodukovatelnost, což ztěžuje její použití pro kvantifikaci [152].

I přes zmíněné nevýhody a vzhledem k uvedeným výhodám se SPME stává dominantní extrakční technikou. Byla použita při stanovení AAL v mnoha publikacích (viz níže citované) a bude aplikována i v této dizertační práci.

Při identifikaci těkavých látek typického sicilského sýru [154], argentinského [93] a italského ovčího sýru [155], španělského kozího sýru [156] nebo měkkého sýru [157] a tureckého sýru [88] bylo použito SPME vlákno 50/30 µm DVB/CAR/PDMS, které se používá pro izolaci těkavých až středně těkavých chuťových látek [158]. Expozice vlákna v headspace prostoru se pohybovala od 15 minut [93] do 40 minut [154]. V jiných publikacích [44, 159–162] byla extrakce provedena pomocí vlákna CAR/PDMS tloušťky 75 nebo 85 µm. Frank a kol. [163] použili také vlákno CAR/PDMS, ale oproti jiným autorům bylo vlákno syceno těkavými sloučeninami po dobu 16 hod.

2.5.1.2 Metody vhodné pro analytické stanovení aromaticky aktivních látek

Výběr vhodné analytické metody závisí na sloučenině, která je sledována a na matici vzorku. Pro stanovení AAL v sýrech se nejčastěji používá GC, méně LC, HPLC a jejich kombinace s MS [164]. Malia a kol. [163] uvádí, že při stanovení AAL v sýrech se výsledky liší v závislosti od použité techniky.

Plynová chromatografie

Plynová chromatografie (Gas Chromatography – GC) je analytická separační technika založená na rozdělení látek mezi nepohyblivou, stacionární fází a pohyblivou, mobilní fází (nosný plyn). Tato metoda je vhodná právě pro stanovení těkavých látek, které lze snadno převést do plynného stavu a pro stanovení těkavých AAL bývá aplikována nejčastěji, většinou v kombinaci s MS [165]. Byla aplikována ve většině citovaných prací.

Např. Lawlor a kol. [166] identifikovali AAL (alkoholy, aldehydy, ketony, estery a terpeny) v sýrech s modrou plísní pomocí GC. Za plísňové aroma byly zodpovědné

především ketony (pentan-2-on, heptan-2-on, oktan-2-on a nonan-2-on). Při hodnocení VMK pomocí GC zjistili Bergamini a kol. [93, 103], že nejhojněji byly zastoupeny kyseliny myristová, palmitová, olejová a stearová. GC byla použita při sledování rozdílů ve složení mastných kyselin v italském sýru „Toma piemontese“. Sýry, při kterých bylo použito mléko z letních měsíců, měly nižší obsah nasycených mastných kyselin a vyšší obsah monoenoových a polyenoových mastných kyselin [167]. Noronha a kol. [168] sledovali aroma aktivní mastné kyseliny s krátkým řetězcem pomocí GC ve vzorcích sýrových imitací. Pro stanovení intenzity a přijatelnosti ochucených imitací sýru byl zásadní obsah kyseliny butanové.

Plynová chromatografie s hmotnostní detekcí

Metoda plynové chromatografie s hmotnostní detekcí (Gas Chromatography-Mass Spectrometry – GC-MS) je používána pro analýzu složitých směsí organických látek, u nichž je identifikace komponent na základě porovnání retenčních časů nemožná, a pro komplexní vzorky obsahující neznámé složky [169].

GC-MS byla použita pro stanovení AAL v mnoha publikacích. Sunesen a kol. [81] použili dynamickou headspace metodu a GC-MS pro identifikaci a kvantifikaci aromaticky aktivních látek v TS. Dospěli k závěru, že aroma TS je ovlivněno celou řadou faktorů, od vlastností mléka až po podmínky při výrobě. Sýry byly skladovány při různých teplotách (5, 20, 37 °C) na světle a ve tmě po dobu jednoho roku. Celkem bylo identifikováno 28 AAL. U oktanalu a hexanalů došlo ke zvýšení obsahu, naopak obsah 2-pentylfuranu se snižoval. Dirinck a De Winne [135] použili GC-MS k charakterizaci chuti sýrů Gouda a Ementál. U sýrů typu Gouda dominovaly laktony a acetoin. Sýry typu Ementál měly vysoký obsah kyselin a methylketonů. GC-MS použili Majcher a kol. [170] ke studiu změn AAL během přípravy uzeného ovčího sýru. První skupina sloučenin vznikala biochemickými reakcemi (VMK, estery, ketony, alkoholy, aldehydy, sirné sloučeniny), druhá skupina látek vznikala během uzení (furany, fenoly) a třetí pocházela z mléka (terpeny). Tuto metodu použili také Leuven a kol. [91] i Alewijn a kol. [47] ke stanovení AAL v průběhu zrání v sýrech typu Gouda. Panseri a kol. [119] identifikovali pomocí GC-MS těkavé látky v italském sýru. Celkem bylo identifikováno 84 AAL. Delgado a kol. [157] sledovali změny během zrání španělského ovčího sýru. Nejdůležitější roli v konečném aroma profilu těchto sýrů měly kyselina octová, kyselina 3-methylbutanová, propylbutanoát a butan-2-on. Pomocí GC-MS Hayalonglu a kol. [159] zjistili, že hlavními AAL v sýru Kuflu jsou ketony a alkoholy.

Spojení GC-MS představuje zatím nejefektivnější známou techniku pro analýzu složitých směsí organických látek [126], GC v kombinaci s MS a FID detekcí byla použita i v této práci.

Plynová chromatografie-olfaktometrie

Hlavní nevýhodou ostatních technik z hlediska měření AAL je fakt, že měří všechny těkavé látky, přestože pravděpodobně jen část z nich je aromaticky aktivní. Tento problém lze překonat kombinací GC s tzv. olfaktometrií. Plynová chromatografie-olfaktometrie (Gas Chromatography-Olfactometry – GC-O) je velmi zajímavou metodou pro stanovení AAL, kdy jsou jednotlivé látky separovány pomocí GC a následně identifikovány na základě

interakce s lidskými čichovými receptory. Tato metoda je v podstatě jediná možnost, jak zjistit, zda daná těkavá sloučenina vykazuje nějakou vůni a/nebo pach a zároveň lze získat popis charakteru vůně a příp. její intenzitu.

Má některé nedostatky: je málo reprodukovatelná, časově náročná, poměrně namáhavá i pro zkušené hodnotitele, nelze zjistit synergický efekt [86, 164, 171, 172]. V současné době je však velmi používaná a byla publikována řada prací, které se zabývají charakterizací těkavých vonných látek různých typů potravin včetně sýrů (viz. **Tabulka 3**).

Curioni a Bosset [92] pomocí GC-O rozdělili AAL v sýrech do devíti skupin: alkoholy, aldehydy, ketony, estery, laktony, furany, alkalické sloučeniny (sloučeniny obsahující dusík, pyraziny, sloučeniny obsahující síru, terpeny) a kyselé sloučeniny (fenolické sloučeniny a VMK). Pomocí GC-O byly popsány důležité aroma sloučeniny tradičního ovčího polského sýru Oscypek [170]. Cílem studie Rychlika a Bosseta [138] bylo aktualizovat poznatky o identifikaci klíčových odorantů ve švýcarském sýru Gruyere. Pomocí metody GC-O bylo zjištěno, že významnou roli hrají methylthiol, dimethylsulfid a ethyl-2-methylbutanoát. Frank a kol. [163] pomocí GC-O a GC-MS zjistili, že hlavními AAL v sýrech Čedar jsou methanthiol, 3-methylthiopropional, dimethyltrisulfid a kyselina máselná. Cornu a kol. [173] identifikovali v sýru Cantal 42 AAL, za hlavní považovali kyselinu máselnou, biacetyl, 3-methylthiopropional, hexanal, kyselinu octovou, isomáselnou a 1-okten-3-ol.

Thomsen a kol. [174] a Inagaki a kol. [131] zkoumali pomocí GC-O aroma komerčně získaných polotvrdých sýrů typu eidam. Yalman a kol. [175] zkoumali změny AAL sýra Kasar, z něj vyrobených TS a analogů vyrobených ze sladkého kaseinu, během výroby a skladování.

Vysokoúčinná kapalinová chromatografie

Ve srovnání s GC je vysokoúčinná kapalinová chromatografie (High-Performance Liquid Chromatography HPLC) pomalejší, méně účinná a podstatně nákladnější. Oproti tomu umožňuje dělit velké množství látek, analyzovat ionty, látky polární i nepolární, málo těkavé, nestabilní i vysokomolekulární [169].

Při stanovení AAL je tato metoda spíše doplňková a využívá se pro sledování méně těkavých, chuťových látek. Např. je využívána pro studium glykolýzy a kvasných drah a také pro první meziprodukty při degradaci aminokyselin. Používá se pro stanovení organických kyselin nebo některých aldehydů [164]. Kaminarides a kol. [176] využili HPLC pro stanovení laktosy a organických kyselin (kyselina citrónová, octová, mléčná a pyrohroznová) v tradičním kyperském sýru Halloumi. HPLC s UV/VIS detektorem byla použita pro hodnocení VAK a organických kyselin ovčích sýrů. Nejdůležitější kyseliny byly kyselina mléčná a citrónová [103].

2.6 Senzorické hodnocení chuti a vůně (flavouru) sýrů a tavených sýrů

Senzorická analýza je nejčastěji definována jako „*analytická metoda, při níž se senzorické (dříve tzv. organoleptické) vlastnosti stanoví výhradně pomocí lidských smyslů*“. Podmínky pro senzorické posuzování se volí takové, aby se co nejvíce odstranily rušivé vlivy a dosáhlo se objektivních, tj. spolehlivých a přesných výsledků [177, 178]. Tyto podmínky jsou určeny

mezinárodními normami, kterými je definováno vybavení místnosti, způsob přípravy a předkládání vzorků, používání správného názvosloví, zkoušení posuzovatelů a postup při jednotlivých metodách (ČSN 8589, 6658).

Pro hodnocení potravin je vypracována řada metod (zkoušek). Značná část metod je normalizovaná, tj. jejich průběh a požadavky stanovují české technické normy, které vycházejí ze systému mezinárodních standardů (ISO). Metody používané při senzorickém hodnocení lze obecně rozdělit na dva základní typy: tzv. rozlišovací zkoušky, používané ke stanovení rozdílu mezi předkládanými vzorky, a složitější, tzv. deskriptivní (popisné) zkoušky, používané k identifikaci, příp. i kvantifikaci jednotlivých senzorických znaků přítomných ve vzorku [177, 178].

Při sledování senzorické kvality se u vzorků sýrů většinou hodnotí vzhled a barva, flavour a konzistence (textura). [179, 180].

Hodnocením senzorické kvality různých typů přírodních sýrů se zabývá řada níže citovaných publikací, většinou s využitím deskriptivních metod nebo jednoduchých spotřebitelských testů. Taveným sýrům je z tohoto hlediska opět věnována minimální odborná pozornost.

Pro hodnocení senzorických vlastností vzorků tavených sýrových analogů v rámci této dizertační práce byla aplikována pořadová zkouška (ČSN ISO 8587), hodnocení pomocí sedmibodové ordinální stupnice (ČSN ISO 4121) a profilový test (ČSN EN ISO 13299).

2.6.1 Rozlišovací zkoušky

Rozlišovací zkoušky jsou používány ke stanovení rozdílu mezi předkládanými vzorky [177, 178]. V publikovaných pracích jsou aplikovány méně často, nejčastěji se používá pořadová nebo trojúhelníková zkouška, a lze zde nalézt i zmínky o TS a analozích.

Při pořadové zkoušce (ČSN ISO 8587) obdrží posuzovatelé sérii vzorků a umístí je do určitého uspořádání podle určeného kritéria. Tato metoda umožňuje stanovit vlivy různých surovin, technologické vlivy, vlivy manipulace, balení nebo skladování [178, 180, 181].

Např. v práci Noronha a kol. [44] členové panelu určovali pořadí tří rozdílných sýrových analogů na základě preferencí flavouru a příjemnosti v ústech.

Při trojúhelníkové zkoušce (ČSN EN ISO 4120) se vytvoří sada tří vzorků a zjišťuje se, který z předložených vzorků je odlišný od ostatních [180]. Tuto zkoušku použili např. Kubícková a Grosch [182] k určení látek, které přispívají k chuti sýru Camembert. Bylo zjištěno, že největší vliv na chuť mají kyselina glutamová, skupina kyselých a slaných látek (kyselina octová, k. máselná, K, Na, Mg, Cl) a hořké látky (kadaverin, ornitin a citrulin). El-Bakry a kol. [183] pomocí trojúhelníkové zkoušky hodnotili vliv snížení obsahu NaCl v TSA s řepkovým a palmovým olejem. Zkouška prokázala, že snížení obsahu NaCl nemělo výrazný vliv na přijatelnost výrobku.

2.6.2 Stupnicové metody

Pojem stupnice lze obecně definovat jako „kontinuum, rozdělené do po sobě jdoucích hodnot (bodů, kategorií, stupňů apod.)“. V senzorické analýze se používá k vyjádření úrovně

sledované vlastnosti [177, 178]. ČSN ISO 4121 definuje odpovědní stupnici jako „*stupnici, pomocí které posuzovatel zaznamenává kvantitativní odpověď*“.

Intenzitní stupnice slouží k posouzení úrovně, intenzity určité vlastnosti. Hedonická stupnice se používá k posouzení stupně příjemnosti, obliby [178, 180, 181]. Obecné pokyny pro používání stupnic při sensorickém hodnocení specifikuje ČSN ISO 4121.

Zkoušky s použitím stupnic jsou v praxi nejrozšířenější. Jsou jednoduché, srozumitelné, lze jimi nejlépe kvantitativně vyjádřit rozdíly mezi vzorky.

Ye a kol. [184] využili sedmibodové hedonické stupnice pro posouzení vzorků TSA obsahujících rybí tuk, který byl přidáván do analogů buď ve formě kapsulí, nebo přímo do směsi v průběhu tavení. Proškolená komise hodnotila rozdílnost od referenčního vzorku, který rybí tuk neobsahoval. Vzorky s nízkým obsahem rybího tuku nebo s rybím tukem ve formě kapsulí byly hodnoceny lépe. Zhang a kol. [185] hodnotili flavour a texturu jednoho TS Čedar a šesti klasických sýrů (Brick, Philadelphia, Cottage, Čedar, Mozzarella, Havarti) patnáctibodovou intenzitní stupnicí. Sýry Čedar, TS Čedar a Havarti byly charakterizovány vyšší intenzitou zralé chuti než sýry Cottage a Philadelphia. Alves a kol. [186] studovali vliv světla na kvalitu roztíratelných sýrů. Pomocí nestrukturované grafické stupnice hodnotili celkovou sensorickou kvalitu sýrů. Výsledky ukázaly, že sýry uchovávané pod světlem měly horší kvalitu než vzorky uložené ve tmě. Dinkci a kol. [187] sledovali vliv rostlinného tuku na sensorické vlastnosti (vzhled, flavour a texturu) sýru Kashar. Sýry pouze s mléčným tukem vykazovaly lepší sensorické vlastnosti oproti sýrům s nahrazením mléčného tuku rostlinným.

2.6.3 Deskriptivní sensorické metody

Jak již bylo zmíněno, deskriptivní metody se používají k identifikaci a příp. kvantifikaci jednotlivých sensorických znaků přítomných ve vzorku [177, 178]. Postupem času se vyvinula řada metod, např. „Flavour profile“, „Quantitative descriptive analysis“, „Quantitative flavor profiling“, „Sensory spectrum analysis“ aj., založených na stejném principu, liší se pouze způsobem výběru deskriptorů, výběru a školení posuzovatelů, zpracováním výsledků aj. [178, 188].

Sensorický profil (ČSN EN ISO 13299), aplikovaný v rámci této práce, patří mezi deskriptivní metody a je založen na představě, že sensorický dojem ze vzorku se skládá z počtu identifikovatelných dílčích sensorických vlastností, tzv. deskriptorů, které v různé míře přispívají k celkové kvalitě. Seznam odpovídajících deskriptorů, každý s hodnotou intenzity, je sensorický profil. Obvykle jsou vlastnosti řazeny v pořadí vnímání [178, 180, 181].

ČSN EN ISO 13299 definuje sensorický profil jako „*popis sensorických vlastností vzorku sestávající ze sensorických vlastností v pořadí, jak jsou vnímány a s přiřazenými hodnotami intenzit pro každou vlastnost*“.

Profilový test se v posledních letech vyvinul jako vědecká metoda sensorické analytiky, pomocí které lze provést důkladnou, hloubkovou analýzu různých potravin. V publikovaných pracích se používá nejčastěji, včetně aplikace na široké spektrum různých typů sýrů.

Z dostupných publikací lze uvést např. práce Ritvanen a kol. [189], kteří vytvořili seznam deskriptorů pro sensorické hodnocení sýrů Edam, sýrů typu Havarti a pro sýry Ementál a ementálského typu. Singh a kol. [121] vypracovali podrobný seznam deskriptorů pro

určování profilu flavouru sýru Čedar. U Zhanga a kol. [185] proškolení členové panelu vybrali profilovým testem společné deskriptory pro flavour a texturu sedmi druhů sýrů. Deskriptory byly poté vysvětleny.

Kraggerud a kol. [190] porovnávali různé typy komerčně získaných sýrů typu gouda.

Drake a kol. [38] se ve své práci pokusili vytvořit lexikon termínů (deskriptorů), na jejichž základě bude možné nejen kompletně popsat flavour sýrů a TS, ale také rozlišit jednotlivé typy TS, případně je odlišit od imitací. Vytvořený slovník nakonec obsahoval 18 deskriptorů pro aroma: sladké/aromatické, po převařeném mléce (cooked/milky), syrovátkové, po oxidovaném tuku (fatty/oxidized), po lepence (cardboard), po karamelizovaném sýru (caramelized/toasted cheese), biacetylu, po mléčném tuku, ovocné, sírové, po volných mastných kyselinách, „po potu“ (sweaty), po bujónu (brothy), rybí (fish food), karamelové, oříškové, mátové, „vitaminové“ a těstovité (doughy), doplněný o 5 základních deskriptorů chuti (sladká, slaná, kyselá, hořká a umami). Za klíčovou chuť pro flavour TS Drake a kol. [38] považují slanou. Při srovnání byly nalezeny podobné vlastnosti mezi TS a přírodními sýry. Avšak byly také nalezeny odlišné deskriptory, které se v přírodních sýrech vůbec nevyskytovaly, a to díky použitým surovinám při výrobě TS (zejména kaseiny a kaseináty) nebo u TSA použitím nemléčných ingrediencí (sójové nebo rýžové proteiny).

Muir a kol. [191, 192] srovnávali flavour a texturu TS klasických, se sníženým obsahem tuku [191] a analogů [192]. Pokusili se vytvořit lexikon termínů, umožňující rozdělení jednotlivých typů.

Yalman a kol. [175] srovnávali flavour TS vs. odpovídajících analogů.

3 CÍLE DIZERTAČNÍ PRÁCE

Informace uvedené v předchozích kapitolách slouží jako teoretický podklad pro vypracování dizertační práce, která je zaměřena na sledování senzorické kvality tavených sýrů a tavených sýrových analogů.

Cílem práce bylo popsat změny senzorické kvality (především flavouru) a souvisejících těkavých (aromaticky aktivních) látek v důsledku náhrady mléčného tuku rostlinnými substituenty. Za tímto účelem byly v rámci práce řešeny tyto dílčí úkoly:

- zpracování literární rešerše shrnující současný stav řešené problematiky,
- na základě rešerše výběr vhodných metod pro stanovení výše uvedených parametrů,
- optimalizace a validace vybraných metod (HS-SPME-GC-FID, senzorické metody),
- výroba modelových vzorků tavených sýrů a tavených sýrových analogů s použitím různých rostlinných tuků, aplikace metod na vyrobené vzorky,
- porovnání senzorické kvality a těkavých látek různých typů analogů,
- sledování změn senzorické kvality vzorků a těkavých látek v závislosti na zralosti použité eidamské cihly jako hlavní suroviny,
- sledování změn senzorické kvality vzorků a těkavých látek v závislosti na použitém rostlinném tuku,
- sledování změn senzorické kvality vzorků a těkavých látek a v průběhu několikaměsíčního skladování,
- posouzení vlivu těkavých látek na senzorickou kvalitu vyrobených vzorků.

4 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

4.1 Laboratorní vybavení

4.1.1 Chemikálie

Pro stanovení těkavých látek ve vzorcích byly použity následující standardy, všechny v čistotě p. a.: 2-hydroxypropanová kyselina (SIGMA-ALDRICH, Německo), 2-methylbutan-1-ol (SIGMA-ALDRICH, Německo), 2-methylpropan-1-ol (LACHEMA, Česká republika), 2-methylpropan-2-ol (LACHEMA, Česká republika), 2-methylpropanová kyselina (MERCK, Německo), 3,7-dimethylocta-1,6-dien-3-ol (ALFA-AESAR, Německo), 3-hydroxybutan-2-on (MERCK, Německo), 3-methylbutan-1-ol (MERCK, Německo), 3-methylbutan-1-al (SIGMA-ALDRICH, Německo), 3-methylbutanová kyselina (MERCK, Německo), 4-methylpentan-2-on (LOBA CHEMIE INDO AUSTRANAL CO., Indie), benzylalkohol (MERCK Německo), butan-1-ol (LACHEMA, Česká republika), butan-2,3-dion (MERCK, Německo), butan-2-ol (REONAL, Maďarsko), butan-2-on (LACHEMA, Česká republika), butanová kyselina, (SIGMA-ALDRICH, Německo), butylethanoát (LACHEMA, Česká republika), dekan-1-ol (MERCK, Německo), dekan-2-on (MERCK, Německo), dekanová kyselina (MERCK, Německo), ethanal (MERCK, Německo), ethanol (LACH-NER, Česká republika), ethanová kyselina (LACH-NER, Česká republika), ethylbutanoát (MERCK, Německo), ethyldekanoát (MERCK, Německo), ethylethanoát (LACHEMA, Česká republika), ethyloktanoát (MERCK, Německo), fenylethanal (SIGMA-ALDRICH, Německo), fenylethanol (MERCK, Německo), fenylmethanal (REACHIM, Rusko), heptan-2-ol (MERCK, Německo), heptan-2-on (MERCK, Německo), heptanal (MERCK, Německo), hexan-1-ol (MERCK, Německo), hexanal (MERCK, Německo), hexanová kyselina (MERCK, Německo), methanol (LACH-NER, Česká republika), methylethanoát (MERCK, Německo), nonan-2-ol (MERCK, Německo), nonan-2-on (MERCK, Německo), nonanal (MERCK, Německo), okt-1-en-3-ol (SIGMA-ALDRICH, Německo), oktan-1-ol (LACHEMA, Česká republika), oktan-2-ol (FLUKA CHEMIE, Švýcarsko), oktanal (MERCK, Německo), oktanová kyselina (REACHIM, Rusko), pentan-1-ol (LACHEMA, Česká republika), pentan-2-ol (MERCK, Německo), pentan-2-on (MERCK, Německo), pentanal (MERCK, Německo), propan-1-ol (LACHEMA, Česká republika), propan-2-ol (LACHEMA, Česká republika), propan-2-on (LACHEMA, Česká republika), propanal (MERCK, Německo), propanová kyselina (MERCK, Německo), propylethanoát (BRUXELUS, Belgie), undekan-2-on (MERCK, Německo).

4.1.2 Přístroje a pomůcky

Analýzy byly prováděny na plynovém chromatografu TRACE GC 2000 (ThermoQuest, Itálie) s plamenově ionizačním detektorem a split/splitless injektorem.

Použitá kapilární GC kolona – DB-WAX (30 m × 0,32 mm × 0,5 μm), SPME vlákno CAR/PDMS 85 μm (Supelco, Pennsylvánie, USA).

Bylo použito běžné laboratorní sklo Simax (Kavalier, Česká republika), vialky o objemu 4 ml, šroubovací uzávěry, septa, automatické pipety 0,5–10 μl, 10–100 μl, 100–1000 μl

(Biohit Proline, Finsko); vodní lázeň (Julabo TW2, Německo); analytické digitální váhy (Helago, Itálie) a nádobí a pomůcky pro senzorickou analýzu.

4.2 Analyzované vzorky

V rámci této práce byly provedeny dva obdobné experimenty zaměřené na výrobu a následnou analýzu modelových vzorků analogů tavených sýrů.

U obou experimentů byla jako hlavní surovina použita eidamská cihla (30 % tvs) různé zralosti (zralost 2, 4, 8 a 12 týdnů), vyrobená v mlékárně v Kroměříži (Kromilk a. s.), dále tavicí soli (Fosfa a.s., Břeclav), voda a různé druhy tuků: kokosový, palmový, směsný olej (Hobum, Oleochemicals GmbH, Hamburg, Německo) a máslo, meruňkový olej, lněný olej, rybízový olej a olej z hroznových jader, zakoupené v běžné tržní síti. Vyrobené vzorky obsahovaly 40 % sušiny a 50 % tvs. Přesné složení surovin je uvedeno v *Tabulce 4* a *Tabulce 5*.

Tabulka 4: Složení modelových tavených sýrových analogů pro Experiment I

Tuk použitý pro výrobu TSA	Množství suroviny [kg]			
	Eidamská cihla 30 %	Tuk/olej	Tavicí sůl	Pitná voda
palmový	0,450	0,118	0,024	0,305
kokosový	0,450	0,118	0,024	0,305
směsný olej	0,450	0,118	0,024	0,305
máslo	0,450	0,140	0,024	0,300

Tabulka 5: Složení modelových tavených sýrových analogů pro Experiment II

Tuk použitý pro výrobu TSA	Množství suroviny [kg]				
	Eidamská cihla 30 %	Máslo	Olej	Tavicí sůl	Pitná voda
hroznový olej	0,450	0,130	0,009	0,024	0,300
lněný olej	0,450	0,130	0,009	0,024	0,300
meruňkový olej	0,450	0,130	0,009	0,024	0,300
rybízový olej	0,450	0,130	0,009	0,024	0,300
máslo	0,450	0,140	-	0,024	0,300

Vzorky byly vyrobeny standardním technologickým postupem pro výrobu TS (viz kapitola 2.1.3) na UTB ve Zlíně. Suroviny byly rozkrájeny na menší kousky a dány do tavicího kotle (Vorwerk a Co. Thermomix, Německo), dále byla přidána voda a tavicí soli. Následně byla směs zahřívána za stálého míchání na 90 °C nepřímým ohřevem a udržována při této

teplotě 10 minut. Roztavená hmota byla plněna do plastových vaniček (viz **Obrázek 4**), uzavřena a uskladněna při teplotě 6 °C až do doby analýzy.

V rámci skladovacího experimentu byly analogy skladovány po dobu 6 měsíců při uvedených podmínkách a v pravidelných intervalech byly odebírány vzorky pro analýzy (viz **Tabulka 6**).



Obrázek 4: Ukázka vzorků analogů (Experiment II)

Pro rychlou orientaci v práci je v **Tabulce 6** uveden přehled značení jednotlivých vzorků.

Tabulka 6: Označení analyzovaných vzorků (TSA – tavený sýrový analog; EC – eidamská cihla)

Zralost EC	Doba skladování (měsíc)	Celkové označení	* použitý druh tuku	
2 týdny	0	TSA2t-*0	PT	palmový tuk
	1	TSA2t-*1	KT	kokosový tuk
	3	TSA2t-*3		
	6	TSA2t-*6		
4 týdny	0	TSA4t-*0	SO	směsný olej
	1	TSA4t-*1	HO	hroznový olej
	3	TSA4t-*3		
	6	TSA4t-*6		
8 týdnů	0	TSA8t-*0	LO	lněný olej
	1	TSA8t-*1	MO	meruňkový olej
	3	TSA8t-*3		
	6	TSA8t-*6		
12 týdnů	0	TSA12t-*0	RO	rybízový olej
	1	TSA12t-*1	MA	máslo
	3	TSA12t-*3		
	6	TSA12t-*6		

4.2.1 Příprava vzorků k analýze

Pro stanovení těkavých látek byly použity 4 ml vialky, do kterých byl navážen vždy 1 g vzorku sýru (tuku/oleje). Sýr byl nanesen na dno vialky, aby nedošlo k pozdějšímu kontaktu s SPME vláknem. Poté byla vialka uzavřena vzduchotěsným teflon-kaučukovým septem.

Pro senzorickou analýzu byly použity stejné vzorky TSA jako pro stanovení těkavých látek. Každý vzorek byl rozdělen na části cca po 7 g, vložen do skleněných kádinek označených náhodným trojmístným kódem a přikryt Petriho miskami (**Obrázek 5**). Neutralizátorem chuti byla pitná voda a bílé pečivo.



Obrázek 5: Vzorky připravené pro senzorickou analýzu

4.3 Použité metody a experimentální postupy

4.3.1 Stanovení těkavých látek

Pro identifikaci a kvantifikaci těkavých látek ve vzorcích byla použita mikroextrakce pevnou fází ve spojení s plynovou chromatografií s plameno-ionizační detekcí (HS-SPME-GC-FID).

4.3.1.1 Podmínky HS-SPME-GC-FID analýzy

Pro extrakci bylo použito SPME vlákno CAR/PDMS 85 μm ; doba inkubace 30 minut, doba extrakce 20 minut, teplota extrakce a inkubace 35 $^{\circ}\text{C}$, množství vzorku 1 g.

Pro stanovení byl použit plynový chromatograf TRACE GC (ThermoQuest Italia S. p. A., Itálie) a kapilární kolona DB-WAX (30 m $\times$ 0,32 mm $\times$ 0,5 μm).

Teplota desorpce (injektoru) 250 $^{\circ}\text{C}$, doba desorpce 20 minut. Dávkování splitless (ventil uzavřen 10 minut).

Nosný plyn dusík (průtok 0,9 ml·min⁻¹), teplotní program: 42 $^{\circ}\text{C}$ s výdrží 1 minuta, vzestupný gradient 5 $^{\circ}\text{C}$ za minutu do 200 $^{\circ}\text{C}$ s výdrží 7 minut. Celková doba analýzy 42 minut.

Detektor plamenově ionizační (FID), 220 °C, průtok vodíku 35 ml·min⁻¹, průtok vzduchu 350 ml·min⁻¹, make-up dusíku 30 ml·min⁻¹.

4.3.1.2 Identifikace a kvantifikace těkavých látek

Identifikace byla provedena srovnáním retenčních časů s identickými standardy, kvantifikace metodou vnějšího standardu – srovnáním ploch píků se standardy o známé koncentraci měřenými za identických podmínek.

4.3.2 Senzorické hodnocení

Senzorické hodnocení probíhalo ve specializované senzorické laboratoři vybavené v souladu s normou ČSN ISO 8589. Hodnotitelé byli vybráni z řad studentů fakulty chemické, kteří úspěšně absolvovali seminář senzorické analýzy a také senzorické zkoušky podle požadavků příslušných norem (ČSN ISO 5496; ČSN EN ISO 8586; ČSN ISO 3972). Hodnotitelé byli dále proškoleni z principů použitých senzorických zkoušek a jejich úroveň odpovídala definici „vybraný posuzovatel“ ve smyslu ČSN ISO 5492. Jednotlivých hodnocení se účastnilo 20 hodnotitelů.

Senzorická analýza vycházela z platných ČSN a skládala se z hodnocení pomocí stupnic, profilového testu, pořadové zkoušky a hodnocení časového vývoje chuti.

V experimentu I byly hodnoceny vzhled a barva, lesk, konzistence (textura), chuť a vůně (flavour) a celková senzorická kvalita/přijatelnost vzorků pomocí sedmibodové kategorové ordinální stupnice hedonického typu (1 – vynikající $\Rightarrow$ 7 – nepříjemný) (ČSN ISO 4121); v rámci profilového testu byla hodnocena intenzita vybraných deskriptorů chuti (žluklá, olejovitá, příp. cizí pachů a „jiná“) pomocí obdobné stupnice intenzitního typu (1 – neznatelná $\Rightarrow$ 7 – velmi silná) (ČSN EN ISO 13299). Pokud hodnotitelé detekovali „jinou“ chuť nebo pachů, byli požádáni o její podrobnější popis; na závěr v rámci pořadové zkoušky (ČSN ISO 8587) měli hodnotitelé seřadit vzorky podle svých preferencí (1 – nejlepší $\Rightarrow$ 4 – nejhorší vzorek).

Pro experiment II byl použit mírně odlišný dotazník.

Vzhled a barva, lesk, konzistence (textura), chuť a vůně (flavour) a celková senzorická kvalita/přijatelnost vzorků byly hodnoceny z hlediska hedonického obdobně jako v experimentu I; v rámci profilového testu byla hodnocena intenzita vybraných deskriptorů chuti (kyselá, slaná, hořká, sýrová, olejovitá, příp. cizí pachů) pomocí stupnice intenzitního typu (1 – neznatelná $\Rightarrow$ 7 – velmi silná) (ČSN EN ISO 13299); intenzita vůně a chuti byly hodnoceny pomocí stupnice (1 – neznatelná $\Rightarrow$ 7 – velmi silná) (ČSN ISO 4121).

Použité formuláře jsou uvedeny v příloze 6 a 7.

4.4 Statistické zpracování výsledků

Výsledky byly zpracovány pomocí programu MS Excel 2010.

Obsah vybraných těkavých látek je vyjádřen graficky, chybové úsečky vyjadřují směrodatnou odchylku měření. Každý vzorek byl analyzován třikrát ($n = 3$).

Výsledky senzorické analýzy jsou vyjádřeny graficky jako medián hodnocení všech hodnotitelů ($n = 20$), chybové úsečky vyjadřují rozptyl hodnot.

Pro zjištění rozdílů mezi vzorky byla použita parametrická jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA – Analysis of Variance) s následným Tukeyho HSD testem.

V případě senzorické analýzy byl aplikován Kruskal-Wallisův test.

Veškeré statistické testování bylo provedeno na hladině statistické významnosti $\alpha = 0,05$, použitý statistický software XLstat (Addinsoft, New York, NY).

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

Tato práce se zabývá sledováním senzorické kvality TSA, se zaměřením především na chutnost (flavour) a s ní související obsah těkavých (aromaticky aktivních) látek.

Podstatou práce bylo posouzení vlivu přídatku různých rostlinných tuků/olejů na zmíněné parametry, zároveň byly sledovány jejich změny v průběhu skladování. Práce probíhala ve spolupráci s Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně, která disponuje potřebným technologickým vybavením; modelové vzorky byly vyrobeny standardním technologickým postupem pro výrobu TS (viz kap. 4.2).

Na základě provedené literární rešerše byla pro analytické stanovení těkavých látek vybrána metoda založená na extrakci analytů pomocí headspace mikroextrakce tuhou fází ve spojení s plynovou chromatografií s plameno-ionizační detekcí (HS-SPME-GC-FID) (kap. 4.3.1); pro hodnocení senzorické kvality vzorků, se zaměřením především na flavour, byly použity metody vycházející z platných ČSN (kap. 4.3.3).

Experimentální část byla rozdělena do dvou experimentů, které se lišily složením modelových vzorků analogů (především použitím různých druhů tuků). V prvním experimentu byl tradiční tuk (máslo) zcela nahrazen vybranými rostlinnými tuky; byly použity tuky v praxi často používané s cílem zjistit senzoricky nejvhodnější produkt. Ve druhém experimentu byla nahrazena pouze část (1 % hm. - vyjádřeno na celkovou hmotu vzorku) másla rostlinnými oleji s vyšším obsahem biologicky aktivních látek s cílem vylepšit nejen senzorickou, ale i nutriční hodnotu konečného výrobku. Jako obdoba klasického TS a standard pro porovnání byl stejným postupem vyroben vzorek pouze z másla, bez přídatku rostlinných olejů.

Jako hlavní surovina pro výrobu vzorků byla použita eidamská cihla (30 % tvs) v různých fázích zralosti (2, 4, 8 a 12 týdnů). Především v průběhu zrání se tvoří podstatná část těkavých látek v přírodních sýrech, což může významně ovlivnit flavour vyrobených tavených analogů, a jedná se proto o další faktor, jehož vliv byl v práci sledován a posuzován.

5.1 Optimalizace a validace použitých metod

Pro studium tak komplexní matrice, jako jsou sýry a TS, je třeba používat účinné metody. Pro ověření kvality a funkčnosti analytické metody je nezbytné ji validovat.

Validace metody je obecně definována jako proces, který má za cíl prokázat kvalitu analytické metody za definovaných podmínek, neboli ověřit platnost zvoleného analytického postupu [194]. Podle mezinárodní normy (ČSN EN ISO/IEC 17025) je validace metody „*potvrzení přezkoušením a poskytnutí objektivního důkazu, že jsou jednotlivé požadavky na specifické zamýšlené použití splněny*“. Provádí se stanovením definovaných kritérií a měřením hodnot těchto kritérií, pomocí reálných vzorků pro celý předepsaný koncentrační rozsah a různé matrice.

Postup optimalizace a validace použité metody HS-SPME-GC-FID byl publikován v práci Divišové a kol. [195], v rámci validace byla ověřena linearita, opakovatelnost, reprodukovatelnost, limity detekce a kvantifikace. Metoda je na ÚCHPBT zavedena a používána pro analýzu různých vzorků potravin, v rámci této práce byly provedeny drobné modifikace metody pro aplikaci na analýzu sýrů a TS.

Opakovatelnost/reprodukovatelnost, vyjádřená jako RSD, byla ve všech případech < 10 %. Linearita byla testována v koncentračním rozsahu 0,01 – 200 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, všechny korelační koeficienty byly v rozmezí 0,988 – 0,999. Limity detekce se pohybovaly v rozsahu od 0,01 – 0,5 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ a limity kvantifikace v rozsahu 0,03 – 1,8 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$.

Optimální podmínky metody jsou uvedeny v kap. 4.3.1.

Výsledky prokázaly linearitu metody v celém uvažovaném koncentračním rozsahu, metoda je přesná, dostatečně citlivá, a přestože použitá extrakční technika (SPME) má některé nevýhody – nízká výtěžnost, robustnost, a především možnost tzv. kompetitivní sorpce (tj. vytlačování již nasorbovaných sloučenin látkami s vyšší distribuční konstantou) [127, 152], metoda má dobrý potenciál i pro kvantifikaci a lze ji použít pro měření i nízkých koncentrací těkavých látek v TS. Metoda je jednoduchá a rychlá, což umožní i její případné rutinní využití v praxi.

Co se týče použitých senzorických metod, vycházely z platných ČSN; jak uvádí Barek a kol. [194], při převzetí normovaných metod validaci není nutno provádět.

5.2 Experiment I

Jak již bylo zmíněno, v prvním experimentu byly vyrobeny analogy, v nichž byl mléčný tuk (máslo) zcela nahrazen vybranými rostlinnými tuky; byly použity tuky v praxi často používané - kokosový, palmový tuk a „směsný olej“ blíže nespecifikovaného složení. Jejich výhodou je snadná dostupnost a poměrně nízká cena, na druhou stranu ale nelze, vzhledem k jejich složení, očekávat významný pozitivní nutriční efekt.

Stanovení těkavých látek bylo provedeno ihned po utavení vzorků, následně po 1, 3 a 6 měs. skladování (< 6 °C), senzoricky byly vzorky hodnoceny ihned po utavení a po 3 měs. skladování. Cílem experimentu bylo (i) posoudit kvalitu vyrobených analogů a vybrat senzoricky nejvhodnější produkt, (ii) posoudit vliv různé zralosti eidamské cihly, (iii) vliv použitého oleje, (iv) vliv různé doby skladování na senzorickou kvalitu a těkavé látky vzorků.

Kromě vyrobených analogů byly analyzovány i vzorky použitých surovin, tj. eidamská cihla (v různých fázích zralosti), použité tuky a máslo, s cílem posoudit jejich příspěvek ke složení těkavých látek analogů.

5.2.1 Stanovení těkavých látek

Vzhledem k dostupnosti na ÚCHPBT, pro sledování těkavých látek ve vzorcích byla použita, jak již bylo zmíněno, metoda HS-SPME-GC-FID.

Přítomné sloučeniny byly identifikovány porovnáním retenčních časů s identickými standardy, kvantifikace byla provedena metodou vnějšího standardu - srovnáním ploch píků se standardy o známé koncentraci měřenými za identických podmínek. Standardy byly vybírány na základě provedené literární rešerše podle předpokládané přítomnosti ve vzorcích, jejich přehled je uveden v kap. 4.1.1. Nevýhodou tohoto přístupu je, že vzhledem k vysoké ceně a v některých případech obtížné dostupnosti standardů, nebylo možné identifikovat všechny píky, tj. všechny sloučeniny ve vzorcích. Proto byla pozornost zaměřena jen na vybrané sloučeniny (viz dále), u nichž bylo možné provést i kvantifikaci díky použití

standardů. Přítomnost těkavých látek ve vzorcích tak mohla být posuzována z hlediska jejich počtu i obsahu.

5.2.1.1 *Identifikace těkavých látek ve vzorcích*

Přehled sloučenin identifikovaných ve vzorcích je uveden v *Příloze 1 a 2*.

Vzhledem k mírným odchylkám retenčních časů je vždy uveden průměr všech měření, relativní odchylky se pohybovaly v hodnotách < 1 %, takže reprodukovatelnost kvalitativní analýzy lze považovat za výbornou. Ukázky chromatogramů jsou v *Příloze 5*.

Celkem bylo ve vzorcích identifikováno 58 těkavých sloučenin, sloučeniny byly rozděleny pro lepší porovnávání do skupin, které obvykle korelují s typem funkční skupiny v molekule. Jedná se o alkoholy, aldehydy, ketony, karboxylové kyseliny, estery a terpeny. Všechny identifikované látky lze považovat za aromaticky aktivní, tj. vykazují určitou vůni/pach a mohou tak přispívat k flavouru vzorků. Identifikované sloučeniny byly porovnány s dostupnými publikacemi [45, 90-93], popis jejich aroma je uveden v tabulkách v *Příloze 1 a 2*.

Ve vzorcích bylo identifikováno celkem 21 alkoholů. Dráhy zodpovědné za biosyntézu alkoholů v přírodních sýrech zahrnují metabolismus laktosy a citrátu, katabolismus aminokyselin, redukci methylketonů a degradaci některých MK (linolová, linolenová). Mezi významné reakce patří jejich oxidace na karboxylové sloučeniny a esterifikace [92].

Ve vzorcích bylo dále identifikováno 10 aldehydů, jejich biosyntéza zahrnuje především β -oxidaci nenasycených MK a katabolismus aminokyselin, případně metabolismus citrátu a laktátu [92].

Ketony v sýrech pocházejí z β -oxidace MK, případně z metabolismu laktátu a citrátu [92, 95]. Ve vzorcích jich bylo identifikováno 10.

Zatímco MK s delším řetězcem vznikají lipolýzou mléčného tuku nebo rozkladem aminokyselin, kratší MK pochází z degradace laktosy, aminokyselin, příp. mohou být odvozeny z ketonů, esterů a aldehydů oxidací [95]. V našich vzorcích bylo identifikováno 9 kyselin s krátkým řetězcem (< 10 C); protože těkavost MK se zvyšujícím se počtem uhlíků klesá [46], použitou metodou (HS-SPME-GC-FID) víceuhlíkaté nebyly detekovány.

Estery vznikají esterifikací MK a primárních a sekundárních alkoholů [46]. Ve vzorcích byly identifikovány methyl-, ethyl-, propyl- a butylestery, celkem 7 sloučenin. Protože převažujícím alkoholem v sýrech je ethanol [47], mezi estery převažovaly ethylestery – celkem 4.

Ve vzorcích EC byl identifikován 1 terpen (linalool), v grafech je zařazen do skupiny „ostatní“ sloučeniny. Terpeny jsou charakteristické spíše pro rostlinné materiály, konkrétně linalool byl identifikován např. v meruňkách [65, 66], do mléka a následně i do sýrů se pravděpodobně dostávají jako součást stravy dojnic [167]

Ve všech vzorcích byly nejvíce zastoupeny alkoholy, aldehydy a ketony.

Z klíčových AAL, které bývají obvykle identifikovány v eidamských sýrech, byl v našich vzorcích nalezen biacetyl, acetoin, hexanal, 2-methylbutan-1-ol, 3-methylbutan-1-ol, 2-methylpropan-1-ol, 3-methylbutan-1-al, ethylbutanoát a kyseliny octová, máselná a 3-methylbutanová [45–47, 120].

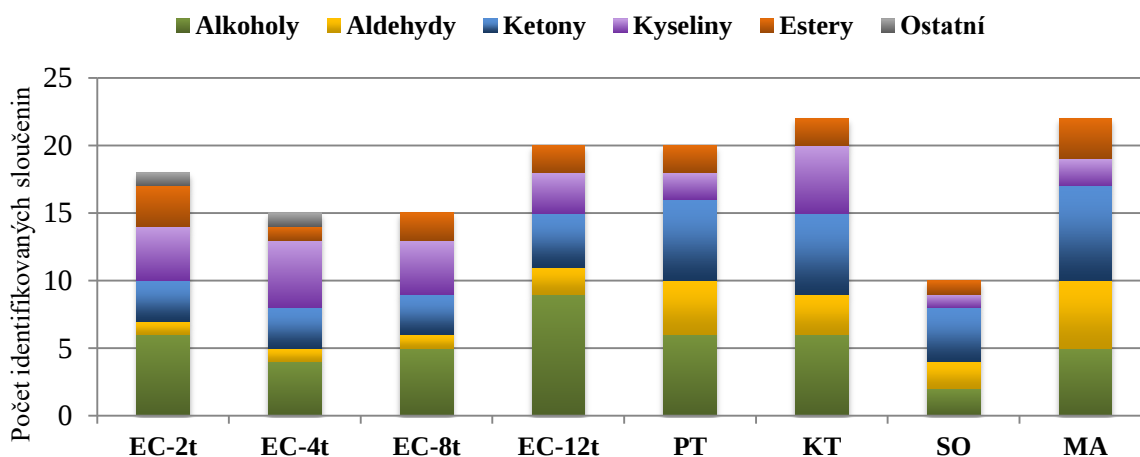
V následujících kapitolách jsou posuzovány jednotlivé faktory ovlivňující těkavé látky vzorků, výsledky jsou přehledně prezentovány formou grafů.

Srovnání počtu těkavých látek v použitých surovinách (tuky vs. eidamská cihla)

Srovnání počtu těkavých látek v použitých surovinách, rozdělené podle chemických skupin na **Obrázku 6**.

Optimální doba zrání eidamských sýrů je 2–5 měsíců [21, 25], v ČR se často expedují dříve (kvůli snížení nákladů). Pro výrobu analogů byla použita eidamská cihla nezralá (2 týdny) až „dobře“ prozralá (12 týdnů). Vzhledem k tomu, že flavour, a sním související těkavé látky, se v přírodních sýrech tvoří především při procesu zrání [94–97], lze předpokládat, že jejich počet se bude v průběhu zrání zvyšovat. Jak je vidět z grafu na **Obrázku 6**, tento předpoklad se však nepotvrdil. Nejvíce těkavých látek sice bylo identifikováno v EC zralé 12 týdnů, celkem 20. Nejméně těkavých látek však bylo v eidamské cihle 4 týdny a 8 týdnů zralé, celkem 15.

Během zrání EC se zastoupení těkavých látek měnilo, a pravděpodobně tak v průběhu zrání u některých sloučenin dochází metabolismem mikroorganismů k jejich utilizaci, jiné naopak jejich činností vznikají.



Obrázek 6: Počet identifikovaných těkavých látek v surovinách použitých pro výrobu analogů (eidamská cihla různé zralosti, rostlinné tuky). Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Pokud budeme sledovat změny jednotlivých skupin sloučenin, u alkoholů docházelo v průběhu zrání k poklesu, ale u EC-12t naopak k nárůstu. Některé alkoholy, konkrétně ethanol a butan-1-ol, byly nalezeny u všech vzorků EC, jiné (propan-2-ol, 3-methylbutan-1-ol) byly identifikovány pouze u vzorků EC-2t a EC-12t. Butan-2-ol, heptan-2-ol, fenylethanol nebyly identifikovány u vzorku EC-2t, naopak u EC-12t všechny identifikovány byly. Aldehydů bylo identifikováno nejméně, a opět nejvíce v EC-12t. Může to být způsobeno tím, že aldehydy jsou dále degradovány na alkoholy nebo oxidovány na kyseliny [92, 108]. Nejvíce ketonů se nacházelo v EC-12t. Kyselin bylo nejvíce identifikováno v EC-4t, nejméně v EC-12t. Identifikované estery ve vzorcích EC byly všechny ethylestery, což je způsobeno převládajícím alkoholem ethanolem v sýrech [47]. Ve vzorcích EC-2t a EC-4t byl navíc identifikován linalool (3,7-dimethylocta-1,6-dien-3-ol).

Jak již bylo zmíněno, obsahu těkavých sloučenin v rostlinných olejích není věnována velká pozornost. Nalezené práce jsou staršího data, jako např. práce Pai a kol. [196], kteří analyzovali vzorky kokosového oleje získaného za studena a podrobené záhřevu na 180 °C. Olej tepelně neošetřený obsahoval minimum sloučenin ve stopových koncentracích, převážně nasycené a nenasycené uhlovodíky. Olej podrobený záhřevu obsahoval vyšší počet sloučenin, z čehož lze usuzovat, že podstatná část těkavých látek v olejích se tvoří díky záhřevu.

Jako sloučeniny důležité pro aroma kokosového oleje se uvádějí uhlovodíky, aldehydy, alkoholy, methyl ketony a δ -laktony, specifické kokosové aroma je přisuzováno laktonům [196].

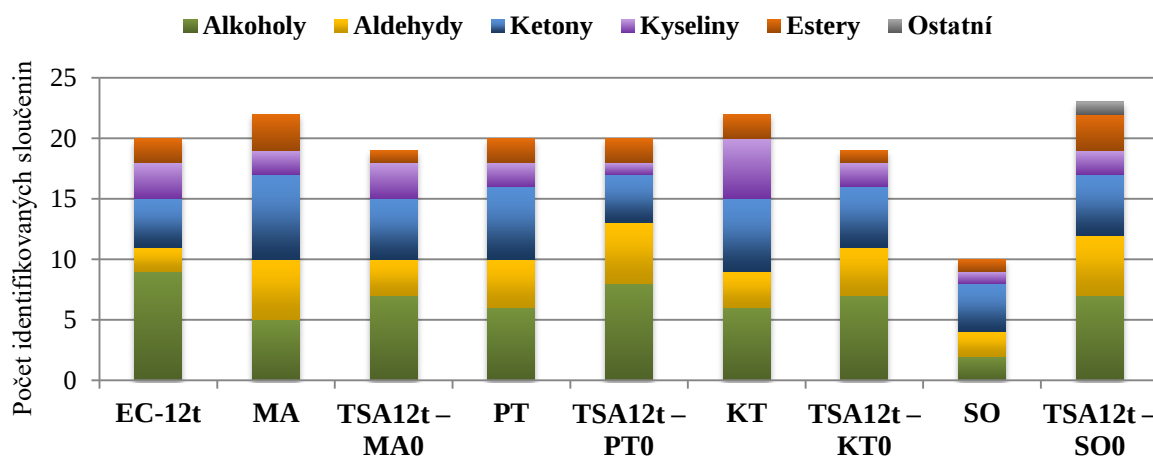
Z novějších lze uvést práci Mulyadi a kol. [197], kteří analyzovali celkem 24 komerčně získaných vzorků panenského kokosového oleje a identifikovali 14 sloučenin – oktan, 2-heptanon, 2-pentanon, hexanal, nonanal, ethyl acetát, ethyloktanoát, ethyldekanoát, kyseliny octová, oktanová a dodekanová, δ -oktalakton, δ -dekalakton a limonen. Laktony byly nalezeny ve všech vzorcích, především δ -oktalakton ve vyšších množstvích.

Podstatně lépe je z tohoto hlediska prozkoumáno máslo, byla publikována řada prací, jejichž výsledky jsou shrnuty v přehledné práci Mallia a kol. [52].

Co se týče tuků, použitých pro výrobu našich analogů, jsou mezi nimi patrné významné rozdíly (**Obrázek 6**). Nejvíce látek bylo identifikováno v kokosovém tuku a v másle, dále v palmovém tuku a nejméně ve směsném oleji. Ve všech převažovaly alkoholy a ketony.

Srovnání počtu těkavých látek (analogy vs. použité oleje)

Pro zkoumání, které sloučeniny v TSA pocházejí z EC a které z olejů, byly použity TSA ihned po výrobě (skladování 0 měs.), aby výsledek nebyl ovlivňován případným vznikem sloučenin během skladování, a na ukázkou nejzralejší EC (12 týdnů – nejvíce identifikovaných sloučenin – 20). Srovnání je uvedeno na **Obrázku 7**.



Obrázek 7: Celkový počet identifikovaných těkavých látek v TSA (eidamská cihla zralosti 12 týdnů, analogy vs. použité oleje). Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

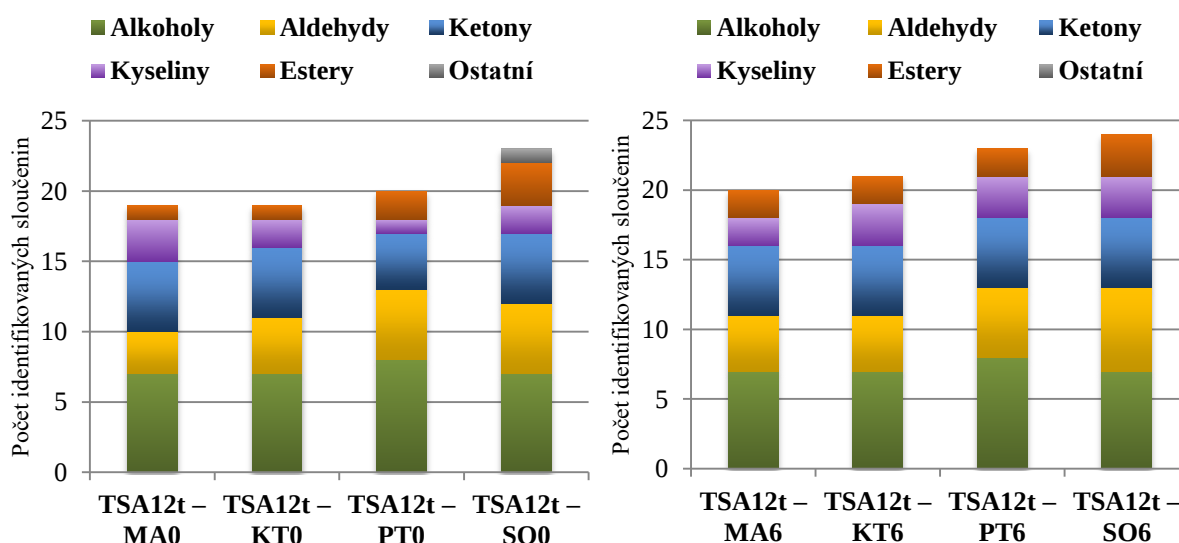
Z grafu na **Obrázku 7** je patrné, že v TSA bylo téměř vždy nalezeno méně sloučenin, než v odpovídajícím tuku, zřejmě došlo k jejich ztrátám vlivem vysoké teploty, rozdíly však jsou

zanedbatelné; výjimku tvořil směsný olej, v tomto TSA byl nalezen více než dvojnásobek látek, což je pravděpodobně způsobeno malým počtem látek nalezených ve směsném oleji (10), většina sloučenin zde pravděpodobně pochází z EC.

Ve všech TSA docházelo především ke změnám v rámci počtu jednotlivých skupin sloučenin. Většina alkoholů byla identifikována v EC a následně i v TSA. Spíše byl zaznamenán úbytek alkoholů během výroby. U aldehydů tomu bylo opačně. V EC byly identifikovány pouze 2 aldehydy. Naopak v TSA bylo identifikováno více aldehydů, většina z nich (např. heptanal, fenylmethanal, hexanal) pak pocházela z použitých tuků nebo vznikla během procesu výroby. Celkový počet ketonů byl kromě TSA se směsným olejem vždy menší v TSA oproti obsahu ketonů v samotném tuku. Ketony (butan-2-on, butan-2,3-dion, 3-hydroxybutan-2-on) byly identifikovány v EC, tucích (kromě SO), i v TSA. Pentan-2-on, který se nacházel ve všech tucích, ale ne v EC, byl identifikován ve všech TSA kromě TSA s palmovým tukem. Propan-2-on byl také identifikován ve všech tucích, použitých na přípravu TSA, ale ve vzorcích analogů se objevil pouze u TSA-SO. Kyselina ethanová (octová) se nacházela ve všech surovinách, i v TSA. Kyselina hexanová nebyla identifikována pouze u TSA s palmovým tukem, což bylo překvapivé, protože se nacházela jak v EC, tak i v samotném palmovém tuku a dalo se předpokládat, stejně jako u ostatních TSA, že pochází z použitých surovin. Pouze v TSA s máslem byla identifikována kyselina butanová. Co se týče esterů, došlo k jejich poklesu při výrobě TSA, výjimkou byl TSA se směsným tukem, kde jich bylo identifikováno nejvíce. ethyldekanoát a ethylbutanoát nebyly ani v EC, ani v použitém směsném oleji, pravděpodobně vznikly při výrobě TSA.

Srovnání počtu těkavých látek jednotlivých typů tavených sýrových analogů

Cílem této kapitoly bylo posoudit rozdíly mezi jednotlivými vzorky TSA, resp. vliv použitých různých rostlinných tuků. Pro lepší přehlednost byly vybrány pouze vzorky na začátku a konci skladovacího pokusu (0 a 6 měs.) a na ukázkou opět nejzralejší EC (12 týdnů). Výsledky jsou uvedeny na **Obrázku 8**.



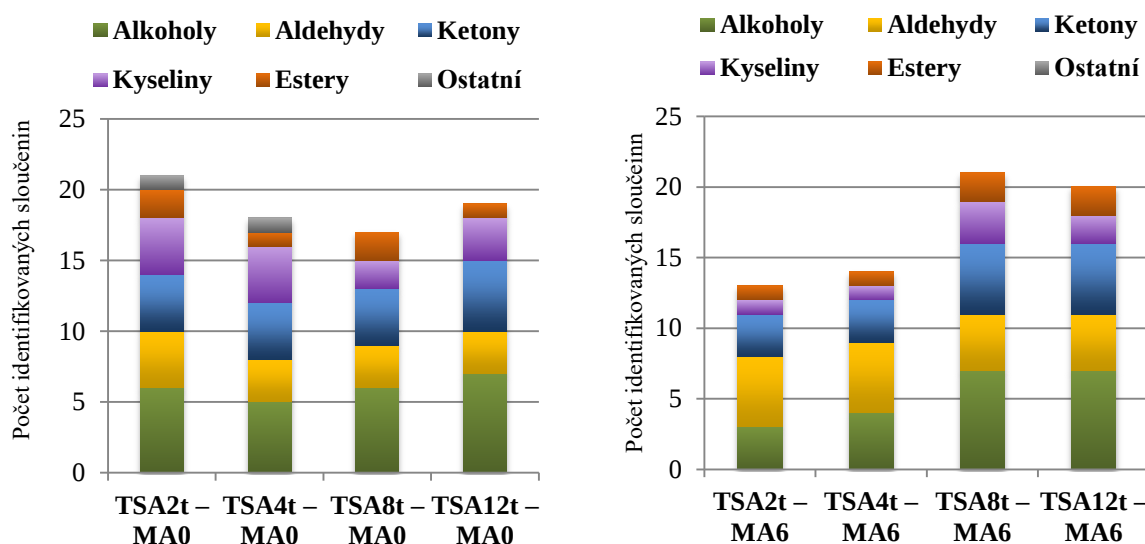
Obrázek 8: Celkový počet identifikovaných těkavých látek v TSA s eidamskou cihlou zralosti 12 týdnů. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Mezi vzorky jsou patrné rozdíly, počet identifikovaných sloučenin se zvyšoval v pořadí MA $\Rightarrow$ KT $\Rightarrow$ PT $\Rightarrow$ SO, na začátku i na konci skladování. Celkem překvapivě bylo nejvíce sloučenin identifikováno v TSA se směsným olejem, přestože jich v samotném směsném oleji bylo identifikováno nejméně. V TSA se směsným olejem bylo nalezeno nejvíce esterů a také terpen linalool.

Vliv různé zralosti eidamské cihly

Při sledování změn počtu těkavých látek v závislosti na zralosti použité EC jako hlavní suroviny jsou opět pro přehlednost prezentovány pouze vzorky na začátku a konci skladovacího pokusu (0 a 6 měs.). Mezi jednotlivými vzorky TSA byly shledány rozdíly.

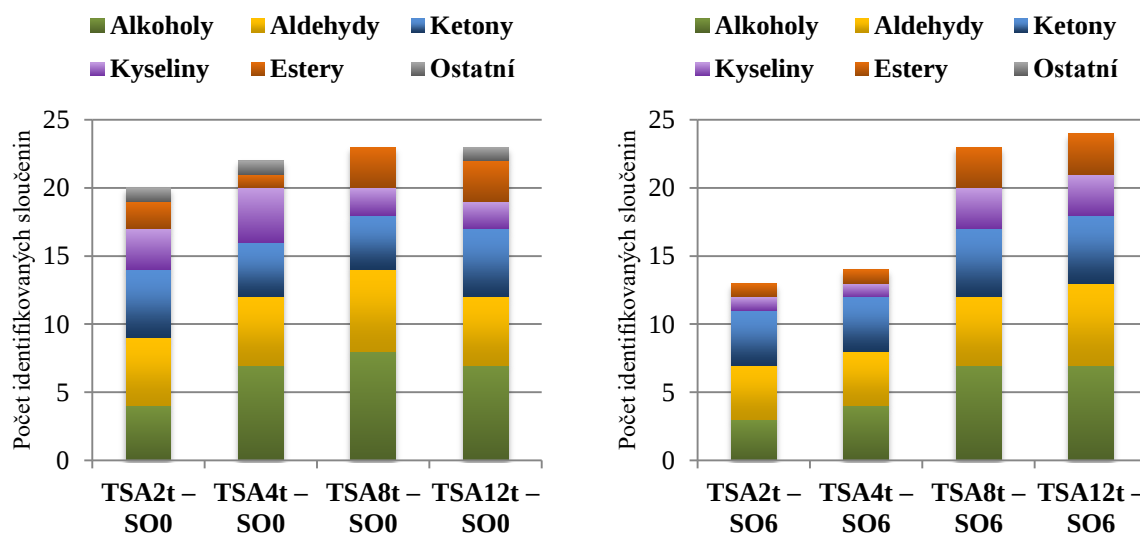
Při hodnocení TSA s máslem (**Obrázek 9**) ihned po utavení počet sloučenin vykazoval spíše klesající trend, nejvíce sloučenin bylo identifikováno ve vzorku s 2 týdny zralou EC a nejméně ve vzorku s EC zralosti 8 týdnů. Po 6 měsících tomu bylo naopak – trend byl spíše stoupající – nejvíce sloučenin bylo nalezeno v TSA s 8 týdnů zralou EC. Při identifikaci sloučenin ihned po utavení byl především patrný úbytek kyselin v závislosti na delší zralosti EC.



Obrázek 9: Celkový počet identifikovaných těkavých látek v TSA s máslem s eidamskou cihlou různé zralosti. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Rozdílné výsledky byly zaznamenány u ostatních TSA. Pro srovnání byl vybrán TSA se směsným olejem (**Obrázek 10**). V tomto případě počet sloučenin stoupal, na začátku skladování mírně, na konci výrazněji.

Ihned po utavení bylo nejvíce sloučenin identifikováno ve vzorku s 8 a 12 týdnů zralou EC a stejně tak tomu bylo po 6 měsících skladování.

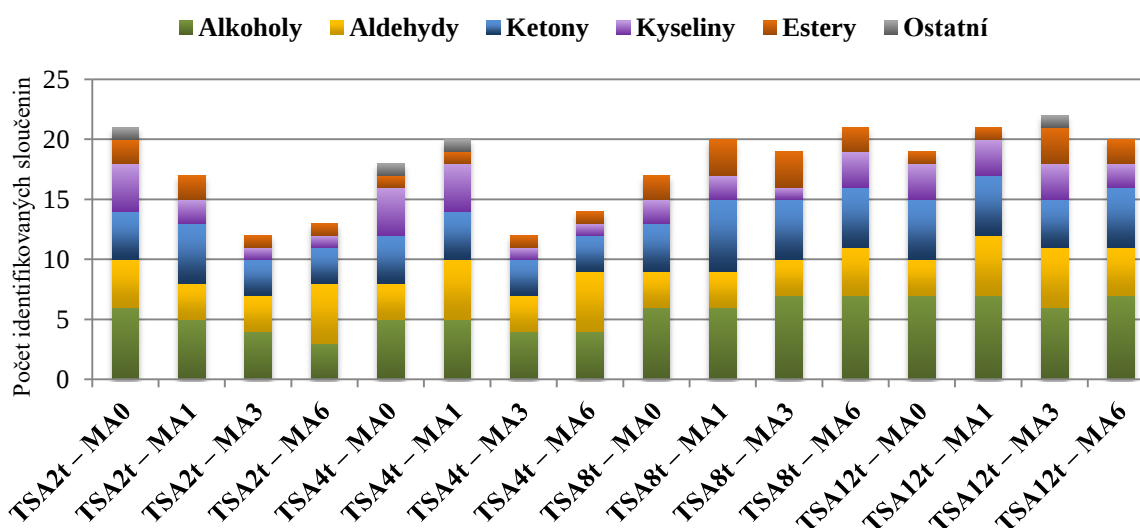


Obrázek 10: Celkový počet identifikovaných těkavých látek v TSA se směsným olejem s eidamskou cihlou různé zralosti. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Změny těkavých látek během skladování analogů

V této kapitole je věnována pozornost skladování vzorků, tedy jakým způsobem skladovací doba ovlivňuje počet sloučenin v jednotlivých TSA. Trvanlivost TS je řádově několik měsíců, dle Buňky a kol. [10] cca 3–4 měsíce. V rámci tohoto experimentu byly TSA skladovány po dobu 6 měsíců při chladírenské teplotě ($< 6^{\circ}\text{C}$).

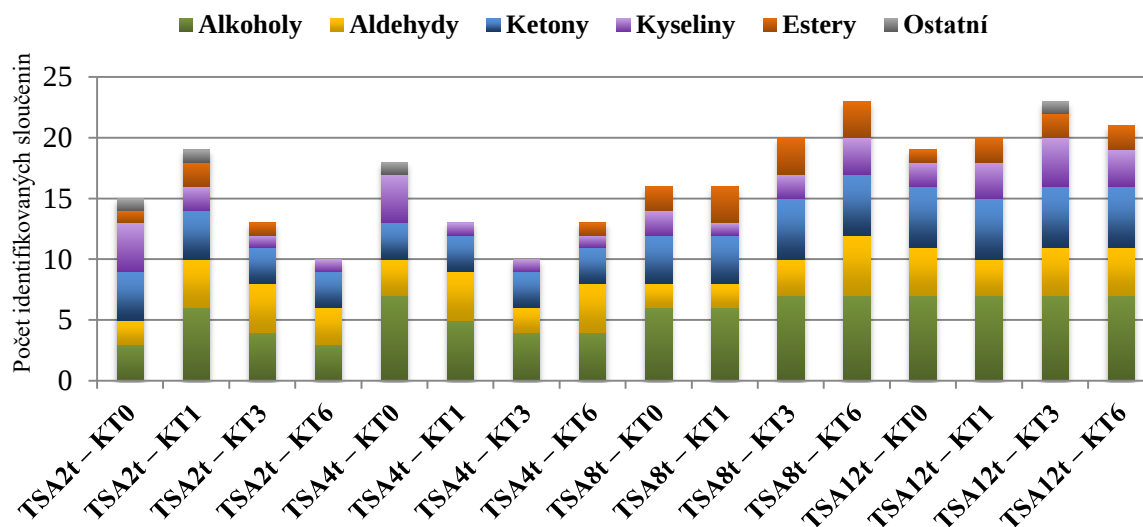
Výsledky jsou pro přehlednost rozděleny do čtyř tabulek a grafů podle jednotlivých TSA. U všech TSA je patrný vliv skladování na vývoj těkavých látek. Je však nutné podotknout, že se jejich vývoj lišil s různě zralou EC.



Obrázek 11: Celkový počet těkavých látek identifikovaných v TSA s máslem s eidamskou cihlou různé zralosti v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Srovnání těkavých látek v TSA s máslem je v na **Obrázku 11**. S méně zralou EC (2 a 4 týdny) došlo k poklesu identifikovaných sloučenin. U zralejší EC (8 a 12 týdnů) došlo naopak k mírnému zvýšení počtu těkavých sloučenin během skladování TSA.

Srovnání těkavých látek v TSA s kokosovým tukem je na **Obrázku 12**. Byl sledován podobný průběh, stejně jako u TSA s máslem, u vzorků s EC 2 a 4 týdny zralou došlo k poklesu počtu těkavých látek. U TSA-KT se zralejší EC (8 a 12 týdnů) naopak k nárůstu těkavých látek v průběhu skladování. Největší rozdíl byl zaznamenán u vzorků s 8 týdnů zralou EC. Velký nárůst byl především u aldehydů.

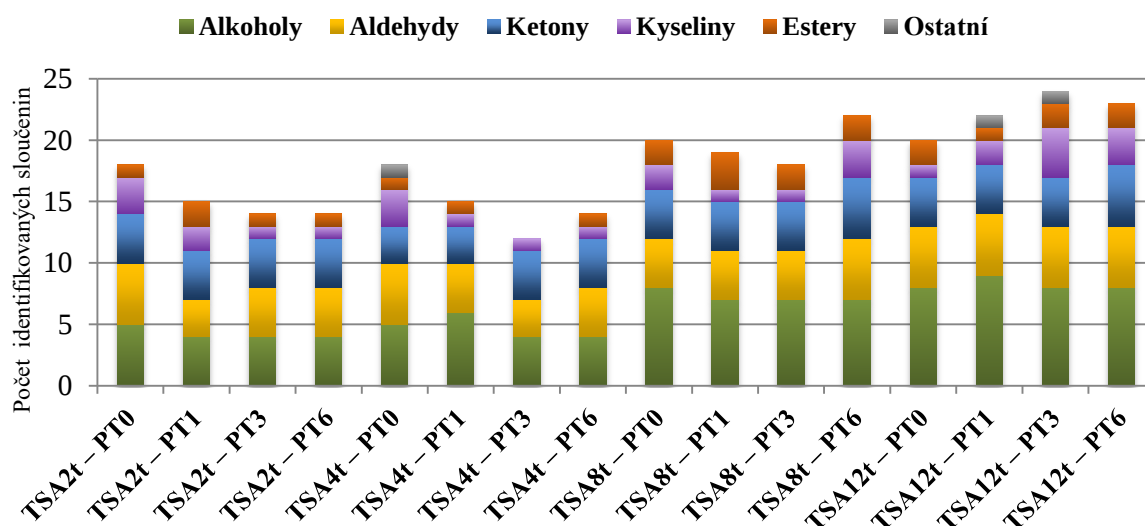


Obrázek 12: Celkový počet těkavých látek identifikovaných v TSA s kokosovým tukem s eidamskou cihlou různé zralosti v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

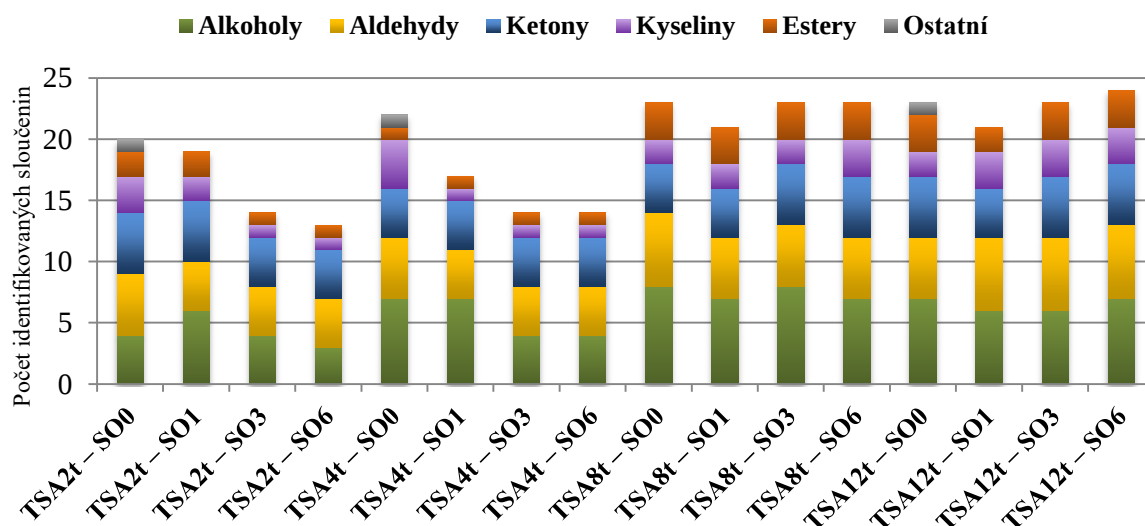
Velmi podobný trend vývoje počtu těkavých látek byl sledován i TSA s palmovým tukem. Srovnání je uvedeno na **Obrázku 13**. Co se týče chemických skupin sloučenin, tvorba alkoholů ve vzorcích TSA-KT v průběhu skladování mírně klesala. Méně alkoholů obsahovaly vzorky s méně zralou EC. Aldehydy i ketony nevykazovaly stoupající, ani klesající trend.

Srovnání těkavých látek v TSA se směsným olejem je na **Obrázku 14**. Opět je patrný obdobný vliv zralosti EC na vývoj počtu těkavých látek v průběhu skladování. S nízkou zralostí EC počet sloučenin klesal, u EC vyšší zralosti (8 a 12 týdnů) nedocházelo k výrazným změnám během skladování.

Celkový počet alkoholů u jednotlivých šarží (různá zralost EC) v průběhu skladování mírně klesal. Počet aldehydů také klesal, kromě série se zralou EC 12 týdnů, kde měl opačný trend. Ketony byly identifikovány téměř ve stejném počtu ve všech vzorcích TSA-SO. Počet kyselin u vzorků EC-2t a EC-4t klesal v průběhu skladování, naopak u vzorků EC-8t a EC-12t mírně stoupal.



Obrázek 13: Celkový počet těkavých látek identifikovaných v TSA s palmovým tukem s eidamskou cihlou různé zralosti v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**



Obrázek 14: Celkový počet těkavých látek identifikovaných v TSA se směsným olejem s eidamskou cihlou různé zralosti v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Trend sice nebyl jednoznačný, ale celkově lze shrnout, že s méně zralou EC se počet sloučenin během skladování spíše snižoval, se zralější EC tomu bylo naopak.

5.2.1.2 Kvantifikace těkavých látek ve vzorcích

Jak je vidět z výsledků předchozí kapitoly, rozdíly v počtu identifikovaných sloučenin mezi jednotlivými vzorky, v závislosti na sledovaných faktorech, jsou sice patrné, ale poměrně malé, pohybovaly se v jednotkách sloučenin. Zajímavější je sledování obsahu sloučenin v jednotlivých vzorcích. Vzhledem k dostupnosti potřebných standardů bylo pro kvantitativní porovnání vybráno 14 sloučenin (alkoholy – butan-1-ol, butan-2-ol, ethanol, pentan-1-ol; aldehydy – ethanal, fenylmethanal, heptanal, hexanal; ketony –

3-hydroxybutan-2-on,, butan-2-on, butan-2,3-dion; kyselina ethanová; estery – ethylethanoát, ethyldekanoát), u nichž během výroby docházelo k významnějším změnám.

Podle výsledků aktuálních studií úplná kvantifikace AAL v sýrech ani není nutná, protože neodráží jejich sensorický profil při konzumaci. Výsledný flavour sýrů, a tedy pravděpodobně i TS, je výsledkem rovnováhy řady sloučenin různých chemických tříd o různých koncentracích. Pravděpodobně nezáleží na koncentraci jedné (několika málo) sloučenin, ale spíše na přesně vyváženém poměru mnoha sloučenin; jak se různé sloučeniny kombinují, aby vytvořily celkový smyslový dojem, stále ještě není přesně známo [86, 92]. Dřívější snahy vědců směřovaly k identifikaci všech těkavých látek v dané potravíně, v současné době se výzkum zaměřuje spíše na identifikaci sloučenin, které jsou pro vnímání flavouru skutečně důležité (tzv. „klíčové“ substance), což je podle nejnovějších výzkumů jen cca 5 % ze všech [86].

V následujících podkapitolách je uvedeno grafické srovnání obsahu vybraných těkavých látek a diskutovány jsou opět jednotlivé faktory ovlivňující jejich obsah ve vzorcích TSA a v použitých surovinách. Grafy jsou vždy rozděleny podle surovin a jednotlivých TSA. Kvantifikace byla provedena metodou vnějšího standardu, výsledky jsou vyjádřeny v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ sýra.

Butan-1-ol

Nižší (< 18 C) volné primární alkoholy se uplatňují jako AAL zejména u ovoce a alkoholických nápojů [49, 83, 84], nicméně lze je nalézt i v sýrech [92, 108, 110]. Konkrétně 1-butanol je v sýrech pravděpodobně tvořen v průběhu proteolýzy z VAK, jeho aroma je popisováno jako květinové, ovocné, sladké [45, 121].

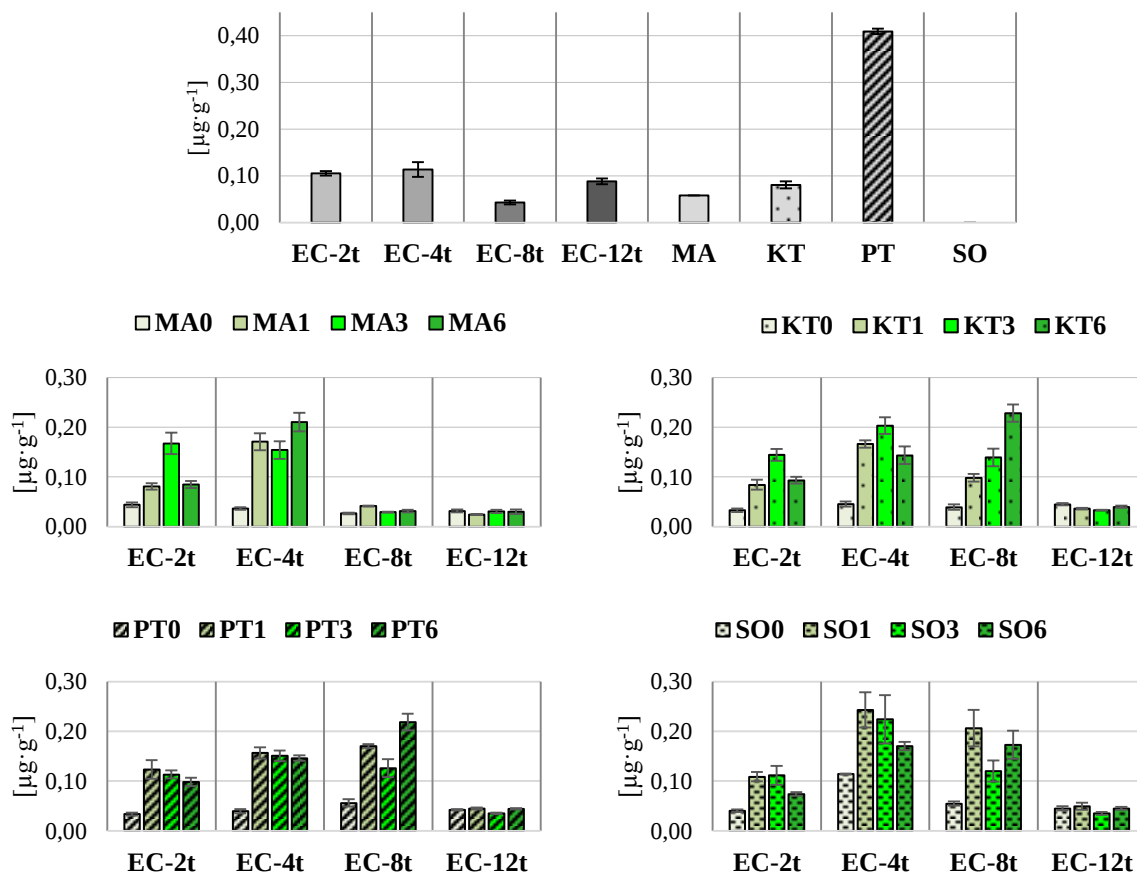
Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – v surovinách od 0 do 0,409 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v TSA od 0,025 do 0,243 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 15**.

Při porovnání použitých surovin byl nejvyšší obsah této látky naměřen v palmovém tuku, naopak ve směsném oleji tato látka identifikována nebyla. Ve všech typech EC byl butan-1-ol identifikován, z grafů je patrný mírně se snižující obsah v pozdějších fázích zrání, pravděpodobně mohlo dojít k jeho přeměně na butyl estery [84], ve vzorcích byl identifikován butylethanoát.

Při srovnání obsahu této látky v samotné EC se vzorky TSA, byl patrný úbytek v TSA ihned po utavení. Je tedy možné usuzovat na úbytek této látky vlivem tavicí teploty.

Při srovnání vzorků TSA s použitými tuky/oleji není patrný jednoznačný trend. U TSA s máslem byl obsah velmi podobný jako v samotném másle. U TSA s kokosovým tukem obsah této látky byl nižší než v samotném kokosovém tuku. V palmovém tuku byla oproti vzorku TSA-PT výrazně vyšší koncentrace, pravděpodobně došlo k jeho odbourání vlivem tavicí teploty. Jak již bylo zmíněno, ve směsném oleji nebyl butan-1-ol identifikován, ale ve vzorcích TSA-SO byla koncentrace této látky obdobná jako u ostatních analogů. Je tedy možné, že butan-1-ol se do TSA dostává z EC.

Ve všech TSA je patrný výrazně nižší obsah butan-1-olu ve vzorcích se zralejší EC, což koreluje s jeho snižujícím se obsahem v samotné EC, co se týče skladování, lze pozorovat jeho vzrůstající obsah s délkou skladování.



Obrázek 15: Obsah butan-1-olu v surovinách a ve všech vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

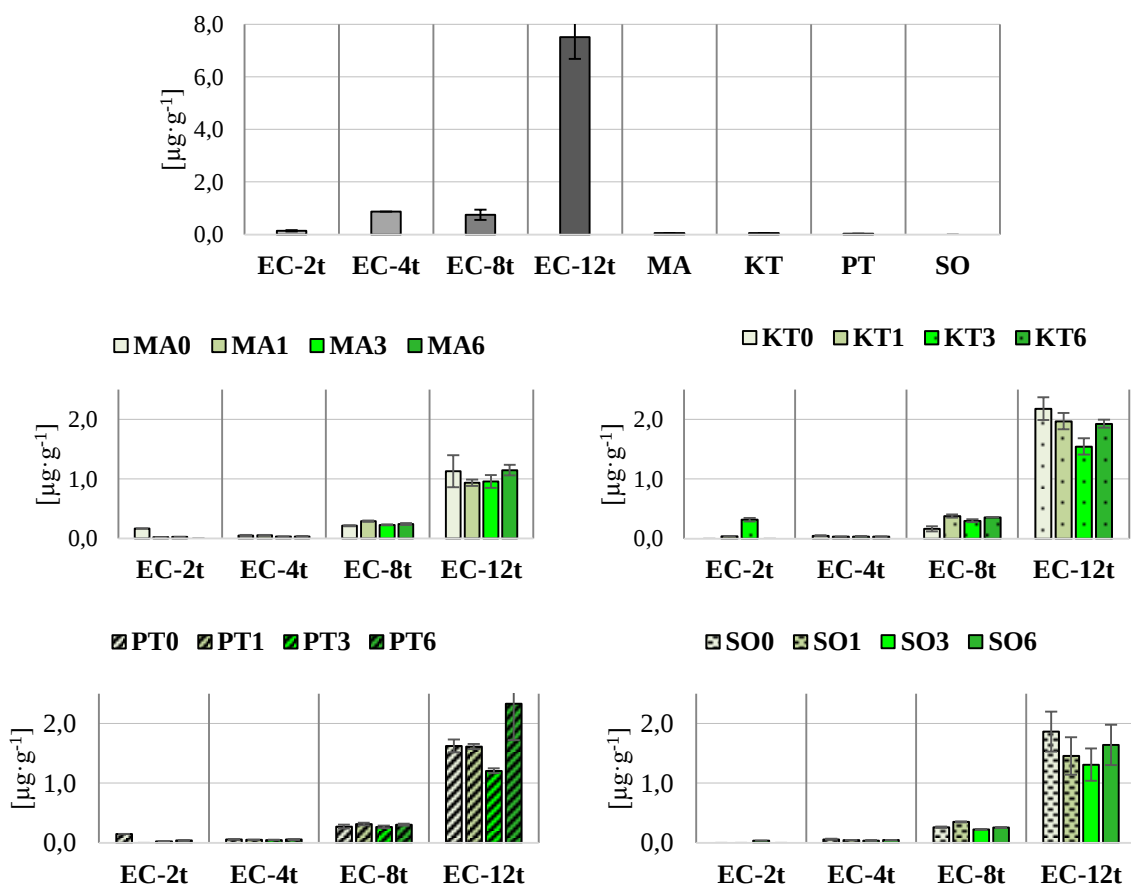
Butan-2-ol

Sekundární alkoholy jsou v sýrech tvořeny enzymovou redukcí odpovídajících methylketonů, butan-2-ol je považován za významnou AAL měkkých, plísňových sýrů [46, 92]. V eidamských sýrech může vznikat i v rámci metabolismu laktátu a citrátu přeměnou butan-2-onu [92]. Jeho aroma je popisováno jako ovocné, sladké, vínové, alkoholové [45, 121].

Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí - v surovinách od 0 do $0,751 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v TSA od 0 do $0,233 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 16**.

Při porovnání použitých surovin je z grafu patrný jeho výrazný nárůst se zralostí EC, kde se tvoří metabolismem laktátu a citrátu [92], v použitých olejích byl oproti tomu nalezen v zanedbatelném množství, ve směsném oleji nebyl detekován vůbec.

Při srovnání obsahu této látky v samotné EC se vzorky TSA, byl patrný nárůst jak v samotné EC-12t, tak ve všech TSA s takto zralou EC. Obsah této látky tedy byl závislý především na zralosti EC, nikoli na použitém tuku. Co se týče skladování, nebyl patrný jednoznačný trend, lze říci, že se obsah u všech TSA výrazněji neměnil.



Obrázek 16: Obsah butan-2-olu v surovinách a ve všech vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Ethanol

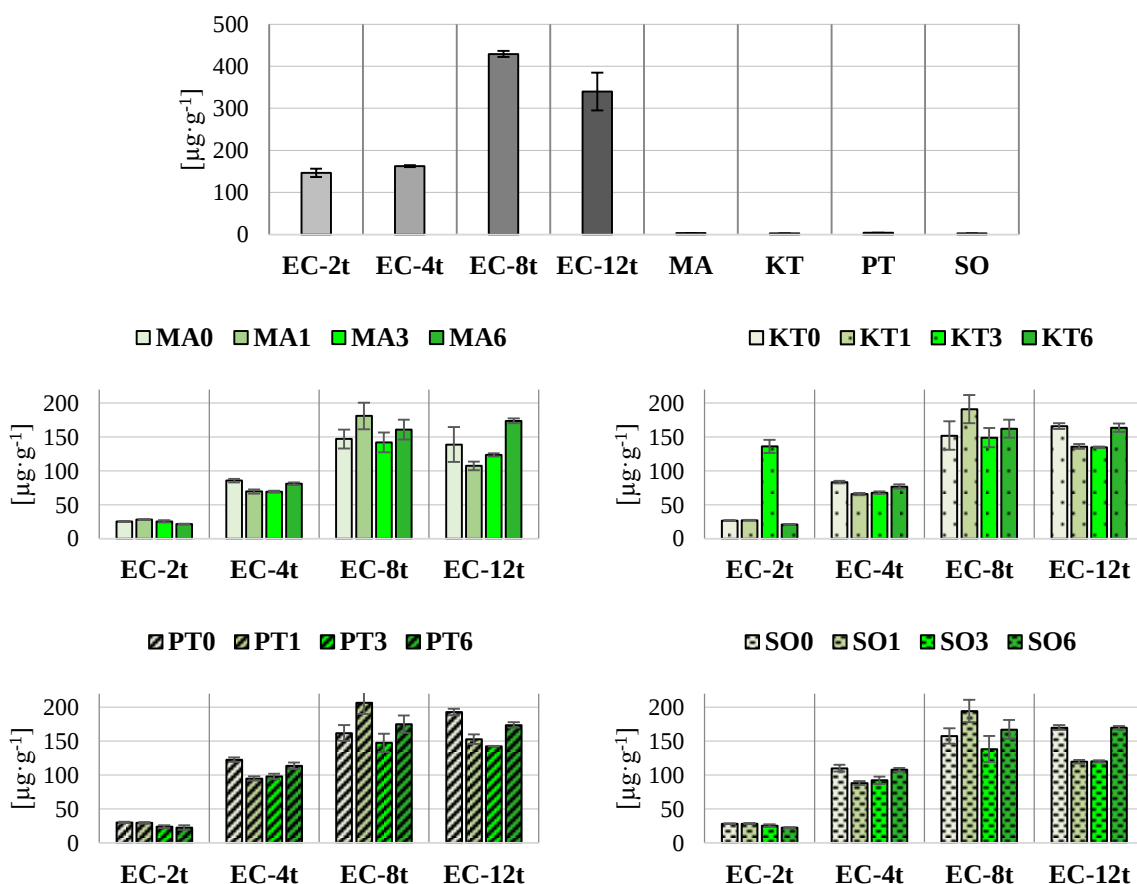
Ethanol je v sýrech tvořen během metabolismu laktosy z pyruvátu [110]. Pro výrobu eidamských sýrů se používá klasická mezofilní kultura, obsahující bakterie rodů *Lactococcus* spp. a *Leuconostoc* spp., na rozdíl od většiny BMK *Leuconostoc* spp. však nemá glykolytické enzymy a k metabolizaci laktosy používá fosfoketolasovou dráhu, kde koncovými produkty jsou laktát, ethanol a CO_2 [29, 40, 41]. Aroma ethanolu je popisováno jako jemné, alkoholové [45, 87, 92].

Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – v surovinách od 0 do $429,3 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v TSA od 21,1 do $206,8 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 17**.

Při porovnání použitých surovin je z grafu opět patrný jeho výrazný nárůst se zralostí EC, nejvyšší obsah byl naměřen v EC-8t; v použitých olejích byl oproti tomu nalezen v zanedbatelném množství a na jeho množství v TSA nemá pravděpodobně použitý tuk vliv.

Při srovnání obsahu této látky v samotné EC se vzorky TSA, byl patrný výrazný úbytek v TSA na cca 25–50 % původní hodnoty. Pravděpodobně tedy dochází k jeho odbourávání vlivem vysoké teploty během tavení.

Zvyšující se obsah ethanolu v TSA se zralostí použité EC koreluje s jeho nárůstem v samotné EC. Co se týče skladování, nebyl patrný jednoznačný trend, lze říci, že se obsah u všech TSA výrazněji neměnil, k hlavním ztrátám tedy dochází vlivem tavení.



Obrázek 17: Obsah ethanolu v surovinách a ve všech vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Pentan-1-ol

Nižší ($< 18\text{ }^{\circ}\text{C}$) volné primární alkoholy se uplatňují jako AAL, 1-pentanol je v sýrech pravděpodobně tvořen v průběhu proteolýzy z VAK [92, 108, 110]; jeho aroma je popisováno jako ovocné, jemné alkoholové [92].

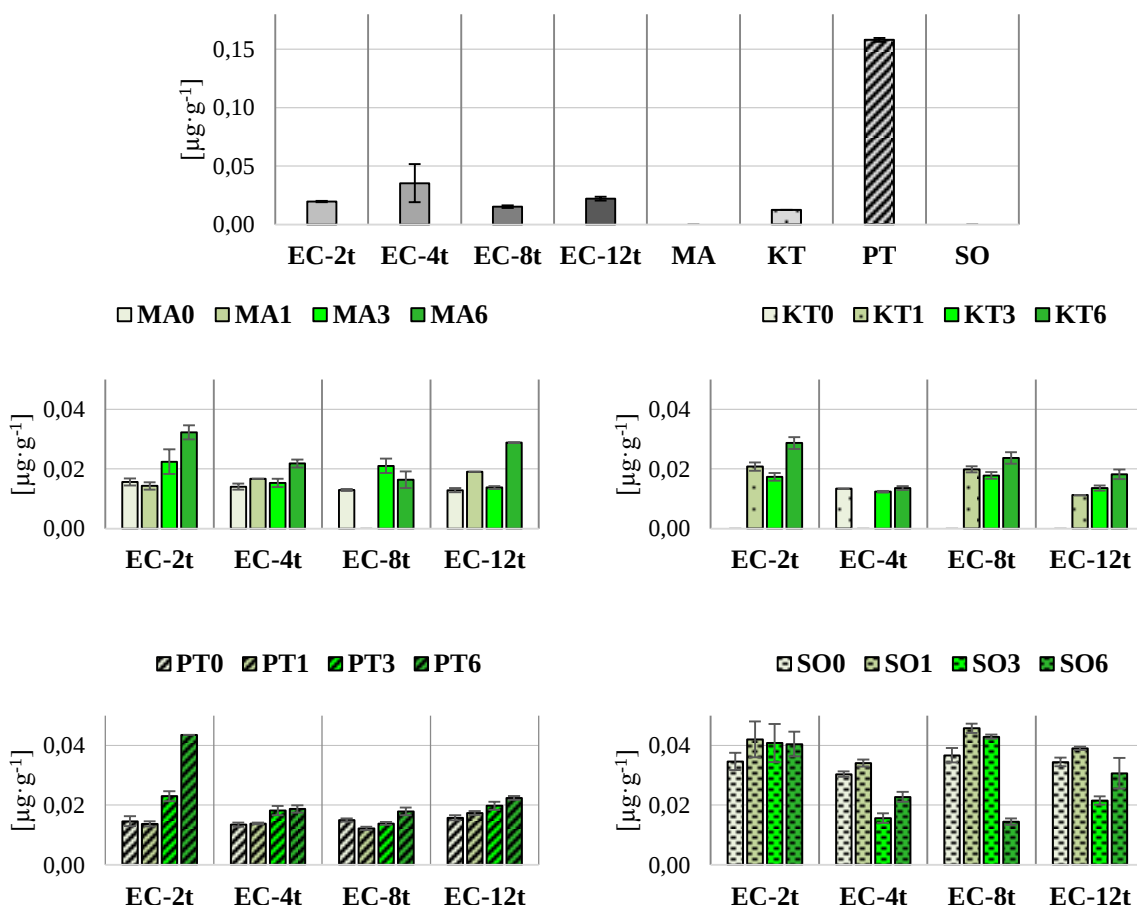
Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – v surovinách od 0 do $0,158\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v TSA od 0 do $0,0458\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 18**.

Při porovnání použitých surovin byl nejvyšší obsah této látky naměřen v palmovém tuku, podobně jako v případě butan-1-olu, naopak ve směsném oleji a másle tato látka identifikována nebyla. Ve všech fázích zralosti EC byl pentan-1-ol identifikován, jeho obsah však byl proměnlivý.

Při srovnání obsahu této látky v samotné EC se vzorky TSA, byl patrný úbytek v TSA ihned po utavení, který lze opět přisoudit vlivu tavicí teploty.

Při srovnání vzorků TSA s použitými tuky není patrný jednoznačný trend vývoje této látky. Podobně jako v případě butan-1-olu, vysoký obsah pentan-1-olu v palmovém oleji se v TSA neprojevil. Naopak u TSA s máslem a se směsným olejem (oleje pentan-1-ol neobsahovaly vůbec) detekován byl, u TSA s SO dokonce cca dvojnásobek oproti ostatním TSA. Je tedy možné, že pentan-1-ol, stejně jako butan-1-ol, se do TSA dostává spíše z EC.

Co se týče zralosti použité EC, výrazný vliv na obsah pentan-1-olu v TSA neměla, totéž platí i o skladování, i když, s výjimkou TSA-SO, lze pozorovat mírný nárůst během skladování.



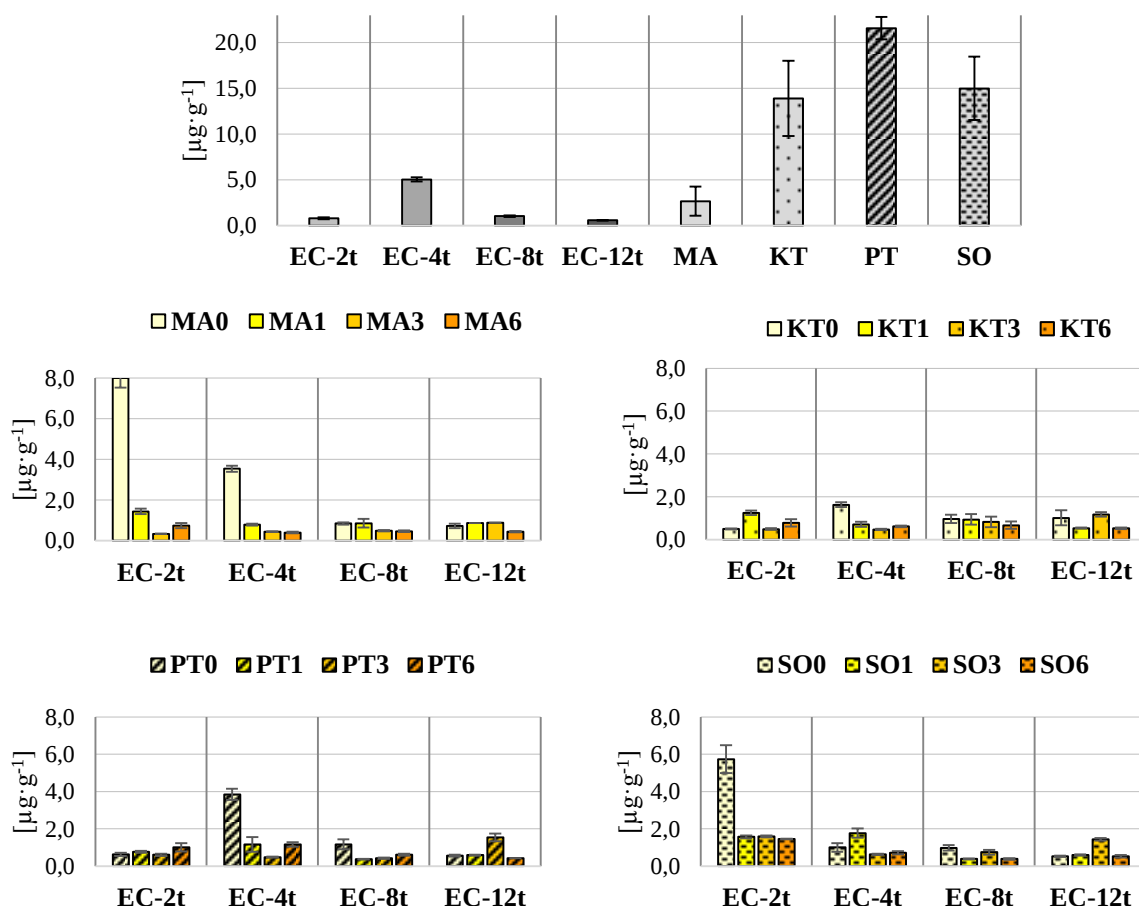
Obrázek 18: Obsah pentan-1-olu v surovinách a ve všech vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Ethanal

Ethanal je v sýrech tvořen z pyruvátu během metabolismu laktosy a citrátu [92, 110]. Jeho prekursorem však mohou být i aminokyseliny (alanin, threonin), které mohou být transaminovány nebo deaminovány, následně metabolizovány na kyselinu mléčnou nebo na jiné meziproducty α -aminokyselin pomocí některých reakcí Krebsova cyklu [49, 84]. Aroma ethanalu je popisováno jako ostré, pronikavé, ale také sladké, ovocné, trávové [45, 90, 92].

Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – v surovinách od 0,565 do 21,585 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v TSA od 0,338 do 7,991 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 19**.

Tato látka byla zjištěna u všech použitých surovin. V EC se ethanal nacházel ve všech fázích zralosti, jeho obsah však byl proměnlivý, poměrně nízký, s výjimkou EC-4t, kde dosahovala hodnoty 5 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Aldehydy se v sýrech vyskytují pouze přechodně, neboť jsou rychle redukovány na odpovídající alkoholy nebo oxidovány na kyseliny [92].



Obrázek 19: Obsah ethanalů v surovinách a ve všech vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Podstatně více ethanalů obsahovaly rostlinné oleje, nejvíce PT ($21 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), dále SO a KT ($14,99$ resp. $13,9 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), a nejméně máslo s obsahem $2,66 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Ethanal byl dokonce identifikován jako jedna z klíčových sloučenin pro flavour čerstvého másla [52], v olejích byl pravděpodobně přítomen v důsledku oxidace [81].

V TSA byl překvapivě nalezen výrazně nižší obsah než v použitých tucích, spíše by se dal očekávat další nárůst vlivem vysoké teploty [11], nicméně mohl být přeměněn na další sloučeniny, např. kyselinu ethanovou.

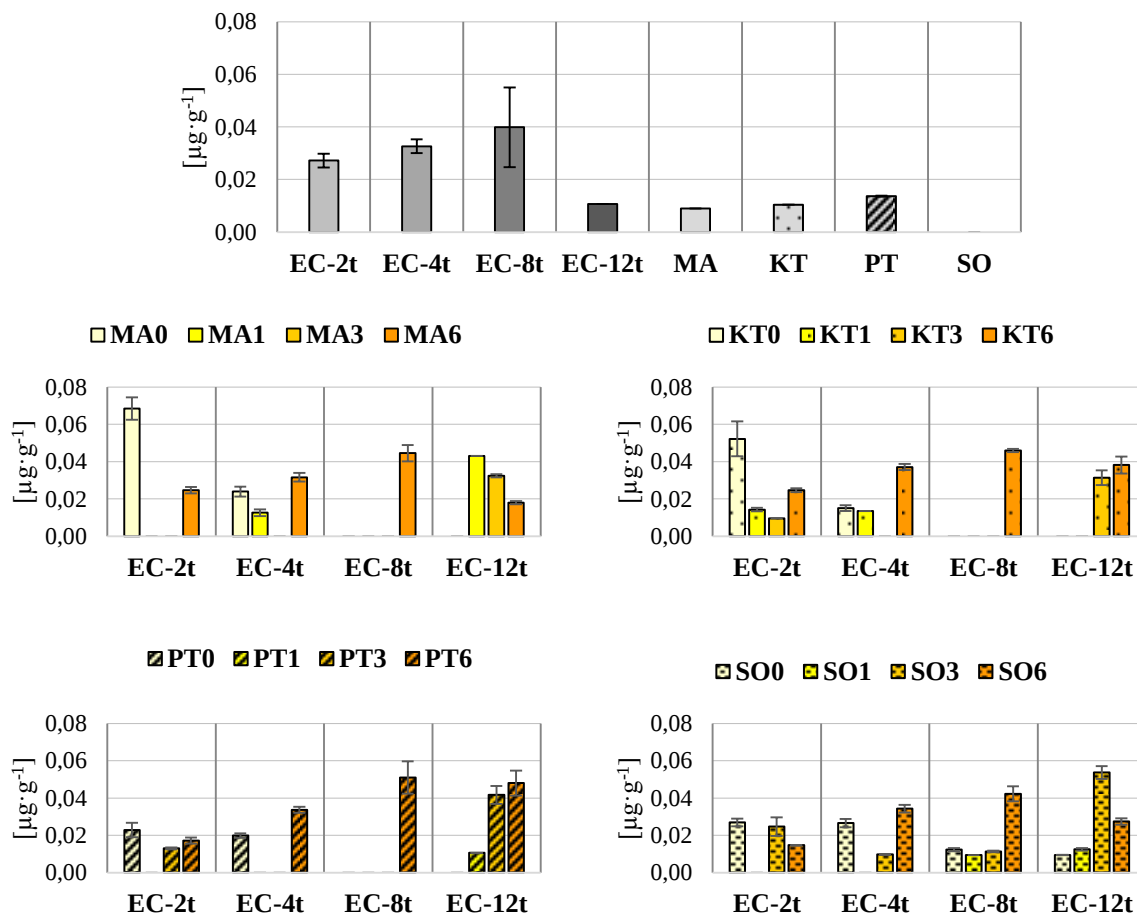
Zralost EC neměla na jeho obsah v TSA výrazný vliv, během skladování TSA jeho obsah většinou spíše klesal v důsledku zmíněného odbourávání.

Fenylmethanal

Fenylmethanal je významná AAL odvozená od aromatické aminokyseliny fenylalaninu, uvolněné z bílkovin při proteolýze [174]. Konverze aromatických aminokyselin však vede většinou spíše k tvorbě nežádoucích pachutí sýrů. Aromatická část sloučenin zůstává neporušena, zatímco aminoskupina bývá transaminačním krokem odstraněna za vzniku aromatických derivátů pyruvátu. Tyto sloučeniny mohou následně podléhat redukci za vzniku

odpovídajících hydroxykyselin nebo oxidační dekarboxylaci za vzniku acetátů [45]. Aroma fenylmethanalů je popisováno jako hořké mandle, popř. připálený cukr nebo i chleba [174].

Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – v surovinách od 0 do $0,04 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v TSA od 0 do $0,068 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 20**.



Obrázek 20: Obsah fenylmethanalů v surovinách a ve všech vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Se stářím použité EC rostl obsah této látky a to až do EC-8t. U EC-12t klesl překvapivě obsah na cca čtvrtinu hodnoty předchozího vzorku ($0,01 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) a na stejné hodnotě lze pozorovat obsah této látky v ostatních tucích kromě směsného oleje, který tuto látku vůbec neobsahoval.

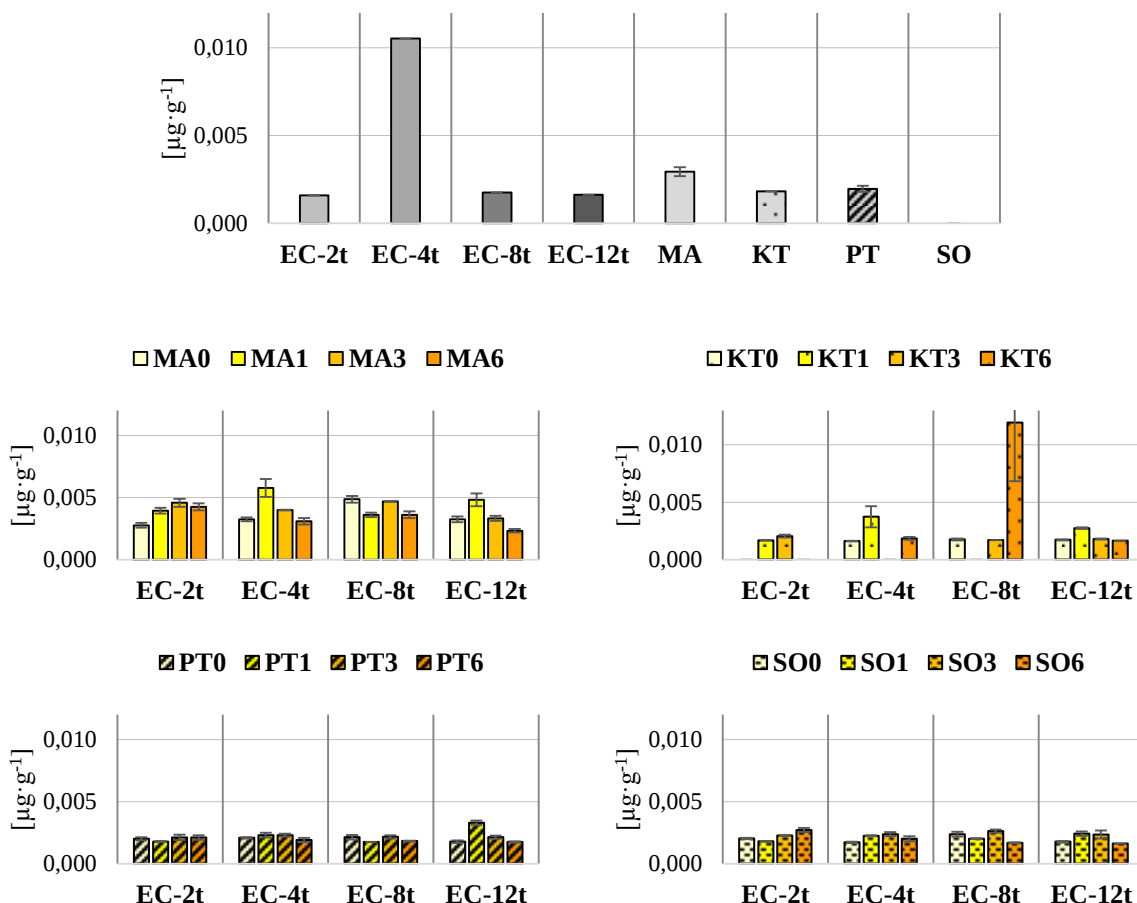
Jeho výskyt v TSA byl proměnlivý, v některých nebyl detekován vůbec. Pravděpodobně mohlo docházet k jeho redukci nebo oxidaci na odpovídající sloučeniny [92].

Zralost EC neměla na jeho obsah v TSA výrazný vliv, vliv skladování nebyl jednoznačný, v některých případech docházelo k jeho růstu (TSA-SO, TSA-PT), v jiných naopak spíše k poklesu (TSA-MA, TSA-KT).

Heptanal

Aldehydy v sýrech jsou především výsledkem katabolismu aminokyselin, některé (s nerozvětveným řetězcem, jako např. heptanal), mohou vznikat i jako výsledek β -oxidace nenasycených MK prostřednictvím aktivity lipoxxygenas [46]. Při vyšších koncentracích mohou způsobovat nežádoucí, nepříjemné aroma. Aroma heptanalu je popisováno různě, jako zelené, trávové, bylinné, ale také olejové, tukové, mýdlové [92, 121].

Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – v surovinách od 0 do 0,011 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v TSA od 0 do 0,012 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 21**.



Obrázek 21: Obsah heptanalu ve všech surovinách a vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Ve všech použitých surovinách se obsah heptanalu pohyboval okolo hodnoty 0,002 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, výjimkou je SO, kde tato látka identifikována nebyla. Pouze v EC-4t byl nalezen vyšší obsah, což lze pravděpodobně přičíst nehomogenitě vzorků EC.

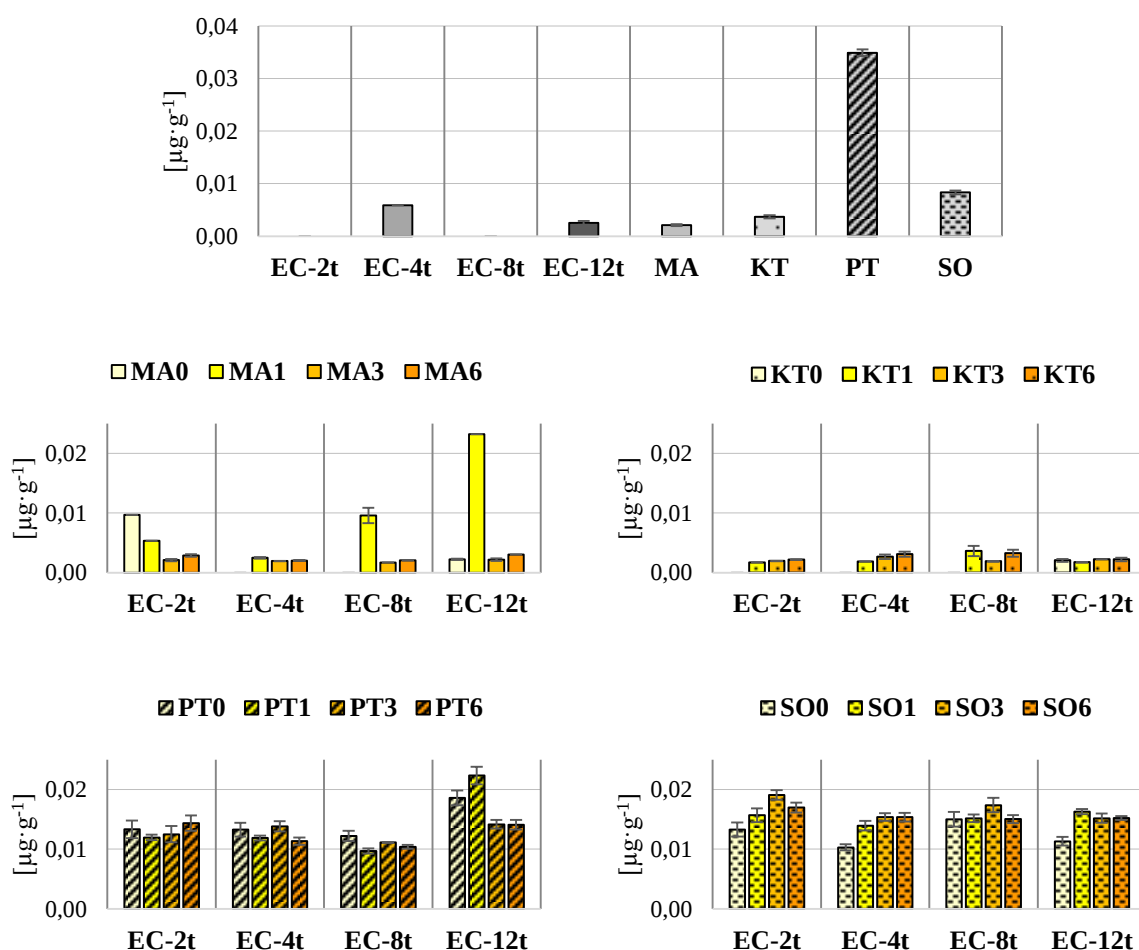
Zralost EC ani doba skladování neměla na jeho obsah v TSA výrazný vliv. Vzhledem k tomu, že heptanal je považován za jeden z významných sekundárních produktů oxidace lipidů [52], lze říci, že při skladování vzorků nedocházelo k významným oxidačním změnám, které by ovlivňovaly flavour vzorků TSA.

Hexanal

Hexanal je jeden z nejběžnějších aldehydů vyskytujících se v sýrech, vzniká s největší pravděpodobností při β -oxidaci nenasycených MK, konkrétně z kyseliny linolové. Další možnosti jeho tvorby jsou světlem indukované reakce (žluknutí), takové reakce však v sýrech běžně neprobíhají, proto se může hexanal využívat jako indikátor zhoršení kvality u nesprávně skladovaných produktů [92].

Aroma hexanal je popisováno jako bylinné, trávové, nezralého ovoce [92, 121], obecně ale mají aldehydy s přímým řetězcem spíše negativní dopad na flavour sýra, pokud jejich obsah překročí určitou hodnotu. U hexanal se tato hodnota pohybuje kolem $9 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ [92] a při jejím překročení vykazuje spíše „lojovitý“ pach. Používá se jako indikátor oxidačního žluknutí tuků [49].

Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – v surovinách od 0 do $0,035 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, v TSA od 0 do $0,023 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 22**.



Obrázek 22: Obsah hexanal v surovinách a ve všech surovinách a vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Hexanal byl dokonce identifikován jako klíčová AAL eidamských sýrů, kde bývá nalezen ve významných koncentracích [113]. V našich vzorcích EC však byl nalezen překvapivě nízký obsah, a pouze ve dvou fázích zrání.

Byl detekován ve všech použitých tucích, kde vzniká především v důsledku oxidace [52]. Hexanal je však na druhou stranu považován za důležitou složku flavouru čerstvého másla [52], byl identifikován i v panenském kokosovém oleji [197]. Z našich vzorků tuků nejvíce obsahoval palmový tuk (cca o řád vyšší) a směsný tuk (cca 2x vyšší) než ostatní tuky. S tímto koreluje i vyšší obsah v TSA s palmovým a směsným tukem (cca $0,02 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), ve srovnání s TSA s máslem a kokosovým tukem. V TSA tedy pravděpodobně pochází spíše z použitých tuků, zvláště pokud se v nich nachází vyšší obsah hexanalů; u TSA-PT a TSA-SO už tedy hrozí riziko vzniku oxidovaného off-flavouru [49].

Zralost EC neměla na jeho obsah v TSA výrazný vliv. Co se týče skladování, Sunesen a kol. [81] ve své práci pozorovali výrazné zvýšení hexanalů v TS následkem skladovací doby a přístupu světla. U našich vzorků nárůst během skladování nebyl pozorován.

Butan-2,3-dion

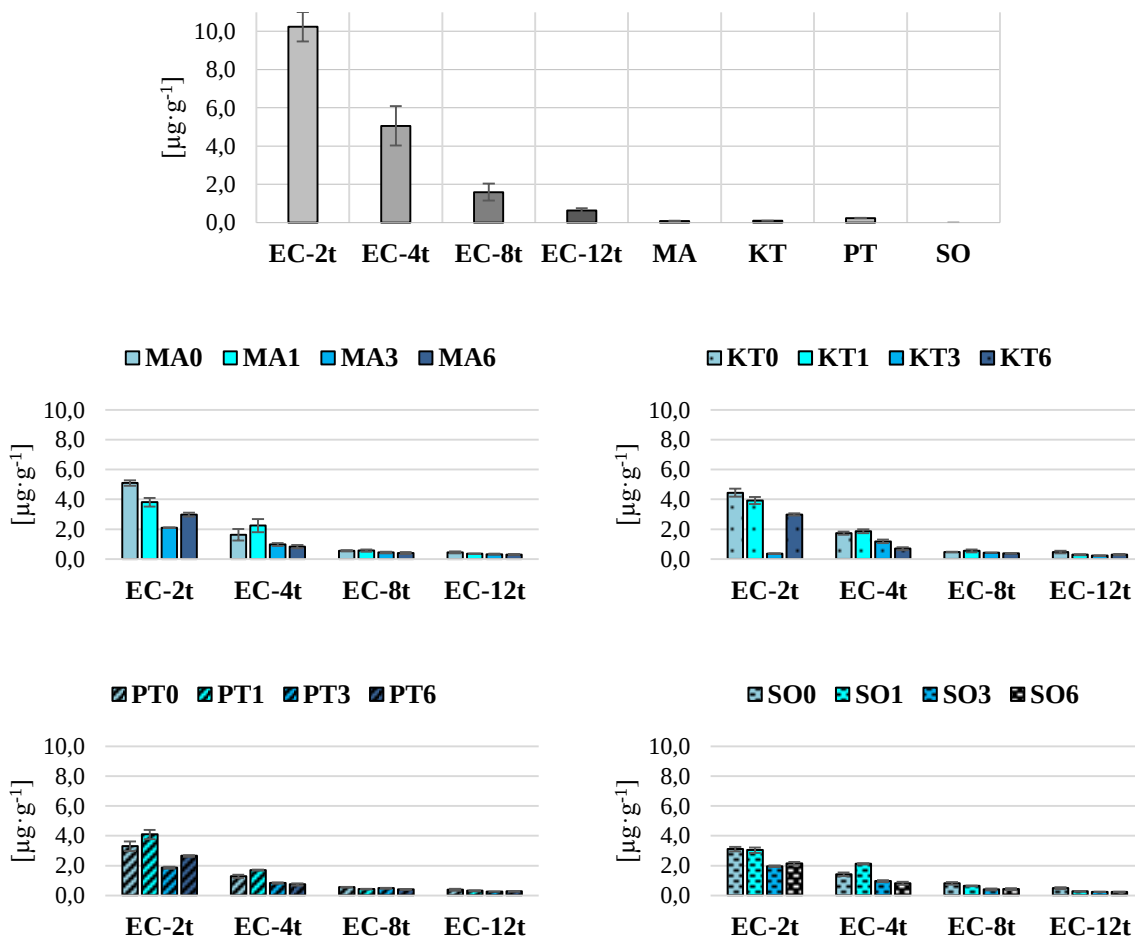
Biacetyl (butan-2,3-dion) je jedním z nejdůležitějších diketonů v sýrech, pochází z metabolismu laktátu a citrátu, zejména díky aktivitě citrát pozitivních BMK. Jeho prekursorem může být i alanin, který je transaminován nebo deaminován na pyruvát, a následně metabolizován na kyselinu mléčnou [49, 84]. Byl identifikován jako klíčová složka aroma různých sýrů, vč. eidamských. Během zrání jeho koncentrace klesá, může být přeměněn na acetoin, dále na butan-2,3-diol a 2-butanon a ten nakonec na 2-butanol [92, 110, 111]. Tento průběh potvrzují i naše výsledky (viz následující kapitoly). Biacetyl obvykle vzniká jen v malém množství, na rozdíl od acetoinu, jehož obsah bývá v sýrech většinou $10\text{--}50 \times$ vyšší.

Aroma biacetylů je popisováno jako máslové, oříškové, karamelové [92].

Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – od 0,2 do $5,1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 23**.

V souladu s literaturou během zrání EC jeho obsah výrazně klesal [92], s tím koreloval i klesající trend jeho obsahu v TSA se zralostí EC. A jeho obsah klesal u všech TSA i během skladování.

Jeho obsah v tucích byl zanedbatelný, i když byl identifikován jako klíčová složka flavouru čerstvého másla [52]. Ve směsném oleji nebyl detekován vůbec.



Obrázek 23: Obsah butan-2,3-dionu ve všech surovinách a vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

3-hydroxybutan-2-on

Acetoin (3-hydroxybutan-2-on) je významná AAL různých sýrů, tvořená při metabolismu laktosy, laktátu a citrátu [110]. Převážná část laktosy a citrátu jsou při výrobě sýrů odváděny syrovátkou, zbytek je metabolizován zákysovémi a nezákysovémi BMK (*Leuconostoc* spp. a citrát-pozitivní kmeny *Lactococcus*) na řadu AAL, mezi nimi i acetoin [92, 107, 109–111].

Jeho aroma je popisováno jako květinové, krémové, máslové [92].

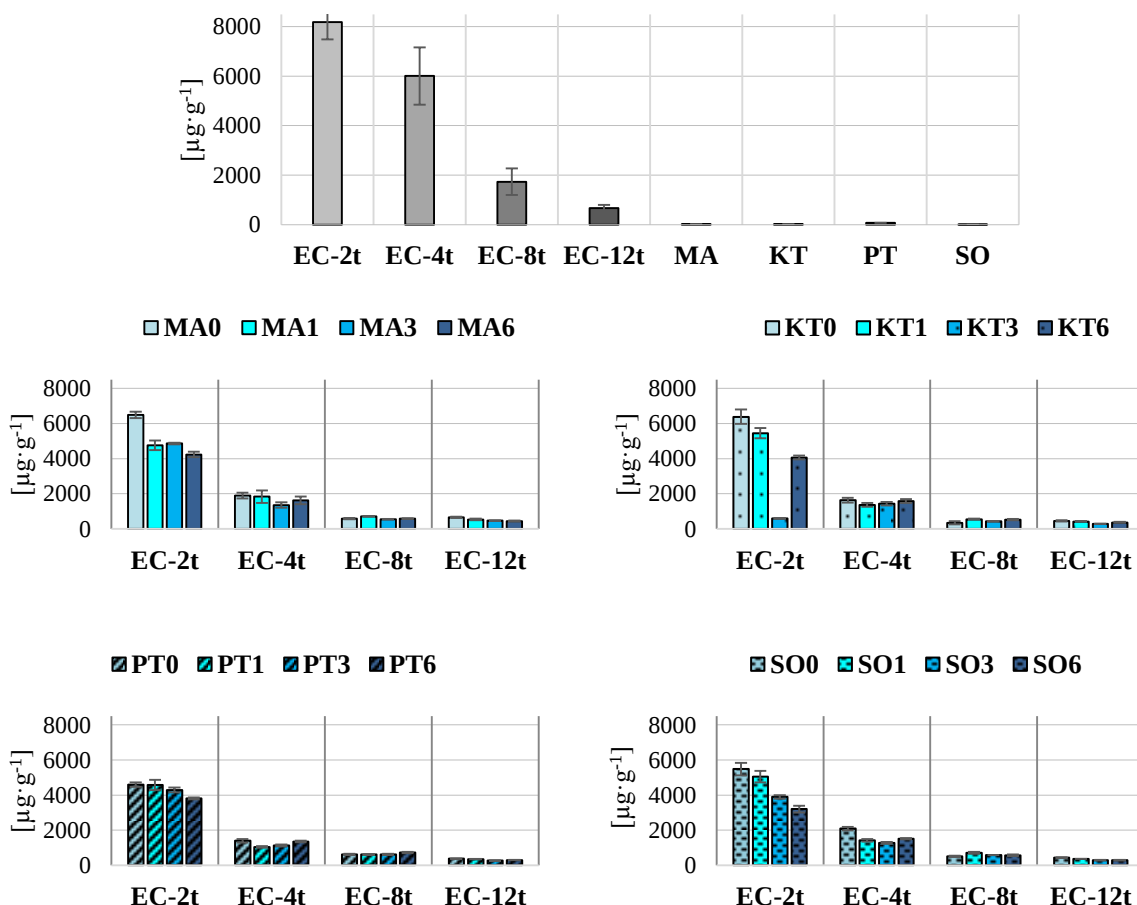
Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – v surovinách od 0 do $8181 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v TSA od $261,5$ do $6500 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 24**.

V eidamských sýrech bývá identifikován ve vysokých koncentracích jako původce jemného máslového flavouru [135]. V použitých surovinách byl vyhodnocen klesající trend obsahu této látky v závislosti na zralosti EC. V EC-2t byla naměřena koncentrace $8181 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v EC-4t $6009 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v EC-8t $1735 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ a v EC-12t $672 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Během zrání totiž může být přeměněn na butan-2,3-diol, butan-2-on a nakonec na butan-2-ol [92].

Naopak u použitých tuků byl detekován v zanedbatelných množstvích.

Z uvedených grafů je patrné, že klesající trend obsahu této látky během zrání v samotné EC se projevil také v jednotlivých TSA. Pouze došlo k jeho snížení o cca 20 %, ke kterému mohlo dojít vlivem tavicí teploty. Vliv použitého tuku je podle očekávání neznatelný.

Zejména při vyšších koncentracích dochází vlivem skladování k jeho poklesu. Při nižších koncentracích, zejména pro EC-8t a EC-12t, je vliv skladování minimální.



Obrázek 24: Obsah 3-hydroxybutan-2-onu ve všech surovinách a vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Butan-2-on

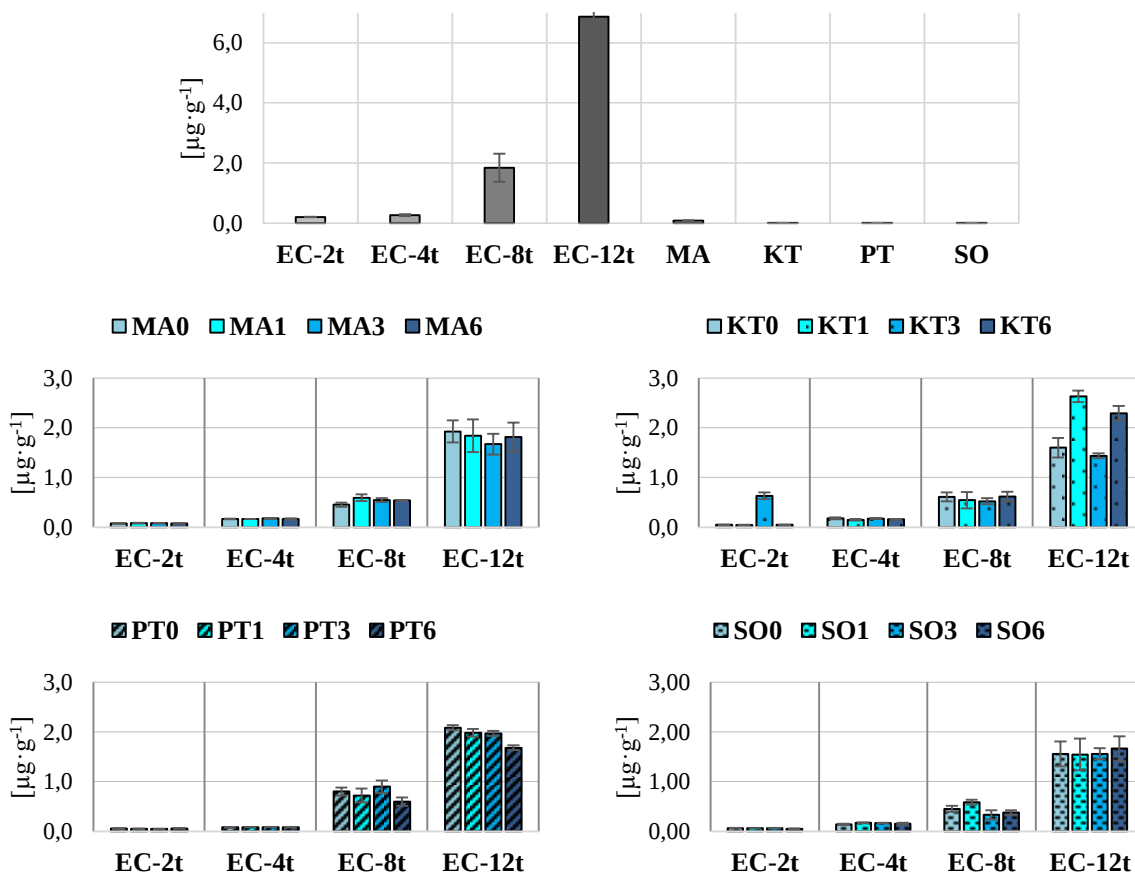
Ketony jsou běžné složky aroma většiny mléčných výrobků, butan 2-on je významná AAL tvořená při metabolismu laktosy, laktátu a citrátu [110]. Jeho prekursorem je výše zmíněný acetoin, který je přeměněn na butan-2,3-diol a dále na butan-2-on. Methylketony vznikají také β -oxidací a dekarboxylací MK [92].

Aroma butan-2-onu je popisováno jako acetonové, éterové, příp. také ovocné, sladké, karamelové [92, 121].

Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – od 0,05 do 2,6 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 25**.

Z grafu je patrný jeho výrazný nárůst během zrání EC, u eidamských sýrů hraje významnou roli jeho vznik metabolismem laktátu a citrátu [92]. S tím koreluje i jeho nárůst ve všech TSA se zralostí EC. Jeho obsah v tucích byl oproti tomu zanedbatelný.

Během skladování se jeho obsah v TSA výrazně neměnil.



Obrázek 25: Obsah butan-2-onu ve všech surovinách a vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Kyselina ethanová

Kyselina ethanová (octová) vzniká z laktátu činností nezákyslových BMK; při homofermentativním kvašení vzniká pouze kyselina mléčná, při heterofermentativním i další vedlejší produkty, vč. kyseliny octové [45, 91, 110]. Tato dráha je typická pro eidamské sýry, kde byla identifikována jako jedna z klíčových sloučenin [113]. Může vznikat také při katabolismu některých aminokyselin (alanin, serin, threonin) [110, 163].

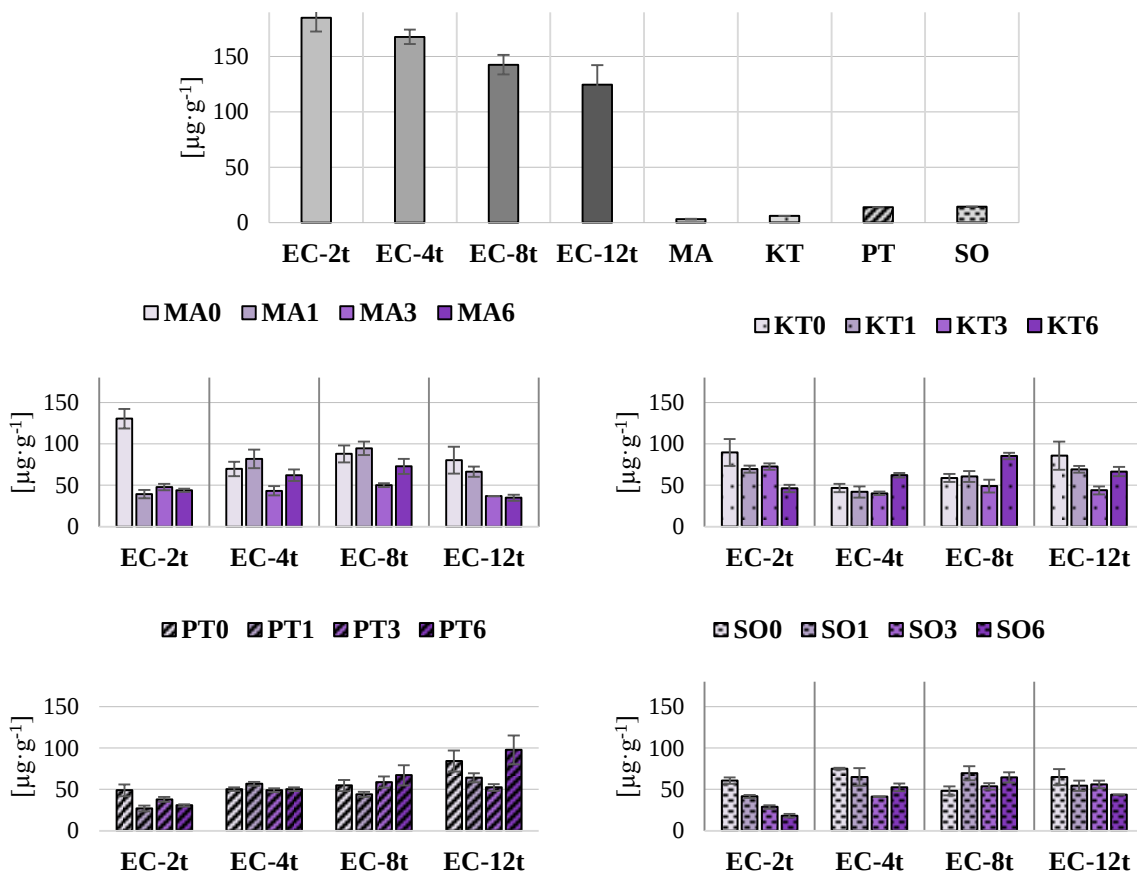
Její aroma je popisováno jako octové, ostré, kyselé [90, 92, 121], patří mezi nositele kyselé chuti/flavouru potravin [84].

Její obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí od 18,2 do 130,4 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 26**.

Z grafu je patrný mírně se snižující obsah se zralostí EC, kyseliny jsou totiž prekursory dalších AAL (alkoholy, aldehydy, estery, ketony, laktony) [49, 84]; kyselina octová bývá nejč. vázána v esterech. Tento trend však už není tak výrazný v TSA.

V použitých tucích je její obsah zanedbatelný, nejvyšší kupodivu v másle.

Během skladování TSA nebyl pozorován jednoznačný trend, lze říci, že se obsah u všech TSA výrazněji neměnil.



Obrázek 26: Obsah kyseliny ethanové ve všech surovinách a vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Ethylethanoát

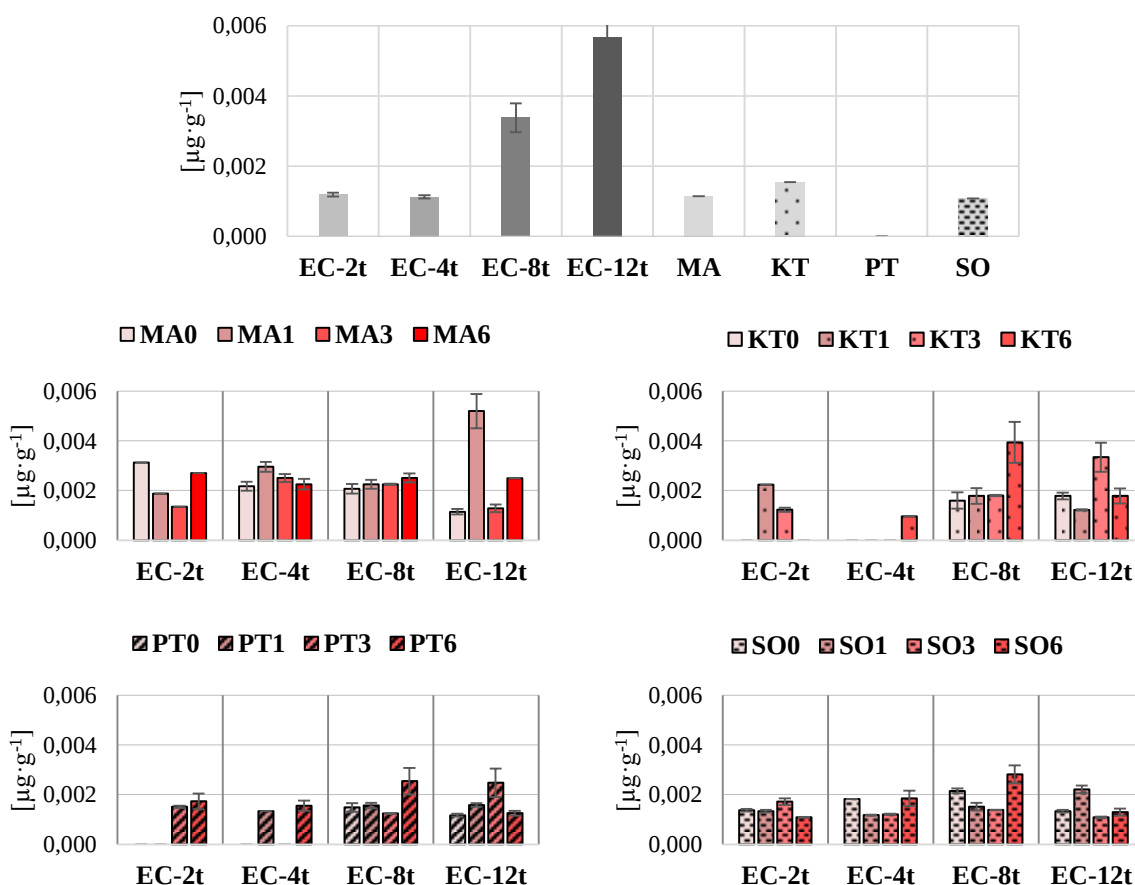
Estery jsou běžné těkavé látky vyskytující se v sýrech. Nejběžněji dostupný alkohol pro esterifikační reakci je ethanol, dominantními estery jsou proto ethylestery [47]; hojně jsou zastoupeny estery kyseliny octové, butanové, hexanové a oktanové, jejich koncentrace v průběhu zrání dynamicky vzrůstá [92]. Reakce jsou v sýrech katalyzovány esterasy a lipasami BMK.

Aroma ethylethanoátu je popisováno jako ovocné, ananasové, jablečné [90, 92, 110].

Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – od 0 do $0,016 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 27**.

V souladu s literaturou [92] jeho obsah se zralostí EC výrazně vzrůstal, v korelaci s nárůstem jeho prekursoru – ethanolu. V TSA však tento vzrůstající trend nebyl patrný. Vliv skladování TSA nebyl jednoznačný, spíše byl proměnlivý. Mezi kyselinami, alkoholy a estery v sýrech totiž probíhají neustálé změny, a vzhledem k malé reakční rychlosti se dynamická rovnováha nikdy neustaví.

V použitých olejích byl nalezen významně nižší obsah než ve zralé EC, v palmovém tuku nebyl detekován vůbec.



Obrázek 27: Obsah ethylethanoátu ve všech surovinách a vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Ethyldekanoát

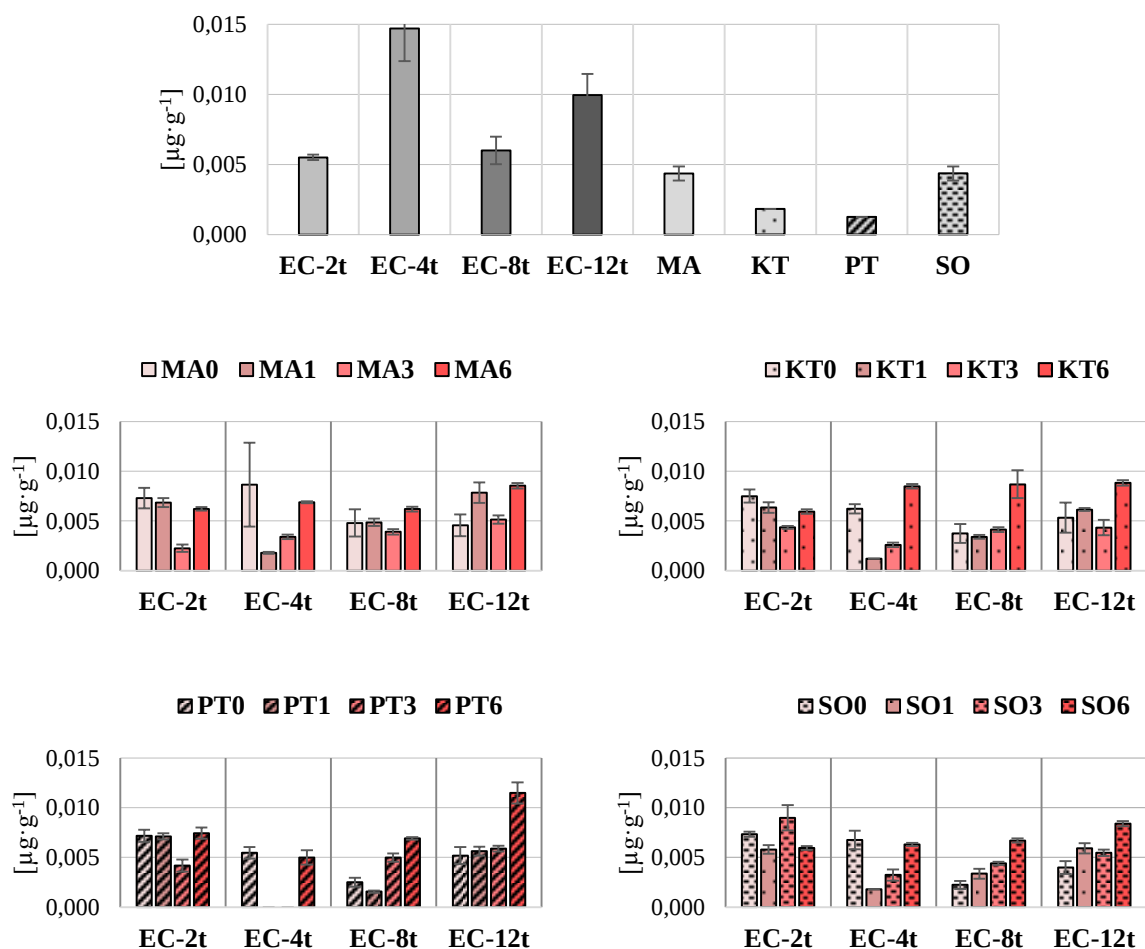
Ethyldekanoát patří k méně běžným esterům v sýrech, i když jeho prekursor – dekanová kyselina, se řadí mezi nejvýznamnější těkavé sloučeniny mléčného tuku [52].

Aroma ethyldekanoátu je popisováno jako jablečné, hroznové, ovocné, ale i květinové [90, 92, 110], obecně mají všechny estery „sladké“, „ovocné“ a/nebo „květinové“ aroma [83, 84].

Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – od 0 do $0,012 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 28**.

Podle literatury koncentrace esterů v průběhu zrání dynamicky vzrůstá [92], v tomto případě však podobný trend nebyl pozorován, obsah ethyldekanoátu v EC byl proměnlivý, totéž platí i o jeho obsahu v TSA. Co se týče skladování, většinou lze pozorovat mírný nárůst v důsledku jeho tvorby z prekursorů.

V tucích byl jeho obsah mírně nižší, než v EC, na obsah v TSA pravděpodobně nemají významný vliv.



Obrázek 28: Obsah ethyldekanoátu ve všech surovinách a vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

5.2.2 Senzorické hodnocení vzorků analogů

Vzorky TSA byly podrobeny i senzorické analýze. Hodnocení bylo provedeno ihned po utavení a následně po 3 měs. skladování (< 6 °C). Na základě jednoduchého otestování po 1 měsíci skladování vzorky nevykazovaly postřehnutelné senzorické změny. Dle Buňky a kol. [10] mají TS trvanlivost cca 3-4 měsíce; po 6 měsících vzorky vykazovaly výrazné senzorické změny - slabě písčitou, lepivou konzistenci, oxidovanou, žluklou, olejovitou chuť (viz **Obrázek 29**), mikrobiologická analýza (není součástí práce) navíc ukázala na nárůst kontaminující mikroflóry. Proto bylo u těchto vzorků od senzorické analýzy upuštěno.



Obrázek 29: Vady konzistence některých vzorků TSA po 6 měs. skladování

Cíle byly obdobné, jako u měření těkavých látek: (i) posoudit senzorickou kvalitu vyrobených analogů a vybrat senzoricky nejvhodnější produkt, (ii) posoudit vliv různé zralosti eidamské cihly, (iii) vliv použitého oleje, (iv) vliv různé doby skladování na senzorickou kvalitu/flavour analogů.

Senzorické hodnocení vycházelo z platných ČSN a skládalo se z hodnocení pomocí stupnic, profilového testu a pořadové zkoušky. Použitý formulář je uveden v **Příloze 6**.

V následujících kapitolách jsou posuzovány jednotlivé faktory ovlivňující senzorickou kvalitu vzorků, výsledky jsou přehledně prezentovány formou grafů jako medián hodnocení všech hodnotitelů ($n = 20$), chybové úsečky vyjadřují rozptyl hodnot.

Jako standard optimální senzorické kvality byl použit vzorek vyrobený z másla, které je dle vyhlášky č. 397/2016 Sb. povoleno pro výrobu klasického TS.

5.2.2.1 Výsledky hodnocení pomocí stupnice

Při stanovení senzorické kvality se u vzorků většinou hodnotí: vzhled a barva, chuť a vůně (flavour), a konzistence (textura). Všechny tyto charakteristiky spolu vzájemně souvisejí a spojují se v celkový a komplexní dojem kvality. Pod termín vzhled patří všechny viditelné (optické) vlastnosti, např. velikost, tvar, charakter povrchu, lesk apod., do urč. míry i textura a struktura, součástí vzhledu je i barva [177, 178]. Chuť zahrnuje gustatorické (chuťové) vjemy, vůně zahrnuje olfaktorické (čichové) vjemy, flavour jako jejich kombinace zahrnuje gustatorické, olfaktorické a haptické (hmatové) vjemy [177, 178].

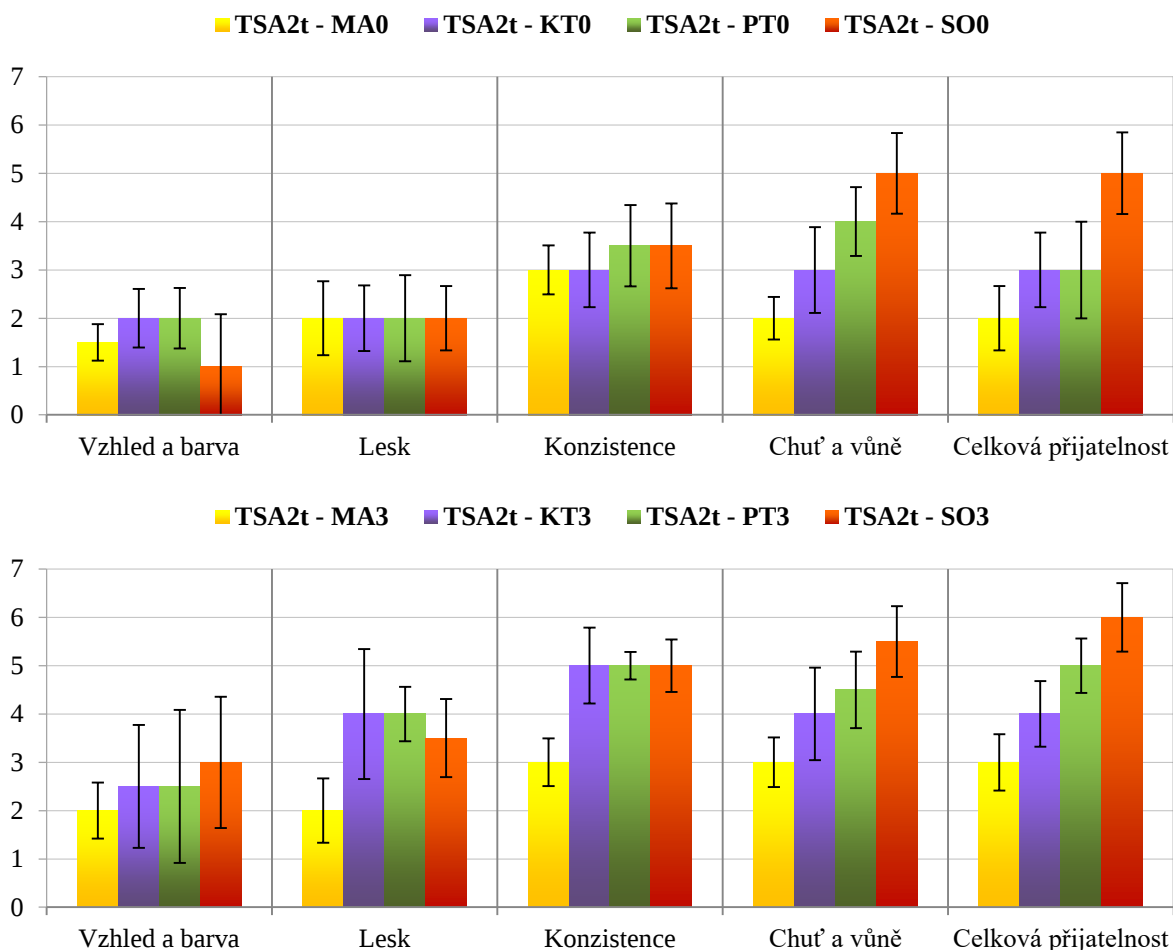
Požadované senzorické vlastnosti kvalitního TS jsou specifikovány v kap. 2.1.4.

V této práci byla hodnocena příjemnost vzhledu a barvy vzorků, lesk, konzistence (textura), příjemnost chuti a vůně (flavouru) a celková sensorická kvalita/přijatelnost vzorků (1 – vynikající $\Rightarrow$ 7 – nepřijatelný) (ČSN ISO 4121); hlavní pozornost byla věnována sledování flavouru, jež by měl korelovat s přítomnými těkavými látkami [85, 86].

Vyhodnocení stupnicového testu bude rozděleno na hodnocení vlivu přídatku různých tuků, vlivu několikaměsíčního skladování a také vlivu zralosti EC jakožto základní suroviny pro výrobu TSA.

Vliv přídatku různých tuků

V následujících grafech je uvedeno srovnání zmíněných sensorických vlastností jednotlivých analogů ihned po utavení a po 3 měs. skladování. Grafy jsou pro přehlednost navíc rozděleny podle zralosti použité EC.



Obrázek 30: Hodnocení TSA (EXP I) ihned po utavení (nahore) a 3 měsíce po utavení (dole) s různými tuky s 2 týdny zralou eidamskou cihlou. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

U vzorků TSA s různými tuky s EC o zralosti 2 týdny (**Obrázek 30**) byly při posuzování vzhledu a barvy, lesku a konzistence mezi jednotlivými vzorky shledány rozdíly, nebyly však statisticky významné ($P \geq 0,05$). Vzhled a barva byla u vzorku TSA2t-KT0 a TSA2t-PT0 hodnocena jako výborná s nepatrnými odchylkami od smetanové až sýrově žluté barvy, bez

cizích odstínů, homogenní, typická pro smetanový TS, vzhled bez jakýchkoliv známek deformace, čistý, hladký, lesklý. TSA2t-SO0 (směsný olej) byl po stránce vzhledu a barvy hodnocen překvapivě nejlépe, dokonce lépe než vzorek s máslem, jako vynikající. Při hodnocení lesku byly všechny vzorky TSA hodnoceny jako výborné. Konzistence TSA s MA a KT byla velmi dobrá. TSA s PT a SO měly mírně slabě lepivou konzistenci s ojedinělým výskytem dutinek.

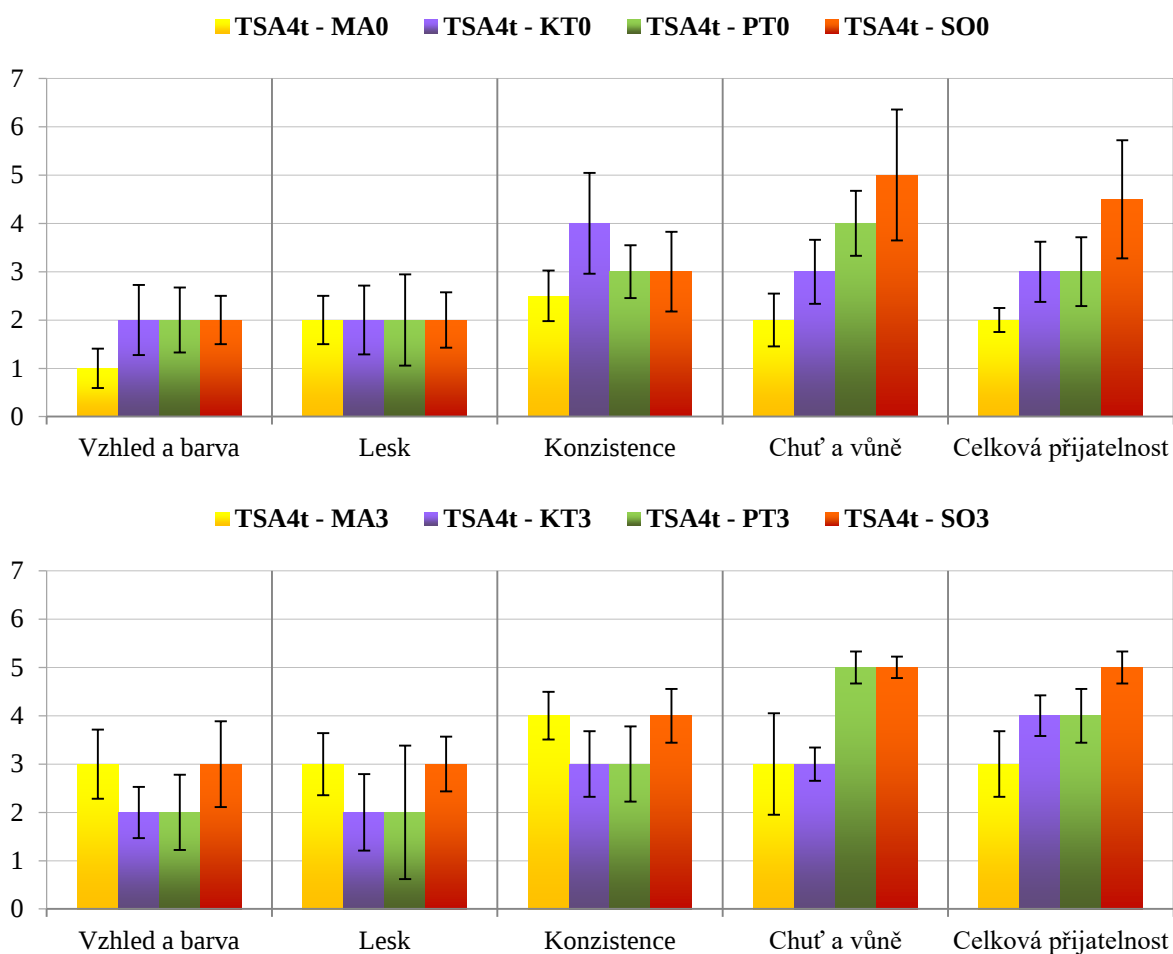
Největší rozdíly byly zaznamenány u hodnocení chuti a vůně a také při hodnocení celkové přijatelnosti. Chuť a vůně TSA-SO byla méně dobrá a to díky výskytu cizích příchutí, i když ve velmi malé intenzitě, méně harmonická, nahořklá a také slanější. TSA2t-PT0 a TSA2t-KT0 byly shodně celkově hodnoceny jako dobré, lišily se v chuti a vůni, kde TSA2t-KT0 měl chuť a vůni velmi dobrou a TSA2t-PT0 pouze dobrou. Nejlépe byl podle očekávání hodnocen vzorek TSA2t-MA0 (máslo), který byl, jak už bylo uvedeno, považován za standard.

Při hodnocení TSA2t po 3 měsících (viz **Obrázek 30**) skladování byly statisticky významné rozdíly opět v hodnocení chuti a vůně a celkové přijatelnosti vzorků. Konzistence, chuť a vůně i celková přijatelnost TSA2t-MA3 byly velmi dobré, vzhled a barva i lesk dokonce výborné. TSA2t-PT3 a TSA2t-KT3 byly shodně hodnoceny ve vzhledu a barvě, lesku i konzistenci.

Největší rozdíly byly zaznamenány při hodnocení chuti a vůně, TSA2t-PT3 byl méně dobrý až dobrý a TSA2t-KT3 dobrý. Téměř stejného hodnocení dosáhly tyto vzorky i při celkové přijatelnosti, TSA2t-PT3 byl méně dobrý, TSA2t-KT3 dobrý. TSA2t-SO3 (směsný olej) byl v těchto parametrech hodnocen nejhůře, chuť a vůně byla hodnocena jako méně dobrá až nevyhovující a celkově byl vzorek se směsným olejem hodnocen jako nevyhovující.

Senzorické hodnocení šarže vzorků s EC zralosti 4 týdny (**Obrázek 31**) ukázalo, že vzorek TSA4t-MA0 (máslo) byl ve všech sledovaných parametrech hodnocen nejlépe. Naopak jako nejhorší v chuti a vůni a i celkové přijatelnosti vybrali opět posuzovatelé vzorek TSA4t-SO0 (směsný olej). Za zmínku stojí i pouze dobrá konzistence vzorku TSA4t-KT0.

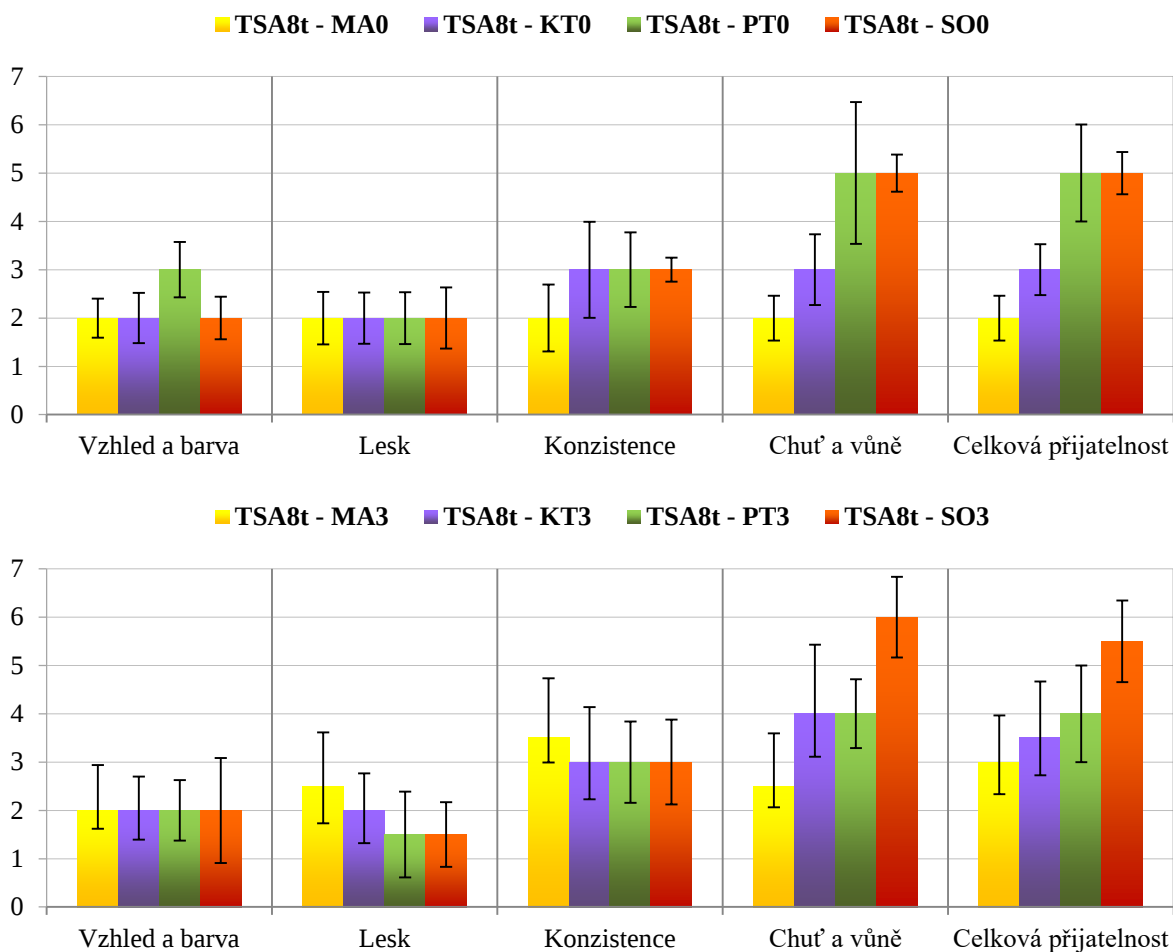
Při hodnocení těchto vzorků po 3 měsících skladování (**Obrázek 31**) nebyl žádný vzorek hodnocen z hlediska celkové přijatelnosti jako vynikající nebo výborný. Jako velmi dobrý byl ohodnocen TSA4t-MA3 (máslo), který měl mírné odchylky od deklarované barvy (smetanová až sýrově žlutá) a vzhledu, konzistence byla mírně lepivá s ojedinělým výskytem dutinek. Při hodnocení vzhledu a barvy, lesku a konzistence byl stejně jako TSA4t-MA3 hodnocen TSA4t-SO3 (směsný olej), ale při hodnocení chuti a vůně a celkové přijatelnosti byl méně dobrý, s výskytem cizích příchutí, i když ve velmi malé intenzitě, s málo harmonickou chutí.



Obrázek 31: Hodnocení TSA (EXP I) ihned po utavení (nahore) a 3 měsíce po utavení (dole) s různými tuky s 4 týdny zralou eidamskou cihlou. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

U TSA s 8 týdnů zralou EC hodnocených ihned po utavení (**Obrázek 32**) nebyly mezi vzorky statisticky významné rozdíly ve vzhledu a barvě, lesku a konzistenci. Celková přijatelnost vzorků TSA8t-PT0 a TSA8t-SO0 byla méně dobrá, chuť a vůně s výskytem cizích příchutí ve velmi malé intenzitě, méně harmonická, nahořklá nebo slanější, nebo s příchutí po tavicích solích.

Při hodnocení těchto vzorků po 3 měsících skladování (**Obrázek 32**) byly všechny vzorky ve vzhledu a barvě, lesku i konzistenci posouzeny jako výborné nebo velmi dobré. Rozdíly byly zaznamenány opět při hodnocení chuti a vůně. Vzorek TSA8t-MA3 (máslo) měl výbornou harmonickou, sýrovou až máslovou chuť a vůni pouze s nepatrnými odchylkami od hodnocení „vynikající“. Vzorek TSA8t-KT3 byl hodnocen ve stejném parametru jako velmi dobrý až výborný. Chuť a vůně vzorků TSA8t-PT3 a TSA8t-SO3 byla méně dobrá, s výskytem cizích příchutí ve velmi malé intenzitě, méně harmonická.

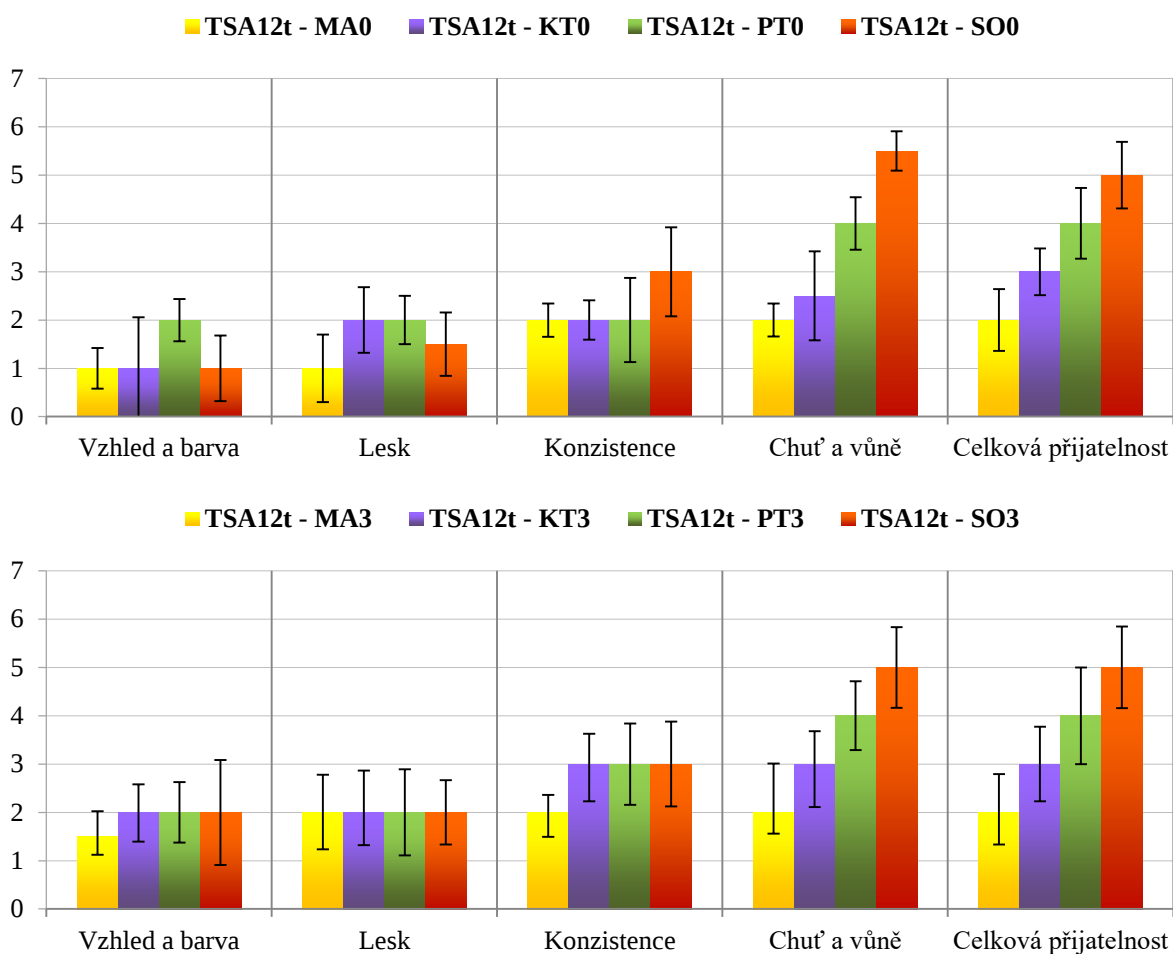


Obrázek 32: Hodnocení TSA (EXP I) ihned po utavení (nahore) a 3 měsíce po utavení (dole) s různými tuky s 8 týdnů zralou eidamskou cihlou. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Hodnocení TSA s 12 týdnů zralou EC (viz **Obrázek 33**) vykazovalo podobný trend jako předešlá hodnocení. Statisticky významné rozdíly nebyly nalezeny u hodnocení vzhledu a barvy, lesku a konzistence. Chuť a vůně TSA12t-SO0 i TSA12t-SO3 byla hodnocena jako méně dobrá, resp. nevyhovující až méně dobrá. TSA12t-KT0 byl ve stejném parametru hodnocen podobně jako TSA12t-MA0 a to jako velmi dobrý až výborný.

Z uvedených výsledků vyplývá, že výrazné rozdíly mezi jednotlivými analogy s přísadkou různých tuků jsou znatelné pouze v chuti a vůni a v celkové přijatelnosti. Nezávisle na zralosti použité EC, v hodnocení ihned po utavení i po 3 měsících skladování byla patrná zhoršující se celková přijatelnost vzorků v pořadí TSA-MA→TSA-KT→TSA-PT→TSA-SO, totéž platí i pro hodnocení chuti a vůně.

Vzhled a barva, lesk i konzistence byly hodnotiteli posuzovány bez statisticky významných rozdílů.



Obrázek 33: Hodnocení TSA (EXP I) ihned po utavení (nahore) a 3 měsíce po utavení (dole) s různými tuky s 12 týdnů zralou eidamskou cihlou. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

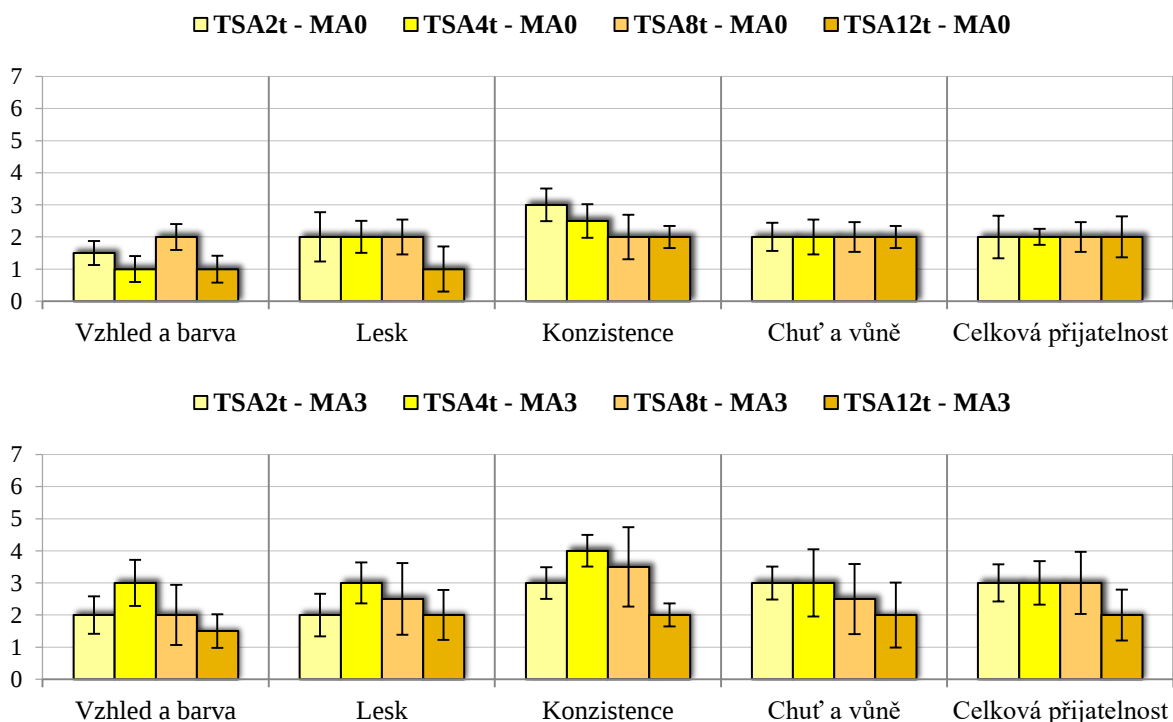
Vliv použití různě zralé eidamské cihly

Pro přípravu TSA byla použita EC různé zralosti – 2, 4, 8 a 12 týdnů. Tato část experimentu byla provedena z důvodu ověření, zda má zralost EC zásadní vliv na výsledný flavour TSA. Z hlediska ušetření výrobních nákladů by pro další využití v praxi bylo samozřejmě lepší použít EC nižší zralosti, z hlediska flavouru však lze očekávat lepší výrobek s použitím zralejší EC.

V následujících grafech je uvedeno srovnání sledovaných sensorických vlastností z hlediska zralosti EC, grafy jsou pro přehlednost tentokrát rozděleny podle jednotlivých analogů.

U TSA s máslem hodnocených ihned po utavení (**Obrázek 34**) byl podle očekávání nejlépe hodnocen vzorek s EC o zralosti 12 týdnů. Zajímavé je, že v hodnocení chuti, vůně a celkové přijatelnosti mezi vzorky nebyly rozdíly. Jak se ukázalo, nejvíce byla ovlivněna textura, kde docházelo s vyšší zralostí EC k jejímu zlepšení, s nejvíce zralou EC se zlepšily i optické vlastnosti (vzhled, barva a lesk).

Nejhůře byl hodnocen TSA2t-MA0, především kvůli své konzistenci.



Obrázek 34: Hodnocení vzorků TSA s máslem (EXP I) ihned po utavení (nahore) a 3 měsíce po utavení (dole). Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

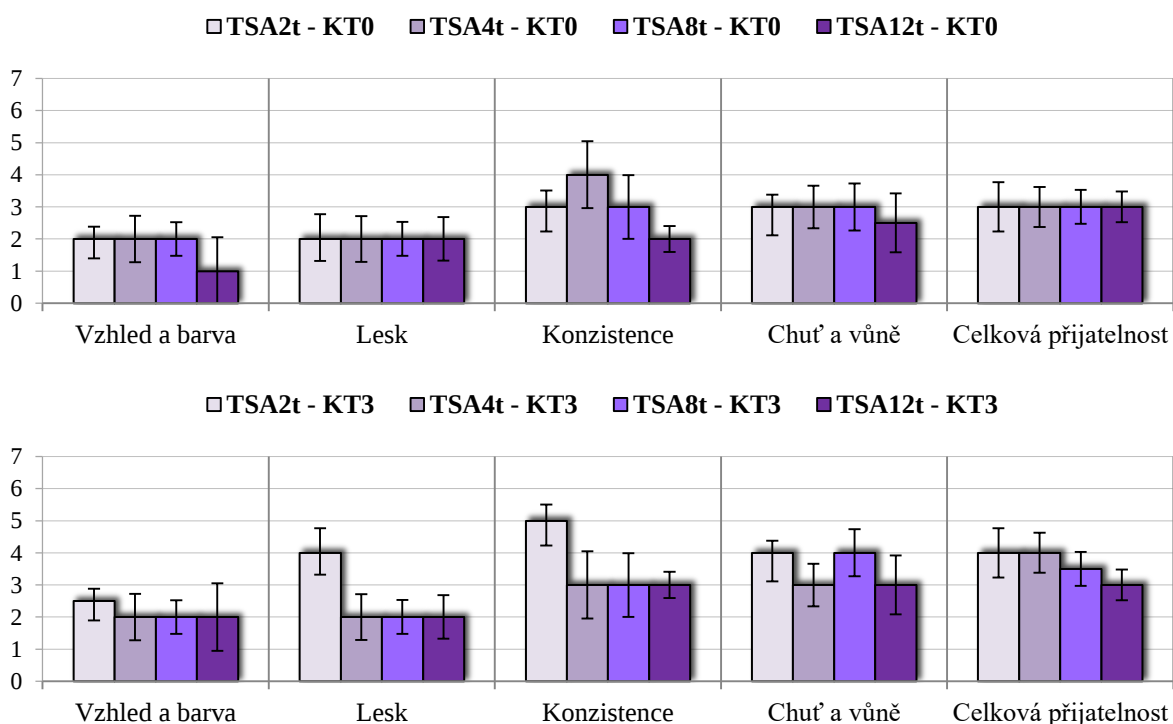
Větší senzorické změny se projeví u těchto vzorků až po 3 měsících skladování (**Obrázek 34**).

Nejlépe byl opět hodnocen vzorek s EC o zralosti 12 týdnů. Nejhorší byl hodnocen TSA4t-MA3. Jeho barva a vzhled, lesk, chuť a vůně i celková přijatelnost byly velmi dobré, konzistence dokonce pouze dobrá. Rozdíly mezi vzorky EC 2t a 4t však nebyly statisticky významné, a tak lze tvrdit, že s rostoucí zralostí EC se zlepšovaly všechny sledované vlastnosti vzorku standardu (s máslem).

U TSA s kokosovým tukem byly výsledky podobné standardu.

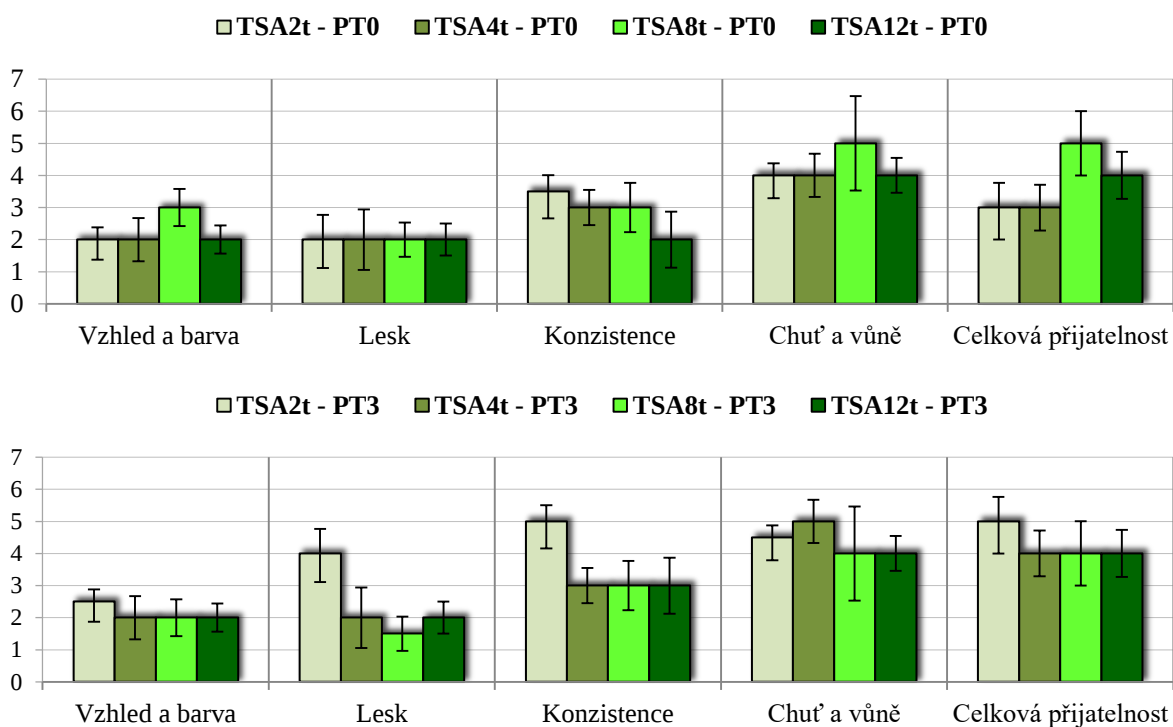
Při hodnocení ihned po utavení (**Obrázek 35**) byl opět nejlépe hodnocen vzorek s EC o zralosti 12 týdnů; jeho vzhled, barva, konzistence, chuť a vůně byly hodnoceny cca o stupeň lépe, než ostatních vzorků. Nejhorší byl hodnocen TSA4t-KT0 kvůli konzistenci. Z hlediska celkové přijatelnosti však mezi vzorky nebyl rozdíl.

Při hodnocení těchto vzorků po 3 měsících skladování (**Obrázek 35**) byl opět nejlépe hodnocen vzorek s EC o zralosti 12 týdnů. V této fázi se zvýraznila odlišná kvalita vzorku TSA2t-KT3. Tento vzorek byl mezi ostatními hodnocen ve všech zkoumaných parametrech nejhorší. Celkově lze potvrdit obdobný trend, jako u standardu, s rostoucí zralostí EC se zlepšovaly všechny sledované vlastnosti vzorku.



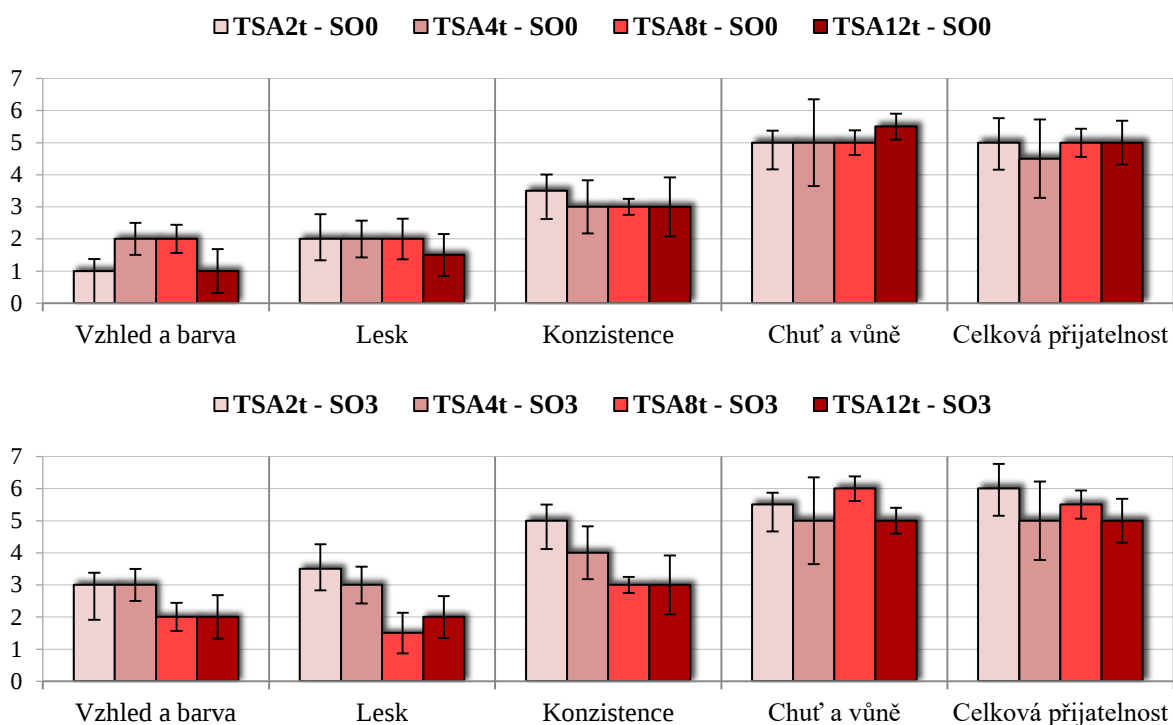
Obrázek 35: Hodnocení vzorků TSA s kokosovým tukem (EXP I) ihned po utavení (nahore) a 3 měsíce po utavení (dole). Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Při hodnocení TSA s palmovým tukem ihned po utavení (**Obrázek 36**) byl překvapivě nejlépe hodnocen vzorek s 2 týdny zralou EC. Naopak nejhůře byl hodnocen TSA8t-PT0.



Obrázek 36: Hodnocení vzorků TSA s palmovým tukem (EXP I) ihned po utavení (nahore) a 3 měsíce po utavení (dole). Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Tento vzorek byl posuzovateli negativně vnímán především kvůli svojí chuti a barvě (méně dobrá), i celková přijatelnost byla hodnocena jako méně dobrá. U hodnocení celkové přijatelnosti je zřetelný opačný trend oproti předchozím analogům (máslo, kokos), vzorky s více zralou EC byly hodnoceny hůře. Toto však mohlo být způsobeno nehomogeností vyrobených analogů, poněvadž u těchto vzorků hodnocených po 3 měsících skladování (**Obrázek 36**) byl opět nejhůře hodnocen vzorek s 2 týdny zralou EC, mezi ostatními nebyly shledány rozdíly.



Obrázek 37: Hodnocení vzorků TSA se směsným olejem (EXP I) ihned po utavení (nahore) a 3 měsíce po utavení (dole). Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

U posledního typu analogu – se směsným olejem, při hodnocení ihned po utavení (**Obrázek 37**) nebyly mezi jednotlivými vzorky významné rozdíly. Celková přijatelnost všech vzorků byla méně dobrá. U těchto vzorků po 3 měsících skladování (**Obrázek 37**) byly již menší rozdíly zpozorovány. Opět lze vysledovat mírné zlepšování senzorických vlastností s více zralou EC. Nejhůře hodnocený vzorek byl s 2 týdny zralou EC.

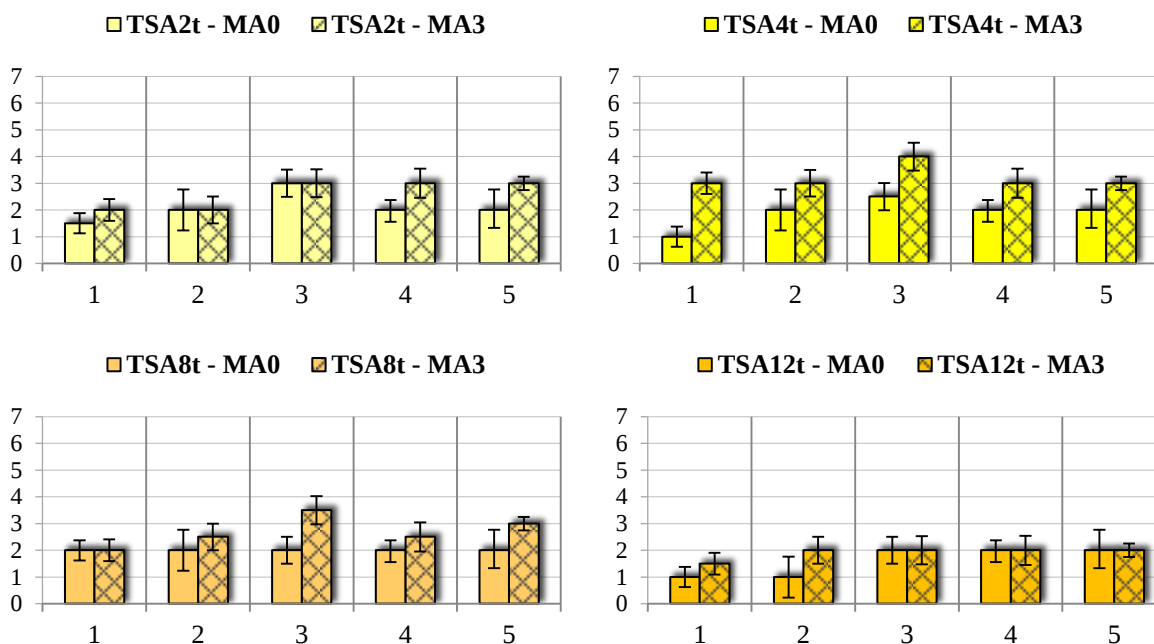
Z uvedených výsledků vyplývá, že zralost EC ovlivňuje senzorickou kvalitu vyrobených analogů, u všech došlo k mírnému zlepšení senzorických vlastností s více zralou EC. Chuť a vůně (flavour) však byly ovlivněny poměrně málo, vzorky s nejzralejší EC byly hodnoceny max. o stupeň lépe než ostatní, a rozdíl se projevil spíše až po 3 měs. skladování.

Vliv několikaměsíčního skladování

V rámci senzorického hodnocení analogů byl v neposlední řadě sledován vliv několikaměsíčního skladování na jejich chutnost.

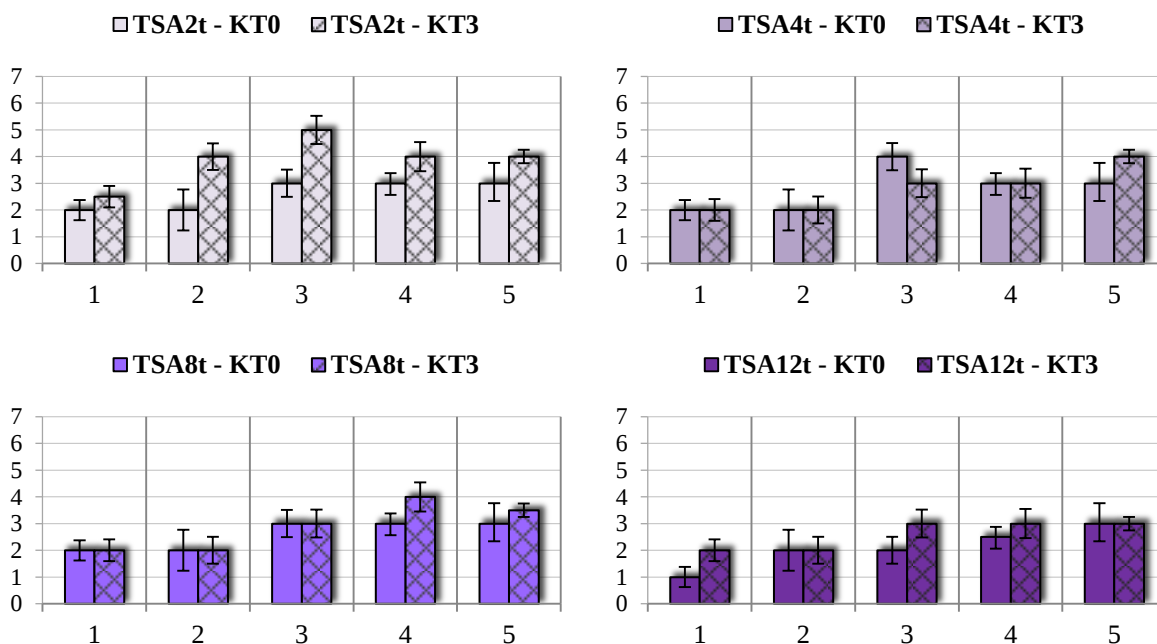
Dle Buňky a kol. [10] mají TS trvanlivost cca 3–4 měsíce, v následujících grafech je uvedeno srovnání sledovaných senzorických vlastností vždy ihned po utavení a po 3 měs. skladování, grafy jsou pro přehlednost rozděleny podle jednotlivých analogů.

U vzorků TSA s máslem (viz **Obrázek 38**) je prakticky ve všech případech patrné zhoršení vlastností po 3 měs. skladování. Pouze vzorky s plně zralou EC (12 týdnů) si lépe udržely kvalitu, a kromě optických vlastností byly i po skladování hodnoceny stejně.



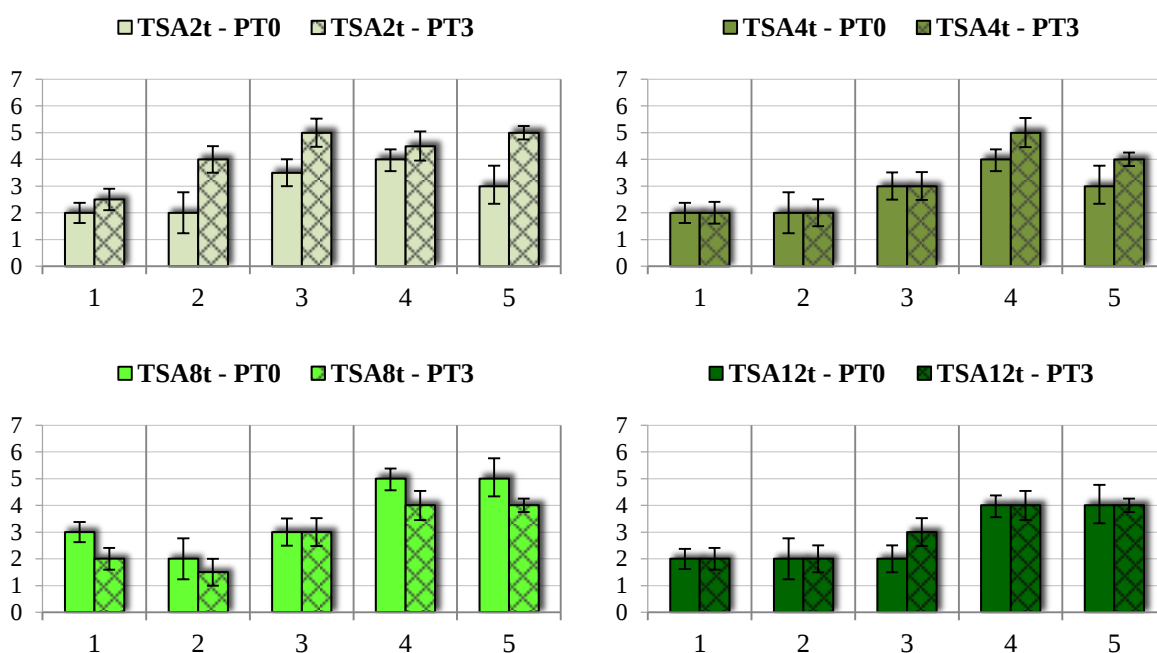
Obrázek 38: Hodnocení vzorků tavených sýrových analogů s máslem v průběhu skladování (EXP I) (1 = Vzhled a barva; 2 = Lesk; 3 = Konzistence; 4 = Chuť a vůně; 5 = Celkové hodnocení). Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

U vzorků TSA s kokosovým tukem (viz **Obrázek 39**) byl shledán obdobný výsledek, prakticky ve všech případech byl vzorek skladovaný hodnocen hůře, než čerstvě utavený. Pouze vzorky s plně zralou EC (12 týdnů) si pravděpodobně opět lépe udržely kvalitu, a jejich celková přijatelnost byla hodnocena stejně.



Obrázek 39: Hodnocení vzorků tavených sýrových analogů s kokosovým tukem v průběhu skladování (EXP I) (1 = Vzhled a barva; 2 = Lesk; 3 = Konzistence; 4 = Chuť a vůně; 5 = Celkové hodnocení).

Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

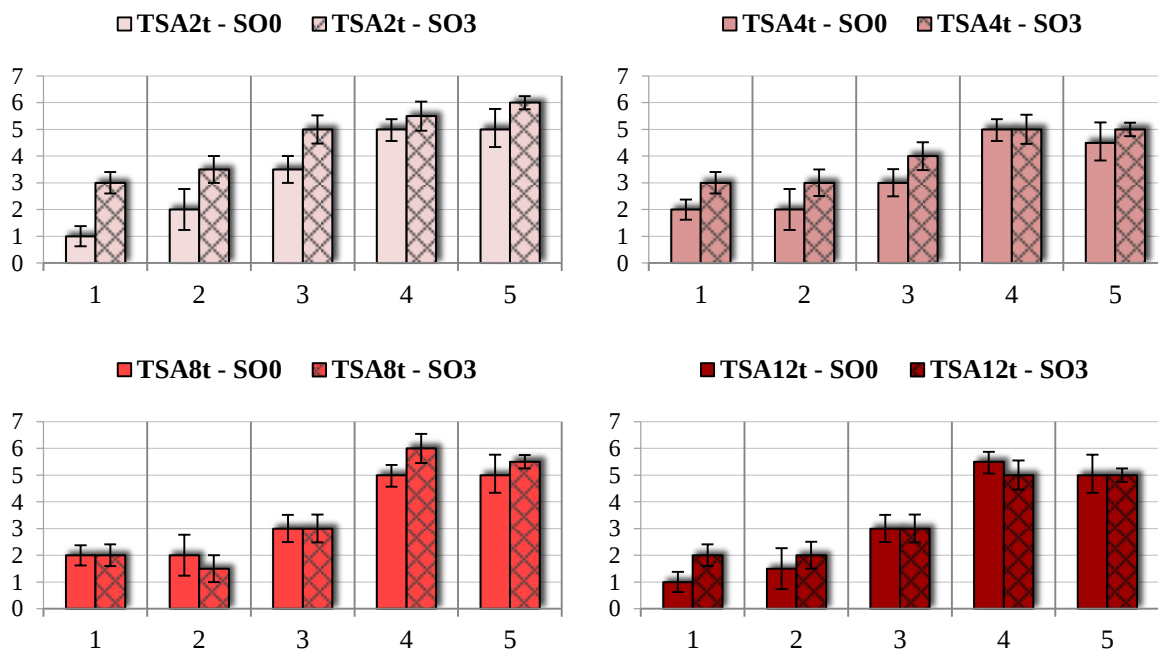


Obrázek 40: Hodnocení vzorků tavených sýrových analogů s palmovým tukem v průběhu skladování (EXP I) (1 = Vzhled a barva; 2 = Lesk; 3 = Konzistence; 4 = Chuť a vůně; 5 = Celkové hodnocení).

Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

A obdobný trend byl vysledován i u vzorků s palmovým tukem (viz **Obrázek 40**) a se směsným olejem (viz **Obrázek 41**).

Jednalo se však o zhoršení max. cca o jeden stupeň a lze tvrdit, že vyrobené vzorky si uchovávaly dobrou senzorickou kvalitu po dobu min. 3 měsíce.



Obrázek 41: Hodnocení vzorků tavených sýrových analogů se směsným olejem v průběhu skladování (EXP I) (1 = Vzhled a barva; 2 = Lesk; 3 = Konzistence; 4 = Chuť a vůně; 5 = Celkové hodnocení).

Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

5.2.2.2 Výsledky profilového testu

Výsledky hodnocení jednotlivých senzorických vlastností byly doplněny profilovým testem (ČSN EN ISO 13299), který je založen na představě, že senzorická kvalita se skládá z řady tzv. deskriptorů, které v různé míře přispívají k celkové kvalitě. Seznam deskriptorů, každý s hodnotou intenzity, tvoří senzorický profil. [180, 181].

V rámci našeho výzkumu jsme se samozřejmě zaměřili na hodnocení senzorického profilu chuti (flavouru). Deskriptory byly vybírány, s ohledem na účel výzkumu, na základě provedené rešerše, zkušeností autorky s daným typem produktu a příp. expertů v daném oboru [ČSN ISO 11035].

Byla hodnocena intenzita deskriptorů chuti (žluklá, olejovitá, příp. cizí pachů příjemná/nepříjemná a „jiná“) pomocí stupnice (1 – nezatelná $\Rightarrow$ 7 – velmi silná).

Termínem cizí pachů příjemná/nepříjemná byla míněna jakákoliv jiná vnímaná chuť, v dostatečné intenzitě, kterou lze popsat jako příjemnou/nepříjemnou. Pokud hodnotitelé detekovali „jinou“ chuť nebo pachů, byli požádáni o její podrobnější popis. Cílem bylo zjistit, zda hodnotitelé rozpoznají chuť přidaného oleje, zda olej nevnaší do vzorku nějakou pachů apod.

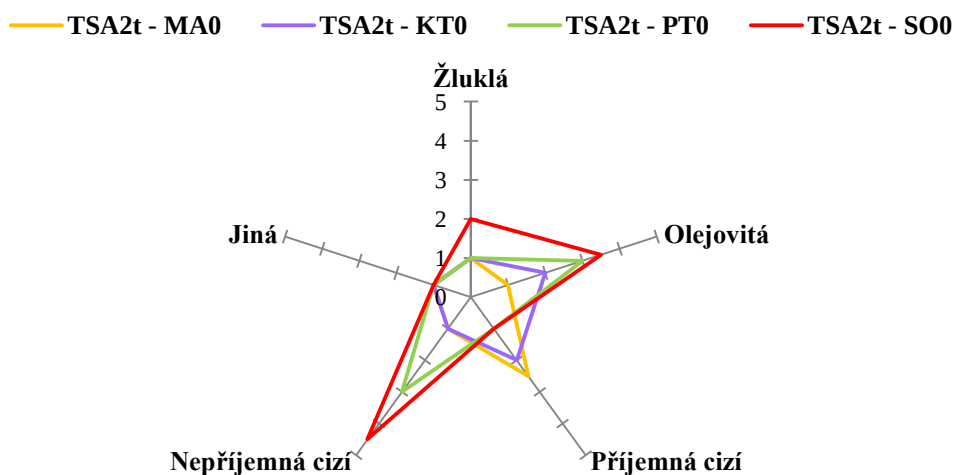
Výsledky jsou znázorněny graficky pomocí hvězdicových a sloupčových grafů.

Byl sledován vliv použitého tuku, několikaměsíčního skladování a zralosti eidamské cihly na intenzitní profil chuti vyrobených analogů.

Vliv přídavku různých tuků

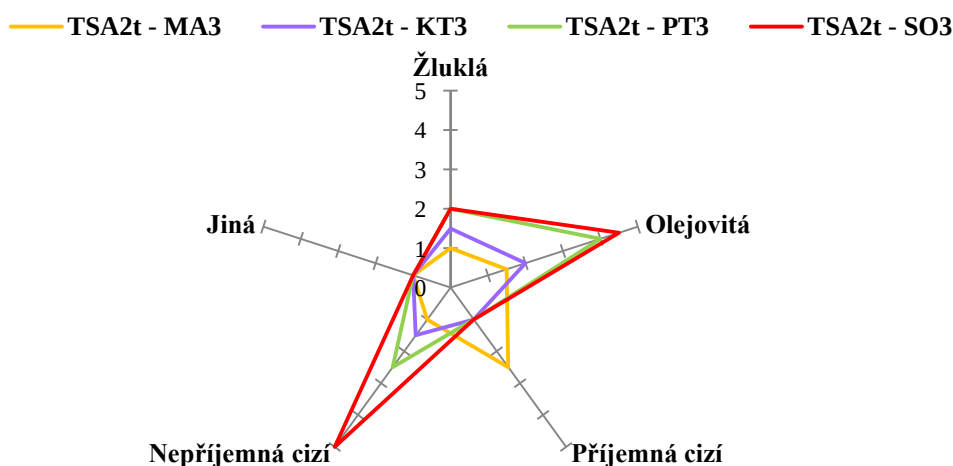
V této kapitole jsou srovnány jednotlivé analogy mezi sebou, ihned po utavení a po 3 měs. skladování. Grafy jsou pro přehlednost navíc rozděleny podle zralosti použité EC.

Výsledky profilového testu pro TSA s 2 týdny zralou EC ihned po utavení jsou zobrazeny na **Obrázku 42**. Pokud budeme vycházet z předpokladu, že uvedené deskriptory reprezentují různé chuťové vady (off-flavour), z výsledků tohoto testu lze usuzovat, že jako nejlepší byl hodnocen podle očekávání TSA s máslem (standard). U TSA2t-KT0, který byl také velmi dobře hodnocen, byla identifikována navíc slabá olejovitá chuť. U TSA2t-PT0 a TSA-SO0 byla identifikována olejovitá chuť v slabé až střední intenzitě a nepříjemná pachůť ve střední až silnější intenzitě. U žádného z předložených vzorků TSA nebyla detekována jiná chuť, což je poměrně překvapivé, lze předpokládat, že budou hodnotitelé vnímat např. kokosovou chuť.



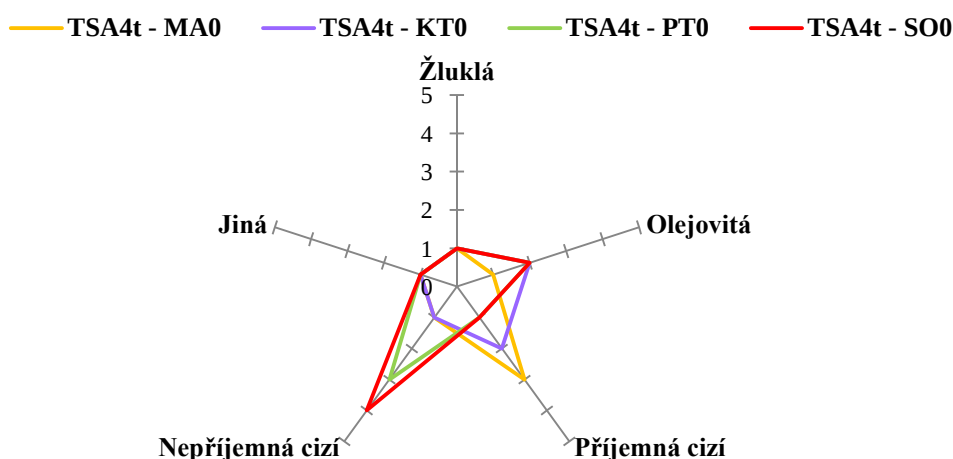
Obrázek 42: Profilový diagram pro hodnocení TSA s EC zralosti 2 týdny (EXP I) - hodnocení ihned po utavení. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Výsledky hodnocení těchto vzorků po 3 měsících skladování jsou uvedeny na **Obrázku 43**. Můžeme konstatovat, že opět nejlépe byl hodnocen TSA2t-MA3 a TSA2t-KT3. U TSA s kokosovým tukem byla opět identifikována velmi slabá olejovitá chuť, kterou hodnotitelé identifikovali už po utavení. U TSA2t-PT3 byla detekována střední intenzita olejové chuti, velmi slabá žluklá chuť a slabá až velmi slabá intenzita nepříjemné cizí pachuti. Vzorek TSA2t-SO3 byl hodnocen nejhůře se silnější až střední intenzitou olejové chuti, silnou intenzitou cizí nepříjemné pachuti a velmi slabou intenzitou žluklé chuti.



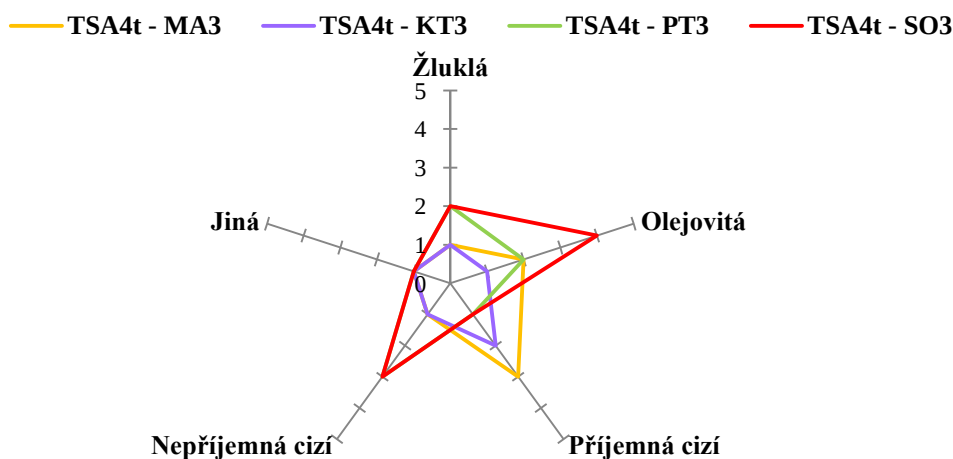
Obrázek 43: Profilový diagram pro hodnocení TSA s EC zralosti 2 týdny (EXP I) - hodnocení po 3 měsících skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Výsledky chuťového profilu vzorků TSA s EC zralosti 4 týdny ihned po utavení jsou uvedeny na **Obrázku 44**. Nejlépe byl z hlediska přítomnosti off-flavouru hodnocen TSA4t-MA0, poté TSA4t-KT0, pak TSA4t-PT0. Nejhuře byl opět hodnocen TSA se směsným olejem. Olejovitá chuť byla neznatelná pouze u TSA4t-MA0. Ostatní vzorky se vyznačovaly velmi slabou olejovitou chutí. Žluklá chuť byla u všech vzorků neznatelná. Nejintenzivnější cizí příjemná (blíže nespecifikovaná) chuť byla u vzorku TSA4t-MA0 (slabá), dále pak u TSA4t-KT0 (velmi slabá). Naopak, nepříjemná cizí chuť byla se střední intenzitou zaznamenána u vzorku TSA4t-SO0, slabou intenzitu měl TSA4t-PT0. U žádného TSA nebyla detekována jiná chuť.



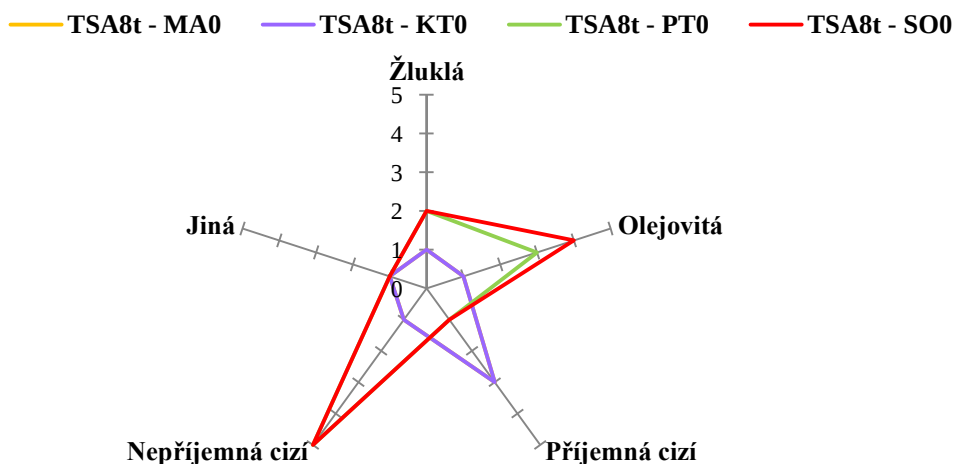
Obrázek 44: Profilový diagram pro hodnocení TSA s EC zralosti 4 týdny (EXP I) - hodnocení ihned po utavení. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Z výsledků těchto vzorků po 3 měsících (**Obrázek 45**), je patrné, že nejlépe hodnoceným vzorkem je TSA4t-KT3 (kokosový). U tohoto TSA byla detekována pouze jiná příjemná chuť ve velmi slabé intenzitě (hodnotitelé nedokázali popsat). Vzorek TSA4t-MA3 vykazoval velmi slabou olejovitou chuť a opět posuzovatelé zaznamenali příjemnou cizí chuť, ve slabé intenzitě. Vzorek s TSA4t-PT3 měl sice jen velmi slabou intenzitu olejovité a žluklé chuti, ale stejně jako vzorek TSA4t-SO3 vykazoval slabou cizí nepříjemnou chuť. Nejhorší byl opět hodnocen vzorek se směsným olejem. U žádného vzorku nebyla opět dekována jiná chuť.



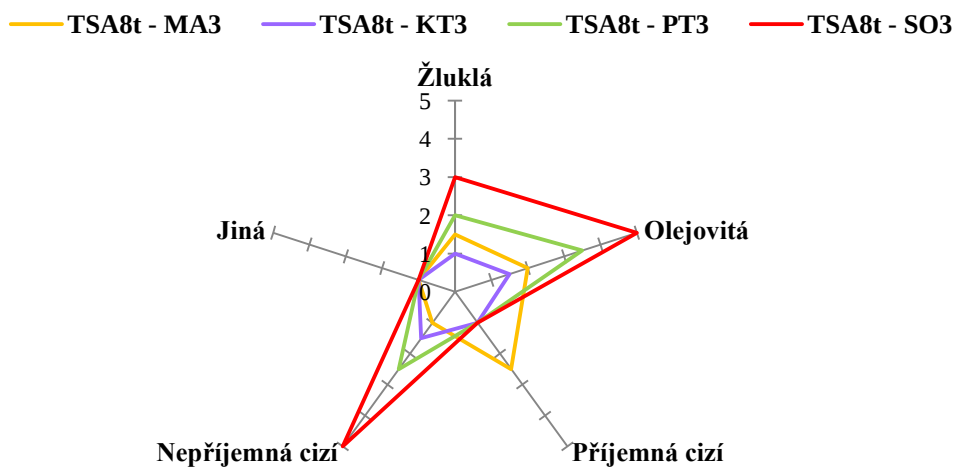
Obrázek 45: Profilový diagram pro hodnocení TSA s EC zralosti 4 týdny (EXP I) - hodnocení po 3 měsících skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Výsledky chuťového profilu vzorků TSA s EC zralosti 8 týdnů ihned po utavení jsou uvedeny na **Obrázek 46**. Nejlépe zde byl z hlediska off-flavouru hodnocen TSA s máslem a současně TSA s kokosovým tukem. Nejhorší byl opět hodnocen TSA se směsným olejem. Vzorky TSA8t-SO0 a TSA8t-PT0 byly hodnoceny velmi slabou intenzitou žluklé chuti. Ostatní vzorky vykazovaly neznatelnou intenzitu žluklé chuti. Olejovitá chuť byla opět detekována pouze u TSA8t-SO0 (střední intenzita) a TSA8t-PT0 (slabá intenzita). Oba vzorky TSA8t-SO0 a TSA8t-PT0 měly silnější nepříjemnou cizí chuť. Příjemná cizí chuť byla zaznamenána pouze u vzorků TSA8t-MA0 a TSA8t-KT0 a to ve slabé intenzitě. U žádného vzorku nebyla opět dekována jiná chuť.



Obrázek 46: Profilový diagram pro hodnocení TSA s EC zralosti 8 týdnů (EXP I) - hodnocení ihned po utavení. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

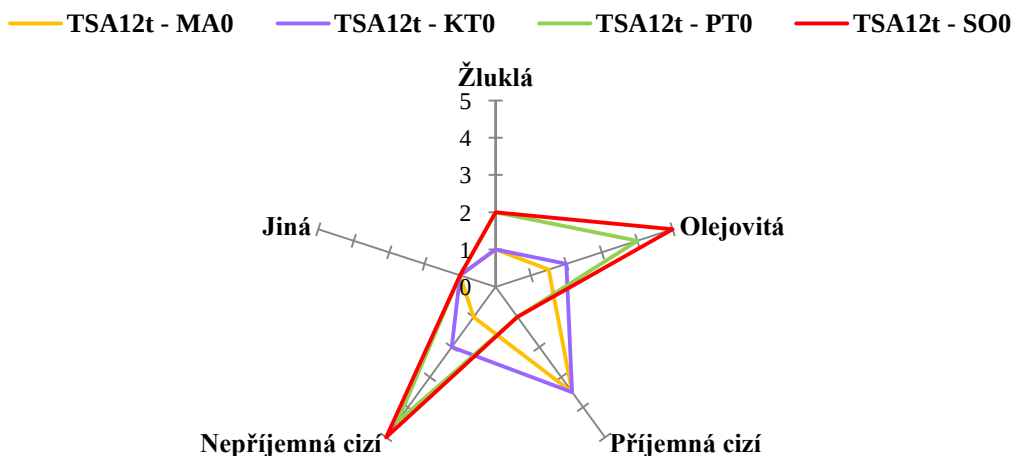
Při hodnocení stejné šarže po 3 měsících (**Obrázek 47**) skladování byl velmi dobře opět hodnocen TSA s kokosovým tukem a s máslem. TSA8t-KT3 měl neznatelnou žluklou, příjemnou a jinou chuť a velmi slabou až neznatelnou olejovitou a nepříjemnou cizí chuť. U TSA8t-MA3 byla identifikována velmi slabá olejovitá chuť, velmi slabá až neznatelná žluklá chuť a slabá až velmi slabá příjemná cizí chuť. Nejhuře byl opět hodnocen TSA se směsným olejem. Olejovitá a cizí nepříjemná chuť byla silnější, žluklá chuť slabá. U žádného vzorku nebyla opět dekována jiná chuť.



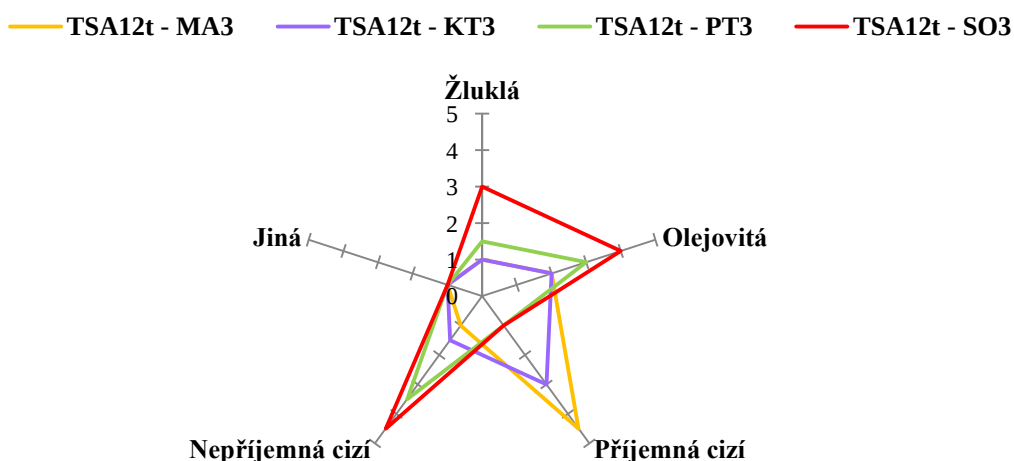
Obrázek 47: Profilový diagram pro hodnocení TSA s EC zralosti 8 týdnů (EXP I) - hodnocení po 3 měsících skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Z výsledků vzorků TSA s EC zralou 12 týdnů, které jsou uvedeny na **Obrázku 48**, je patrné, že byl opět nejhuře hodnocen TSA se směsným olejem. Nejméně off-flavouru a tudíž nejlepší hodnocení měl TSA s máslem a pak TSA s kokosovým tukem. Žluklá chuť byla

nejvíce zaznamenána u TSA12t-SO0 a TSA12t-PT0 ve velmi slabé intenzitě. Olejovitá chuť byla zaznamenána ve velmi slabé intenzitě u vzorků s máslem a kokosovým tukem, ve střední intenzitě u TSA12t-PT0 a silnější intenzitě TSA12t-SO0. Příjemná cizí chuť byla dekována pouze u TSA12t-MA0 a TSA12t-KT0 ve střední až slabé intenzitě. Nepříjemná cizí chuť byla hodnotiteli identifikována ve velmi slabé intenzitě tentokrát i u TSA s kokosovým tukem. TSA se směsným olejem a palmovým tukem vykazovaly silnější nepříjemnou cizí chuť. U žádného vzorku nebyla opět dekována jiná chuť.



Obrázek 48: Profilový diagram pro hodnocení TSA s EC zralosti 12 týdnů (EXP I) - hodnocení ihned po utavení. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**



Obrázek 49: Profilový diagram pro hodnocení TSA s EC zralosti 12 týdnů (EXP I) - hodnocení po 3 měsících skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Obdobné výsledky vykazovaly tytéž vzorky po 3 měsících skladování (**Obrázek 49**). Nejhorší hodnocení získal TSA se směsným olejem. Opět u něj byla zjištěna olejovitá, žluklá

a nepříjemná chuť. Naopak TSA s máslem měl pouze velmi slabou olejovitou chuť a střední až silnější příjemnou chuť. U TSA12t-KT3 byla detekována velmi slabá až nezatelná nepříjemná cizí chuť, velmi slabá olejovitá chuť a slabá příjemná cizí chuť. TSA s palmovým tukem měl slabou olejovitou chuť, střední až slabou nepříjemnou cizí chuť. U žádného vzorku nebyla opět detekována jiná chuť.

Z výsledků všech hodnocení vyplývá, že při výběru vhodného tuku, který by mohl být přidáván do TSA, se jeví jako vhodný kokosový tuk a naopak nevhodný směsný olej.

Výsledky profilového testu potvrzují dříve uvedené pořadí dle kvality/chutnosti vzorků: TSA-MA→TSA-KT→TSA-PT→TSA-SO. TSA se směsným olejem byl nejčastěji hodnocen s nepříjemnou cizí a olejovitou chutí od velmi slabé po střední intenzitu. Tyto parametry výrazně ovlivňovaly preferenci těchto vzorků mezi hodnotiteli i v pořadovém testu (viz kap. 5.2.3.4).

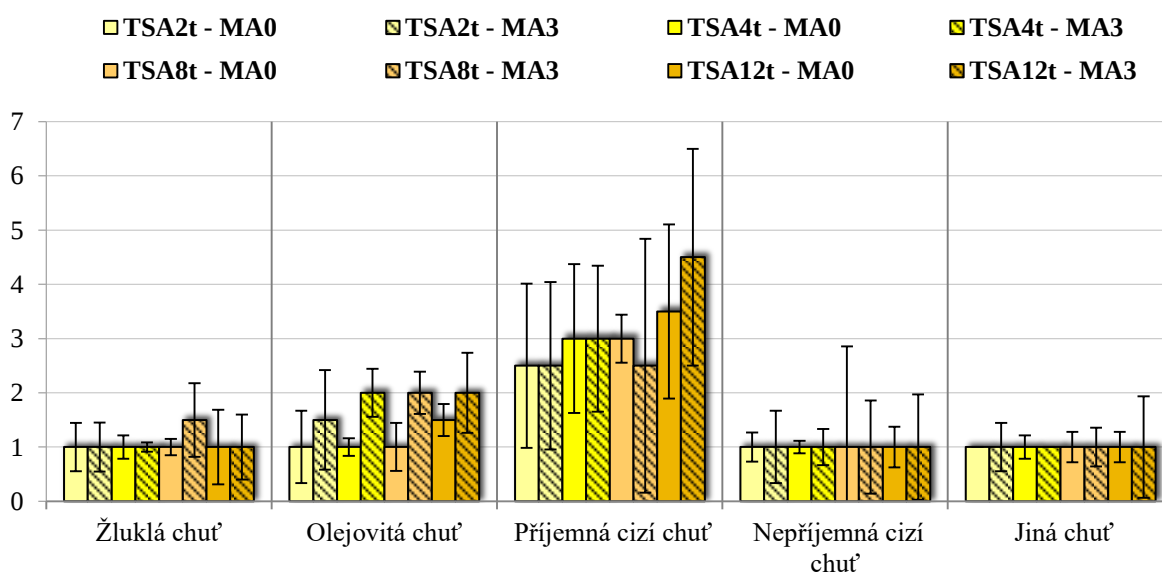
Zajímavý je fakt, že u žádného vzorku nebyla detekována „jiná“ chuť, hodnotitelé tedy nebyli schopni chuťově rozpoznat typ přidaného tuku/oleje.

Vliv použití různě zralé eidamské cihly a několikaměsíčního skladování

Profilový test ukázal také rozdíly mezi TSA se stejným tukem, ale rozdílnou zralostí EC a zároveň se projevil i vliv skladování.

V následujících grafech je uvedeno srovnání sledovaných deskriptorů z hlediska zralosti EC, ihned po utavení a po 3 měs. skladování. Grafy jsou pro přehlednost opět rozděleny podle jednotlivých analogů.

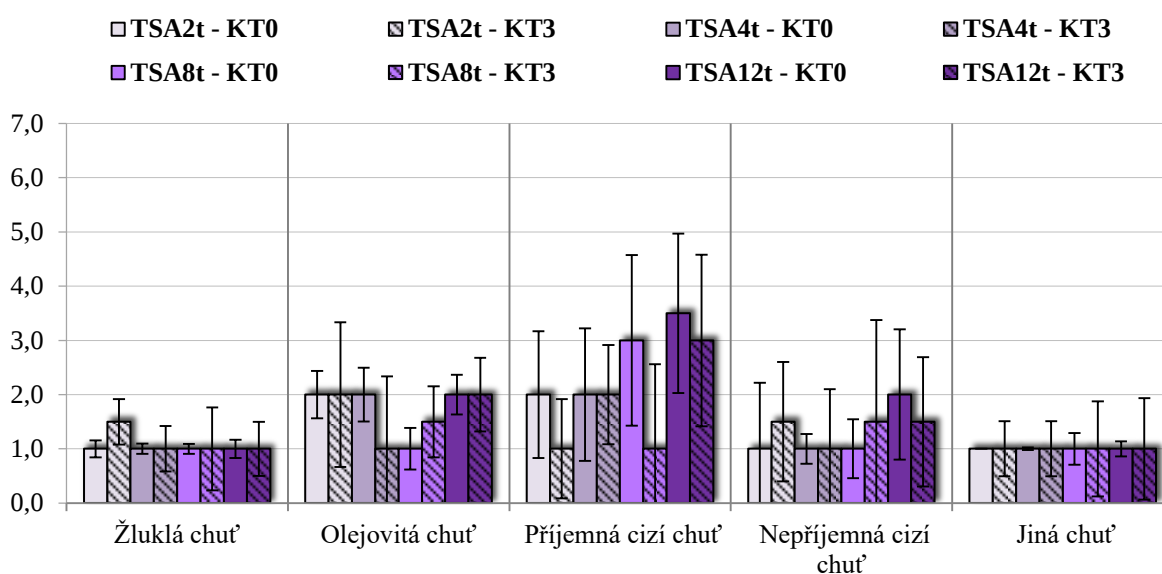
Na **Obrázku 50** je senzorický profil všech vzorků TSA s máslem. Z grafu je dobře patrné, že ve vzorcích nebyla vůbec detekována nepříjemná cizí, žluklá ani příp. „jiná“ chuť. Vždy po 3 měs. skladování se objevila mírná olejovitá chuť. U TSA byla vždy detekována příjemná cizí chuť, kterou hodnotitelé sice nedokázali rozpoznat a popsat, ale lze předpokládat, že cítili příjemnou smetanovou po použitím másla.



Obrázek 50 : Hodnocení senzorického profilu TSA s máslem (EXP I) s různě zralou EC a v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

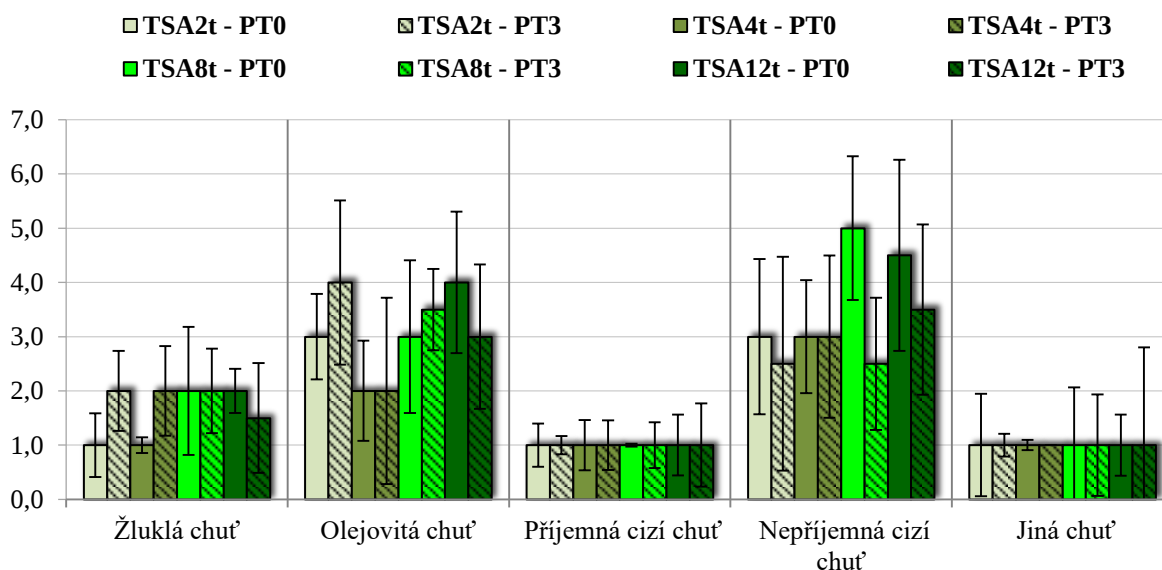
Na **Obrázku 51** je senzorický profil všech vzorků TSA s kokosovým tukem. Žluklá chuť byla u těchto analogů téměř nezatelná. Neměla na ni vliv zralost EC, ani skladování. V několika případech (TSA2t a TSA12t) byla identifikována velmi slabá olejovitá chuť, a nebyl zaznamenán vliv skladování. V závislosti na zralosti EC byl u těchto vzorků patrný vzrůstající trend příjemné cizí chuti. Nejvíce se tato cizí příjemná chuť projevila u TSA s 12 týdnů zralou EC. Hodnotitelé ji popisovali jako sladkou, mléčnou.

Zajímavé je, že zároveň se v této fázi projevila mírně nepříjemná chuť, někteří posuzovatelé ji popisovali jako hořká.



Obrázek 51 : Hodnocení senzorického profilu TSA s kokosovým tukem (EXP I) s různě zralou EC a v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

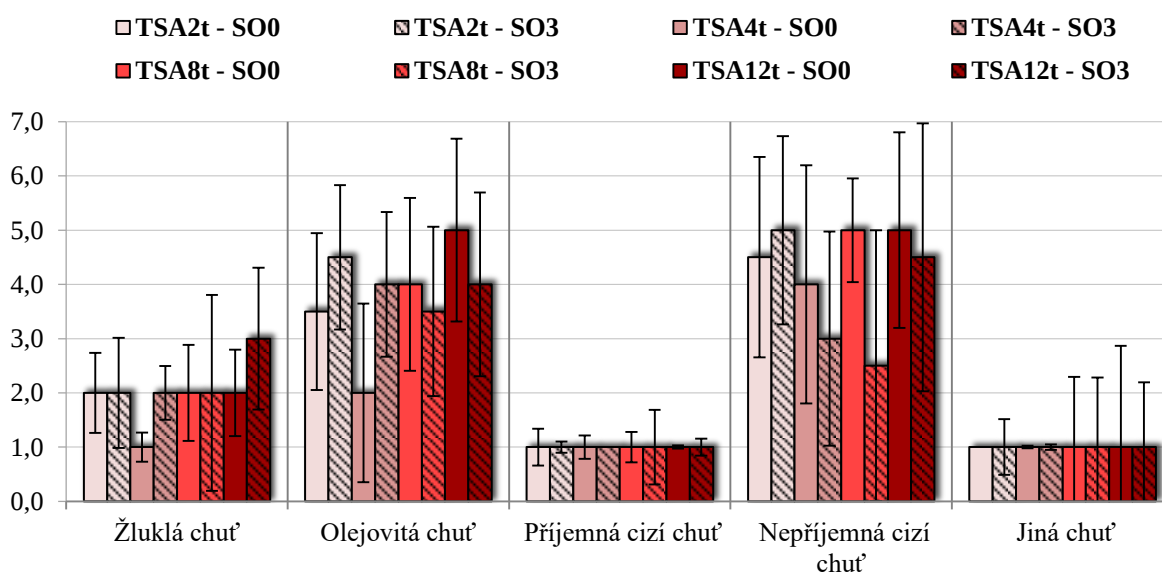
Větší rozdíly se projevily při hodnocení TSA s palmovým tukem (**Obrázek 52**). U vzorků především nebyla vůbec detekována příjemná cizí chuť, vzorky byly charakteristické olejovitou, nepříjemnou cizí chutí, a mírně žluklou. Při hodnocení olejovité chuti nelze pozorovat závislost ani na skladování, ani na zralosti EC, dosáhla dokonce až střední intenzity. Nelze sice vysledovat jednoznačný trend, ale lze říci, že se negativní vlastnosti zvyšovaly s vyšší zralostí EC.



Obrázek 52 : Hodnocení sensorického profilu TSA s palmovým tukem (EXP I) s různě zralou EC a v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Na **Obrázku 53** je sensorický profil všech TSA se směsným olejem. Výsledky jsou podobné, jako u vzorků s palmovým tukem. Rozdíly byly zaznamenány v hodnocení žluklé, olejovité a nepříjemné cizí chuti. Naopak příjemná cizí a jiná chuť nebyla u vzorků detekována. Žluklá chuť byla vesměs vnímána jako slabá, olejovitá slabá až silnější.

TSA se směsným olejem také vykazovaly střední až silnější intenzitu nepříjemné cizí chuti. Dokonce tato chuť byla hodnotiteli popisována jako umělá, kovová, některými jako plastová.



Obrázek 53: Hodnocení sensorického profilu TSA se směsným olejem (EXP I) s různě zralou EC a v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

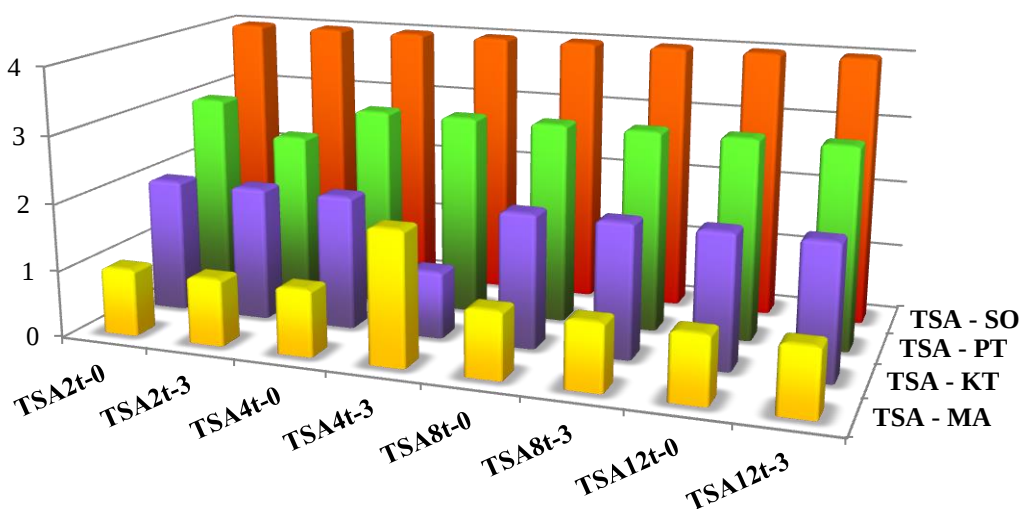
Celkově můžeme konstatovat, že zralost EC má vliv na sensorický profil TSA. Vzorky se zralejší EC vykazovaly výraznější chuťové vlastnosti. U TSA s máslem a kokosovým tukem byla intenzivněji vnímána příjemná cizí chuť, naopak u TSA se směsným olejem a s palmovým tukem především olejovitá chuť a nepříjemná cizí pachů. Pokud by se dalo uvažovat o použití TSA s palmovým tukem, bylo by asi vhodnější použít 2 nebo 4 týdny zralou EC jako základní surovinu.

5.2.2.3 Výsledky pořadového testu

Při každém sensorickém hodnocení byly předložené vzorky na závěr hodnoceny pomocí pořadové zkoušky (ČSN ISO 8587), hodnotitelé měli seřadit vzorky podle svých preferencí (1 – nejlepší $\Rightarrow$ 4 – nejhorší vzorek). Výsledky všech hodnocených sérií jsou přehledně prezentovány formou sloupcového grafu (**Obrázek 54**).

Z grafu je velmi dobře patrné, že jako nejlepší vzorek, hodnocený známkou 1, byl podle očekávání vyhodnocen kontrolní vzorek s máslem. Pouze s jedinou výjimkou (TSA4t-3), kdy byl lépe hodnocen TSA s kokosovým tukem. Jak už vyplynulo z předchozích výsledků, TSA s kokosovým tukem byl hodnocen jako druhý nejlepší/nejpříjemnější vzorek.

Výsledky všech použitých sensorických metod ukazují potenciál kokosového tuku pro využití při výrobě TSA. Naopak, zcela nevhodným pro výrobu TSA se jeví směsný olej. Ve všech případech byl hodnocen jako nejméně přijatelný.



Obrázek 54: Vyhodnocení pořadového testu ve všech sériích Experimentu I. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

5.3 Experiment II

Ve druhém experimentu byly vyrobeny analogy, v nichž byla nahrazena pouze část (1 % hm.) másla rostlinnými oleji. V tomto případě byly vybrány méně obvyklé oleje s vyšším obsahem biologicky aktivních látek – meruňkový, lněný, rybízový olej a olej z hroznových jader; lze očekávat sensoricky atraktivní produkt se zvýšenou nutriční hodnotou, jejich velkou nevýhodou je však vysoká cena.

Stanovení těkavých látek bylo provedeno ihned po utavení vzorků, následně po 1, 3 a 6 měs. skladování (< 6 °C), senzoricky byly vzorky hodnoceny ihned po utavení a po 3 měs. skladování.

Cílem bylo, obdobně jako v prvním experimentu, (i) posoudit kvalitu vyrobených analogů, (ii) posoudit vliv různé zralosti eidamské cihly, (iii) vliv použitého oleje, (iv) vliv různé doby skladování na senzorickou kvalitu a těkavé látky vzorků, a v neposlední řadě (v) posoudit příspěvek použitých surovin na složení těkavých látek analogů.

5.3.1 Stanovení těkavých látek

5.3.1.1 *Identifikace těkavých látek ve vzorcích*

Přehled sloučenin identifikovaných ve vzorcích je uveden v **Příloze 3 a 4**.

Sloučeniny byly rozděleny pro lepší porovnávání do skupin, které obvykle korelují s typem funkční skupiny v molekule. Jedná se o alkoholy, aldehydy, ketony, karboxylové kyseliny, estery a terpeny.

Celkem bylo ve vzorcích identifikováno 38 těkavých sloučenin, alkoholů 12, aldehydů 8, ketonů 8, kyselin 5, estery 4 a terpen 1.

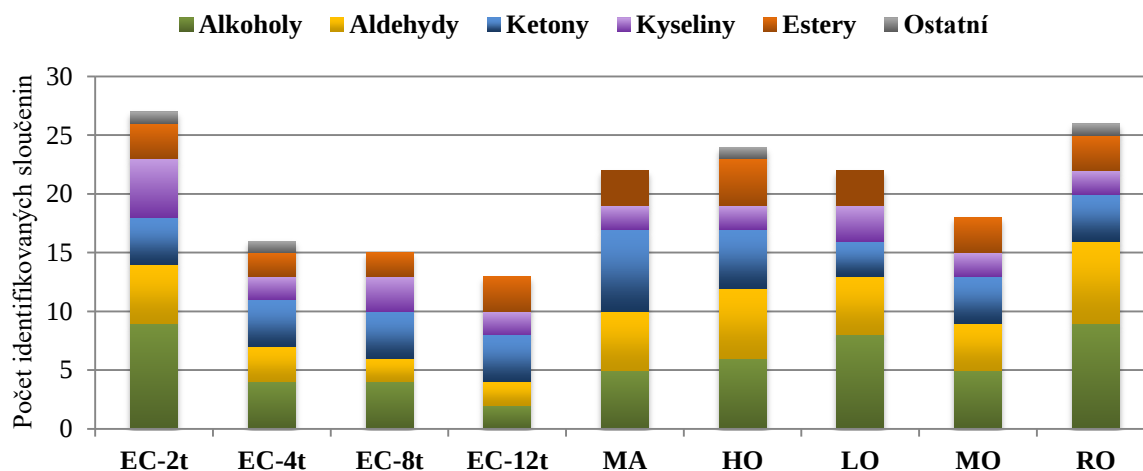
V následujících kapitolách budou posuzovány jednotlivé faktory ovlivňující těkavé látky vzorků, výsledky jsou přehledně prezentovány formou grafů.

Srovnání počtu těkavých látek v použitých surovinách (tuky vs. eidamská cihla)

Srovnání počtu těkavých látek v použitých surovinách, rozdělené podle chemických skupin, je uvedeno na **Obrázku 55**.

V případě EC došlo během zrání, podobně jako v experimentu I, překvapivě ke snížení počtu identifikovaných sloučenin, pravděpodobně převažovalo odbourání nad tvorbou sloučenin nových. Pokud budeme sledovat změny jednotlivých skupin sloučenin, u alkoholů, aldehydů a kyselin docházelo v průběhu zrání EC k poklesu. Výraznější změny nebyly zaznamenány u ketonů a esterů. Z alkoholů byl ve všech surovinách nalezen pouze ethanol. U EC byl kromě ethanolu vždy identifikován butan-2-ol, u tuků propan-2-ol. Aldehydů bylo nejvíce identifikováno v rybízovém oleji, dále pak v hroznovém oleji. Ethanal a fenylmethanal (benzaldehyd) se vyskytoval ve všech použitých surovinách. Nejvíce ketonů bylo nalezeno v másle, naopak nejméně ve lněném oleji. Nejvíce kyselin bylo identifikováno u nejméně zralé EC. V ostatních surovinách byla vždy nalezena alespoň kyselina butanová a ethanová. Estery – ethylbutanoát a ethylethanoát se vykytovaly téměř ve všech použitých surovinách, nejvíce esterů bylo však identifikováno v másle a pak v hroznovém oleji.

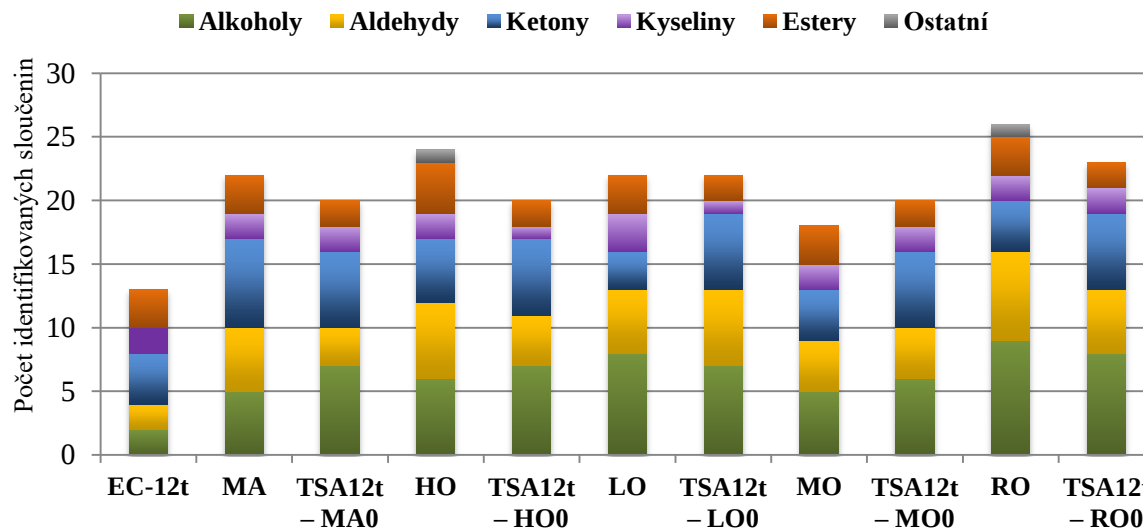
V tucích použitých pro výrobu TSA bylo nejméně identifikovaných sloučenin v meruňkovém oleji, nejvíce v oleji rybízovém.



Obrázek 55: Počet identifikovaných těkavých látek v surovinách použitých pro výrobu analogů (eidamská cihla různé zralosti, rostlinné tuky). Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Srovnání počtu těkavých látek (analogy vs. použité oleje)

Pro zkoumání, které sloučeniny v TSA pocházejí z EC a které z olejů, byly použity TSA ihned po výrobě (skladování 0 měs.), aby výsledek nebyl ovlivňován případným vznikem sloučenin během skladování, a na ukázkou nejzralejší EC (12 týdnů – nejméně identifikovaných sloučenin – 13). Srovnání je uvedeno na **Obrázku 56**.



Obrázek 56: Celkový počet identifikovaných těkavých látek v TSA (eidamská cihla zralosti 12 týdnů, analogy vs. použité oleje). Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Z grafu na **Obrázku 56** je patrné, že v TSA bylo téměř vždy nalezeno méně sloučenin, než v odpovídajícím tuku, podobně jako v experimentu I; výjimku tvořil lněný a meruňkový olej, v těchto TSA byl nalezeno stejně nebo o něco více látek než v odpovídajícím samotném oleji.

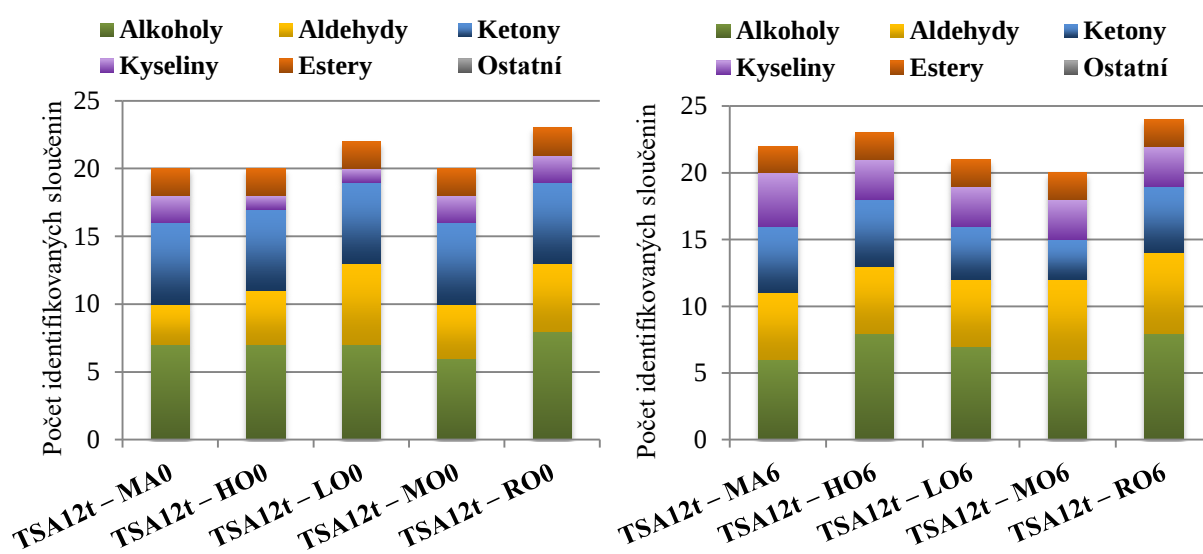
Lze se domnívat, že vlivem tavicího zahřevy byly některé AAL rozloženy [11].

Srovnání počtu těkavých látek jednotlivých typů tavených sýrových analogů

Cílem této kapitoly bylo posoudit rozdíly mezi jednotlivými vzorky TSA, resp. vliv použitých různých rostlinných olejů. Pro lepší přehlednost byly vybrány pouze vzorky na začátku a konci skladovacího pokusu (0 a 6 měs.) a na ukázkou opět nejzralejší EC (12 týdnů). Výsledky jsou uvedeny na **Obrázku 57**.

Rozdíly mezi vzorky ihned po utavení byly nepatrné. U TSA s máslem, hroznovým a meruňkovým olejem byl identifikován stejný počet sloučenin. Nejvíce sloučenin pak obsahoval TSA s rybízovým olejem, avšak s nepatrným rozdílem od TSA s lněným olejem.

Větší rozdíly mezi vzorky byly zaznamenány po 6 měsících skladování. Počet identifikovaných sloučenin se zvyšoval v pořadí MO $\Rightarrow$ LO $\Rightarrow$ MA $\Rightarrow$ HO $\Rightarrow$ RO.



Obrázek 57: Celkový počet identifikovaných těkavých látek v TSA s eidamskou cihlou zralosti 12 týdnů. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

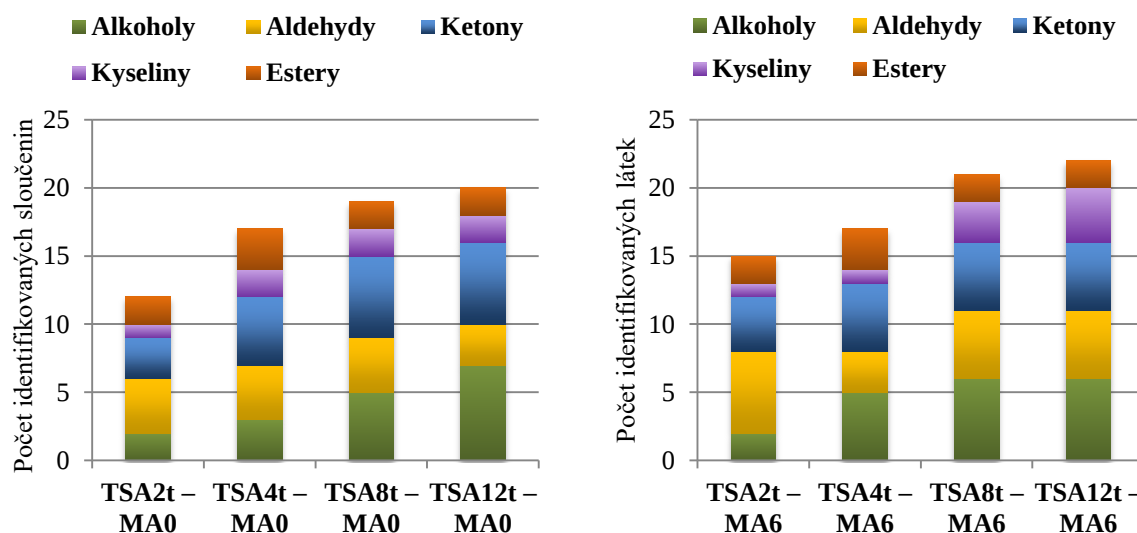
Vliv různé zralosti eidamské cihly

Při sledování změn počtu těkavých látek v závislosti na zralosti použité EC jako hlavní suroviny jsou opět pro přehlednost prezentovány pouze vzorky na začátku a konci skladovacího pokusu (0 a 6 měs.). Mezi jednotlivými vzorky TSA byly shledány rozdíly.

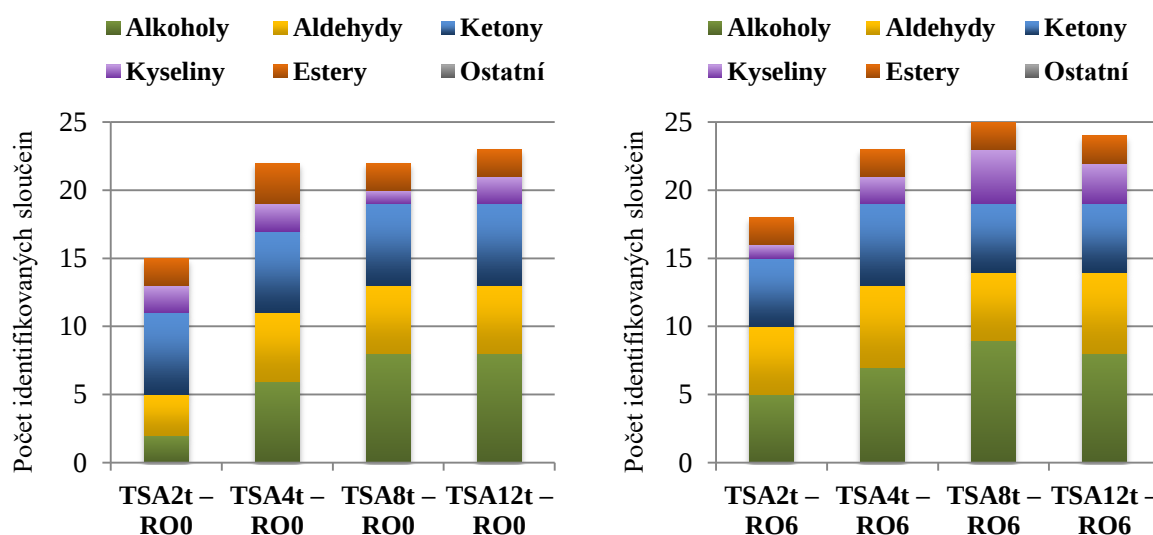
Při hodnocení TSA s máslem (**Obrázek 58**) ihned po utavení i po 6 měsíčním skladování byl patrný vliv zralosti EC na vývoj těkavých sloučenin. U zralejší EC bylo identifikováno více látek, především je to patrné na zvyšujícím se počtu alkoholů ve vzorcích.

Poněkud rozdílné výsledky byly zaznamenány u ostatních TSA. Pro srovnání byl vybrán TSA s rybízovým olejem (**Obrázek 59**). V tomto případě počet sloučenin stoupal se zvyšující se zralostí EC, u nejzralejší (12t EC) začal mírně klesat. Více byl tento trend patrný po 6 měsících skladování.

Vzhledem k tomu, že v samotné EC počet těkavých látek během zrání klesal, lze předpokládat, že do TSA některé sloučeniny přecházejí z použitých olejů.



Obrázek 58: Celkový počet identifikovaných těkavých látek v TSA s máslem s eidamskou cihlou různé zralosti. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

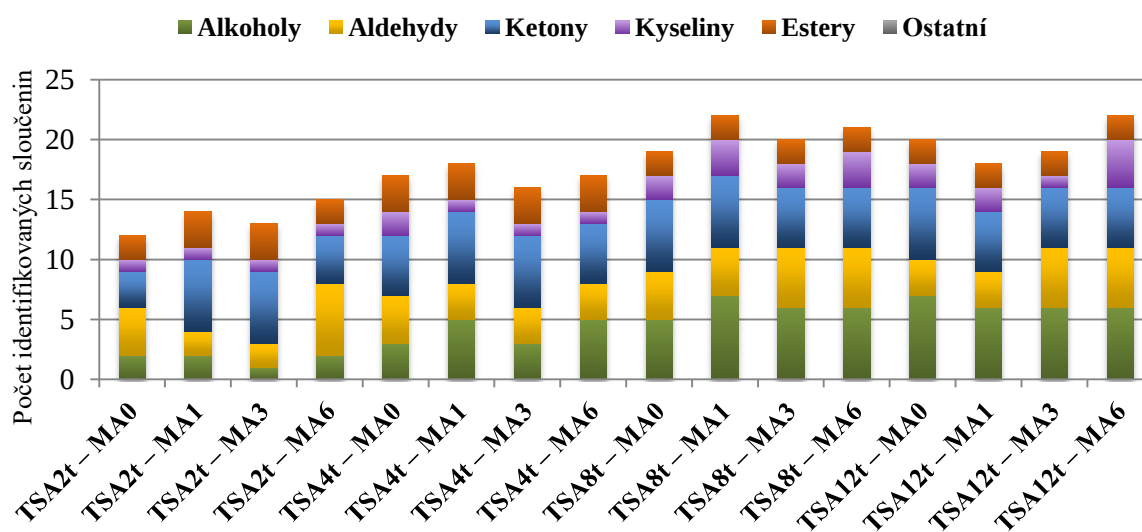


Obrázek 59: Celkový počet identifikovaných těkavých látek v TSA s rybízovým olejem s eidamskou cihlou různé zralosti. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Změny těkavých látek během skladování analogů

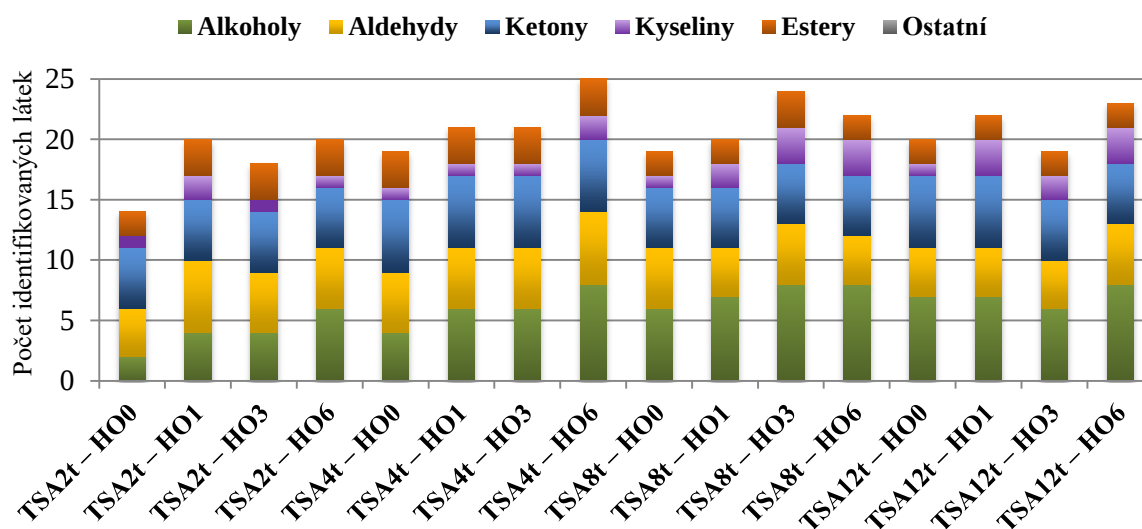
Stejně jako v experimentu I, byla také věnována pozornost skladování vzorků, tedy jakým způsobem skladovací doba ovlivňuje počet sloučenin v jednotlivých TSA. I v rámci tohoto experimentu byly TSA skladovány po dobu 6 měsíců při chladírenské teplotě ($< 6\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Výsledky jsou pro přehlednost rozděleny do pěti grafů podle jednotlivých TSA. U všech TSA je patrný vliv skladování na vývoj těkavých látek. Je však nutné podotknout, že se jejich vývoj lišil s různě zralou EC.



Obrázek 60: Celkový počet těkavých látek identifikovaných v TSA s máslem s eidamskou cihlou různé zralosti v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

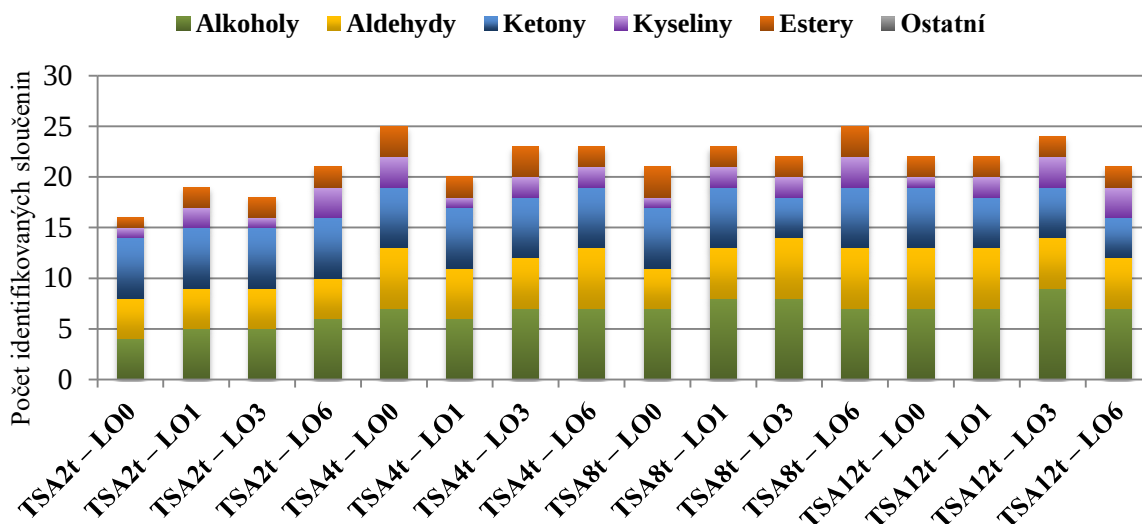
Srovnání těkavých látek v TSA s máslem je v na **Obrázku 60**. U vzorků s 2, 4 a 8 týdů zralou EC lze pozorovat kolísavou změnu počtu identifikovaných sloučenin v průběhu skladování. Po 1 měsíci dochází k nárůstu, po 3 měsících opět k poklesu a po 6 měsících opět k nárůstu. U nejzralejší EC byl sice po 1 měsíci patrný pokles, avšak následným skladováním se počet identifikovaných sloučenin už jen zvyšoval.



Obrázek 61: Celkový počet těkavých látek identifikovaných v TSA s hroznovým olejem s eidamskou cihlou různé zralosti v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

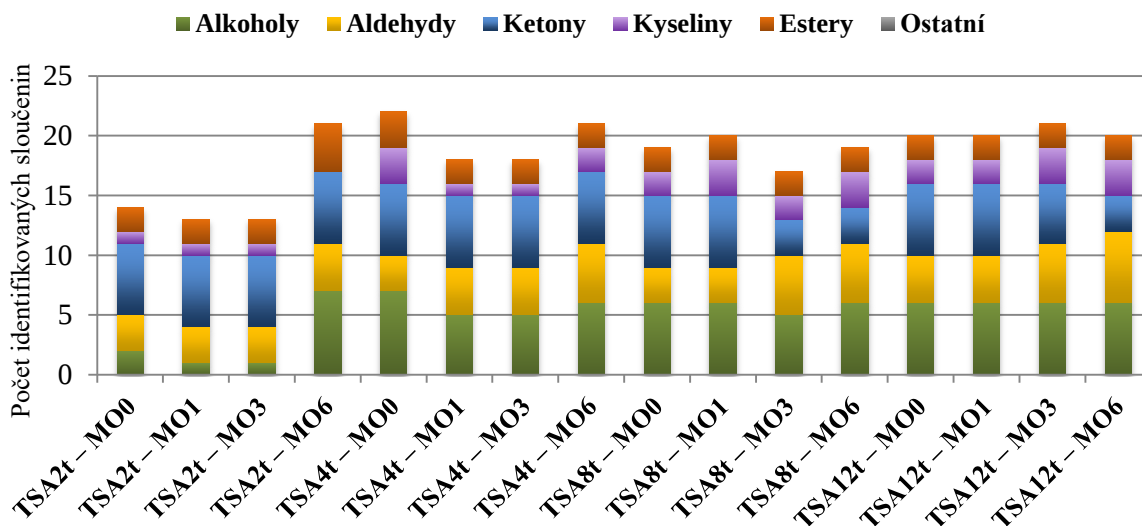
Srovnání těkavých látek v TSA s hroznovým olejem je na **Obrázku 61**. Byl sledován podobný průběh, stejně jako u TSA s máslem. U všech zralostí EC byl patrný nárůst identifikovaných sloučenin po 6 měsících skladování. A stejně jako u TSA s máslem byl

u většiny nárůst kolísavý, po měsíci počet stoupal, pak mírně klesl a poté došlo opět k nárůstu počtu sloučenin. Byl také patrný zvyšující se počet identifikovaných alkoholů v průběhu skladování.



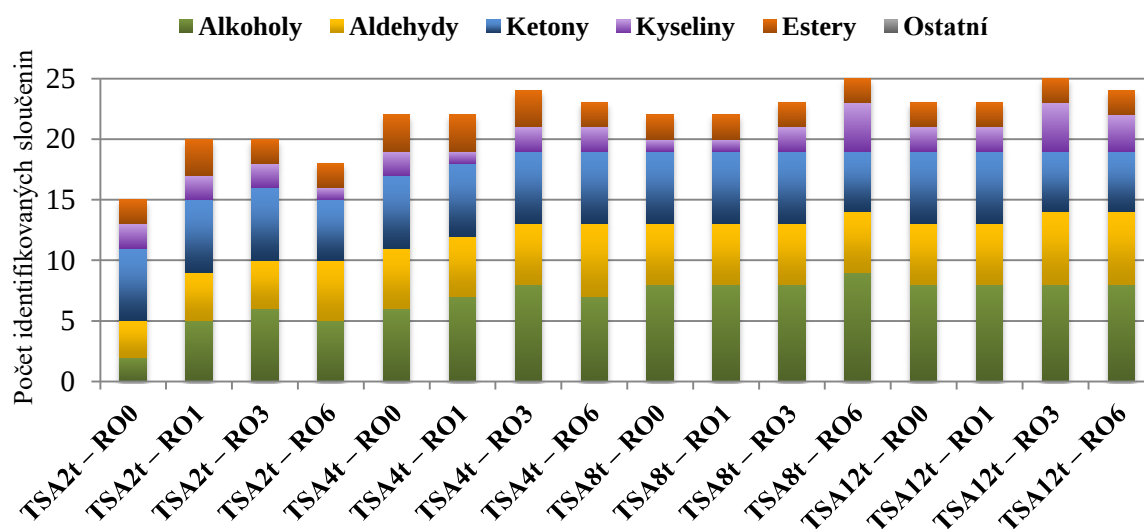
Obrázek 62: Celkový počet těkavých látek identifikovaných v TSA se lněným olejem s eidamskou cihlou různé zralosti v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Srovnání těkavých látek v TSA se lněným olejem je na **Obrázku 62**. Byl shledán podobný průběh, stejně jako u TSA s máslem a s hroznovým olejem.



Obrázek 63: Celkový počet těkavých látek identifikovaných v TSA s meruňkovým olejem s eidamskou cihlou různé zralosti v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Počet identifikovaných sloučenin v průběhu skladování v TSA s meruňkovým olejem je na **Obrázku 63**. U TSA s 2 týdny zralou EC je patrný výrazný nárůst počtu sloučenin po 6 měsících skladování. Ostatní vzorky TSA vykazovaly podobný trend vývoje počtu identifikovaných sloučenin jako předchozí analogy.



Obrázek 64: Celkový počet těkavých látek identifikovaných v TSA s rybízovým olejem s eidamskou cihlou různé zralosti v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Vývoj počtu sloučenin v průběhu skladování TSA s rybízovým olejem na **Obrázku 64**. U vzorků TSA s 2 týdny zralou EC bylo identifikováno nejvíce sloučenin po 1 a 3 měsících skladování. U ostatních zralostí EC má vývoj počtu sloučenin stejný trend jako u předchozích TSA.

Trend sice nebyl jednoznačný, ale celkově lze říci, že počet identifikovaných sloučenin se vlivem skladování mírně zvyšoval.

5.3.1.2 Kvantifikace těkavých látek ve vzorcích

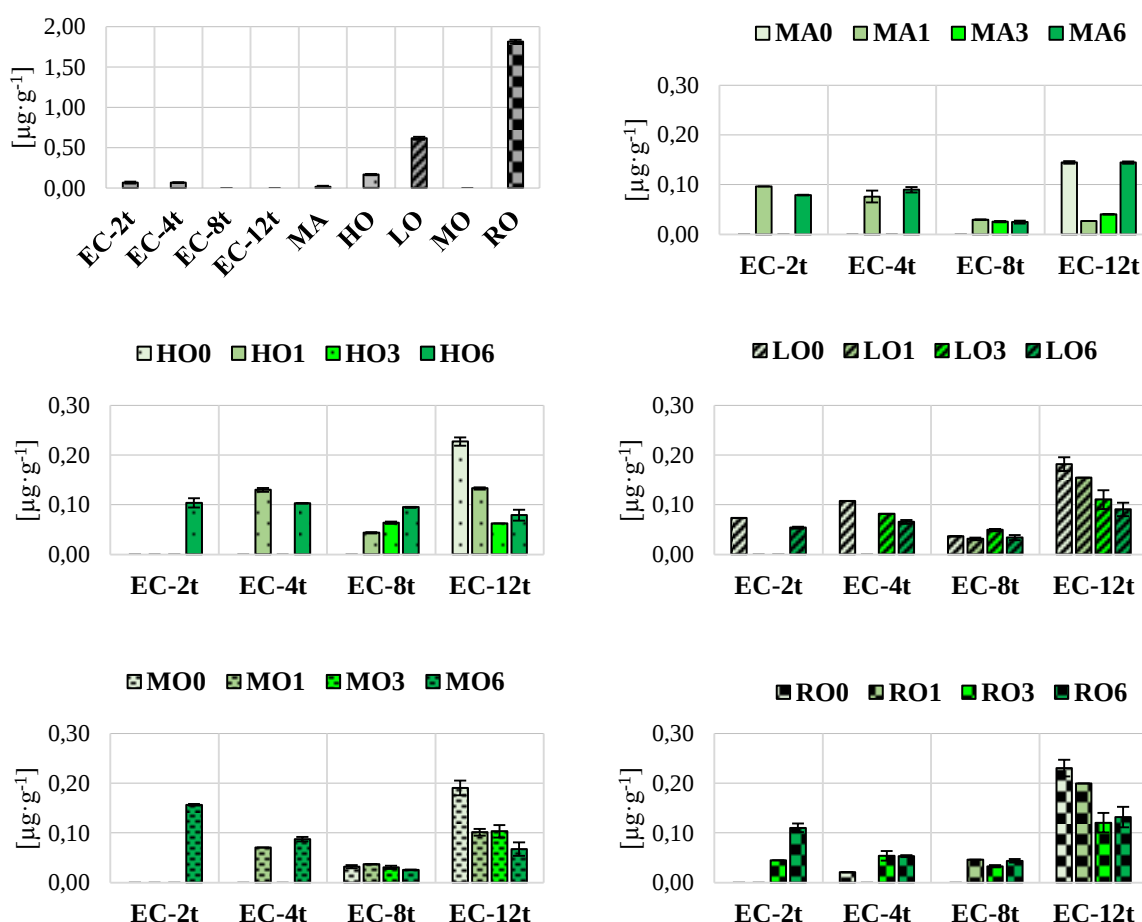
Podobně jako v předchozím experimentu, pro kvantifikaci bylo vybráno několik sloučenin, u nichž během výroby docházelo k významnějším změnám. Konkrétně bylo vybráno 13 sloučenin (alkoholy – butan-1-ol, butan-2-ol, ethanol; aldehydy – ethanal, fenylmethanal, hexanal; ketony – 3-hydroxybutan-2-on, butan-2-on, butan-2,3-dion, heptan-2-on; kyselina ethanová; estery – ethylethanoát, ethyldekanoát), u nichž během výroby docházelo k významnějším změnám. Výsledky (v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ sýra) jsou prezentovány graficky.

Butan-1-ol

Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – v surovinách od 0 do 1,813 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v TSA od 0 do 0,231 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 65**.

Na rozdíl od předchozího experimentu, v EC byl butan-1-ol nalezen v minimálním množství, v pozdějších fázích zrání nebyl detekován vůbec, pravděpodobně mohlo dojít k jeho přeměně na butyl estery [84].

Výrazně vysoký obsah byl nalezen v rybízovém oleji, toto se však neprojevalo v odpovídajícím TSA, obsah ve vyrobených TSA byl proměnlivý, během skladování se spíše snižoval.



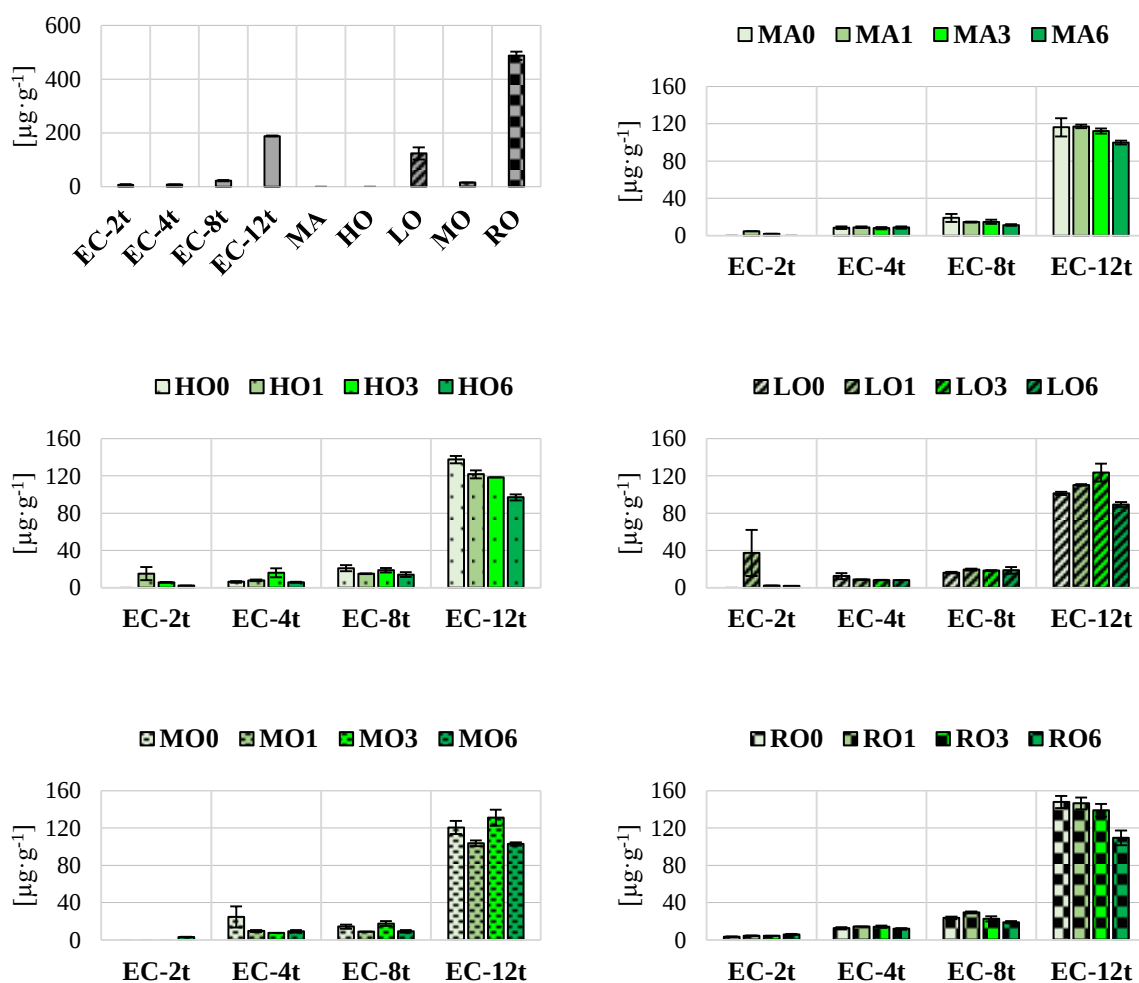
Obrázek 65: Obsah butan-1-olu v surovinách a ve všech vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Butan-2-ol

Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – v surovinách od 0 do 486,914 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v TSA od 0 do 147,947 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 66**.

Při porovnání použitých surovin je z grafu patrný jeho výrazný nárůst se zralostí EC, kde se tvoří metabolismem laktátu a citrátu [92], což koreluje s výrazně vyšším obsahem v analozích.

Z rostlinných olejů byl opět nalezen nejvíce v rybízovém oleji, naopak v másle a hroznovém oleji nebyl detekován vůbec. Co se týče skladování, nebyl patrný jednoznačný trend, lze říci, že se obsah u všech TSA výrazněji neměnil.



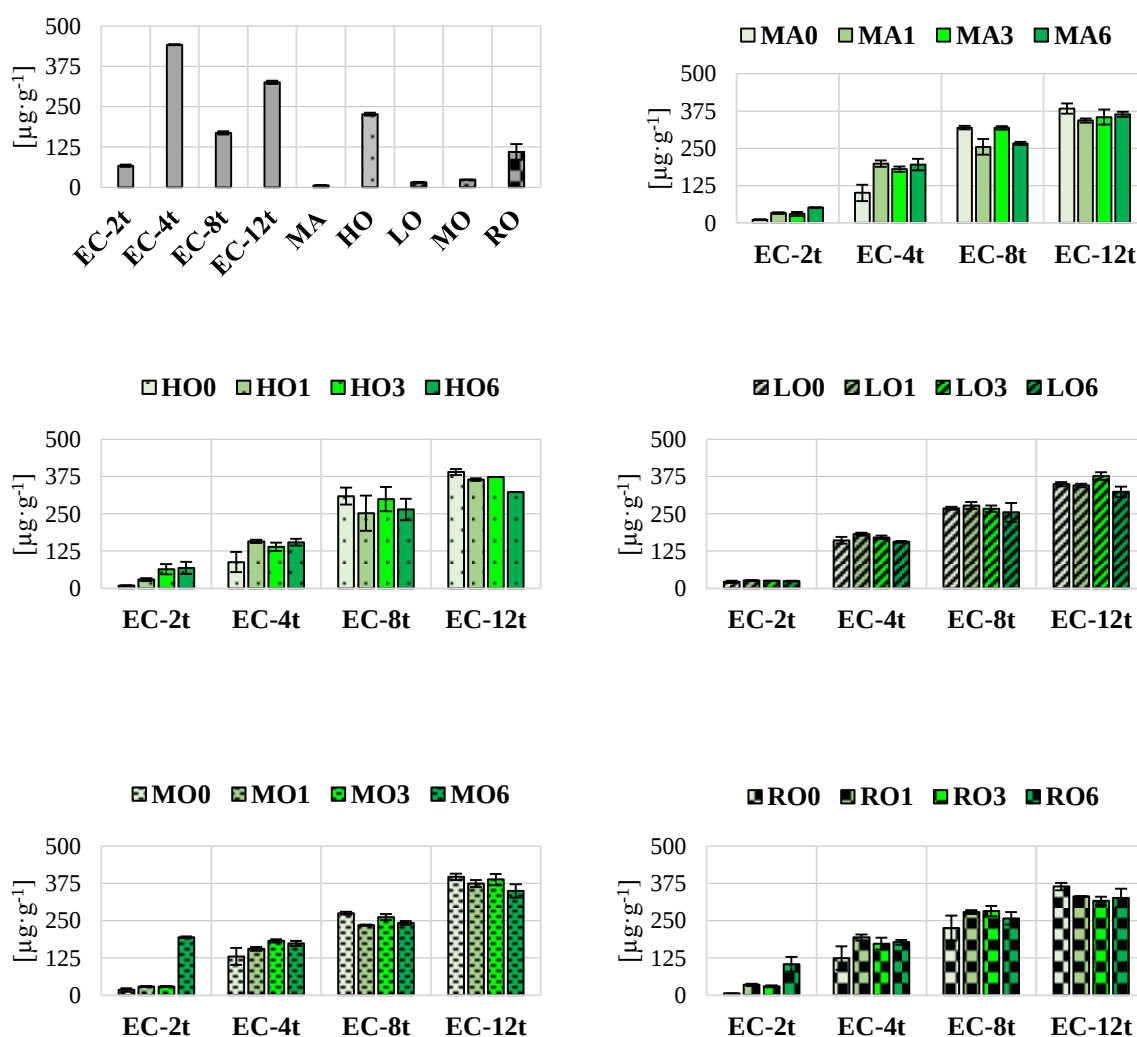
Obrázek 66: Obsah butan-2-olu v surovinách a ve všech vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Ethanol

Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – v surovinách od 5,607 do 226,143 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v TSA od 6,052 do 397,202 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 67**.

Na rozdíl od předchozího experimentu, se zralostí EC se jeho obsah nezvyšoval, byl spíše proměnlivý; ve vyrobených TSA je však patrný výrazný nárůst se zralostí EC. Co se týče skladování, nebyl patrný jednoznačný trend, lze říci, že se obsah u všech TSA výrazněji neměnil.

Z použitých olejů byl nalezen nejvíce v hroznovém oleji, což se však v odpovídajícím TSA neprojevilo.



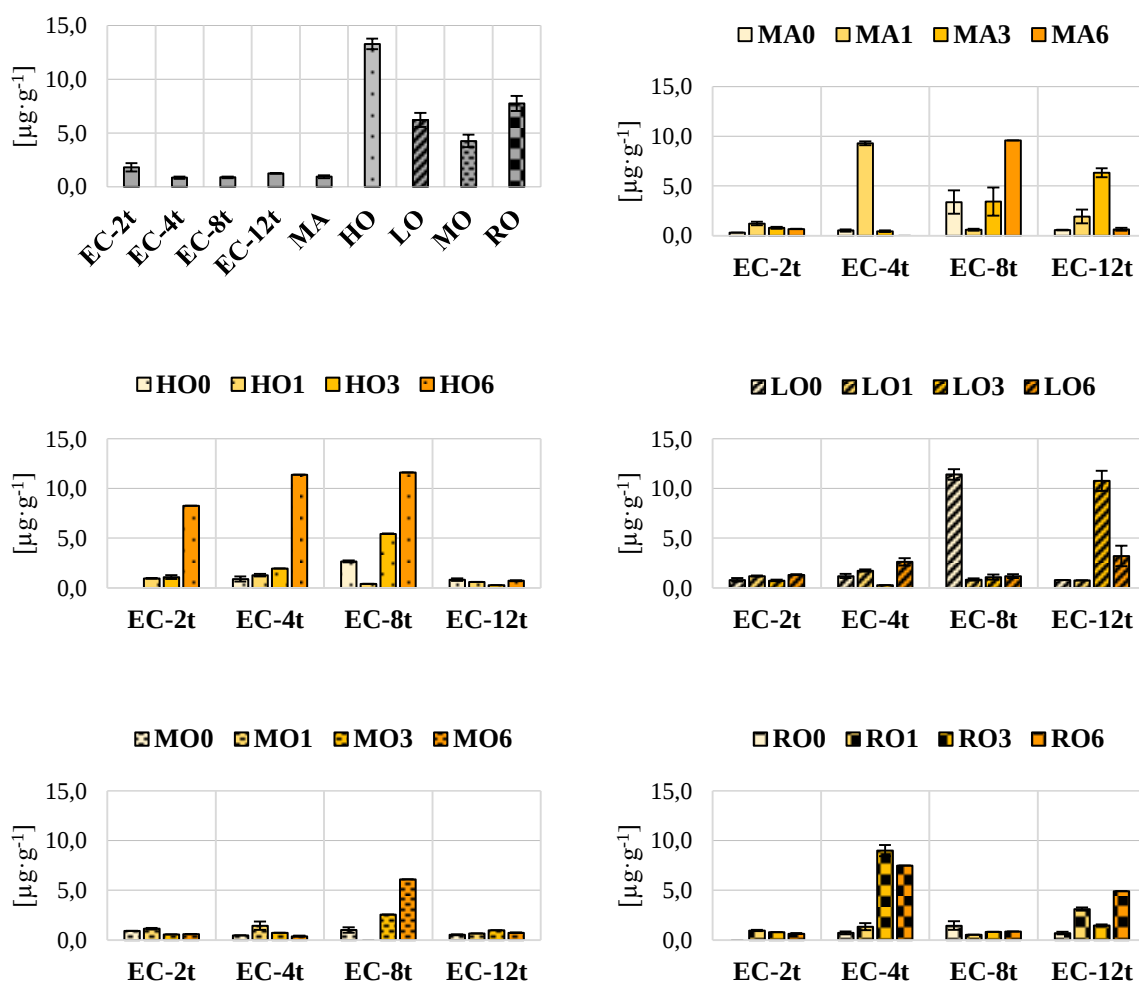
Obrázek 67: Obsah ethanolu v surovinách a ve všech vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Ethanal

Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – v surovinách od 0,930 do 13,279 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v TSA od 0 do 11,615 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 68**.

Z grafu je patrný výrazně vyšší obsah ethanalu v použitých rostlinných olejích, pravděpodobně v důsledku oxidace [81].

V EC se ethanal nacházel ve všech fázích zralosti, jeho obsah však byl proměnlivý, poměrně nízký, stejně tak v másle. Zralost EC neměla na jeho obsah v TSA jednoznačný vliv, stejně tak skladování.



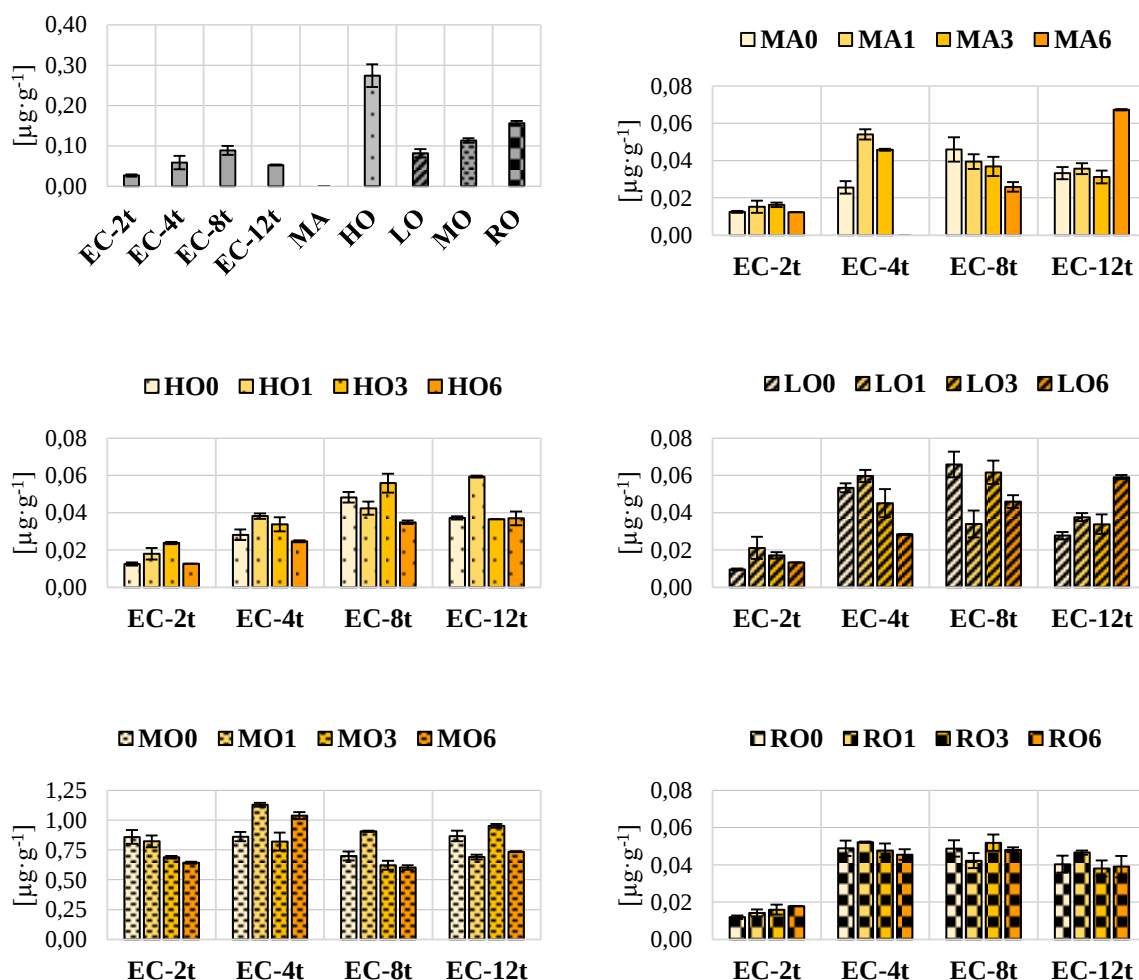
Obrázek 68: Obsah ethanalu v surovinách a ve všech vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Fenylmethanal

Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – v surovinách od 0 do 0,274 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v TSA od 0 do 1,130 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 69**.

Jeho obsah se během zrání EC mírně zvyšoval, v poslední fázi však došlo k jeho poklesu, podobně jako v předchozím experimentu. V TSA se zralost EC významně projevila pouze v počáteční fázi, vliv skladování nebyl jednoznačný

Z rostlinných olejů byl v nejvyšším množství v hroznovém, v másle nebyl detekován vůbec.



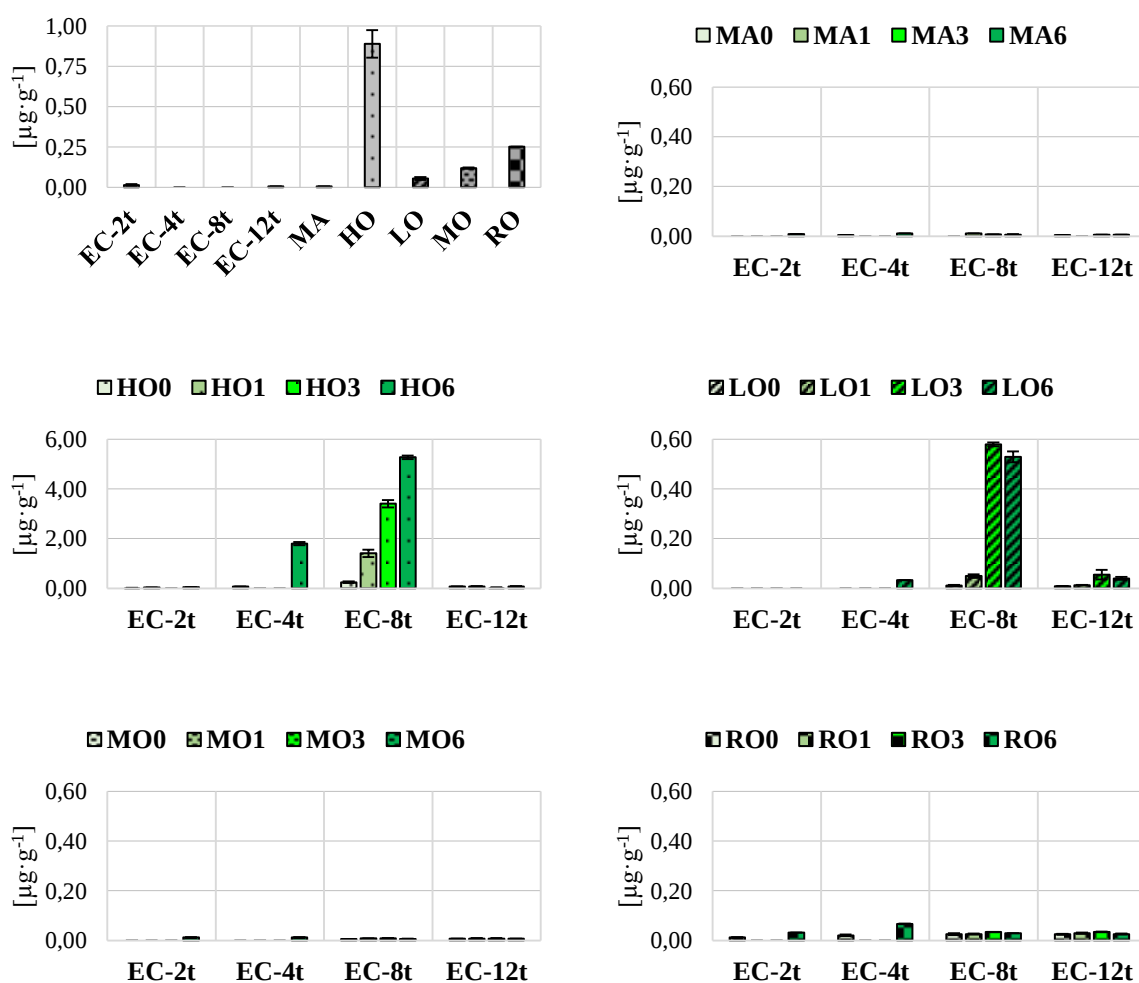
Obrázek 69: Obsah fenylmethanalu v surovinách a ve všech vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Hexanal

Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – v surovinách od 0,006 do 0,889 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v TSA od 0 do 5,274 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 70**.

Hexanal je považován za klíčovou AAL eidamských sýrů [113], v našich vzorcích EC však byl nalezen překvapivě nízký obsah, podobně jako v předchozím experimentu, a pouze ve dvou fázích zrání. Byl detekován ve všech použitých tucích, kde vzniká především v důsledku oxidace [52], nejvíce v oleji hroznovém.

Jak je vidět z grafů v TSA s meruňkovým, rybízovým olejem a s máslem byl nalezen v zanedbatelných množstvích, v ostatních byl jeho obsah proměnlivý. V souladu s literaturou, [81], lze pozorovat mírný nárůst během skladování.



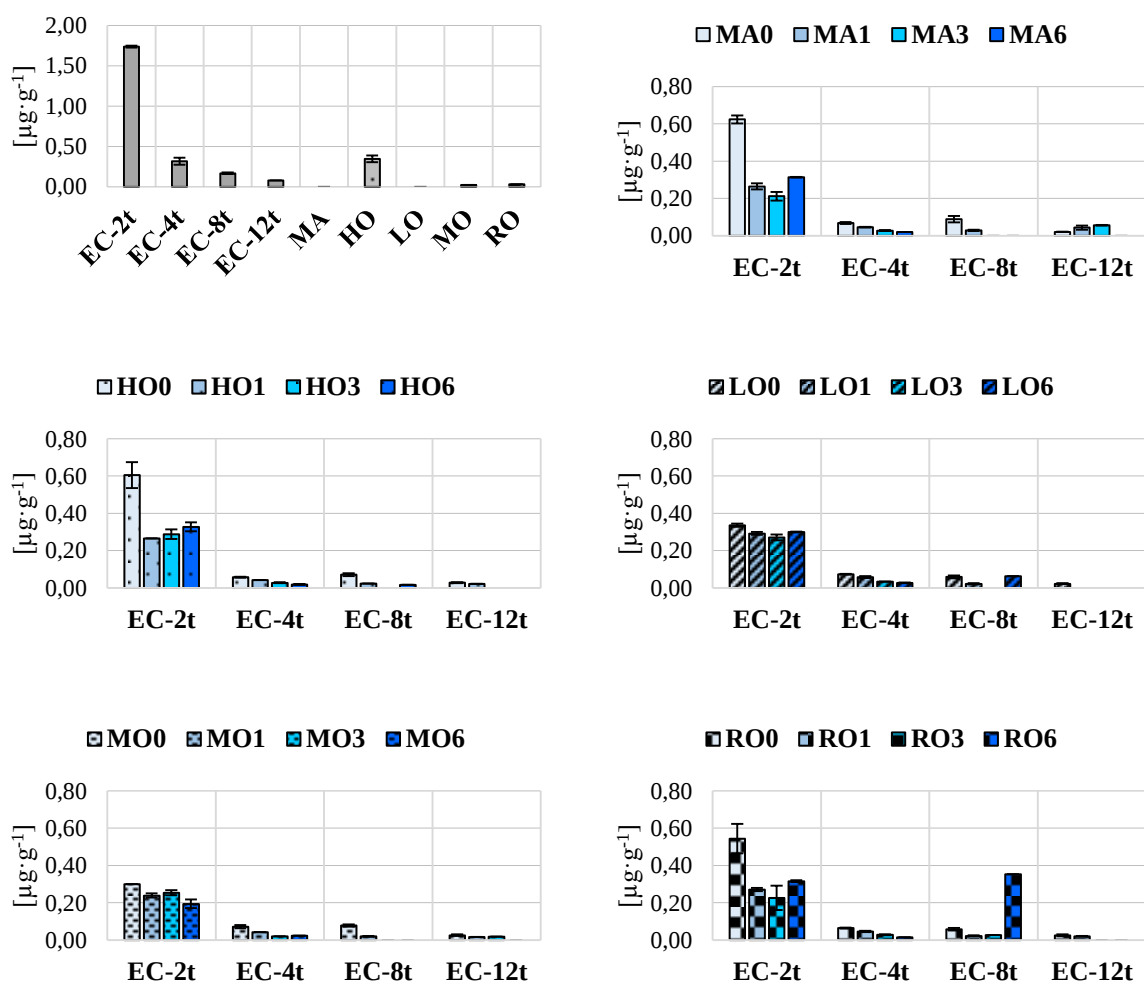
Obrázek 70: Obsah hexanalů v surovinách a ve všech vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Butan-2,3-dion

Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – v surovinách od 0 do 0,346 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v TSA od 0 do 0,624 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 71**.

V souladu s literaturou během zrání EC jeho obsah výrazně klesal [92], s tím koreloval i klesající trend jeho obsahu v TSA se zralostí EC. A jeho obsah klesal u všech TSA i během skladování.

Jeho obsah v tucích byl zanedbatelný, v másle nebyl překvapivě detekován vůbec, i když je znám jako klíčová složka flavouru čerstvého másla [52].



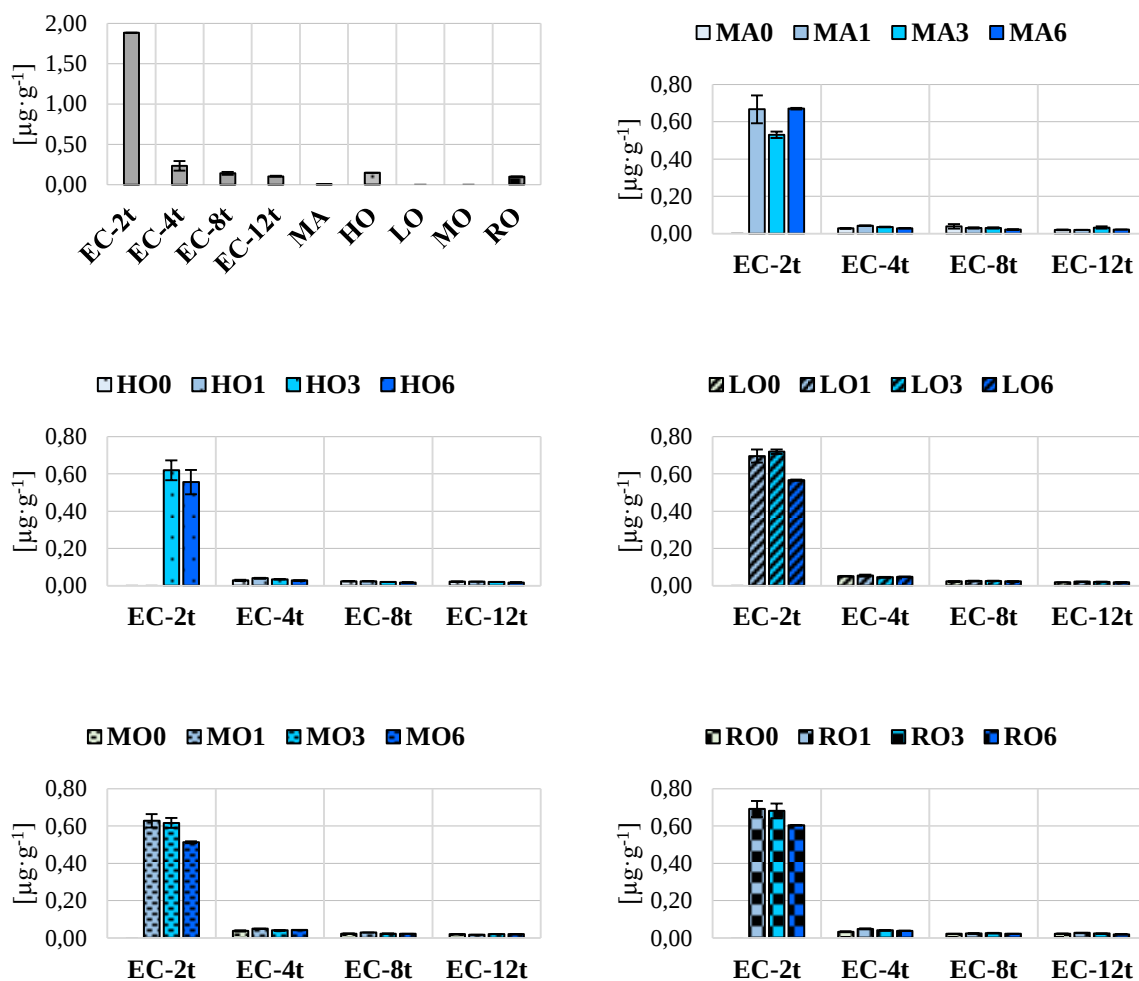
Obrázek 71: Obsah butan-2,3-dionu v surovinách a ve všech vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

3-hydroxybutan-2-on

Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – v surovinách od 0 do 0,147 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v TSA od 0 do 0,719 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 72**.

Acetoin vzniká během zrání eidamských sýrů z biacetylu, může však být dále přeměněn na butan-2,3-diol a 2-butanon a ten nakonec na 2-butanol [92, 110, 111]. Tomu odpovídá jeho výrazný pokles se zralostí EC, a s tím koreluje i jeho pokles ve vyrobených TSA. Významný vliv skladování nebyl pozorován.

U použitých tuků byl detekován v zanedbatelných množstvích, obdobně jako v předchozím experimentu.



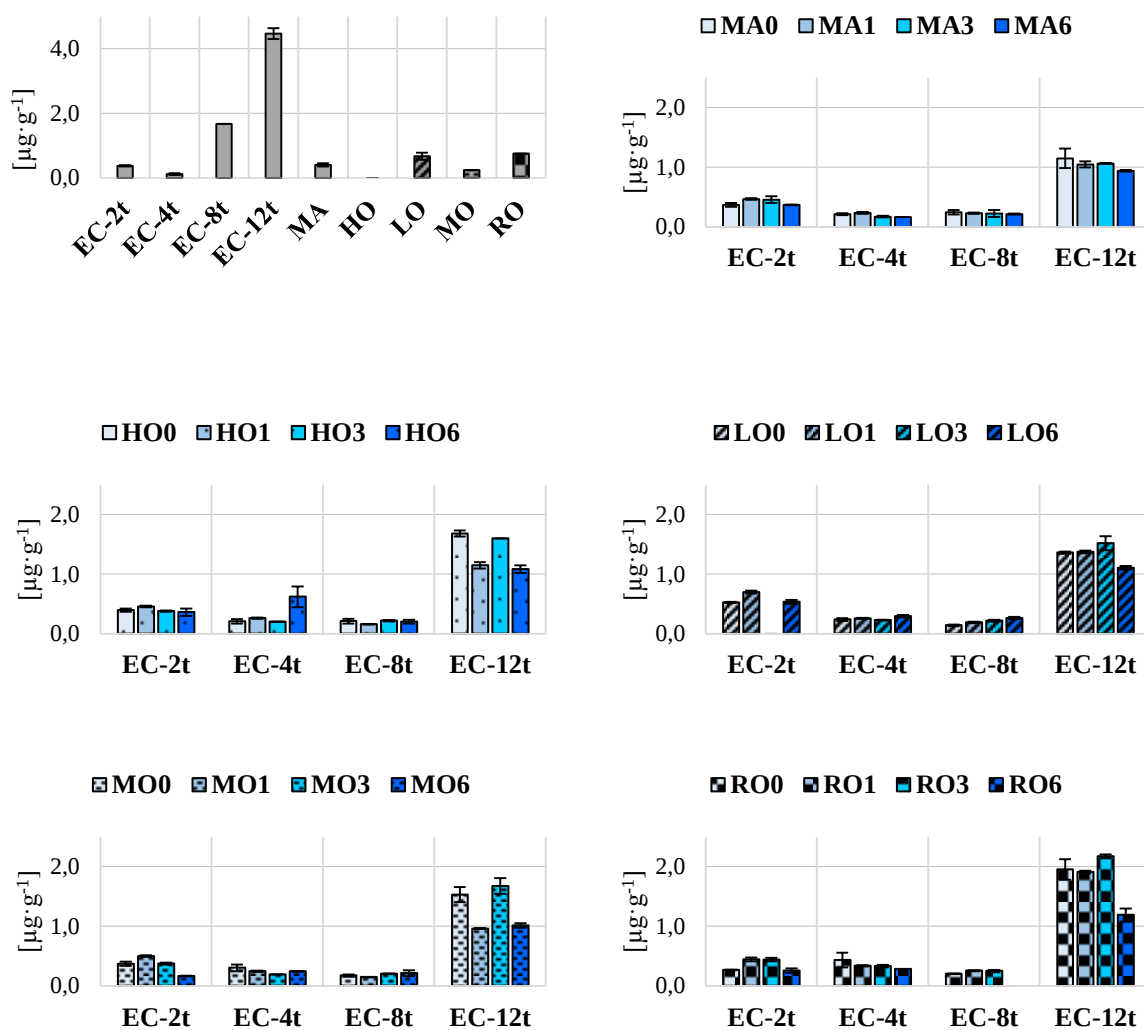
Obrázek 72: Obsah 3-hydroxybutan-2-onu v surovinách a ve všech vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Butan-2-on

Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – v surovinách od 0 do 0,753 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v TSA od 0 do 2,171 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 73**.

Z grafu je patrný jeho výrazný nárůst během zrání EC, kde vzniká z výše zmíněného acetoinu [92]. S tím koreluje i jeho nárůst ve všech TSA se zralostí EC. Jeho obsah v tucích byl oproti tomu malý, v hroznovém oleji nebyl detekován vůbec.

Co se týče skladování, jeho obsah v TSA se výrazně neměnil.



Obrázek 73: Obsah butan-2-onu v surovinách a ve všech vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

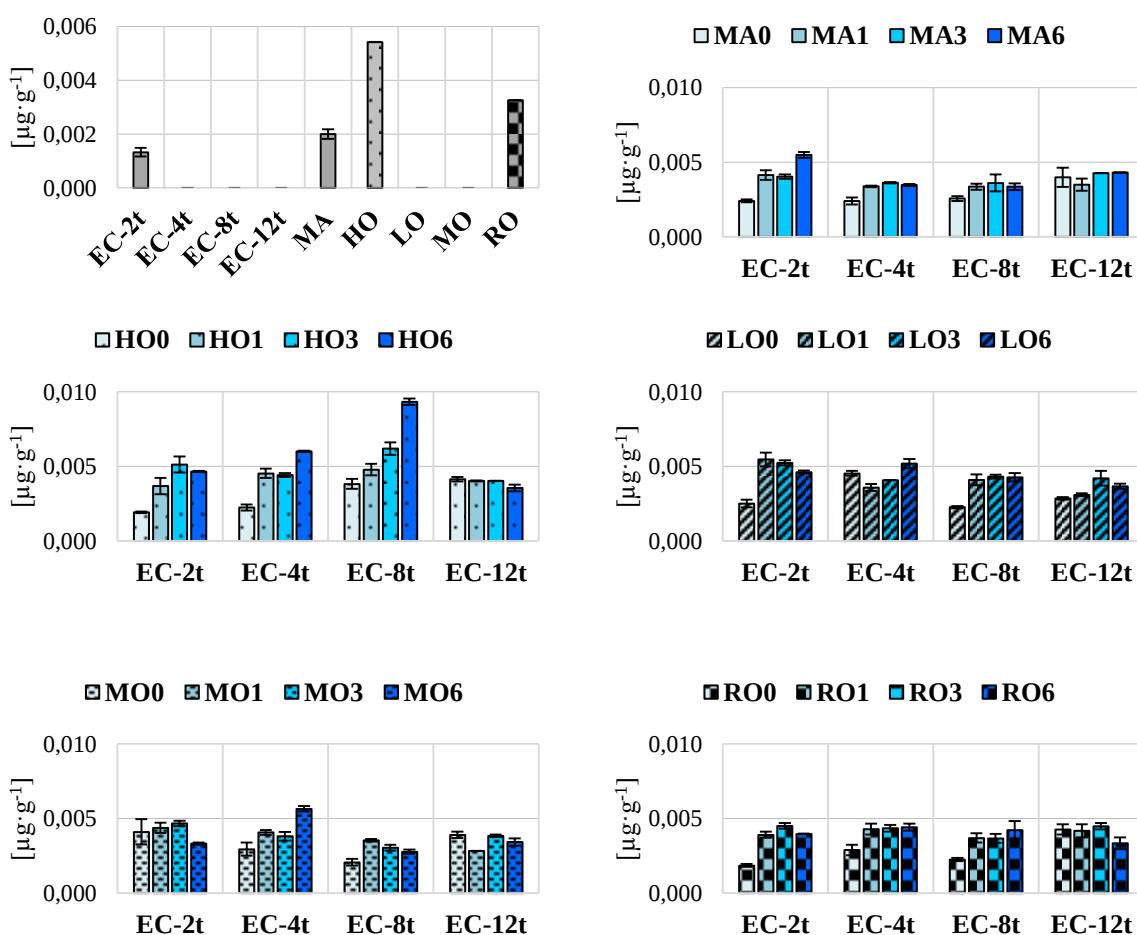
Heptan-2-on

Heptan-2-on byl identifikován v různých sýrech, kde vzniká β -oxidací a dekarboxylací MK, typický je pro aroma sýrů plísňových. Jeho aroma je popisováno jako plísňové, mýdlové, ale také ovocné [121].

Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – v surovinách od 0 do 0,005 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v TSA od 0,002 do 0,009 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 74**.

V EC byl detekován pouze na počátku zrání, mohl být pravděpodobně redukován na heptan-2-ol [46]. V TSA významný vliv zralosti EC nebyl pozorován, v průběhu skladování se jeho obsah mírně zvyšoval.

Z rostlinných olejů se nacházel pouze v hroznovém a rybízovém oleji, a méně v másle.



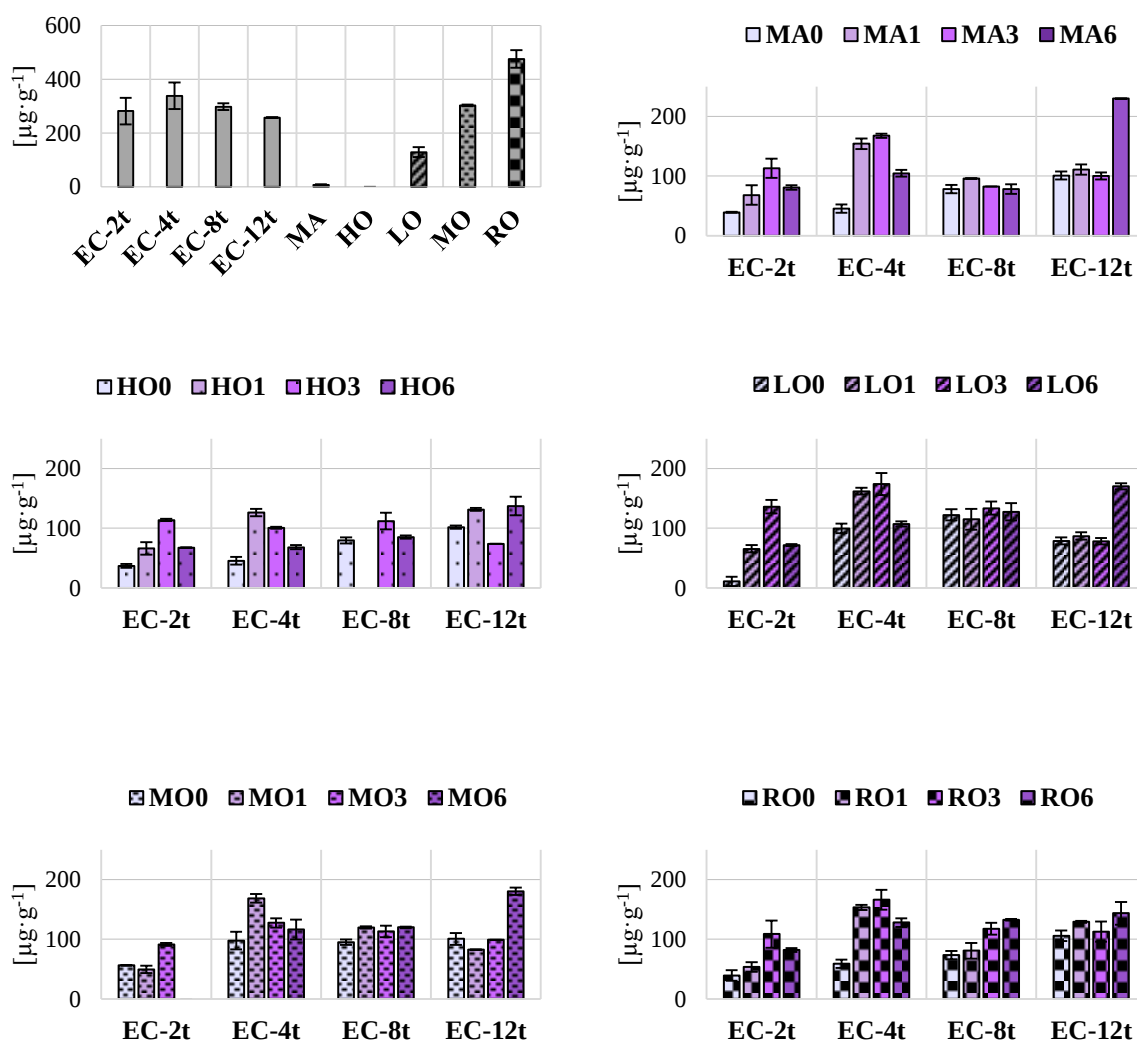
Obrázek 74: Obsah heptan-2-onu v surovinách a ve všech vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Kyselina ethanová

Obsah kyseliny ethanové ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – v surovinách od 0 do 475,204 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v TSA od 0 do 229,932 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 75**.

Z grafu je patrný mírně se snižující trend se zralostí EC, v TSA však tento trend pozorován nebyl. Co se týče skladování, obsah se u většiny TSA výrazněji neměnil.

Z rostlinných olejů byla nalezena nejvíce v rybízovém, v odpovídajícím TSA se však výrazně neprojevila.

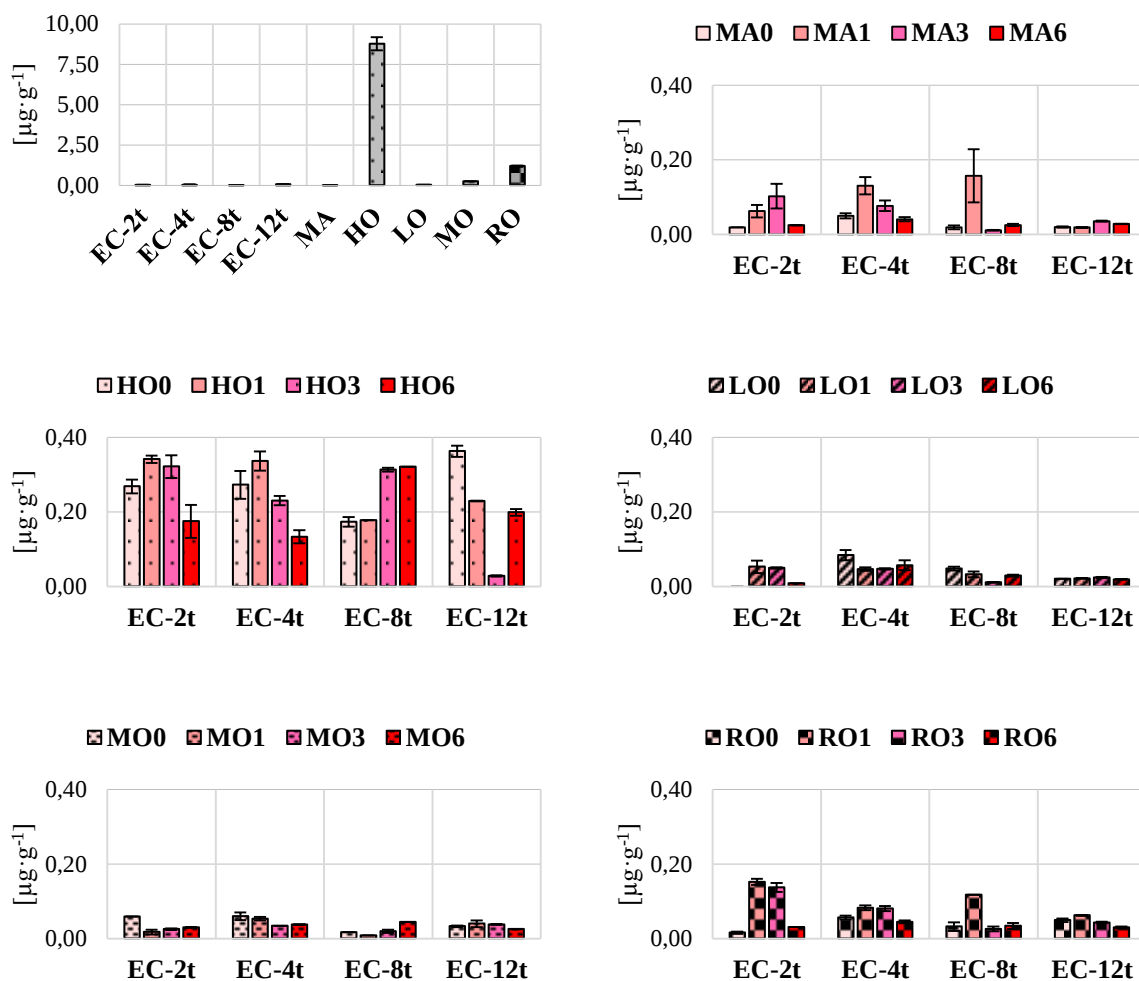


Obrázek 75: Obsah kyseliny ethanové v surovinách a ve všech vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Ethylethanoát

Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí - v surovinách od 0,009 do 8,767 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v TSA od 0 do 0,363 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 76**.

Jeho obsah v EC i v olejích byl velmi nízký. Estery jsou důležitou složkou aroma ovoce [83, 84], dal by se předpokládat jejich vyšší výskyt i v olejích, ve významnějším množství však byl nalezen pouze v hroznovém oleji, což se projevilo i v odpovídajícím TSA. Vlivem skladování se u všech TSA obsah mírně snižoval, vliv zralosti EC nebyl významný.



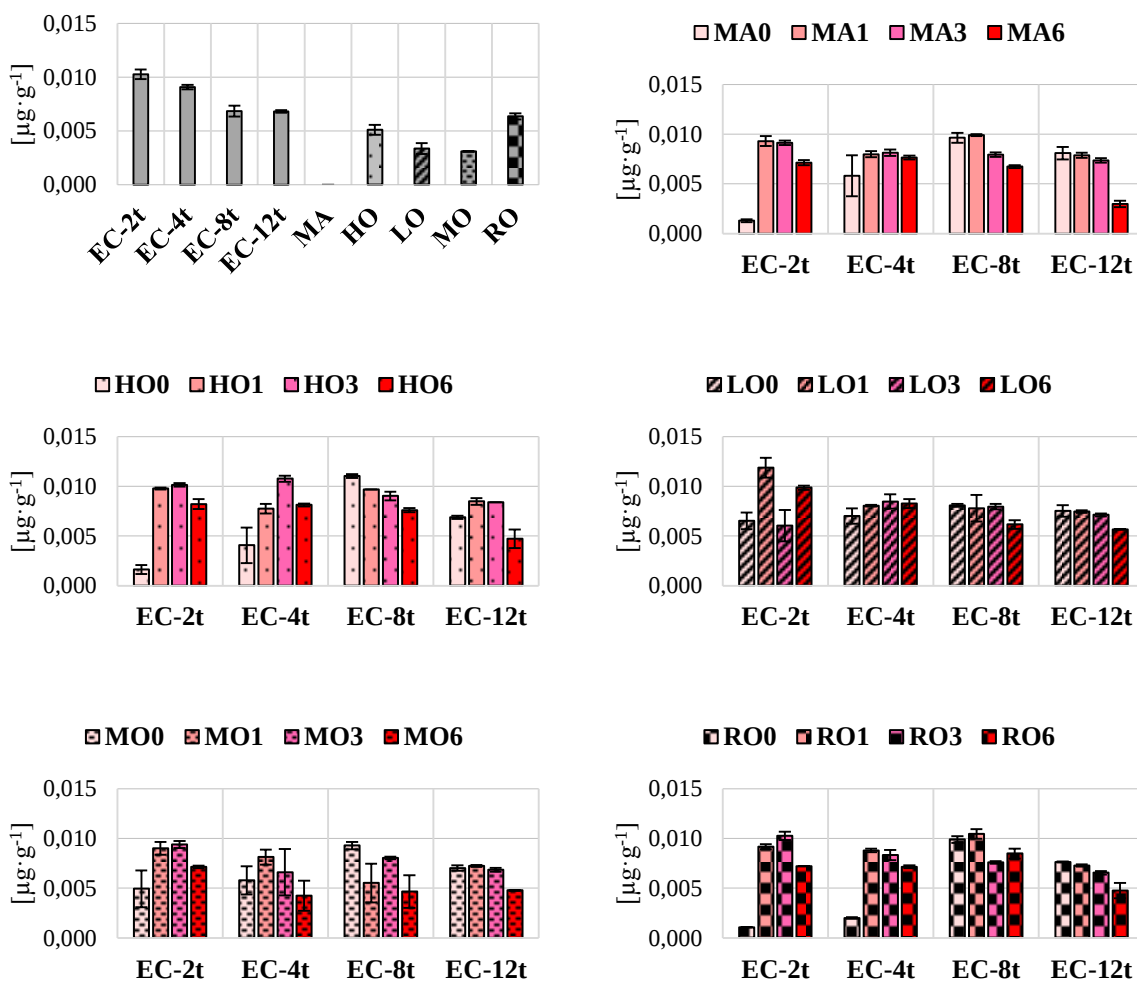
Obrázek 76: Obsah ethylethanoátu v surovinách a ve všech vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Ethyldekanoát

Jeho obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí – v surovinách od 0 do 0,006 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, v TSA od 0,001 do 0,012 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Rozdíly mezi vzorky jsou znázorněny na **Obrázku 77**.

Podle literatury koncentrace esterů v průběhu zrání sýrů dynamicky vzrůstá [92], v našem případě se však obsah ethyldekanoátu se zralostí EC naopak mírně snižoval, ve vyrobených TSA však tento trend nebyl patrný. V rostlinných olejích byl nalezen, v másle nebyl detekován vůbec. Jak již bylo zmíněno, estery jsou důležitou složkou aroma ovoce [83, 84], na obsah v TSA však neměly oleje pravděpodobně výrazný vliv.

Vlivem skladování se jeho obsah v TSA také mírně snižoval.



Obrázek 77: Obsah ethyldekanoátu v surovinách a ve všech vzorcích TSA s různě zralou EC v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

5.3.2 Senzorické hodnocení vzorků analogů

Opět byly vzorky TSA podrobeny i senzorické analýze. Hodnocení bylo provedeno ihned po utavení a následně po 3 měs. skladování ($< 6\text{ }^{\circ}\text{C}$) a cílem bylo, stejně jako u měření těkavých látek (i) posoudit senzorickou kvalitu vyrobených analogů a vybrat senzoricky nejvhodnější produkt, (ii) posoudit vliv různé zralosti EC, (iii) vliv použitého oleje, (iv) vliv různé doby skladování na senzorickou kvalitu/flavour analogů.

Senzorické hodnocení vycházelo z platných ČSN, pro experiment II však byl použit mírně odlišný dotazník (viz Příloha 7). Skládalo se z hodnocení pomocí stupnic a profilového testu.

V následujících kapitolách jsou posuzovány jednotlivé faktory ovlivňující senzorickou kvalitu vzorků, výsledky jsou zpracovány obdobně, jako u experimentu I. Jako standard optimální senzorické kvality byl opět použit vzorek vyrobený z másla, které je dle vyhlášky č. 397/2016 Sb. povoleno pro výrobu klasického TS.

5.3.2.1 Výsledky hodnocení pomocí stupnice

I u těchto vzorků TSA byla hodnocena příjemnost vzhledu a barvy vzorků, lesk, konzistence (textura), příjemnost chuti a vůně (flavouru) a celková senzorická kvalita/přijatelnost vzorků (1 – vynikající $\Rightarrow$ 7 – nepřijatelný) (ČSN ISO 4121); hlavní pozornost byla věnována sledování flavouru, jež by měl korelovat s přítomnými těkavými látkami [85, 86].

Vyhodnocení stupnicového testu bude opět rozděleno na hodnocení vlivu přídavku různých tuků, vlivu několikaměsíčního skladování a také vlivu zralosti eidamské cihly jakožto základní suroviny pro výrobu TSA.

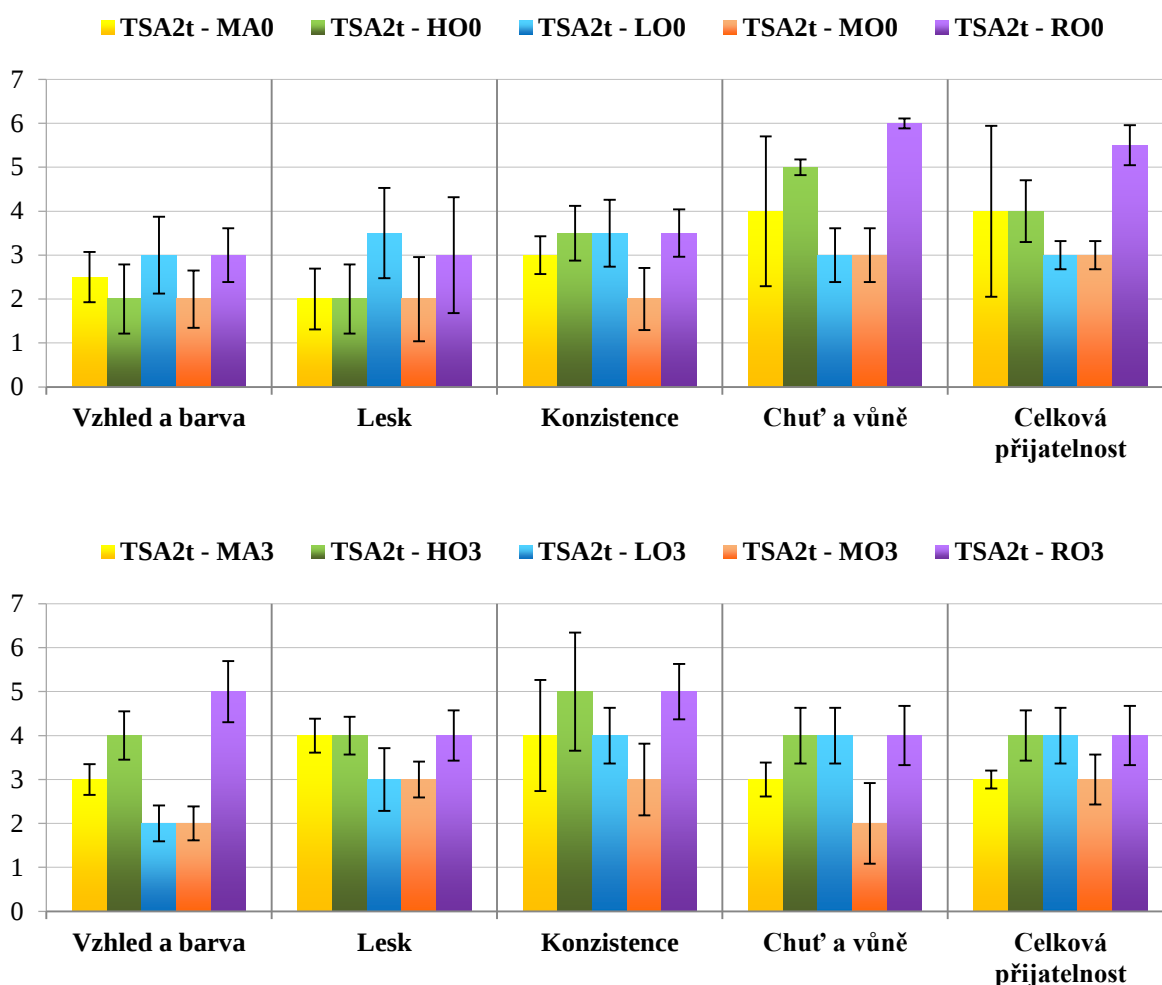
Vliv přídavku různých tuků

V následujících grafech je uvedeno srovnání zmíněných senzorických vlastností jednotlivých analogů ihned po utavení a po 3 měs. skladování. Grafy jsou pro přehlednost navíc rozděleny podle zralosti použité EC.

U vzorků TSA s různými tuky s EC o zralosti 2 týdny (**Obrázek 78**) byly při posuzování vzhledu a barvy, lesku a konzistence shledány nepatrné rozdíly mezi jednotlivými vzorky. TSA s meruňkovým olejem byl v těchto parametrech hodnocen nejlépe, jen s nepatrnými odchylkami od vynikající barvy, lesku a konzistence. Významné rozdíly byly zaznamenány při hodnocení chuti a vůně. Nejlépe hodnoceny byly vzorky TSA s meruňkovým a lněným olejem, dokonce lépe než TSA pouze s máslem. Nejhůře byl hodnocen TSA s rybízovým olejem. Jeho chuť a vůně byla vnímána jako nevyhovující, méně harmonická, slanější, s výskytem cizích příchutí. I celková přijatelnost byla u tohoto vzorku posouzena jako nejhorší, jako méně dobrá až nevyhovující. V posouzení celkové přijatelnosti vzorku byly nejlépe opět hodnoceny vzorky TSA-MO a TSA-LO.

Při hodnocení TSA2t po 3 měs. skladování byly nalezeny statisticky významné rozdíly v hodnocení vzhledu a barvy. TSA s meruňkovým a lněným olejem měly vzhled a barvu výbornou, pouze s nepatrnými odchylkami od deklarovaného „vynikajícího“ vzhledu, TSA s rybízovým olejem naopak méně dobrou. Dále byly shledány statisticky významné rozdíly při hodnocení chuti a vůně. Nejlépe hodnoceny byly vzorky TSA-MO a LO. Jejich chuť

a vůně byla posouzena jako velmi dobrá, s mírnými odchylkami, přesto harmonická. Naopak TSA s HO a RO byly hodnoceny jako méně dobré až nevyhovující. Celková přijatelnost TSA-RO byla také méně dobrá až nevyhovující.

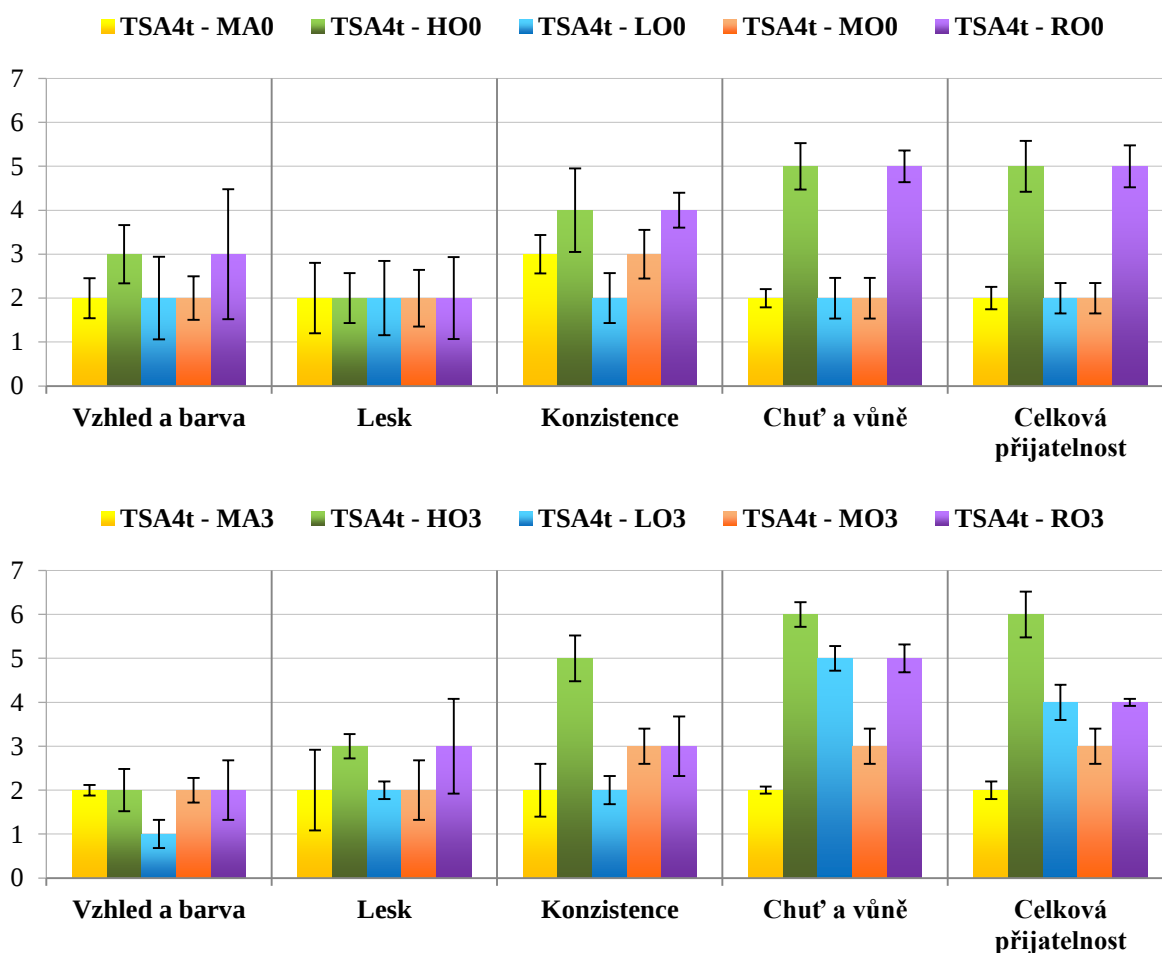


Obrázek 78: Hodnocení TSA (EXP II) ihned po utavení (nahore) a 3 měsíce po utavení (dole) s různými tuky s 2 týdny zralou eidamskou cihlou. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Senzorické hodnocení šarže vzorků s eidamskou cihlou zralosti 4 týdny (**Obrázek 79**) ukázalo, že ve všech sledovaných parametrech byl nejlépe hodnocen vzorek TSA4t-LO0, TSA4t-MO0 a také vzorek TSA4t-MA0 (máslo). Vzorek s máslem měl pouze horší hodnocení konzistence, stejně jako TSA s meruňkovým olejem. Naopak jako nejhorší v chuti a vůni a i celkové přijatelnosti vybrali opět posuzovatelé vzorek TSA4t-HO0 (hroznový olej) a TSA4t-RO0 (rybízový olej).

Při hodnocení stejné šarže vzorků TSA po 3 měs. skladování byly zaznamenány rozdíly mezi vzorky TSA při hodnocení parametru vzhledu a barvy. Jako vynikající byl hodnocen vzorek s lněným olejem. Nutno podotknout, že ostatní vzorky byly hodnoceny jako výborné, jen s nepatrnými odchylkami od deklarované barvy a vzhledu. Lesk vzorků TSA4t-RO3 a TSA4t-HO3 byl velmi dobrý, ostatní vzorky byly hodnocen s výborným leskem. Velké

rozdíly byly zaznamenány v hodnocení ostatních parametrů – konzistence TSA4t-HO3 byla méně dobrá, slabě písčitá. Chuť a vůně u tohoto vzorku byla hodnocena nejhůře a to jako nevyhovující s výskytem cizích příchutí, méně harmonická, slabě oxidovaná. V chuti a vůni TSA s rybízovým a lněným olejem se vyskytovaly cizí příchutě ve velmi malé intenzitě. Tyto vzorky byly hodnoceny jako méně dobré s kyselou chutí. Celková přijatelnost byla nejlépe, jako výborná, hodnocena u vzorků TSA s meruňkovým olejem a s máslem. Ostatní vzorky byly dobré nebo méně dobré.

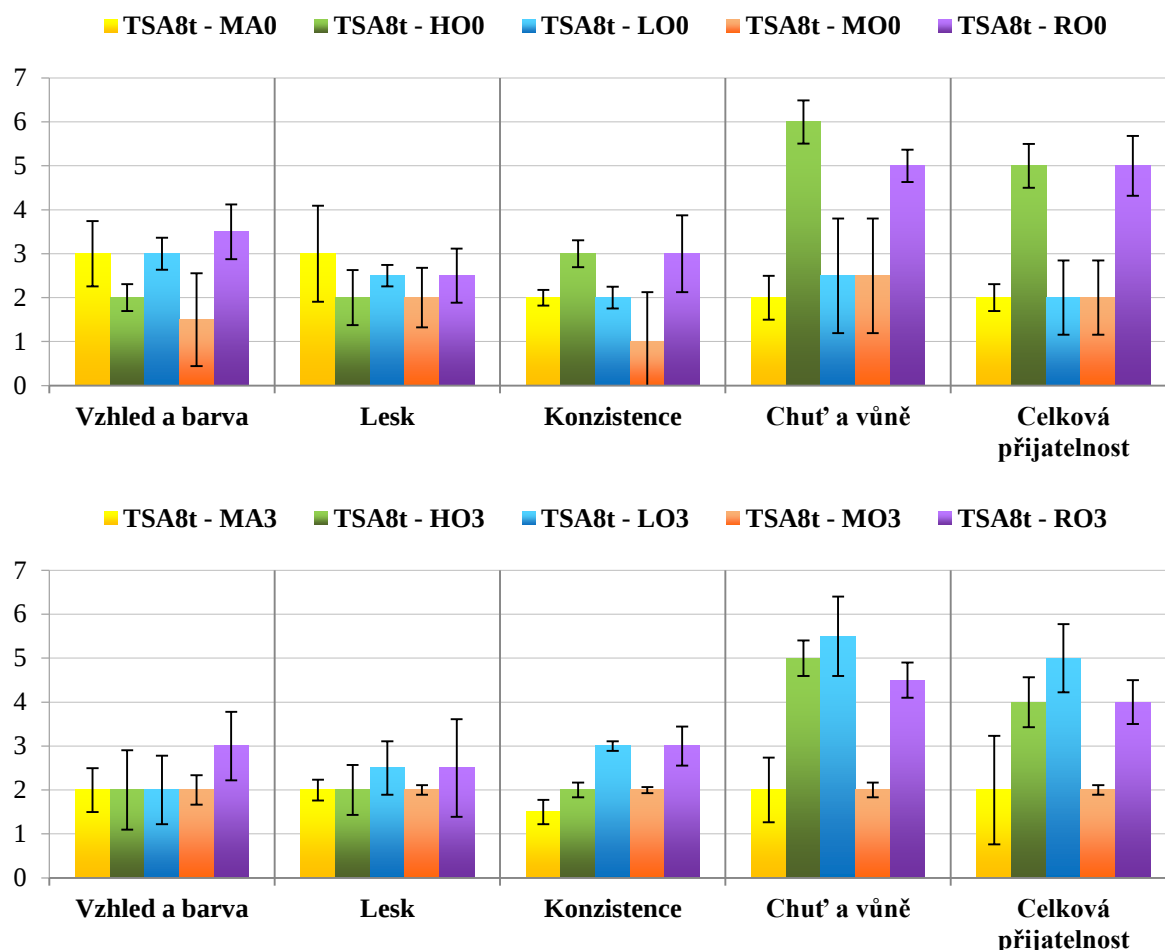


Obrázek 79: Hodnocení TSA (EXP II) ihned po utavení (nahore) a 3 měsíce po utavení (dole) s různými tuky s 4 týdny zralou eidamskou cihlou. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Výsledky senzoričkého hodnocení TSA s 8 týdnů zralou EC jsou na **Obrázku 80**. Vzhled a barva byla nejlépe hodnocena u vzorku TSA8t-MO0 a to jako výborná až vynikající. Ostatní vzorky byly sice hodnoceny hůře, avšak nejhůře jako velmi dobrý až dobrý. Zajímavé bylo v této šarži vyhodnocení parametru lesk. Nejhůře byl hodnocen TSA8t-MA0, který byl považován za standard. Na druhou stranu hodnocení chuti a vůně, i jeho celková přijatelnost byla posouzena jako výborná. Velmi dobré výsledky vykazovaly i vzorky TSA s meruňkovým a lněným olejem. Celková přijatelnost obou vzorků byla hodnocena stejně jako standard.

Při hodnocení stejných vzorků po 3 měs. skladování nebyly významné rozdíly při posuzování vzhledu a barvy, lesku a konzistence. V těchto parametrech byly hodnoceny

všechny vzorky TSA jako velmi dobré až vynikající. Statisticky významné rozdíly vykazovaly vzorky v chuti a vůni a v celkové přijatelnosti. Vzorky TSA8t-HO3, TSA8t-LO3 a TSA8t-RO3 byly méně dobré až nevyhovující chuti a vůně, naopak vzorky TSA8t-MO3 a TSA8t-MA3 výbornou. Velmi podobné výsledky byly zaznamenány i v celkové přijatelnosti.



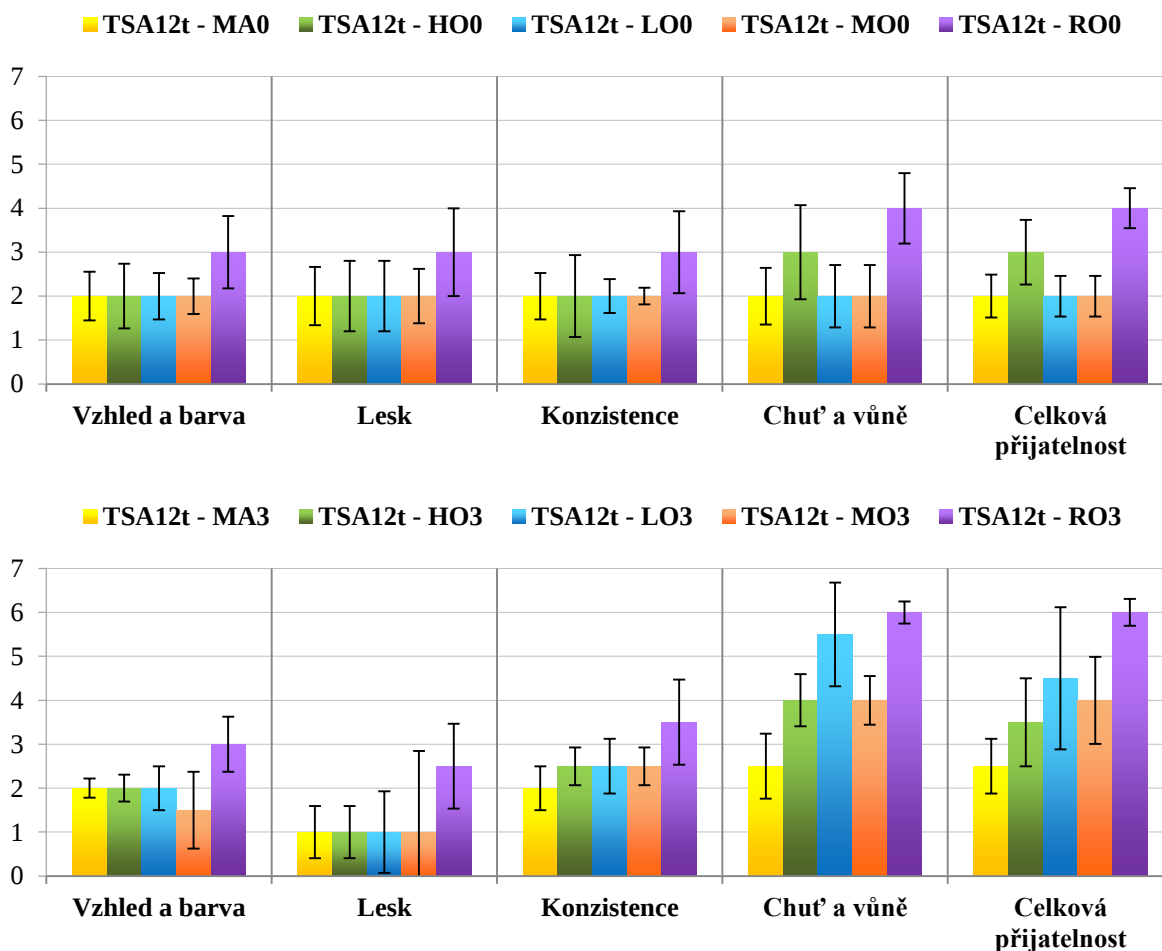
Obrázek 80: Hodnocení TSA (EXP II) ihned po utavení (nahore) a 3 měsíce po utavení (dole) s různými tuky s 8 týdnů zralou eidamskou cihlou. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Vzorky TSA s 12 týdnů zralou EC, hodnocené ihned po utavení, vykazovaly ve všech sledovaných parametrech podobné výsledky. TSA s máslem, meruňkovým i lněným olejem měly výbornou barvu a vzhled, lesk i konzistenci a měly stejnou chuť a vůni i celkovou přijatelnost. Nejhorší byl hodnocen TSA s rybízovým olejem, jak je patrné na **Obrázku 81**.

Po 3 měs. skladování byly mezi vzorky zaznamenány rozdíly, a to především v hodnocení chuti a vůně a celkové přijatelnosti, méně pak v hodnocení vzhledu a barvy. Opět byl nejhorší hodnocen TSA12t-RO3. Nejlépe byl hodnocen TSA12t-MA3. Chuť a vůně i celková přijatelnost vzorku byla výborná. Podobných výsledků nebylo v této šarži u jiných TSA dosaženo. TSA s rybízovým olejem měl chuť a vůni nevyhovující s výskytem cizích příchutí, méně harmonickou, až slabě oxidovanou. Méně dobrou až nevyhovující chuť a vůni měl i vzorek TSA se lněným olejem.

Z uvedených výsledků vyplývá, že výrazné rozdíly mezi jednotlivými analogy s přidavkem různých tuků jsou znatelné především v chuti a vůni a v celkové přijatelnosti. Trend není úplně jednoznačný, ale zhoršující se celkovou přijatelnost vzorků lze shrnout v pořadí TSA-MA⇒TSA-MO⇒TSA-LO⇒TSA-HO⇒TSA-RO. Použití rybízového oleje se z hlediska flavouru překvapivě jeví jako nejméně vhodné pro výrobu TSA.

Vzhled a barva, lesk i konzistence byly hodnotiteli posuzovány bez statisticky významných rozdílů.



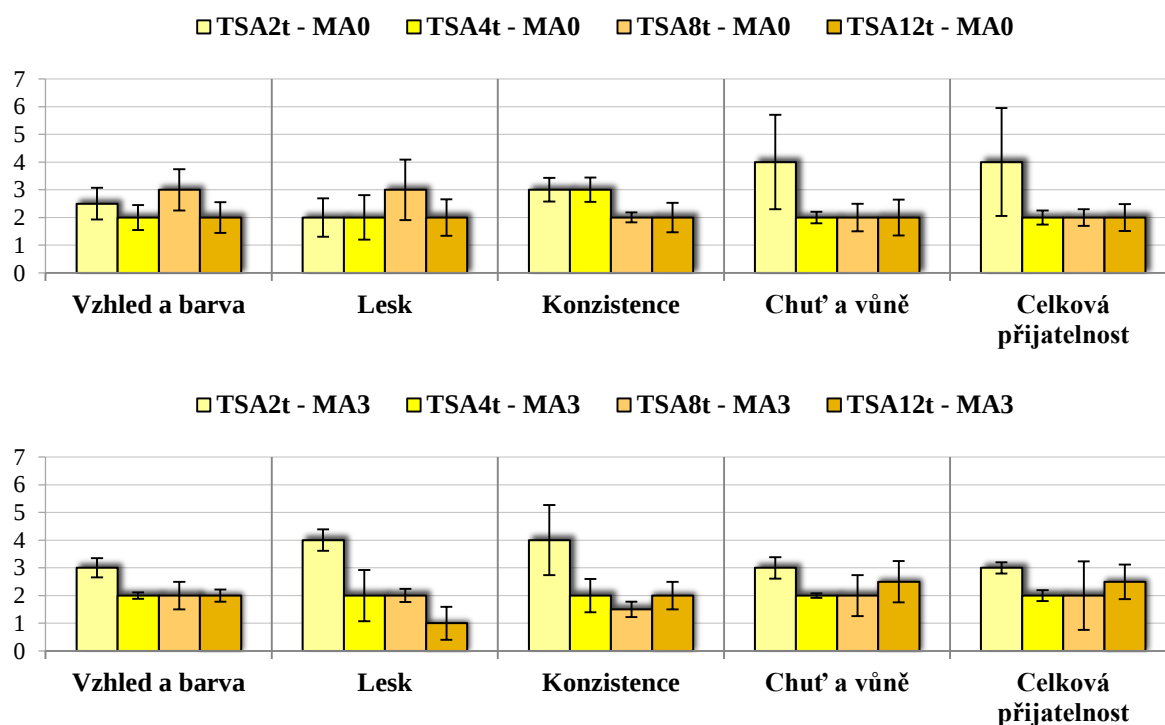
Obrázek 81: Hodnocení TSA (EXP II) ihned po utavení (nahore) a 3 měsíce po utavení (dole) s různými tuky s 12 týdnů zralou eidamskou cihlou. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Vliv použití různě zralé eidamské cihly

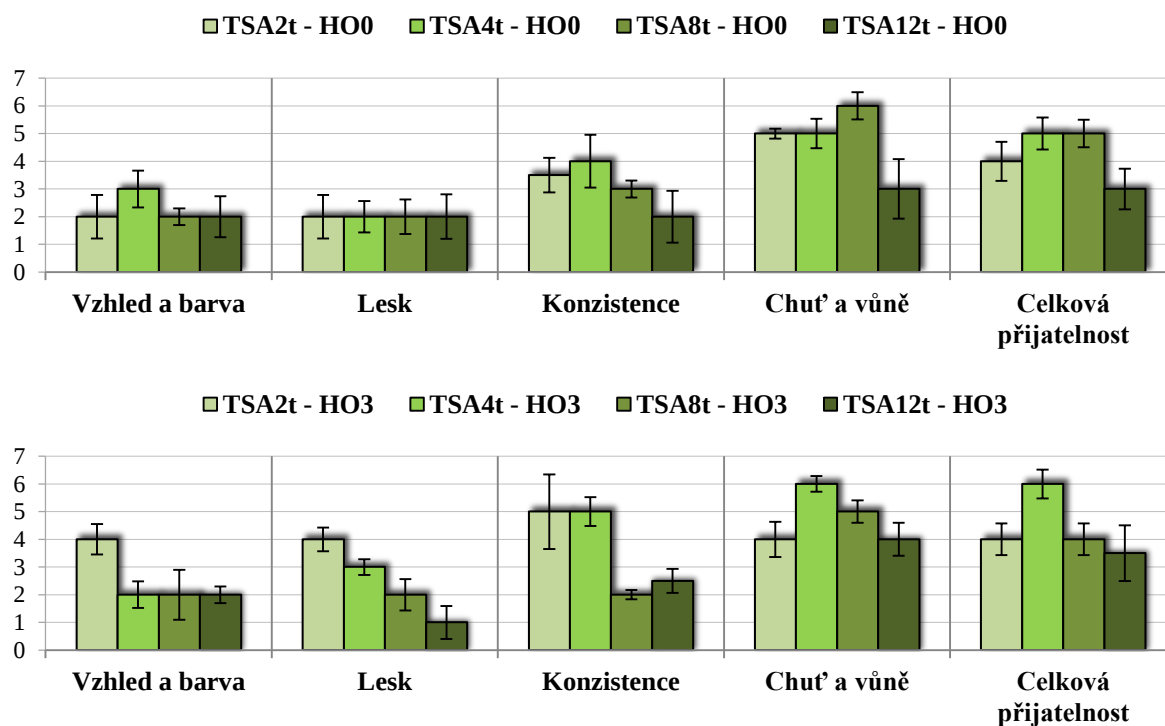
Pro přípravu TSA byla i v druhém experimentu použita EC různé zralosti – 2, 4, 8 a 12 týdnů. Tato část experimentu byla provedena z důvodu ověření, zda má zralost EC zásadní vliv na výsledný flavour TSA. V následujících grafech je uvedeno srovnání sledovaných sensorických vlastností z hlediska zralosti EC, grafy jsou pro přehlednost rozděleny podle jednotlivých analogů.

U TSA s máslem (viz **Obrázek 82**), hodnocených ihned po utavení, byl patrný vliv zralosti EC především v parametru chuti a vůně a celkové přijatelnosti. 2 týdny zralá EC byla v těchto ukazatelích hodnocena nejhůře. I po 3 měs. skladování se jeví jako nejméně vhodné použití

EC 2 týdenní zralosti. Vzorčky TSA s touto EC byly hodnoceny nejhůře ve všech zkoumaných parametrech.



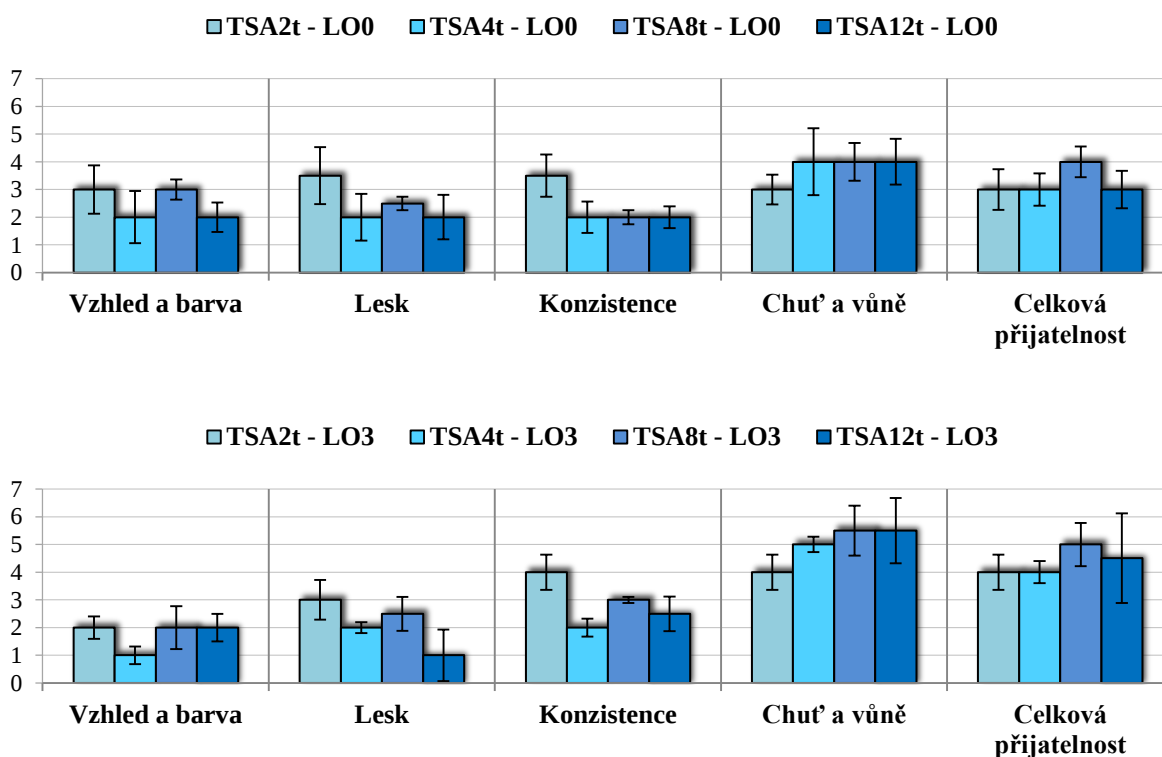
Obrázek 82: Hodnocení vzorků TSA s máslem (EXP II) ihned po utavení (nahore) a 3 měsíce po utavení (dole). Kódy vzorků viz **Tabulka 6**



Obrázek 83: Hodnocení vzorků TSA s hroznovým olejem (EXP II) ihned po utavení (nahore) a 3 měsíce po utavení (dole). Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

U TSA s hroznovým olejem (viz **Obrázek 83**), hodnocených ihned po utavení i po 3 měs. skladování, byly nejlépe hodnoceny vzorky s EC zralosti 12 týdnů. Dobré výsledky vykazovaly i vzorky TSA8t-HO3. Nutno ale podotknout, že především v parametrech chuti a vůně a celkové přijatelnosti byly nejlépe hodnoceny jako méně dobré až dobré.

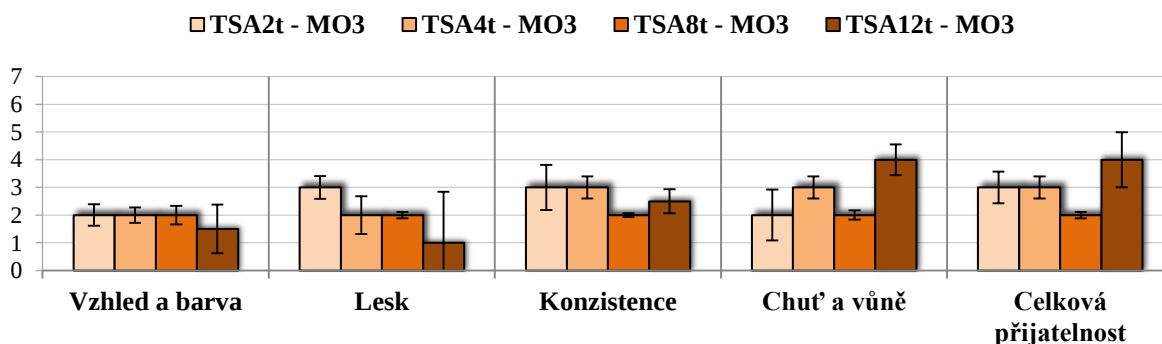
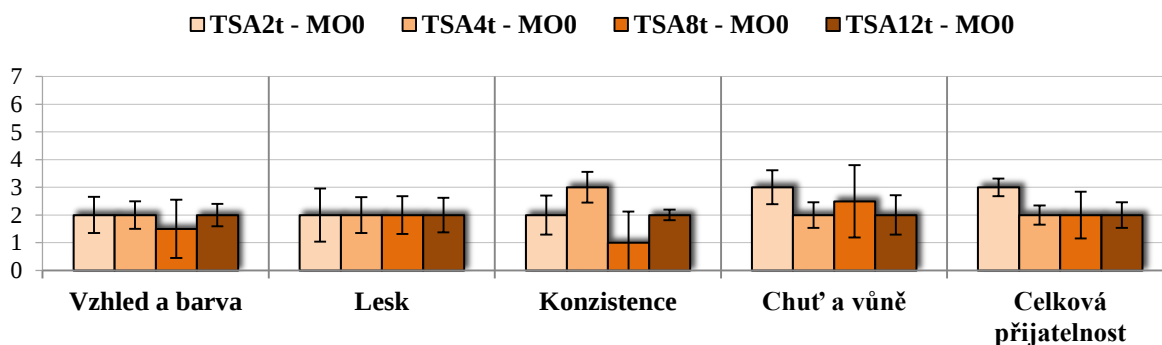
Porovnání vlivu zralosti EC u TSA se lněným olejem je na **Obrázku 84**. Při hodnocení ihned po utavení byl v parametru chuti a vůně nejlépe hodnocen vzorek s 2 týdny zralou EC. Avšak lesk a konzistence tohoto vzorku byla naopak hodnocena nejhůře. Pokud budeme brát v úvahu všechny sledované parametry, tak nejlépe hodnoceným byl TSA4t-LO0. Po 3 měs. skladování byly výsledky hodnoceny obdobné. Nejvhodnější zralost EC pro tento typ oleje je EC 4 týdny zralá.



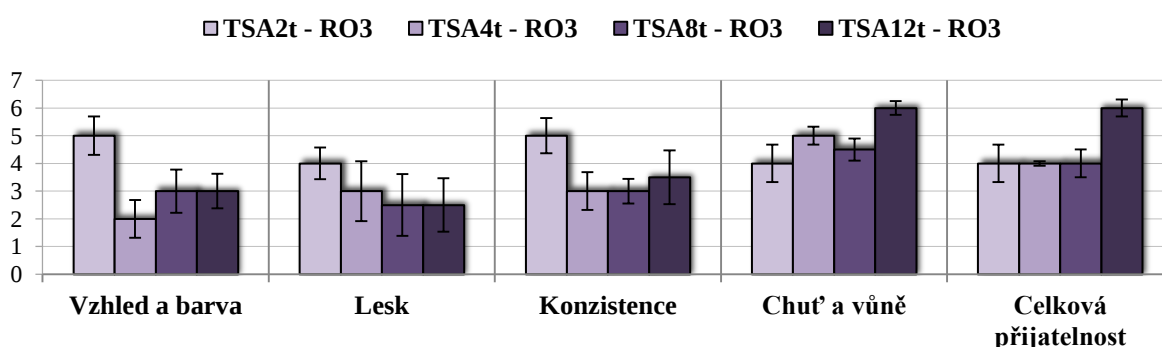
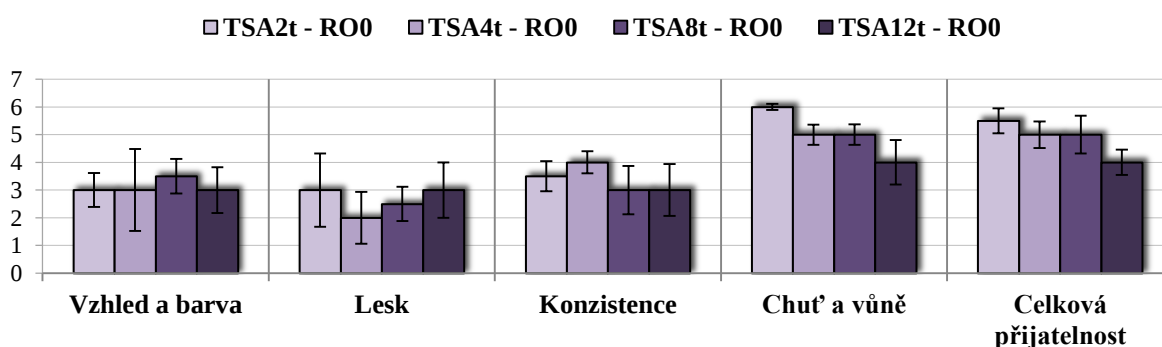
Obrázek 84: Hodnocení vzorků TSA se lněným olejem (EXP II) ihned po utavení (nahore) a 3 měsíce po utavení (dole). Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Porovnání vlivu zralosti EC u TSA s meruňkovým olejem je na **Obrázku 85**. Mezi vzorky s různě zralou EC nebyly shledány statisticky významné rozdíly. Nejlepšího hodnocení dosahoval vzorek TSA s 8 týdnů zralou EC. Vzorky TSA-MO3 (3 měs. skladované) vykazovaly zhoršení v parametru chuti a vůně a celkové přijatelnosti a to především u vzorků TSA s 12 týdnů zralou EC.

U TSA s rybízovým olejem (viz **Obrázek 86**) byl také patrný vliv zralosti EC. Pokud se zaměříme na hodnocení chuti a vůně a celkové přijatelnosti, kde byly patrné největší rozdíly mezi vzorky, nejlepší hodnocení vykazovaly vzorky s 12 týdnů zralou EC. Po 3 měs. skladování byl nejhůře hodnocen TSA2t-RO3 a to ve vzhledu a barvě, lesku a konzistenci. Celková přijatelnost i chuť a vůně byla naopak nejhorší u TSA12t-RO3.



Obrázek 85: Hodnocení vzorků TSA s meruňkovým olejem (EXP II) ihned po utavení (nahore) a 3 měsíce po utavení (dole). Kódy vzorků viz **Tabulka 6**



Obrázek 86: Hodnocení vzorků TSA s rybízovým olejem (EXP II) ihned po utavení (nahore) a 3 měsíce po utavení (dole). Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

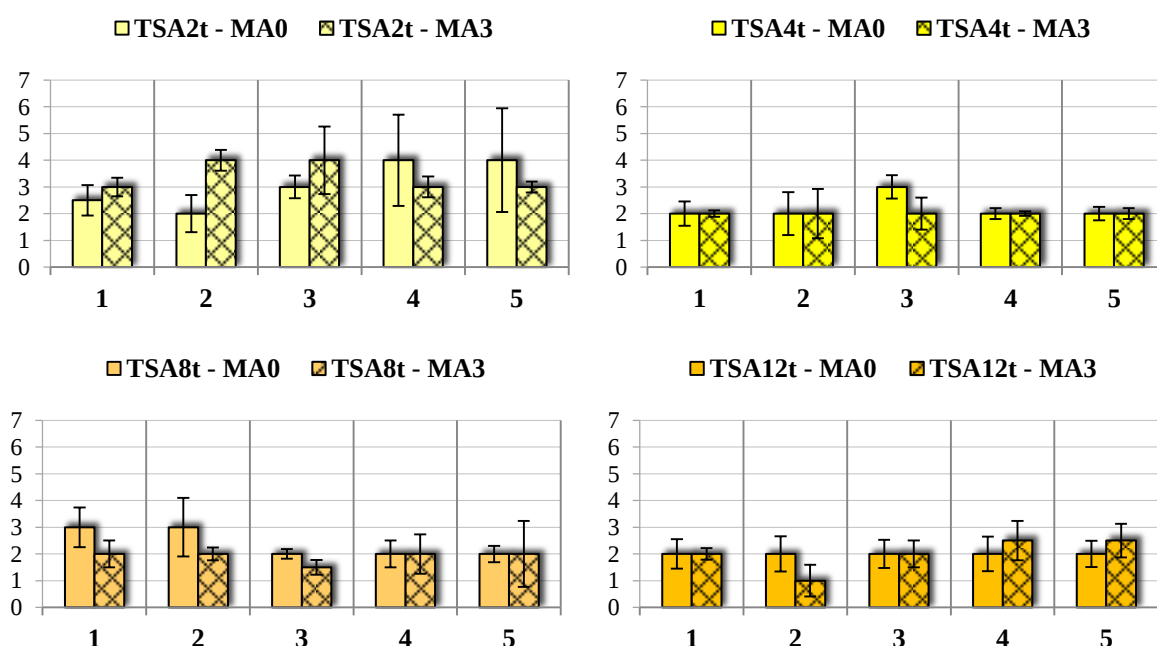
Celkově lze shrnout, že senzorické vlastnosti se zlepšovaly se zralejší EC. Výjimku tvořil TSA se lněným olejem, kde se flavour a následně i celková přijatelnost naopak se zralejší

cihlou zhoršily. V případě TSA s meruňkovým a rybízovým olejem došlo ke zhoršení flavouru a následně i celkové přijatelnosti pouze u skladovaných TSA (3 měs.).

Vliv několikaměsíčního skladování

Stejně jako v experimentu I, byl také sledován vliv několikaměsíčního skladování na chutnost TSA. V následujících grafech je uvedeno srovnání TSA vždy ihned po utavení a po 3 měs. skladování, grafy jsou pro přehlednost rozděleny podle jednotlivých analogů.

U TSA s máslem (viz **Obrázek 87**) byl patrný vliv skladování. Největší rozdíly mezi vzorky hodnocenými ihned po utavení a po 3 měs. skladování byly u TSA s 2 týdny zralou EC. Optické vlastnosti se skladováním zhoršovaly, naopak flavour a celková přijatelnost se zlepšovaly. U ostatních vzorků byl vliv skladování zanedbatelný.

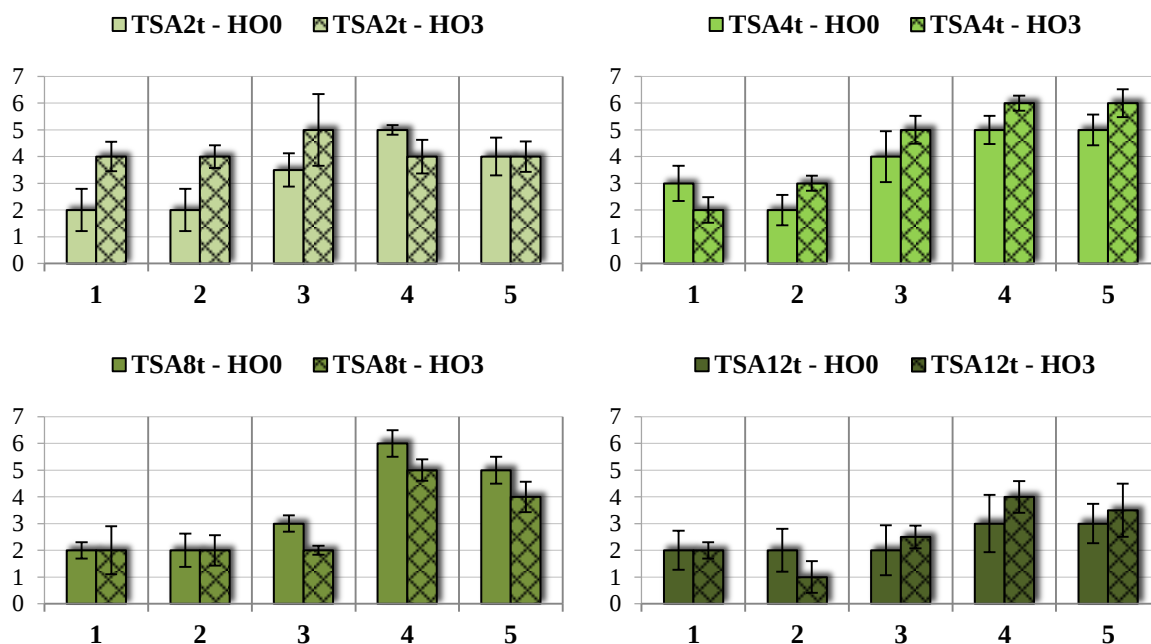


Obrázek 87: Hodnocení vzorků TSA (EXP II) s máslem v průběhu skladování (1 = Vzhled a barva; 2 = Lesk; 3 = Konzistence; 4 = Chuť a vůně; 5 = Celkové hodnocení). Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

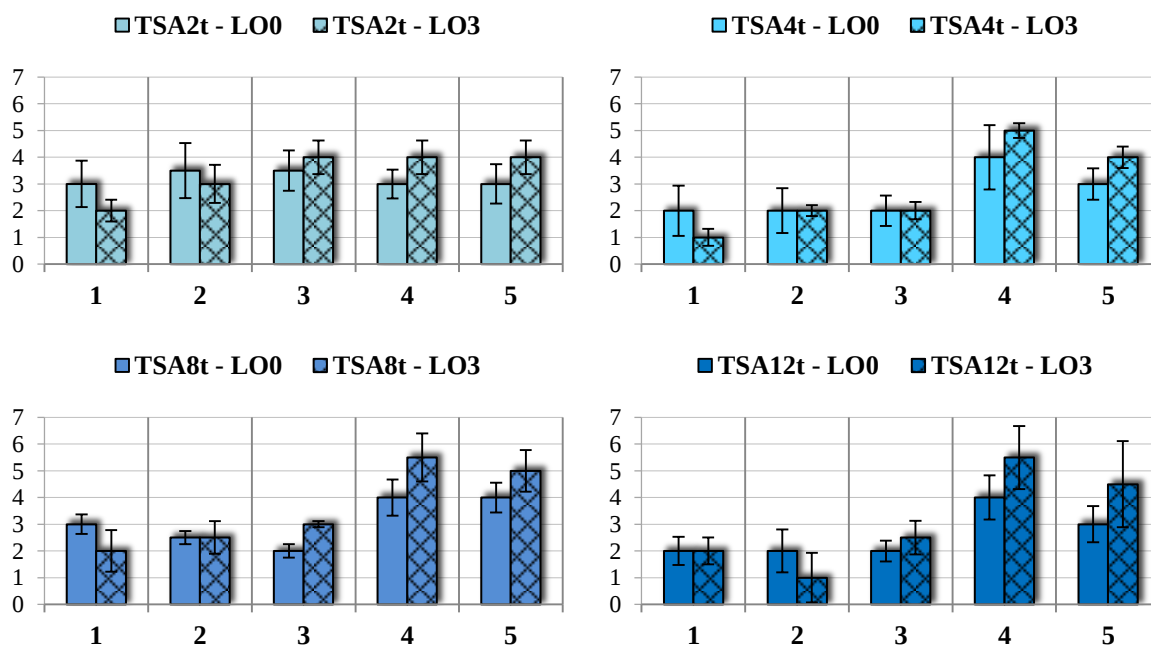
U TSA s hroznovým (**Obrázek 88**) a rybízovým olejem (**Obrázek 91**) mělo skladování vliv na sensorické vlastnosti vzorků, avšak nelze pozorovat jednoznačný trend u TSA s různě zralou EC, tak ani v rámci vzorků se stejně zralou EC. TSA s rybízovým olejem s EC zralosti 12 týdnů po 3 měs. skladování vykazovaly zhoršenou chuť a vůni i celkovou přijatelnost.

U vzorků TSA se lněným (**Obrázek 89**) a s meruňkovým olejem (**Obrázek 90**) mělo 3 měs. skladování spíše negativní vliv na chutnost těchto vzorků. Největší rozdíly byly patrné u vzorků s 12 týdnů zralou EC.

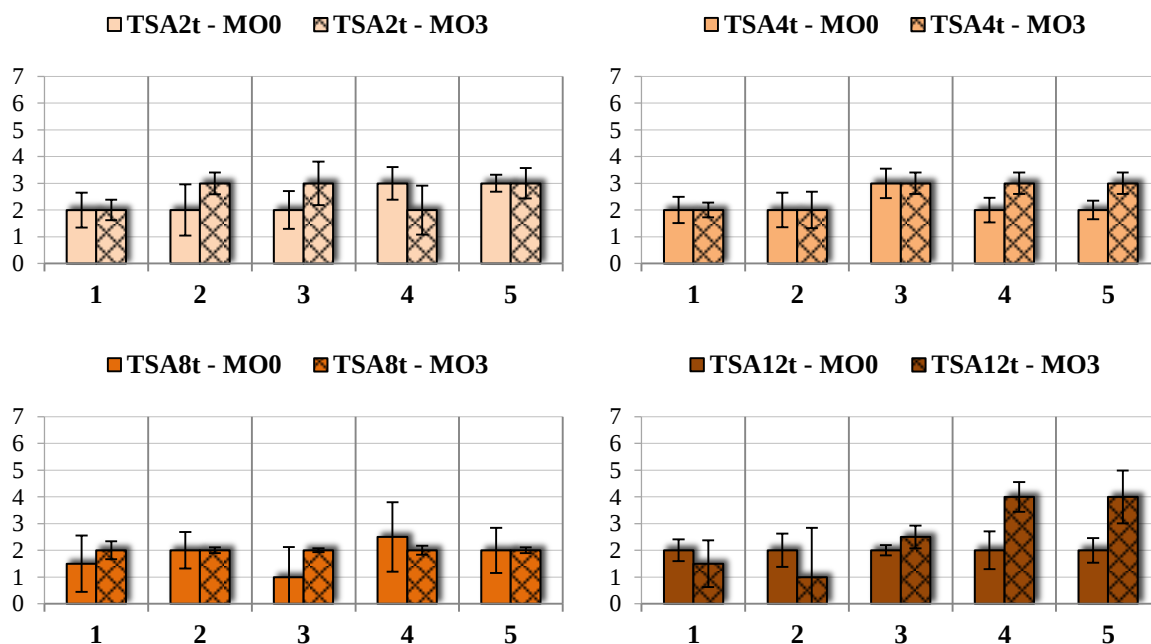
Shrnutím výsledků této kapitoly lze říci, že sensorické vlastnosti TSA se podle očekávání skladováním spíše mírně zhoršovaly, v několika případech však došlo k mírnému zlepšení. Každopádně lze říci, že vyrobené vzorky si uchovávaly dobrou sensorickou kvalitu po dobu min. 3 měsíce.



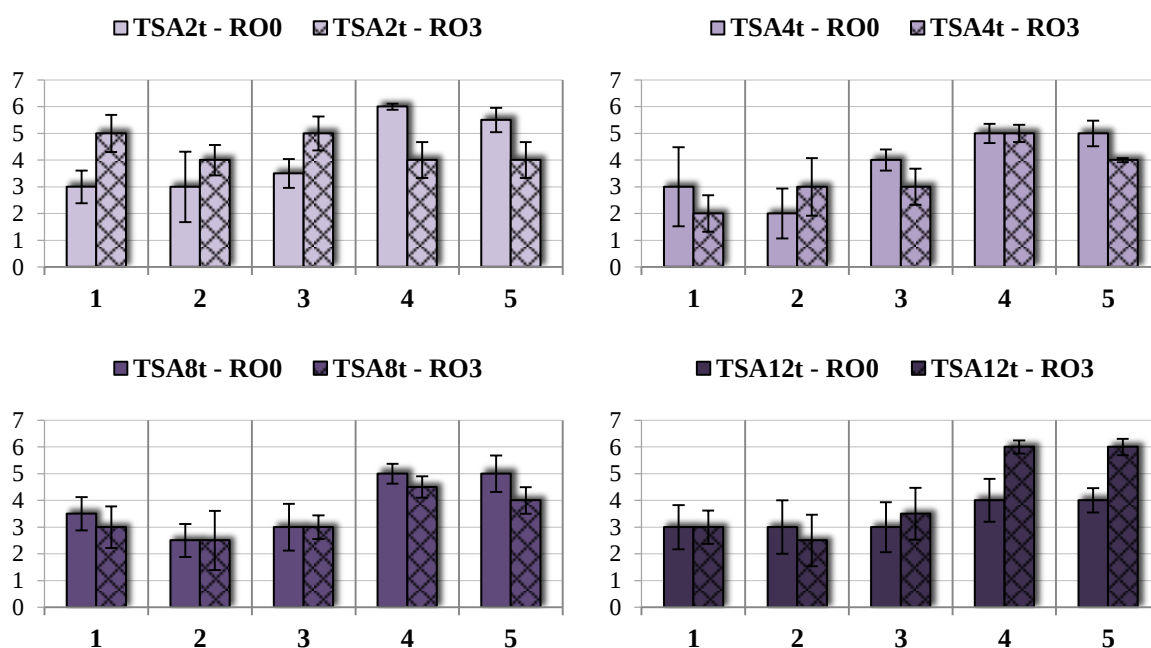
Obrázek 88: Hodnocení vzorků TSA (EXP II) s hroznovým olejem v průběhu skladování (1 = Vzhled a barva; 2 = Lesk; 3 = Konzistence; 4 = Chut' a vůně; 5 = Celkové hodnocení). Kódy vzorků viz **Tabulka 6**



Obrázek 89: Hodnocení vzorků TSA (EXP II) se lněným olejem v průběhu skladování (1 = Vzhled a barva; 2 = Lesk; 3 = Konzistence; 4 = Chut' a vůně; 5 = Celkové hodnocení). Kódy vzorků viz **Tabulka 6**



Obrázek 90: Hodnocení vzorků TSA (EXP II) s meruňkovým olejem v průběhu skladování (1 = Vzhled a barva; 2 = Lesk; 3 = Konzistence; 4 = Chuť a vůně; 5 = Celkové hodnocení). Kódy vzorků viz **Tabulka 6**



Obrázek 91: Hodnocení vzorků TSA (EXP II) s rybízovým olejem v průběhu skladování (1 = Vzhled a barva; 2 = Lesk; 3 = Konzistence; 4 = Chuť a vůně; 5 = Celkové hodnocení). Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

5.3.2.2 Hodnocení intenzity vůně a chuti

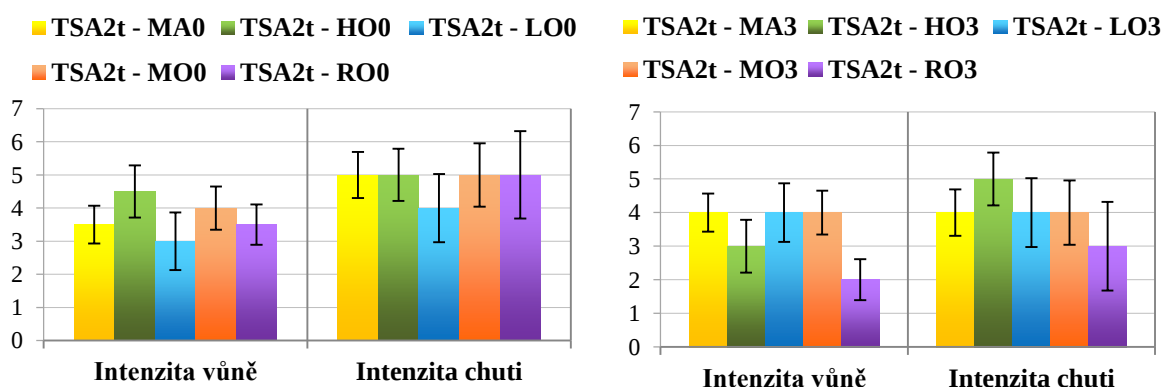
V rámci experimentu II byla posuzována nejen příjemnost/přijatelnost, ale také celková intenzita chuti a vůně TSA. Byla použita stupnice 1 – neznatelná ⇒ 7 – velmi silná.

Výsledky hodnocení celkové intenzity vůně a chuti jsou na **Obrázcích 92–95**. V grafech je uvedeno srovnání jednotlivých analogů ihned po utavení a po 3 měs. skladování. Grafy jsou pro přehlednost rozděleny podle zralosti použité EC.

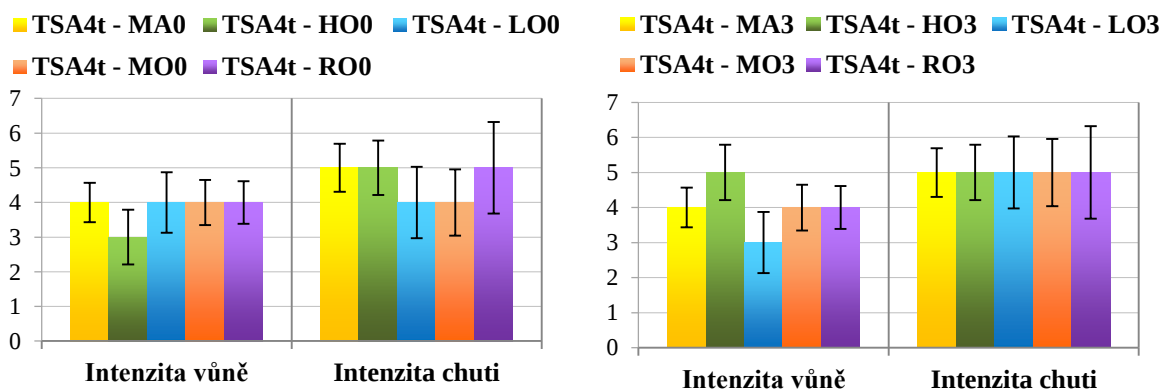
Nelze jednoznačně říci, který ze vzorků TSA vykazoval nejvyšší a nejnižší intenzitu chuti a vůně, rozdíly mezi vzorky byly malé rozdíly (max. o dva stupně) a pohybovaly se v rámci statistické chyby.

Z grafů na **Obrázcích 92–95** je patrné, že intenzita chuti TSA se mírně zvyšovala se zralostí EC, z cca střední až slabé na silnější až dosti silnou. K mírnému zvýšení došlo i u intenzity vůně, změnila se ze slabé až střední na silnější.

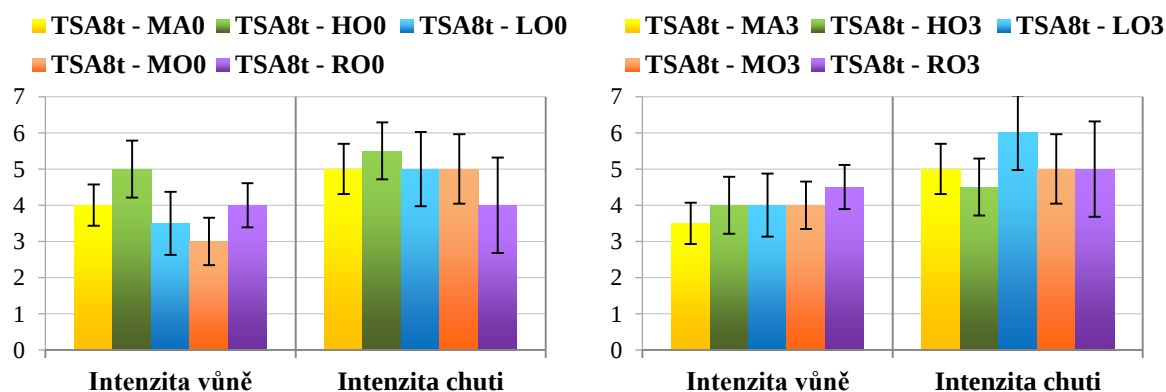
Skladování nemělo na intenzitu chuti a vůně TSA výrazný vliv.



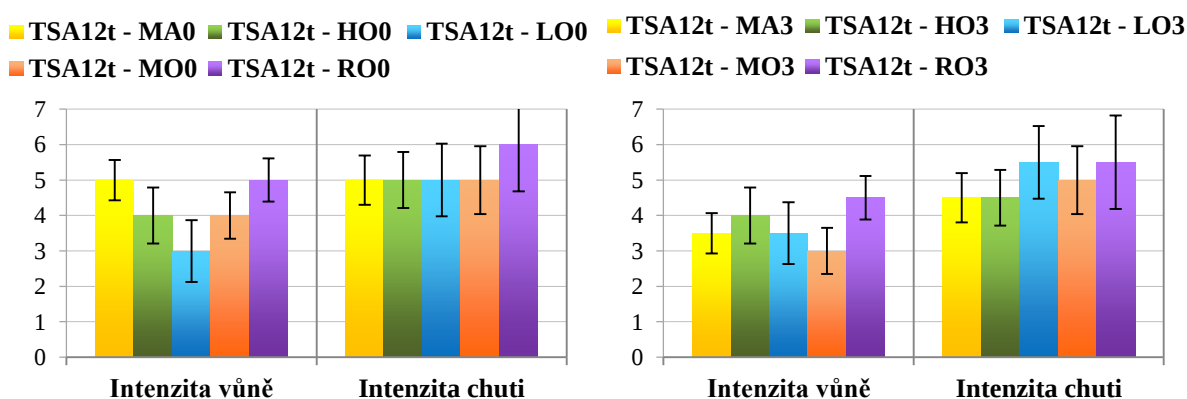
Obrázek 92: Hodnocení intenzity vůně a chuti TSA (EXP II) ihned po utavení (vlevo) a 3 měsíce po utavení (vpravo) s různými tuky s 2 týdny zralou eidamskou cihlou. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**



Obrázek 93: Hodnocení intenzity vůně a chuti TSA (EXP II) ihned po utavení (vlevo) a 3 měsíce po utavení (vpravo) s různými tuky s 4 týdny zralou eidamskou cihlou. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**



Obrázek 94: Hodnocení intenzity vůně a chuti TSA (EXP II) ihned po utavení (vlevo) a 3 měsíce po utavení (vpravo) s různými tuky s 8 týdnů zralou eidamskou cihlou. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**



Obrázek 95: Hodnocení intenzity vůně a chuti TSA (EXP II) ihned po utavení (vlevo) a 3 měsíce po utavení (vpravo) s různými tuky s 12 týdnů zralou eidamskou cihlou. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

5.3.2.3 Výsledky profilového testu

I v experimentu II byly výsledky jednotlivých senzorických vlastností doplněny profilovým testem (ČSN EN ISO 13299). Došlo však k menší změně při výběru deskriptorů, především k vylepšení hodnocení profilu flavouru našich vzorků (viz formulář v Příloze 7).

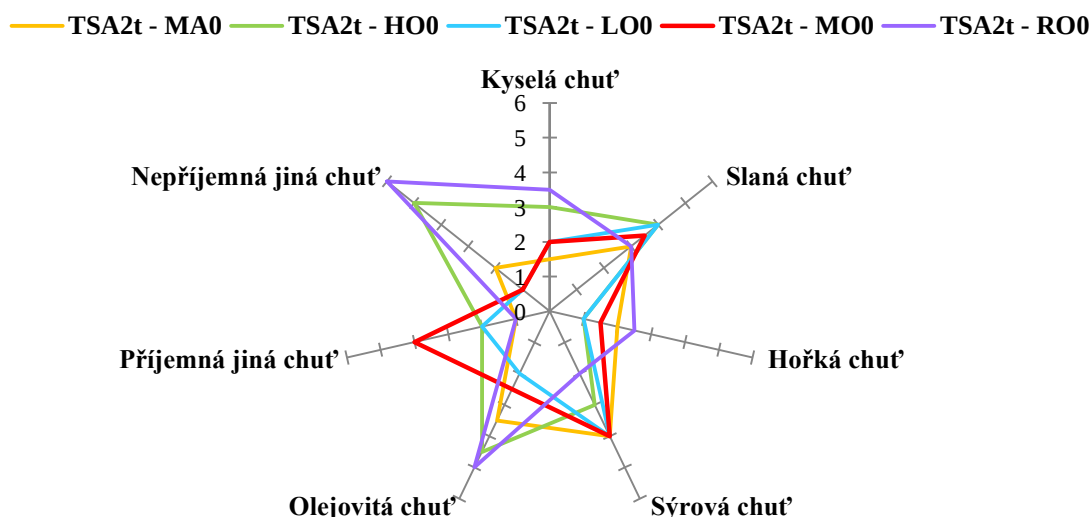
Byla hodnocena intenzita 5 deskriptorů chuti (kyselá, slaná, hořká, sýrová, olejovitá) a 2 obecné deskriptory – příjemná jiná chuť a nepříjemná jiná chuť, kde byli hodnotitelé opět požádáni o příp. podrobnější popis. Cílem bylo zjistit, zda hodnotitelé rozpoznají chuť přidaného oleje, zda olej nevnáší do vzorku nějakou pachut' apod. Všechny uvedené deskriptory byly hodnoceny pomocí stupnice (1 – neznatelná $\Rightarrow$ 7 – velmi silná). Výsledky jsou opět znázorněny pomocí hvězdicovitých a sloupcových grafů.

Byl sledován vliv použitého tuku, několikaměsíčního skladování a zralosti eidamské cihly na intenzitní profil chuti vyrobených analogů.

Vliv přídavku různých tuků

V této kapitole jsou srovnány jednotlivé analogy mezi sebou, ihned po utavení a po 3 měs. skladování. Grafy jsou pro přehlednost navíc rozděleny podle zralosti použité EC.

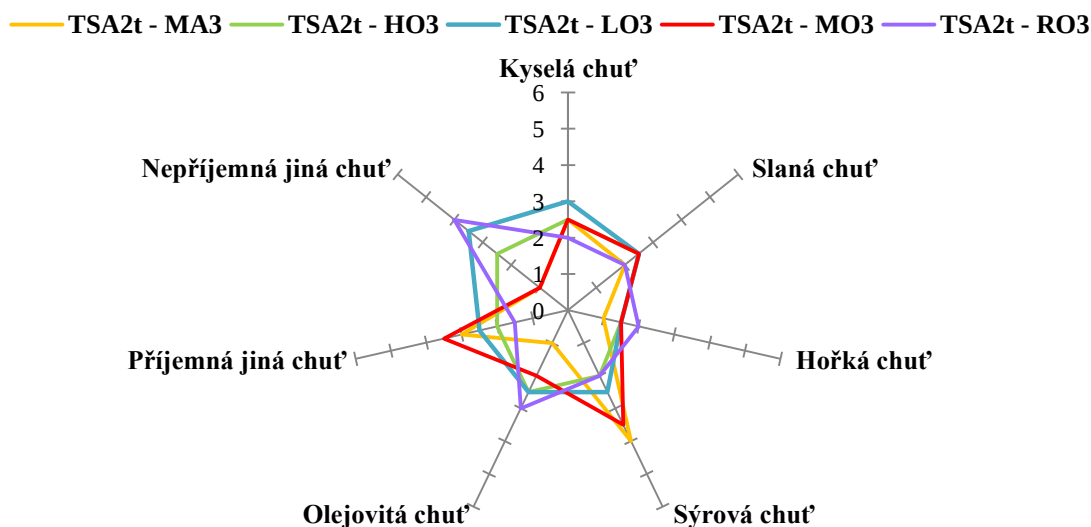
Výsledky profilového testu pro TSA s 2 týdny zralou EC ihned po utavení jsou zobrazeny na **Obrázku 96**. Opět vycházíme z předpokladu, že většina uvedených deskriptorů reprezentuje různé chuťové vady (off-flavour). Z výsledků tohoto testu lze usuzovat, že jako nejhorší byl hodnocen TSA 2t-RO0, který měl silnější intenzitu olejovité chuti, slabou, resp. střední až slabou intenzitu hořké, resp. kyselé chuti a dosti silnou intenzitu nepříjemné jiné chuti. Všechny vzorky této šarže byly vnímány se střední až slabou slanou chutí. Nejvyšší intenzita příjemné jiné chuti, kterou hodnotitelé popisovali jako „po ovoci, meruňkách, mandlích, ořeších“ byla zaznamenána u vzorků TSA2t-MO0.



Obrázek 96: Profilový diagram pro hodnocení TSA s EC zralosti 2 týdny – hodnocení ihned po utavení. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Výsledky profilového testu pro TSA s 2 týdny zralou EC po 3 měs. skladování jsou zobrazeny na **Obrázku 97**. Z výsledků tohoto testu lze usuzovat, že jako nejlepší byl hodnocen podle očekávání TSA s máslem (standard). Jako nejhorší opět TSA s rybízovým olejem, i když překvapivě se skladováním zlepšilo vnímání nepříjemné a olejovité chuti.

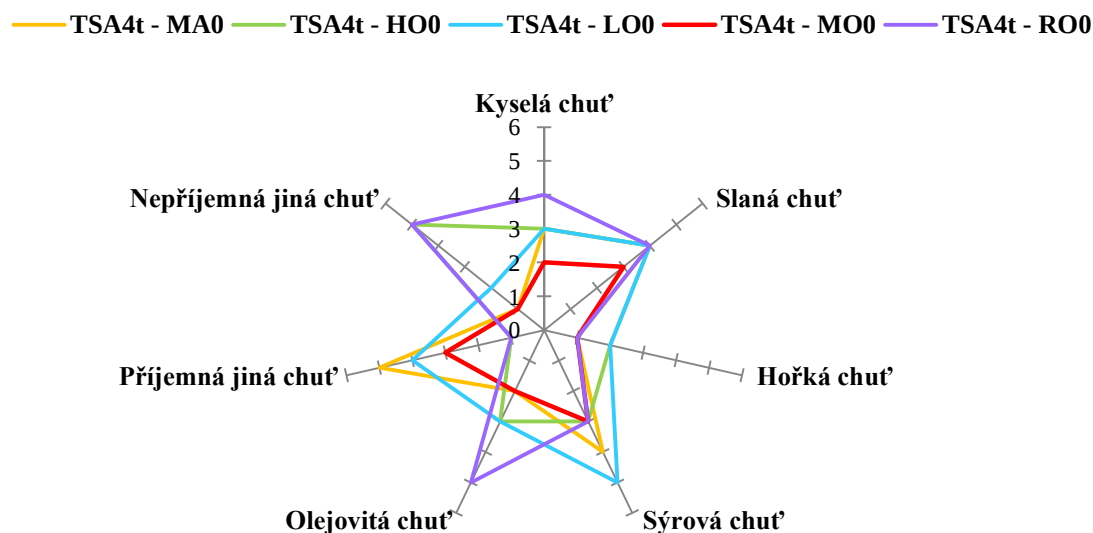
Při srovnání hodnocení jednotlivých deskriptorů lze pozorovat výrazné rozdíly. Zatímco kyselá, slaná a hořká chuť byla vnímána u všech vzorků podobně (v rozmezí jednoho stupně a s velmi slabou intenzitou), nepříjemná jiná chuť byla identifikována od neznatelné (TSA2t-MA3 a TSA2t-MO3) až po střední intenzitu (TSA2t-RO3 a TSA2t-LO3).



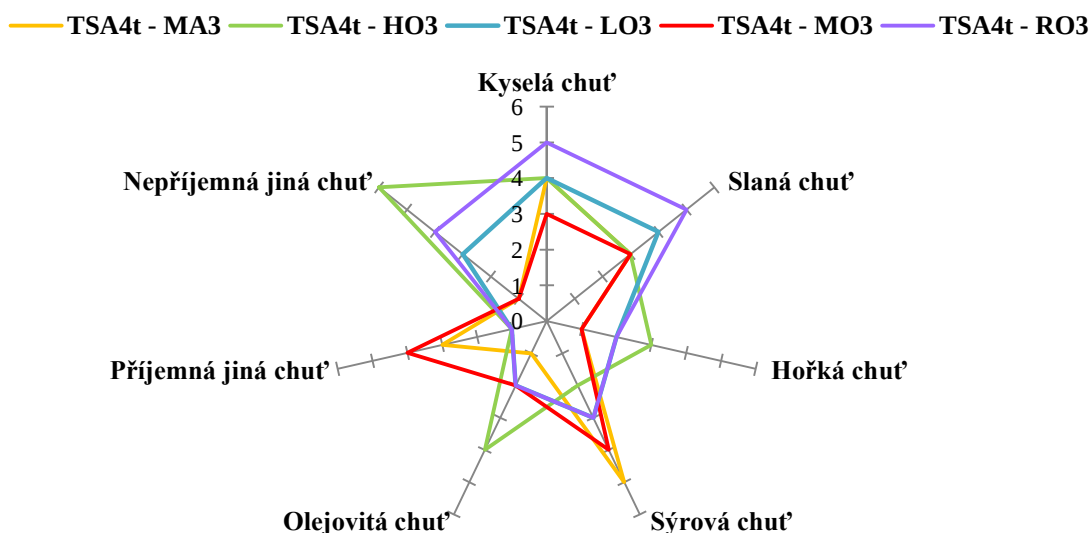
Obrázek 97: Profilový diagram pro hodnocení TSA s EC zralosti 2 týdny – hodnocení po 3 měsících skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Výsledky profilového testu pro TSA s EC zralou 4 týdny ihned po utavení jsou zobrazeny na **Obrázku 98**. Vzorek TSA4t-RO0 byl hodnocen nejhůře se silnější intenzitou olejovité a nepříjemné jiné chuti, střední intenzitou kyselé a slané chuti. Kupodivu výraznější (blíže nepopsaná) nepříjemná chuť byla detekována i u TSA s hroznovým olejem.

Kromě TSA s máslem měly dobré hodnocení i vzorky se lněným a meruňkovým olejem, TSA4t-LO0 měl dokonce vyšší intenzitu sýrové chuti než standard.



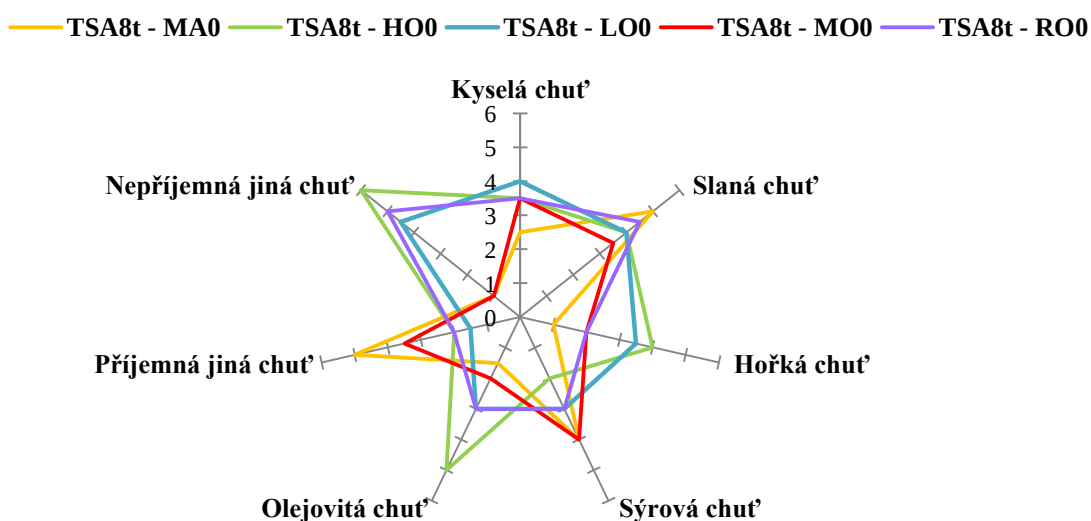
Obrázek 98: Profilový diagram pro hodnocení TSA s EC zralosti 4 týdny – hodnocení ihned po utavení. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**



Obrázek 99: Profilový diagram pro hodnocení TSA s EC zralosti 4 týdny – hodnocení po 3 měsících skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

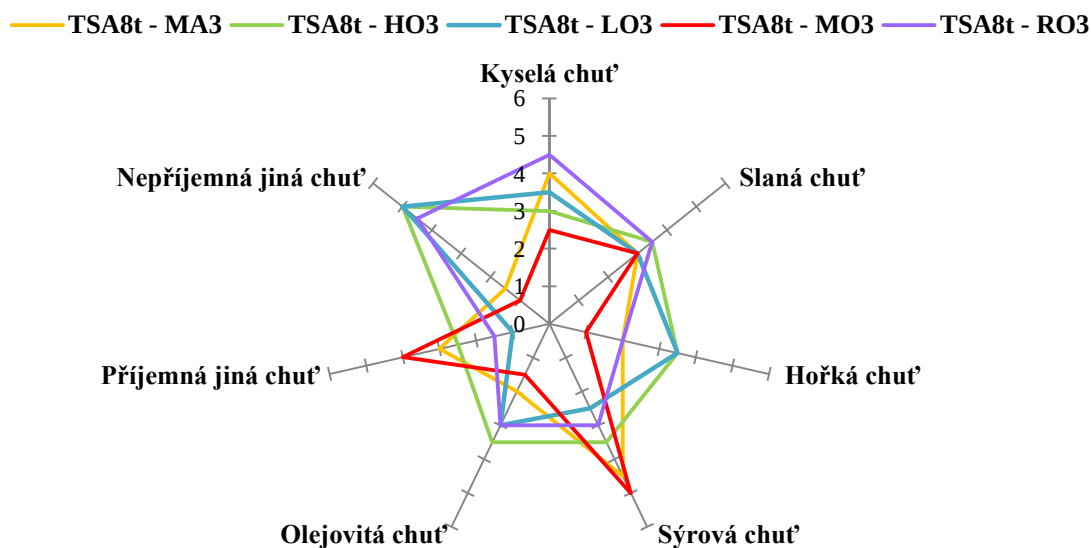
Výsledky profilového testu pro TSA se 4 týdny zralou EC po 3 měs. skladování jsou zobrazeny na **Obrázku 99**. Při tomto hodnocení byl nejhůře hodnocen TSA4t-HO3, a to především kvůli dosti silné intenzitě nepříjemné jiné chuti, ale také střední intenzitě kyselé a olejovité chuti, slabě intenzitě hořké chuti. Jeho nepříjemná chuť se skladováním ještě zhoršila.

U TSA4t-RO3 byla také detekována nepříjemná jiná chuť střední intenzity, ale off-flavour tohoto vzorku byl způsoben především silnější kyselou a slanou chutí. U tohoto vzorku se vnímání nepříjemné a olejovité chuti překvapivě se skladováním zlepšilo. Naopak TSA s máslem a meruňkovým olejem byly hodnoceny nejlépe, s mírnými odlišnostmi v intenzitě některých deskriptorů.



Obrázek 100 : Profilový diagram pro hodnocení TSA s EC zralosti 8 týdnů – hodnocení ihned po utavení. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

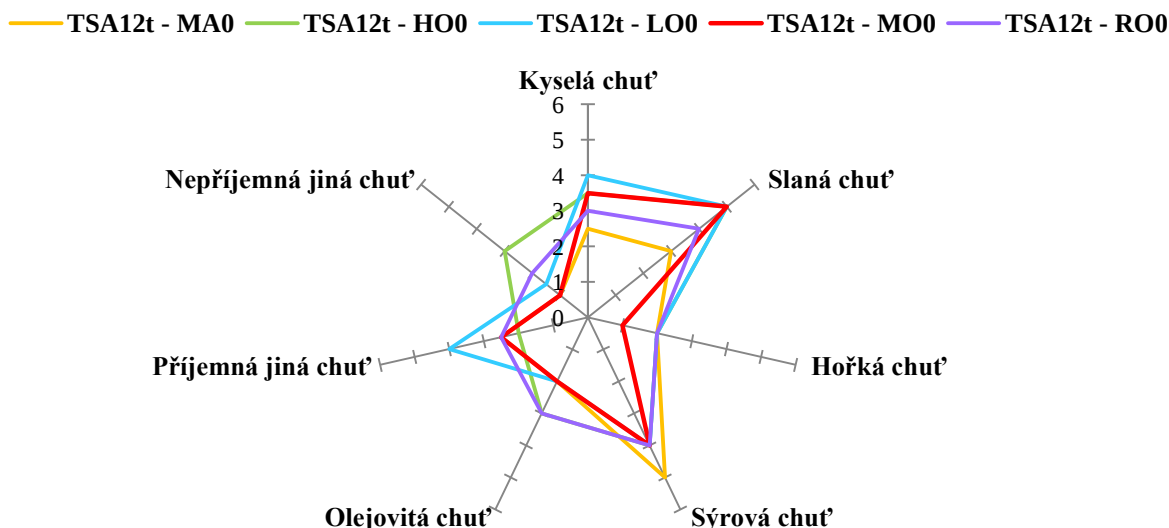
Výsledky chuťového profilu vzorků TSA s EC zralosti 8 týdnů ihned po utavení jsou uvedeny na **Obrázek 100**. Nejlépe zde byl opět hodnocen TSA s máslem a současně TSA s meruňkovým olejem. Vzorky s rybízovým, lněným i hroznovým olejem vykazovaly silnější až velmi silnou intenzitu nepříjemné jiné chuti. Jako nejhorší lze opět uvést vzorek s hroznovým olejem, měl zároveň i silnou olejovitou chuť a také střední hořkou chuť.



Obrázek 101: Profilový diagram pro hodnocení TSA s EC zralosti 8 týdnů - hodnocení po 3 měsících skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

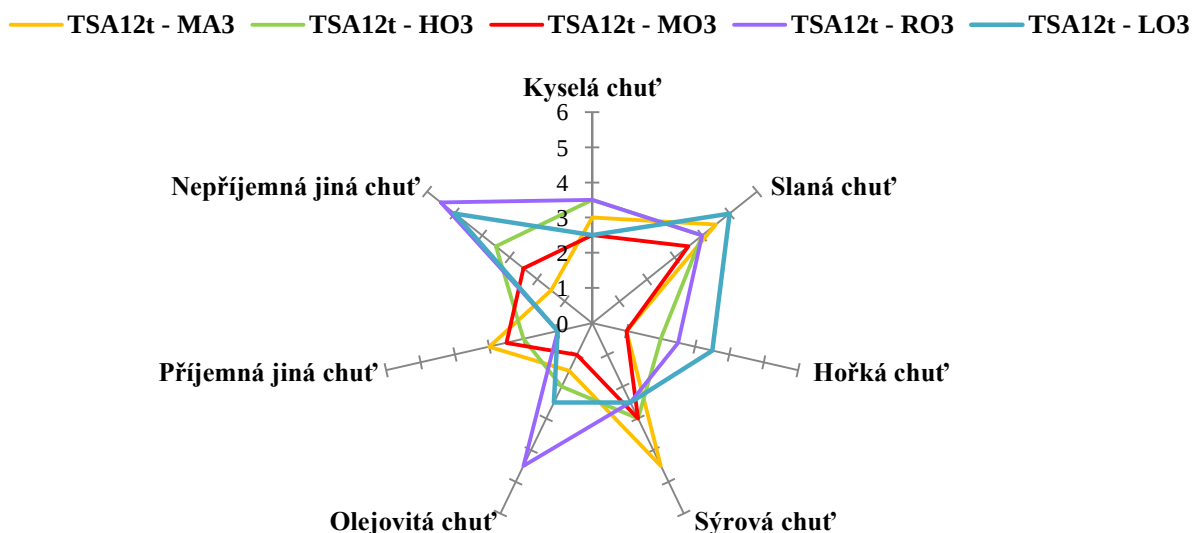
Výsledky hodnocení těchto vzorků po 3 měsících (**Obrázek 101**) jsou obdobné. TSA8t-MA3 byl sice téměř ve všech parametrech hodnocen nejlépe (měl nejnižší intenzitu slané, olejovité i kyselé chuti), na druhou stranu i u něj byla identifikována nepříjemná jiná chuť ve velmi slabé intenzitě.

Jako horší lze opět uvést TSA s hroznovým, lněným a rybízovým olejem, u nichž byla identifikována nepříjemná chuť.



Obrázek 102: Profilový diagram pro hodnocení TSA s EC zralosti 12 týdnů - hodnocení ihned po utavení. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Z výsledků vzorků TSA s EC zralou 12 týdnů, které jsou uvedeny na **Obrázku 102**, je patrné, že nejméně off-flavouru a tudíž nejlepší hodnocení měl TSA s máslem. Můžeme však konstatovat, že rozdíly mezi vzorky v tomto hodnocení nebyly výrazné. Intenzita jednotlivých deskriptorů se lišila max. o 2 stupně. Se zralejší cihlou se tedy zmenšovaly senzorické rozdíly sledovaných deskriptorů mezi jednotlivými analogy, což se však změnilo při hodnocení těchto vzorků po skladování.



Obrázek 103: Profilový diagram pro hodnocení TSA s EC zralosti 12 týdnů – hodnocení po 3 měsících skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Při hodnocení stejné šarže vzorků po 3 měs. skladování byly mezi vzorky zaznamenány výrazné rozdíly. Nejlépe byl hodnocen TSA12t-MO3 a TSA12t-MA3. U TSA s meruňkovým olejem byla v největší intenzitě detekována slaná chuť (slabá až střední), naopak hořká

a olejovitá chuť byla u tohoto vzorku neznatelná. TSA s máslem byly hodnoceny se střední až silnější intenzitou slané chuti a slabou intenzitou kyselé chuti. Naopak u TSA12t-RO3 byla identifikována dosti silná nepříjemná jiná chuť a také olejovitá chuť. Výrazný off-flavour měl i vzorek TSA se lněným olejem a to především u silnější nebo střední intenzity hořké, slané nebo nepříjemné jiné chuti.

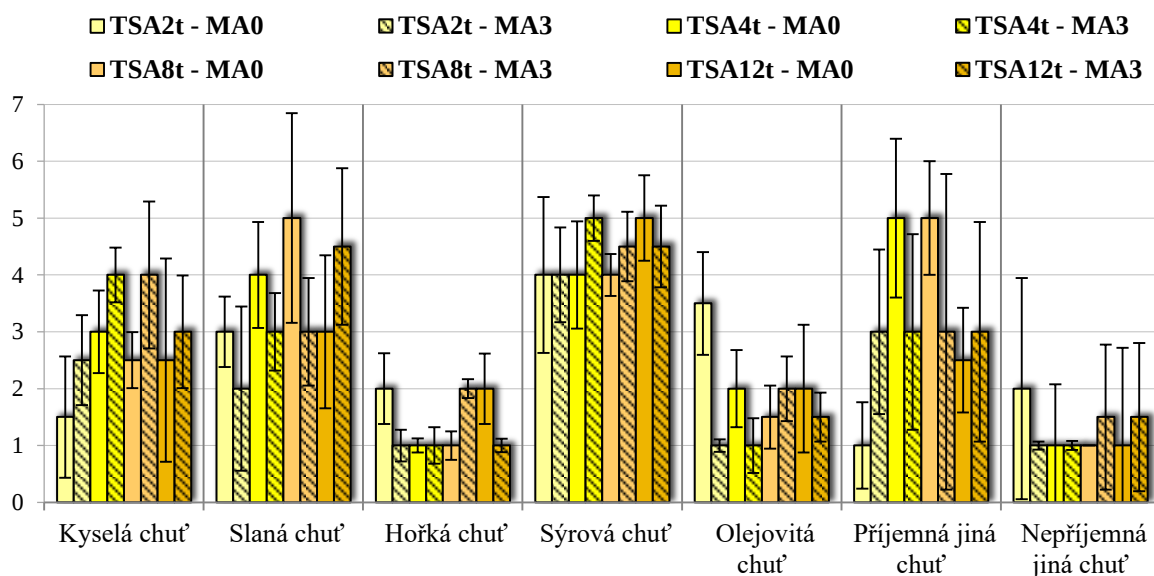
Na základě výsledků této podkapitoly lze jako nejlepší označit TSA s máslem a s meruňkovým olejem, naopak nejhorší TSA s rybízovým a hroznovým olejem, což koreluje s výsledky výše zmíněného hodnocení přijatelnosti TSA podle stupnice. Vzorky s rybízovým a hroznovým olejem vykazovaly různou intenzitu olejovité, hořké a nepříjemné chuti.

Vliv použití různě zralé eidamské cihly a několikaměsíčního skladování

Profilový test ukázal také rozdíly mezi TSA se stejným tukem, ale rozdílnou zralostí EC a zároveň se projevil i vliv skladování.

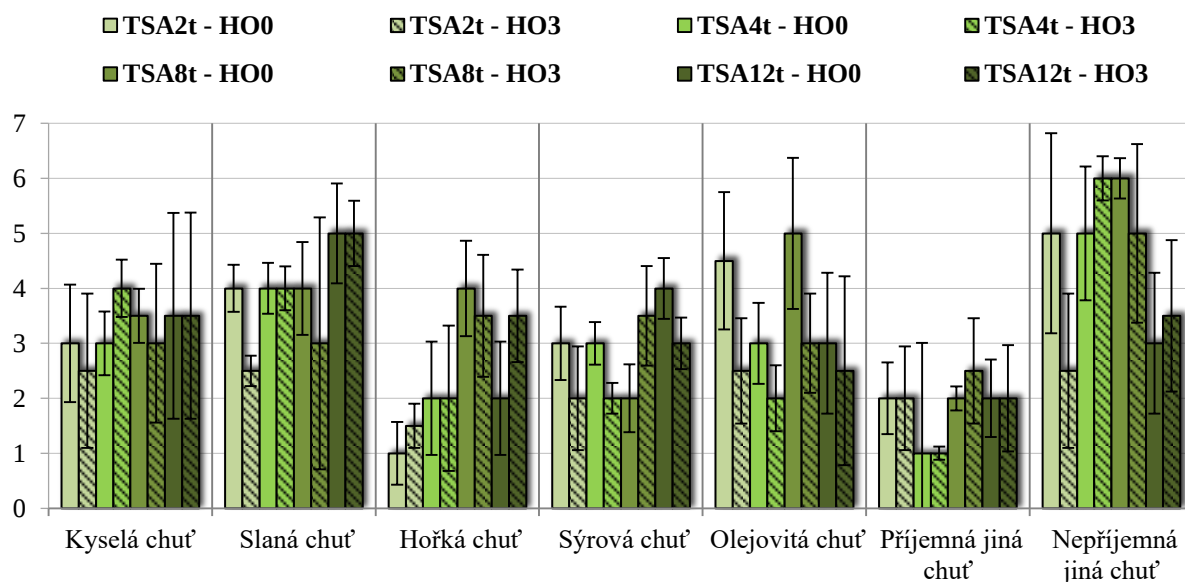
V následujících grafech je uvedeno srovnání sledovaných deskriptorů z hlediska zralosti EC, ihned po utavení a po 3 měs. skladování. Grafy jsou pro přehlednost opět rozděleny podle jednotlivých analogů.

Na **Obrázku 104** je senzorický profil všech vzorků TSA s máslem. Z grafu je dobře patrné, že ve vzorcích nebyla téměř vůbec detekována nepříjemná jiná chuť. Také je patrná výrazná intenzita sýrové chuti. Na rozdíl od experimentu I hodnotitelé posuzovali navíc i intenzitu slané a kyselé chuti, která se právě u TSA s máslem výrazně projevovala. Výrazné rozdíly mezi vzorky TSA s různě zralou EC se projeví především při posouzení příjemné jiné chuti a také u deskriptorů slané a kyselé chuti. Vliv skladování nebyl zaznamenán u všech TSA s máslem stejný. Kyselé chuť se v průběhu skladování zintenzivňovala, naopak intenzita slané chuti slábla. Na výsledky vlivu skladování se výrazně podílela zralost EC, jakožto hlavní výrobní suroviny.

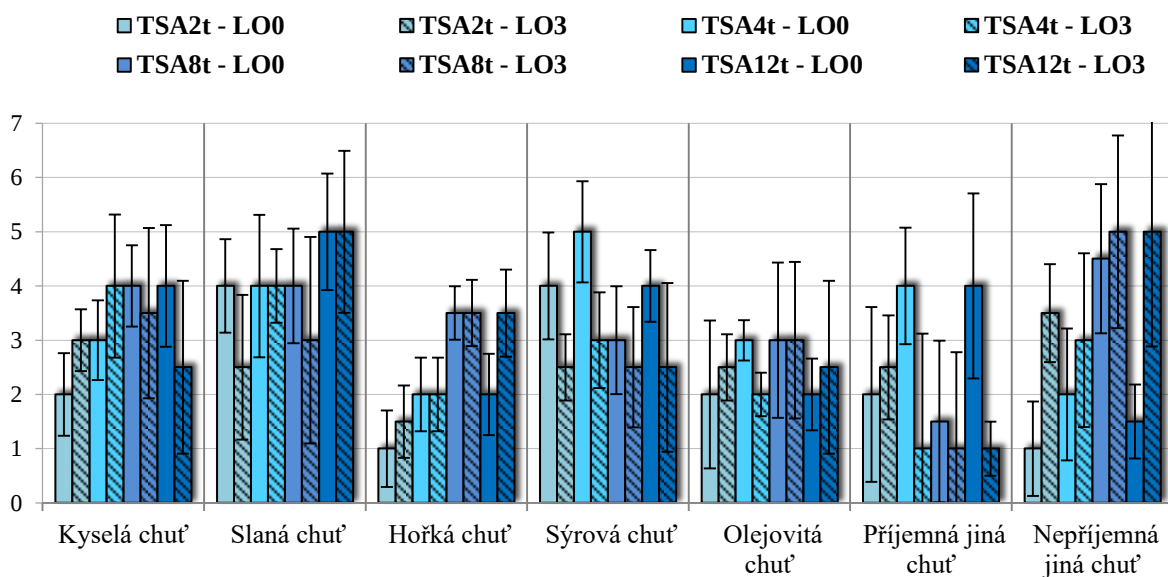


Obrázek 104: Hodnocení senzorického profilu TSA s máslem s různě zralou EC a v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

Na **Obrázku 105** je senzorický profil všech vzorků TSA s hroznovým olejem. Z grafu je dobře patrné, že ve vzorcích nebyla téměř vůbec detekována příjemná jiná chuť, naopak se výrazně projevovala intenzita nepříjemné jiné chuti. U těchto vzorků je patrný vliv skladování na snížení intenzity olejovité chuti i slané chuti. Se skladováním se zlepšovala nebo se neměnila. Rozdíly mezi vzorky TSA s různě zralou EC jsou patrné především u hodnocení hořké chuti. EC menší zralosti byla posuzována s nižší intenzitou tohoto deskriptoru.

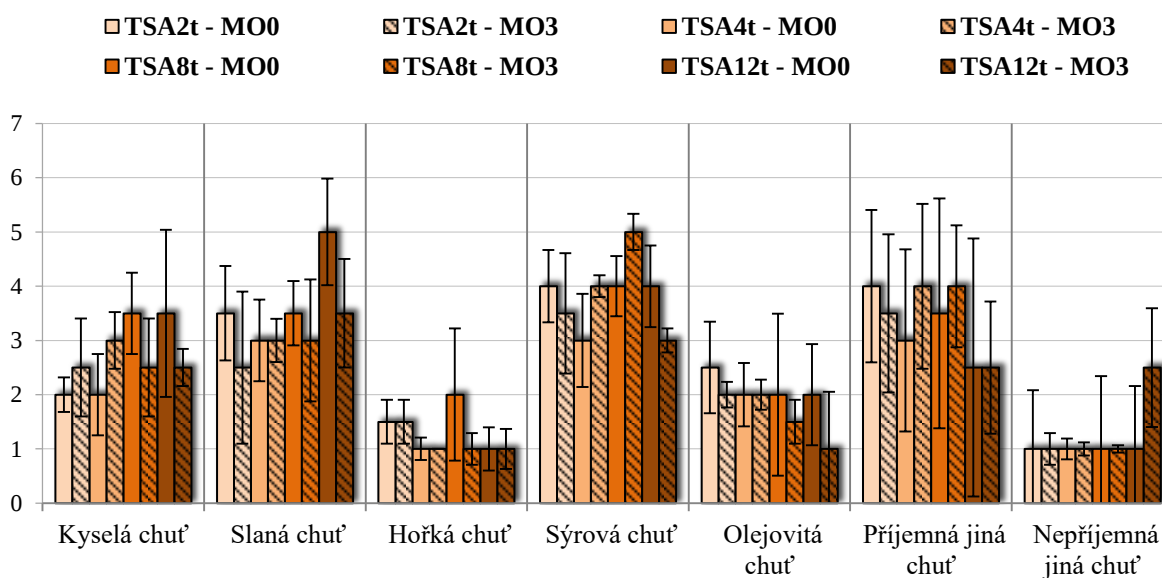


Obrázek 105: Hodnocení senzorického profilu TSA s hroznovým olejem s různě zralou EC a v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**



Obrázek 106: Hodnocení senzorického profilu TSA se lněným olejem s různě zralou EC a v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

U TSA se lněným olejem (**Obrázek 106**) byl patrný vliv zralosti EC na sensorický profil. Kyselá, hořká i příjemná jiná chuť byla lépe posuzována u TSA s EC nižší zralosti. Také skladování mělo vliv na sensorický profil TSA se lněným olejem, vlivem skladování docházelo ke zhoršení, např. zvýšení intenzity nepříjemné jiné chuti.



Obrázek 107: Hodnocení sensorického profilu TSA s meruňkovým olejem s různě zralou EC a v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

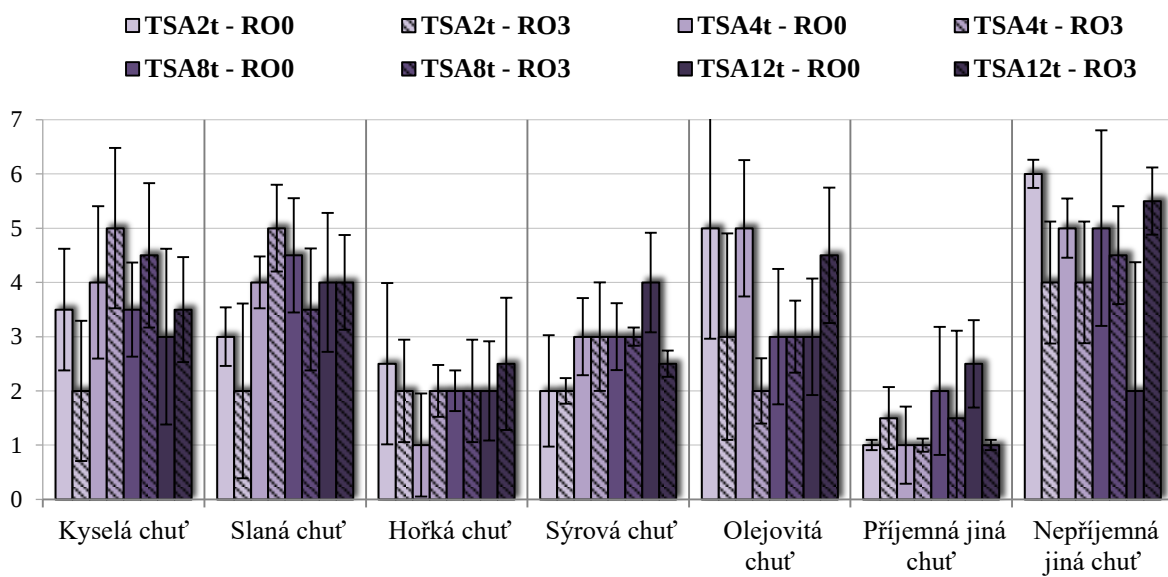
Při posuzování vlivu zralosti EC na sensorický profil TSA s meruňkovým olejem (**Obrázek 107**) se ukázalo, že se jako nejvhodnější pro tento typ použitého oleje jeví 4 týdny zralá EC.

Z grafu je dobře patrné, že hořká a nepříjemná chuť byly u všech vzorků s meruňkovým olejem identifikovány ve velmi nízké intenzitě. Navíc zde nebyl patrný vliv zralosti EC a velmi malý vliv 3 měs. skladování.

TSA s 12 týdny zralou EC měly vyšší intenzitu kyselé, slané, sýrové i olejovité chuti při hodnocení ihned po utavení a v průběhu skladování se intenzita těchto deskriptorů snižovala.

Na **Obrázku 108** je sensorický profil všech vzorků TSA s rybízovým olejem. U vzorků TSA s 2 a 4 týdny zralou EC byla identifikována silnější intenzita olejovité chuti. Ta se v průběhu 3 měs. skladování snížila na slabou, až velmi slabou. Snížení intenzity vlivem skladování bylo zaznamenáno i u deskriptoru nepříjemné jiné chuti. Výjimkou byly vzorky TSA s 12 týdny zralou EC. U těchto vzorků se nepříjemná jiná chuť během 3 měsíců naopak velmi výrazně zintenzivnila. U vzorků se zralejší EC byla identifikována slanejší chuť, ale také sýrová a velmi slabá příjemná jiná chuť.

Celkově můžeme konstatovat, že zralost EC má vliv na sensorický profil TSA, vzorky se zralejší EC vykazovaly výraznější slanou a sýrovou chuť, vliv skladování nebyl jednoznačný.



Obrázek 108: Hodnocení senzorického profilu TSA s rybízovým olejem s různě zralou EC a v průběhu skladování. Kódy vzorků viz **Tabulka 6**

6 PŘÍNOS PRÁCE PRO VĚDU A PRAXI

V průběhu minulého století se pohled na tavené sýry a jim podobné výrobky významně změnil. Zatímco před několika desítkami let se tavené sýry vyráběly především kvůli zužitkování surovin nižší kvality, v dnešní době jsou tyto výrobky vysoce funkcionalizovány tak, aby splňovaly požadavky spotřebitele. Budoucí trendy zahrnují především výrobky se zlepšenými funkčními a/nebo nutričními vlastnostmi. Tyto požadavky splňují analogy, které, v závislosti na použitých surovinách, mohou nabízet řadu nutričních benefitů (vyšší podíl nenasycených mastných kyselin, nižší nebo žádný obsah cholesterolu, snížený obsah bílkovin/fenylalaninu, redukované množství nasycených tuků a sodíku, nižší energetickou hodnotu, mohou být bezlaktosové, obohacené vitaminy aj).

Hlavním přínosem této práce bylo zhodnocení kvality tavených sýrových analogů, které dnes na evropském a světovém trhu zvyšují své sortimentní zastoupení a rozšiřuje se i jejich podíl na trhu „mléčných“ výrobků. Kvalita vyrobených analogů byla testována v závislosti na použitých surovinách, zralosti použitého přírodního sýra a také době skladování. Jelikož je chuť a vůně (komplexně flavour) zásadní charakteristikou potravin, byla pozornost věnována také tzv. aromaticky aktivním látkám, které jsou považovány za podstatu flavouru.

Taveným sýrům a taveným sýrovým analogům není věnována příliš velká odborná pozornost, dosud nebyla publikována práce, která by se podobné problematice takto komplexně věnovala. Za přínos této práce pro vědu lze považovat:

- výrobu tavených sýrových analogů s využitím různých tuků a olejů za stejných, vzájemně porovnatelných podmínek,
- vyvození závěrů o vlivu použitých surovin (přírodní sýr eidamského typu různé zralosti, různé rostlinné tuky a oleje) na senzorický profil a složení aromaticky aktivních látek vyrobených analogů,
- zhodnocení vlivu doby skladování na kvalitu analogů,
- širší náhled na danou komplexní problematiku z pohledu mnoha vzájemně se ovlivňujících faktorů a jejich interakcí.

Konkrétním výsledkem této práce je návrh rostlinných tuků a olejů, které byly nejlépe hodnoceny a mohly by tak být, z hlediska senzorického, zajímavé pro průmyslovou výrobu analogů v širším měřítku. Za přínos práce pro praxi je možné považovat:

- zhodnocení použitelnosti různých tuků a olejů jako částečné nebo úplné náhrady másla v tavených sýrových analogích a jejich akceptovatelnost spotřebitelskou veřejností; tyto výsledky mohou být inovačním potenciálem pro sýrárny,
- stanovení kritické doby minimální trvanlivosti tavených sýrových analogů, po jejímž překročení (i při dodržení chladírenského řetězce) hrozí riziko zhoršení kvality a ohrožení bezpečnosti analogů,
- potvrzení důležitosti stanovení aromaticky aktivních látek jako doplňku senzorického hodnocení pro zlepšování kvality analogů.

Jakékoli nové poznatky v této oblasti jsou významným přínosem pro potravinářský průmysl. Pokud potravina nemá očekávaný charakteristický flavour, může to být známka kažení nebo kontaminace, ohrožující naše zdraví. Když se podaří porozumět chemickému složení flavouru a mechanismu jeho tvorby, umožní to lepší praktickou kontrolu a v konečném důsledku výrobu kvalitnějších potravin.

7 ZÁVĚRY

Tato dizertační práce se zabývá problematikou tavených sýrových analogů. Hlavní pozornost je věnována senzorické kvalitě, s důrazem především na tzv. flavour, který velmi úzce souvisí a je ovlivňován obsahem tzv. aromaticky aktivních látek. Podstatou práce je posouzení vlivu přídavku různých rostlinných tuků/olejů na zmíněné parametry, zároveň byly sledovány jejich změny v průběhu skladování.

Modelové vzorky analogů byly vyrobeny na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně. Experimentální část byla rozdělena do dvou experimentů. V prvním experimentu byl tradiční tuk (máslo) zcela nahrazen vybranými rostlinnými tuky; byly použity tuky levné, snadno dostupné a v praxi často používané (kokosový, palmový tuk a „směsný olej“). Ve druhém experimentu byla nahrazena pouze část (1 % hm. – vyjádřeno na celkovou hmotu vzorku) másla senzoricky a nutričně zajímavými oleji (meruňkový, lněný, rybízový a hroznový). Jako obdoba klasického taveného sýra a standard pro porovnání byl vyroben vzorek pouze z másla, bez přídavku rostlinných olejů. Jako hlavní surovina pro výrobu analogů byla použita eidamská cihla (30 % tvs) v různých fázích zralosti (2, 4, 8 a 12 týdnů).

Vyrobené vzorky byly podrobeny skladovacímu pokusu (6 měsíců při $\approx 6^\circ\text{C}$).

Pro stanovení těkavých látek byla použita metoda HS-SPME-GC-FID. Pro hodnocení senzorické kvality vzorků, se zaměřením především na flavour, byly použity metody vycházející z platných mezinárodních norem, konkrétně hodnocení pomocí stupnic (ČSN ISO 4121), profilový test (ČSN EN ISO 13299) a pořadová zkouška (ČSN ISO 8587).

Ze získaných výsledků lze vyvodit následující závěry:

- Co se týče použitých surovin, zastoupení těkavých látek eidamské cihly se v různých fázích zralosti měnilo, během zrání došlo ke snížení počtu identifikovaných sloučenin, pravděpodobně v důsledku jejich odbourání metabolickou činností přítomných mikroorganismů.
- V případě použitých tuků/olejů, byly mezi nimi patrné rozdíly. V prvním experimentu bylo nejvíce sloučenin identifikováno v kokosovém tuku a másle, v druhém experimentu v hroznovém a rybízovém oleji.
- V analozích bylo téměř vždy nalezeno méně sloučenin, než v odpovídajícím tuku/oleji, zřejmě dochází k jejich ztrátám vlivem vysoké teploty během tavení.

Výsledky prokázaly, že použitý rostlinný olej ovlivňuje jak senzorickou kvalitu, tak i obsah a složení těkavých látek vyrobených analogů.

- Počet identifikovaných sloučenin se zvyšoval v pořadí: analog s máslem $\Rightarrow$ kokosovým tukem $\Rightarrow$ palmovým tukem $\Rightarrow$ směsným olejem.
- V případě druhého experimentu se počet identifikovaných sloučenin zvyšoval v pořadí: analog s meruňkovým olejem $\Rightarrow$ lněným olejem $\Rightarrow$ máslem $\Rightarrow$ hroznovým olejem $\Rightarrow$ rybízovým olejem.
- Z hlediska senzorického byly největší rozdíly v chuti, vůni a celkové přijatelnosti. Zhoršující se celkovou přijatelnost vzorků lze v experimentu I vyjádřit pořadím: výrobek s máslem $\Rightarrow$ kokosovým $\Rightarrow$ palmovým $\Rightarrow$ směsným tukem; v případě experimentu II: výrobek s máslem $\Rightarrow$ meruňkovým $\cong$ lněným $\cong$ hroznovým $\Rightarrow$ rybízovým olejem.

- Vzhled a barva, lesk i konzistence byly hodnotiteli posuzovány bez statisticky významných rozdílů.
- Nejvíce sloučenin bylo identifikováno v analogu se směsným olejem a s palmovým tukem, tyto vzorky vykazovaly při senzoričtém hodnocení nejhorší výsledky. V analozích z druhého experimentu bylo nejvíce sloučenin identifikováno ve vzorcích s rybízovým a hroznovým olejem, i tyto vzorky měly nejhorší senzoričtí hodnocení. Lze říci, že vyšší počet sloučenin ovlivňuje flavour analogů spíše negativně.

Určitý vliv na složení těkavých látek a senzoričtí kvalitu vyrobených analogů vykazovala i zralost použité eidamské cihly.

- Počet sloučenin se s vyšší zralostí mírně zvyšoval,
- u většiny analogů došlo k mírnému zlepšení senzoričtých vlastností s více zralou cihlou. Chuť a vůně však byly ovlivněny poměrně málo, vzorky s nejzralejší cihlou byly hodnoceny max. o stupeň lépe než ostatní, a rozdíl se projevil spíše až po 3 měs. skladování.
- Použití nejzralejší cihly (12 týdnů) však příznivě ovlivnilo vzhled, barvu, lesk a konzistenci vzorků analogů.

U všech analogů byl patrný vliv skladování na vývoj těkavých látek i senzoričtí kvalitu.

- Trend sice nebyl jednoznačný, ale celkově lze říci, že v experimentu II se počet identifikovaných sloučenin vlivem skladování mírně zvyšoval.
- V případě experimentu I byla patrná souvislost se zralostí použité eidamské cihly, s méně zralou cihlou se počet sloučenin během skladování spíše snižoval, se zralejší cihlou tomu bylo naopak.
- Senzoričtí vlastnosti analogů se skladováním mírně zhoršovaly.

Na základě výsledků senzoričtí analýzy bylo prokázáno, že vzorky si udrží dobrou senzoričtí kvalitu min. po dobu 3 měsíců při dodržení nízké skladovací teploty ($\approx 6^\circ\text{C}$).

Jako nevhodné se pro výrobu analogů ukázaly být směsný tuk, rybízový a hroznový olej, naopak nejlépe byly hodnoceny analog s kokosovým tukem a meruňkovým olejem. Analog s kokosovým tukem, jehož chuť, vůně a přijatelnost byly hodnoceny jako velmi dobré, a s meruňkovým olejem, jehož chuť, vůně a přijatelnost byly hodnoceny dokonce jako výborné, by mohly obohatit nabídku potravin na trhu.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] 397/2016 Sb. Vyhláška o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje. *Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. [cit. 2020-09-07]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-397>
- [2] 274/2019 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 397/2016 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené ... *Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. [cit. 2020-09-07]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2019-274>
- [3] ANONYM. Codex General Standard for process(ed) cheese and spreadable process(ed) cheese. [online] [cit. 2020-08-04]. Dostupné z: http://www.dairyconsultant.co.uk/pdf/codex_specification_spreadable_processed_cheese.pdf
- [4] BACHMANN, H-P: Cheese analogues: a review. *International Dairy Journal*. 2001, Vol. 11, No. 4-7, pp. 505-515. ISSN 0958-6946.
- [5] ANONYM. General Standard for Food Additives. [online] [cit. 2020-08-04]. Dostupné z: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B192-1995%252FCXS_192e.pdf
- [6] GUINEE, T. P., CARIĆ, M., KALÁB, M.: Pasterized Processed cheese and Substitute/Imitation cheese products. *Cheese: Chemistry, physics and microbiology*. 2004, Vol. 2, No3, pp. 349- 394. ISBN 0-1226-3653-8.
- [7] Vyhláška - Vyhláška č. 4/2008 Sb. Vyhláška, kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin - <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-4>
- [8] Nařízení – Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013, kterým se stanoví společná organizace trhů se zemědělskými produkty a zrušují nařízení Rady (EHS) č. 922/72, (EHS) č. 234/79, (ES) č. 1037/2001 a (ES) č. 1234/2007 - <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/cs/TXT/?uri=CELEX%3A32013R1308>
- [9] CARIĆ, M., KALÁB, M. Processed cheese products. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, 1997, 2, 467-505.
- [10] BUŇKA, F., BUŇKOVÁ, L., KRÁČMAR, S. Základní principy výroby tavených sýrů. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009. 70 s. ISBN 978-80-7375-336-8.
- [11] GUINEE, T. P. Pasteurized processed cheese products. In Roginski, H., Fuquay, J. W., Fox, P. F. *Encyclopedia of Dairy Science*, Vol. 1. London: Elsevier Science, 2004. pp. 411–418. ISBN 0-12-227235-8.
- [12] LEE, S.K., KLOSTERMEYER, H. The effect of pH on rheological properties of reduced-fat model processed cheese spread. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*. 2001, vol. 34, pp. 288-292. ISSN 0023-6438.
- [13] KADLEC, P. Technologie potravin I. 1. vyd., Praha: VŠCHT, 2007, 300s. ISBN 80-7080-509-9.

- [14] AWAD, R.A., ABDEL-HAMID, LB., EL-SHABRAWY, S.A., SINGH, R.K. Texture and microstructure of block type processed cheese with formulated emulsifying salt mixtures. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*. 2002, vol. 35, pp. 54-61.
- [15] AWAD, R.A., ABDEL-HAMID, LB., EL-SHABRAWY, S.A., SINGH, R.K. Physical and sensory properties of block processed cheese with formulated emulsifying salt mixtures. *International Journal of Food Properties*. 2004, vol. 7, pp. 429-448.
- [16] KAPOOR, R., METZGER, L. E. Process cheese: Scientific and Technological Aspects – A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2008, vol. 7, no. 2, pp. 194–214. ISSN 1541-4337.
- [17] BERGER, W. KLOSTERMEYER, H. MERKENICH, K. UHLMANN, G. Processed cheese manufacture. A JOHA Guide; Landeburg: BK Giulini Chemie GmbH & Co. OHG. 2002.
- [18] FOX, P. F., GUINEE, T. P., COGAN, T. M., MCSWEENEY, P. L. H. Fundamentals of Cheese science. 2000. First ed. Gauthersburg MD: Aspen Pub. 587 p. ISBN 0-8342-1260-9.
- [19] BADEM, Abdullah a Gürkan UÇAR. Cheese Analogues. *Journal of Food and Dairy Technology*. 2016, 4(3). 2321-6204.
- [20] MOUNSEY, J. S., O'RIORDAN, E. D. Characterisation of imitation cheese containing native or modified starches. *Food Hydrocolloids*. 2008, vol. 22, pp. 1160-1169.
- [21] ROGINSKI, H. FUQUAY, J. W. FOX, P. F. Encyklopedia of dairy science. London (UK): Academic press, 2003. Cheese analogues, pp. 428-434. ISBN 0-12-227235-8.
- [22] KADLEC, P., MELZUCH, K., VOLDŘICH, M. Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2009, 536 s. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-051-4.
- [23] BRICKLEY, C. A., S. GOVINDASAMY-LUCEY, J. J. JAEGGI, M. E. JOHNSON, P. L. H. MCSWEENEY a J. A. LUCEY. Influence of Emulsifying Salts on the Textural Properties of Nonfat Process Cheese Made from Direct Acid Cheese Bases. *Journal of Dairy Science* [online]. 2008, 91(1), 39-48 [cit. 2020-08-11]. DOI: 10.3168/jds.2007-0393. ISSN 0022-0302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030208714358>
- [24] Nařízení - Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 ze dne 16. prosince 2008 o potravinářských přídatných látkách – <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32008R1333>
- [25] FOX, Patrick F. a Paul L.H. MCSWEENEY. Cheese: An Overview. Cheese. Elsevier, 2017, 2017, 5-21. DOI: 10.1016/B978-0-12-417012-4.00001-6. ISBN 9780124170124
- [26] TAMIME, A. Y. Processed Cheese and Analogues. John Wiley & Sons Inc. 2011, pp. 368. ISBN 978-1-4051-8642-1.
- [27] BUŇKA, F. & BUŇKOVÁ, L. Úloha tavicích solí při výrobě tavených sýrů. *Potravinářská Revue*. 2009, č. 1, [online], s. 13–16.

- [28] MACKŮ, I. Viskoelastické a senzorické vlastnosti tavených sýrů s přidavkem pektinu. Zlín, 2009. 100 s., 8 s. příloh. Disertační práce na Fakultě technologické Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně na ústavu Chemie a technologie potravin. Vedoucí disertační práce doc. Ing. Jan Hrabě, Ph.D
- [29] GAJDŮŠEK, S. Mlékařství II. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1998. 135 s. ISBN 80-7157-342-6.
- [30] BUŇKA, F. HRABĚ, J. Tavené sýry. *Potravinářská revue*. 2006, vol. 3, pp. 13-16. ISSN 1801-9102.
- [31] PLOCKOVÁ, M., BŘEZINA, P. Mikrobiologie mléka a tuků. 1. vyd. Praha: VŠCHT. 1988.
- [32] FORMAN, L. Mlékárenská technologie II. 2. Vyd. Praha: VŠCHT. 1996. ISBN 80-7080-250-2.
- [33] PISKA, I., ŠTĚTINA, J. Influence of cheese ripening and rate of cooling of the processed cheese mixture on rheological properties of processed cheese. *Journal of Food Engineering*. 2004, vol. 61, pp. 551-555. ISSN 0260-8774.
- [34] ZHONG, Q., DAUBERT, C. R., FARKAS, B. E. Cooling effect on processed cheese functionality. *Journal of Food Process Engineering*. 2004, vol. 27, pp. 392-412. ISSN 0145-8876.
- [35] KRKOŠKOVÁ, B. Textúra potravin. Bratislava: Alfa–Vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, 1986. 194 s.
- [36] SCHÄR, W., BOSSET, J. O. Chemical and Physico-chemical Changes in Processed Cheese and Ready-made Fondue During Storage. A review. *Food Science and Technology–Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*. 2002, vol. 35, no. 1, pp. 15–20. ISSN 0023-6438.
- [37] KRISTENSEN, D., HANSEN, E., ARDAL, A., TRINDERUP, R. A. Influence of light and temperature on the colour and oxidative stability of processed cheese. *International Dairy Journal*. 2001, vol. 11, pp. 837-843.
- [38] DRAKE, S.L., YATES, M.D., DRAKE, M.D. Development of flavour lexicon for processed and imitation cheeses. *Journal of Sensory Studies*. 2010, vol. 25, pp. 720-739.
- [39] CUNHA, C. R., DIAS, A. I., VIOTO, W. H. Microstructure, texture, colour and sensory evaluation of a spreadable processed cheese analogues made with vegetable fat. *Food Research International*. 2010, vol. 43, pp. 723-729. ISSN 0963-9969.
- [40] DÜSTERHÖFT, Eva-Maria, Wim ENGELS a Thom HUPPERTZ. Gouda and Related Cheeses. Cheese. Elsevier, 2017, 2017, , 865-888. DOI: 10.1016/B978-0-12-417012-4.00034-X. ISBN 9780124170124.
- [41] DÜSTERHÖFT, E. M, W ENGELS a T HUPPERTZ. Global Cheesemaking Technology: Cheese Quality and Characteristics: Dutch-type cheeses. New Jersey: John Wiley, 2017. ISBN 978-1-119-04615-8.
- [42] ROGINSKI, H., FUQUAY, J. W., FOX, P. F.: Encyclopedia of Dairy Science. London: Academic Press, 2002. pp. 428-434. ISBN 0-12-227235-8.
- [43] DELAHUNTY, C. M., DRAKE, M. A. Sensory character of cheese and its evaluation. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. 2004, vol. 1, no. 3, pp. 455-487.

- [44] NORONHA, N., CRONIN, D.A., O'RIORDAN, E.D., O'SULLIVAN, M. Flavouring of imitation cheese with enzyme-modified cheeses (EMCs): Sensory impact and measurement of aroma active short chain fatty acids (SCFAs). *Food Chemistry*. 2008, vol. 106, pp. 905-913.
- [45] MARILLEY, L., CASEY, M.G. Flavours of cheese products: metabolic pathways, analytical tools and identification of producing strains. *International Journal of Food Microbiology*. 2004, 90, 139-159.
- [46] COLLINS, Y.F., MCSWEENEY, P.L.H., WILKINSON, M.G. Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. *International Dairy Journal*. 2003, 13, 841-866
- [47] ALEWIJN, M., SLIWINSKI, E. L., WOUTERS, J. T. M. Production of fat-derived (flavour) compounds during the ripening of Gouda cheese. *International Dairy Journal*. 2005, vol. 15, pp. 733-740
- [48] DRDÁK, M. Základy potravinárskych technológií. Bratislava: Malé centrum, 1996, 511 s. ISBN 80-967-0641-1.
- [49] VELÍŠEK, Jan. Chemie potravin. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009, xxii, 580 s. ISBN 978-80-86659-17-6.
- [50] GUNSTONE, F, HARWOOD, J.L., DIJKSTRA, A.J.. The lipid handbook with CD-ROM. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, c2007, xiii, 656 p. ISBN 08-493-9688-3.
- [51] FUNAHASHI, H., HORIUCHI, J. Characteristics of the churning process in continuous butter manufacture and modelling using an artificial neural network. *International Dairy Journal*. 2008, roč. 18, č. 3, s. 323-328. ISSN 09586946.
- [52] MALLIA, S., ESCHER, F., SCHLICHTERLE-CERNY, H.. Aroma-active compounds of butter: a review. *European Food Research and Technology*. 2008, roč. 226, č. 3, s. 315-325. ISSN 1438-2377.
- [53] POVOVO, M., CONTARINI, G. Comparison of solid-phase microextraction and purge-and-trap methods for the analysis of the volatile fraction of butter. *Journal of Chromatography A*. 2003, Vol. 985, p. 117-125.
- [54] PETERSON, D.G., REINECCIUS, G.A.: Characterization of the volatile compounds that constitute fresh sweet cream butter aroma. *Flavour and Fragrance Journal*, 2003, vol. 18, no. 3, pp. 215-220. ISSN 0882-5734.
- [55] FATHI ACHACHLOUEI, Bahram a Javad HESARI. Production of functional cheese by replacement of dairy fat with hazelnut oils. In: Production of functional cheese by replacement of dairy fat with hazelnut oils. [online]. 2018 [cit. 2020-07-04]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/327954466_Production_of_functional_cheese_by_replacement_of_dairy_fat_with_hazelnut_oils
- [56] TRES, A., C. RUIZ-SAMBLAS, G. VAN DER VEER, S.M. VAN RUTH. Geographical provenance of palm oil by fatty acid and volatile compound fingerprinting techniques. *Food Chemistry*. 2013, roč. 137, 1-4, s. 142-150. ISSN 03088146.

- [57] KANYA, T.C., RAO, J.L., SASTRY.M.C.S. Characterization of wax esters, free fatty alcohols and free fatty acids of crude wax from sunflower seed oil refineries. *Food Chemistry*. 2007, vol. 101, no. 4, pp. 1552-1557. ISSN 03088146.
- [58] VILLARINO, B.J., DY, L.M., LIZADA, M.C.C. Descriptive sensory evaluation of virgin coconut oil and refined, bleached and deodorized coconut oil. *Food Science and Technology-Lebensmittel Wissenschaft and Technologie*. 2007, vol. 40, no. 2, pp. 193–199. ISSN 0023-6438.
- [59] STRÁNSKÝ, K., ZAREVÚCKA, M., WIMMER, Z. Gas chromatography analysis of blackcurrant oil in relation to its stability. *Food Chemistry*, 2005, vol. 92, issue 3, s. 569-573. DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.10.010.
- [60] NOLI, C., CARTA, G., CORDEDDU, L., MELIS, M. P., MURRU, E., BANNI, S. Conjugated linoleic acid and black currant seed oil in the treatment of canine atopic dermatitis. *The Veterinary Journal*, 2007, vol. 173, issue 2, s. 413-421. DOI: 10.1016/j.tvjl.2005.12.006.
- [61] ÖZKAL, S.G., M.E. YENER a L. BAYINDIRLI. 2005. Response surfaces of apricot kernel oil yield in supercritical carbon dioxide. *LWT - Food Science and Technology*. 38(6): 611-616. DOI: 10.1016/j.lwt.2004.08.003. ISSN 00236438. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643804002257>
- [62] ZHANG, Jing, Hong-Di GU, Li ZHANG, Zhen-Jun TIAN, Zhi-Qi ZHANG, Xiu-Chao SHI a Wen-Hong MA. 2011. Protective effects of apricot kernel oil on myocardium against ischemia–reperfusion injury in rats. *Food and Chemical Toxicology*. 49(12): 3136-3141. DOI: 10.1016/j.fct.2011.08.015. ISSN 02786915. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278691511004315>
- [63] ÖZCAN, Mehmet Musa, Ahmet ÜNVER, Esin ERKAN, Derya ARSLAN, Zhi-Qi ZHANG, Xiu-Chao SHI a Wen-Hong MA. 2011. Characteristics of some almond kernel and oils. *Scientia Horticulturae*. 127(3): 330-333. DOI: 10.1016/j.scienta.2010.10.027. ISSN 03044238. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304423810004917>
- [64] PAVLOVIĆ, Nika, Senka VIDOVIĆ, Jelena VLADIĆ, Ljiljana POPOVIĆ, Tihomir MOSLAVAC, Snježana JAKOBOVIĆ a Stela JOKIĆ. Recovery of Tocopherols, Amygdalin, and Fatty Acids From Apricot Kernel Oil: Cold Pressing Versus Supercritical Carbon Dioxide. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2018, 120, 1800043.
- [65] GUPTA, A., SHARMA, P. C., TILAKRATNE, B. M. K. S., VERMA, A. K. Studies on physico-chemical characteristics and fatty acid composition of wild apricot (*Prunus armeniaca* Linn.) kernel oil. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 2012, vol. 3, issue 3, s. 366-370.
- [66] GOKBULUT, Incilay a Ihsan KARABULUT. 2012. SPME–GC–MS detection of volatile compounds in apricot varieties. *Food Chemistry*. 132(2): 1098-1102. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.11.080. ISSN 03088146. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814611016621>

- [67] AUBERT, Christophe, Philippe BONY, Guillaume CHALOT a Virginie HERO. 2010. Changes in physicochemical characteristics and volatile compounds of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Bergeron) during storage and post-harvest maturation. *Food Chemistry*. 119(4): 1386-1398. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.09.018. ISSN 03088146. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814609010620>
- [68] GOLIAŠ, J., J. LÉTAL, L. DOKOUPIL a B. KRŠKA. Physico-chemical changes and volatile constituents observed in 10 apricot cultivars (*Prunus armeniaca* L.) during post-harvest ripening. *Hort. Sci. (Prague)*. 2013, 40(3): 102-110.
- [69] SHIM, Youn Young, Bo GUI, Yong WANG a Martin J.T. REANEY. Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) oil processing and selected products. 2015, 43(2), 162-177. DOI: 10.1016/j.tifs.2015.03.001. ISSN 09242244. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224415000473>
- [70] DZUVOR, CKO; TAYLOR, JT; ACQUAH, C; PAN, S; AGYEI, D. Bioprocessing of Functional Ingredients from Flaxseed. *Molecules* 2018, Volume: 23, Issue: 10. 2444. DOI: 10.3390/molecules23102444.
- [71] KCHAOU, H.; JRIDI, M.; NASRI, M.; DEBEAUFORT, F. Design of Gelatin Pouches for the Preservation of Flaxseed Oil during Storage. *Coatings* 2020, roč. 10, č. 150. DOI: 10.3390/coatings10020150.
- [72] HEGUY, J. M., JUCHEM, S. O., DEPETERS, E. J., ROSENBERG, M., SANTOS, J. E. P., TAYLOR, S. J. Whey protein gel composites of soybean and linseed oils as a dietary method to modify the unsaturated fatty acid composition of milk lipids. *Animal Feed Science and Technology*, 2006, vol. 131, issue 3-4, s. 370-388. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2006.06.016.
- [73] GOYAL, Ankit, Vivek SHARMA, Neelam UPADHYAY, Sandeep GILL a Manvesh SIHAG. Flax and flaxseed oil. *Journal of Food Science and Technology*. 2014, 51(9), 1633-1653. DOI: 10.1007/s13197-013-1247-9. ISSN 0022-1155. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s13197-013-1247-9>
- [74] DABETIC, NM; TODOROVIC, VM; DJURICIC, ID; STANKOVIC, JAA; BASIC, ZN; VUJOVIC, DS; SOBAJIC, SS. Grape Seed Oil Characterization: A Novel Approach for Oil Quality Assessment. *European Journal of Lipid Science and Technology* 2020, Volume122, Issue 6, 1900447. DOI: 10.1002/ejlt.201900447.
- [75] A- SHINAGAWA, FB; DE SANTANA, FC; ARAUJO, E; PURGATTO, E; MANCINI, J. Chemical composition of cold pressed Brazilian grape seed oil. *Food Science And Technology*, 2018, Vol: 38, Issue: 1, pp. 164-171. DOI: 10.1590/1678-457X.08317
- [76] B- SHINAGAWA, FB; DE SANTANA, FC; TORRES, LRO; MANCINI, J. Grape seed oil: a potential functional food? *Food Science And Technology*, 2015, Vol: 35, Issue: 3, pp. 399-406. DOI: 10.1590/1678-457X.6826
- [77] PASSOS, C. P., SILVA, R. M., DASILVA F. A., COIMBRA M. A., SILVA C. M. Supercritical fluid extraction of grape seed (*Vitis vinifera* L.) oil. Effect of the operating conditions upon oil composition and antioxidant capacity. *Chemical Engineering Journal*, 2010, vol. 160, issue 2, s. 634-640. DOI: 10.1016/j.cej.2010.03.087.

- [78] GARAVAGLIA, Juliano, Melissa M. MARKOSKI, Aline OLIVEIRA, Aline MARCAGENTI a Manvesh SIHAG. Grape Seed Oil Compounds: Biological and Chemical Actions for Health. *Nutrition and Metabolic Insights*. 2016, 9(9), 1633-1653. DOI: 10.4137/NMI.S32910. ISSN 1178-6388. Dostupné také z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.4137/NMI.S32910>
- [79] VAN RUTH, S.M., ROOZEN, J.P., JANSEN, F.J.H.M. Aroma profiles of vegetable oils varying in fatty acid composition vs. concentrations of primary and secondary lipid oxidation products. *Nahrung-Food*. 2000, vol. 44, no. 5, pp. 318–322. ISSN 0027-769X.
- [80] OMAR, M.N.B., NOR, N.N.M., IDRIS, N.A. Changes of headspace volatile constituents of palm olein and selected oils after frying French fries. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2007, vol. 10, pp. 1044-1049.
- [81] SUNESEN, L. O., LUND, P., SORESENSEN, J., HOLMER, G. Development of Volatile Compounds in Processed Cheese During Storage. *Food Science and Technology – Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*. 2002, vol. 35, issue 2, pp. 128–134. ISSN 0023-6438.
- [82] OMAR, M.N., NOR, N.N.M., IDRIS, N.A. Solid phase microextraction analysis of volatile constituents of heated palm olein and selected oils. *Oriental Journal of Chemistry*. 2009, vol. 25, pp. 825-832.
- [83] BELITZ, H. D., GROSCH, W., SCHIEBERLE, P.: Food Chemistry. 4th ed. Berlin: Springer, 2009. 1070 pp. ISBN 978-3-540-69933-0. Kapitola Aroma compounds pp. 340-402.
- [84] FISHER, C., SCOTT, T.R. Food Flavours Biology and Chemistry. The Royal Society of Chemistry, 1997, 165 p. ISBN 0-85404-538-4.
- [85] CHAMBERS, E., KOPPEL, K. Associations of Volatile Compounds with Sensory Aroma and Flavor. *Molecules*. 2013, vol. 18, no. 5, pp. 4887-4905. ISSN 1420-3049
- [86] ZELLNER, B.D., DUGO, P., DUGO, G., MONDELLO, L. Gas chromatography-olfactometry in food flavour analysis. *Journal of Chromatography A*, 2008, vol. 1186, no. 1–2, pp. 123–143. ISSN 0021-9673. DOI: 10.1016/j.chroma.2007.09.006.
- [87] MOLIMARD, P., SPINNLER, H. E. Compounds Involved in the Flavour of Surface Mold-Ripened Cheeses: Origins and Properties. *Journal of Dairy Science*. 1996, vol. 79, pp. 169–184. ISSN 0022-0302.
- [88] GUNESER, O., YUCEER, K. Y. Characterisation of aroma-active compounds, chemical and sensory properties of acid-coagulated cheese: Circassian cheese. *International Journal of Dairy Technology*. 2011. Vol. 64, no. 4, pp. 517-525.
- [89] VÍTOVÁ, E., LOUPANCOVÁ, B, SKLENÁŘOVÁ, K., DIVIŠOVÁ, R., BUŇKA, F. Identification of volatile aroma compounds in processed cheese analogues based on different types of fat. *Chemical Papers*. 2013, vol. 10, pp. 907-913. ISSN 0366-6352.
- [90] WOLF, I. V., PEROTTI, M. C., BERNAL, S. M., ZALAZAR, C. A. Study of chemical composition, proteolysis, lipolysis and volatile compounds profile of commercial Reggiano Argentino cheese: Characterization of Reggiano Argentino cheese. *Food Research International*. 2010, vol. 43, pp. 1204-1211.

- [91] VAN LEUVEN, I., VAN CAELENBERG, T., DIRINCK, P. Aroma Characterisation of Gouda type Cheeses. *International Dairy Journal*. 2008, Vol. 18, No. 8, pp. 790–800. ISSN 0958-6946.
- [92] CURIONI, P. M. G., BOSSET, J. O. Key Odorants in Various Cheese Types as Determined by Gas Chromatography-Olfactometry. *International Dairy Journal*. 2002, Vol. 12, No. 12, pp. 959–984. ISSN 0958-6946.
- [93] BERGAMINI, C. V., WOLF, I. V., PEROTTI, M. C., ZALAZAR, C. A. Characterisation of biochemical changes during ripening in Argentinean sheep cheeses. *Small Ruminant Research*. 2010, vol. 94, pp. 79-89.
- [94] HASSAN, F.A.M., ABD EL-GAWAD, M.A.M., ENAB., A.K. Flavour compounds in cheese (review). *International Journal of Academic Research*. 2012, vol. 4, no. 5, pp. 169-181.
- [95] YVON, M., RIJNEN, L. Cheese flavour formation by amino acid catabolism. *International Dairy Journal*. 2001, 11, 185-201.
- [96] SIHUFE, G.A., ZORRILLA, S.E., PEROTTI, M.C., WOLF, I.V., ZALAZAR, C.A., SABBAG, M.G., COSTA, S.C., RUBIOLO, A.C. Acceleration of cheese ripening at elevated temperature. An estimation of the optimal ripening time of a traditional Argentinean hard cheese. *Food Chemistry*. 2010, 119, 101-107.
- [97] BERTOLA, N.C., CALIFANO, A.N., BEVILACQUA, A.E., ZARITZKY, N.E. Effect of ripening conditions on the texture of Goudacheese. *International Journal of Science and Technology*. 2000, 35, 207- 214.
- [98] AL-OTAIBI, M. M., WILBEY, A. Effect of temperature and salt on the maturation of white salted cheese. *International Journal of DairyTechnology*. 2004, 57, 57-63.
- [99] FOLKERTSMA, B., FOX, P.F., McSWEENEY, P.L.H. Accelerated ripening of Cheddar cheese at elevated temperature. *International Dairy Journal*. 1996, 6, 1117-1134.
- [100] SOUSA, M. J., ARDÖ, Y., McSWEENEY, P.L.H. Advance in the study of proteolysis during cheese ripening. *International Dairy Journal*. 2001, 11, 327-345.
- [101] IRLINGER, F., MOUNIER, J. Microbial interactions in cheese: implications for cheese quality and safety. *Current Opinion in Biotechnology*. 2009, 20, 142-148.
- [102] ZAMBONELLI, C., CHIAVARI, C., BENEVELLI, M., COLORETTI, F. Effects of lactic acid bacteria autolysis on sensorial characteristics of fermented foods. *Food Technology and Biotechnology*. 2002, 40, 347- 351.
- [103] BROOME, M.C., LIMSOWTIN, G.K.Y. Starter peptidase activity in maturing cheese. *Australian Journal of Dairy Technology*. 1998, 53, 79- 73.
- [104] CAVANAGH, D., KILCAWLEY, K.N., O'SULLIVAN, M.G., FITZGERALD, G.F., MCAULIFFE, O. Assessment of wild non-dairy lactococcal strains for flavour diversification in a mini-Gouda type cheese model. *Food Research International*, 2014, vol. 62, pp. 432-440.
- [105] FOX, P.F., McSWEENEY, P. L. H., COGAN, T.M. GUINEE, T.P. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology Volume 1 General Aspects. 3rd edition. London: Elsevier Academia Press. 2004. ISBN0- 1226-3652-X.

- [106] SETTANNI, L., MOSCHETTI, G. Non-starter lactic acid bacteria used to improve cheese quality and provide health benefits. *Food Microbiology*, 2010, 27, 691-697.
- [107] WILKES, J. G., CONTE, E. D., KIM, Y., HOLCOMB, M., SUTHERLAND, J. B., MILLER, D. W. Sample Preparation for the Analysis of Flavors and Off-flavors in Foods. *Journal of Chromatography A*. 2000, vol. 880, pp. 3–33. ISSN 0021-9673.
- [108] McSWEENEY, P.L.H., SOUSA, M.J. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheese during ripening: A review. *Lait*. 2000, 80, 293-324
- [109] McSWEENEY, P.L.H., HAYALOGU, A.A., O'MAHONY, J.A., BANSAL, N. Perspectives on cheese ripening. *Australian Journal of Dairy Technology*. 2006, 61, 69-78.
- [110] McSWEENEY, P.L.H. Biochemistry of cheese ripening. *International Journal of Dairy Technology*. 2004, 57, 127-144
- [111] HUGENHOLTZ, J. Citrate metabolisms in lactic acid bacteria. *FEMS Microbiological Societies*. 1993, 13, 165-178.
- [112] SMITH, G., VERHEUL, A., KRANENBURG, R., AYAD, E., SIEZEN, R., ENGELS, W. Cheese flavour development by enzymatic conversions of peptides and amino acids. *Food Research International*. 2000, 33, 153- 160.
- [113] SMITH, G., SMITH, B.A., ENGELS, W. J.M. Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavour profiling of cheese products. *FEMS Microbiology Reviews*. 2005, 29, 591-610.
- [114] HANNIFFY, S.B., PALÁEZ, C., MARTÍNEZ-BARTOLOMÉ, M.A., REQUENA, T., MARTÍNEZ-CUESTA, M.C. Key enzymes involved in methionine catabolism by cheese lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*. 2009, 135, 223-230
- [115] YVON, M., THIROUIN, S., RIJNEN, L., FROMENTIER, D., GRIPON, J.C. An aminotransferase from *Lactococcus lactis* initiates conversion of amino acids to cheese flavour compounds. *Applied and Environmental Microbiology*. 1997, 63, 414-419.
- [116] AMÁRITA, F., DE LA PLAZA, M., DE PALENCIA, F. P., REQUENA, T., PELÁEZ, C. Cooperation between wild lactococcal strains for cheese aroma formation. *Food Chemistry*. 2006, roč. 94, č. 2, s. 240-246. ISSN 03088146.
- [117] MAYER, K. H. Bitterness in processed cheese caused by an overdose of a specific emulsifying agent? *International Dairy Journal*. 2001, Vol. 11, pp. 533-542.
- [118] HABIBI-NAJAFI, M.B., LEE, B.H. Bitterness of cheese: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 1996, 36, 397-411.
- [119] PANSERI, S., GIANI, I., MENTASTI, T., BELLAGAMBA, F., CAPRINO, F., MORETTI, V.M. Determination of flavour compounds in mountain cheese by headspace sorptive extraction-thermal desorption-capillary gas chromatography-mass spectrometry. *LWT-Food Science and Technology*. 2008, vol. 41, pp. 185-192.
- [120] ALEWIJN, M., SMIT, B.A., SLIWINSKI, E.L., WOUTERS, J.T.M. The formation mechanism of lactones in Gouda cheese. *International Dairy Journal*, 2007, vol. 17, no. 1, pp. 59-66.

- [121] SINGH, T. K., DRAKE, M. A., CADWALLADER, K. R. Flavor of Cheddar Cheese: A Chemical and Sensory Perspective. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2003, vol. 2, pp 139-162.
- [122] BUNKA, F., PAVLINEK, V., HRABE, J., ROP, O., JANIS, R., KREJCI, J. Effect of 1-Monoglycerides on Viscoelastic Properties of Processed Cheese. *International Journal of Food Properties*. 2007, Vol. 10, No. 4, pp. 819–828. ISSN 1094-2912.
- [123] JANUSZKIEWICZ, J., SABIK, H., AZARNIA, S., LEE, B. Optimalization of headspace solid-phase microextration for the analysis of specific flavor in enzyme modified and natural Cheddar cheese using faktoriál design and response surface methodology. *Journal of Chromatography A*. 2008, vol. 1195, pp. 16-24.
- [124] KILCAWLEY, K.N., WILKINSON, M.G., FOX, P.F. Review-Enzyme-Modified cheese. *Dairy Journal*. 1998, vol. 8, pp. 1-10.
- [125] O'BRIEN, J., MORRISEY, P. A. Nutritional and Toxicological Aspects of the Maillard Browning Reaction in Foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 1989, vol. 28, issue 3, pp. 211–248. ISSN 1040-8398.
- [126] SIDES, A., ROBARDS, K., HELLIWELL, S. Development in extraction techniques and their application to analysis of volatiles in foods. *Trends in Analytical Chemistry*. 2000, vol. 19, pp. 322-329.
- [127] KATAOKA, H., LORD, H. L., PAWLISZYN, J. Application of solid-phase microextraction in food analysis. *Journal of Chromatography A*. 2000, vol. 880, no. 1- 2, pp. 35-62. ISSN 0021-9673.
- [128] PINHO, O., FERREIRA, I.M.P.L.V.O., FERREIRA, M. Discriminate analysis of the volatile fraction from „Terrincho“ ewe cheese: correlation with flavour characteristics. *International Dairy Journal*. 2004, Vol. 14, No. 5, pp. 455-464. ISSN 0958-6946.
- [129] SÁNCHEZ-MACÍAS, D., LAUBSCHER, N., ARGUELLO, A., JIMÉNEZ-FLORES, R. Effect of supercritical fluid extraction pressure on chemical composition, microbial population, polar lipid profile, and microstructure of goat cheese. *Journal of Dairy Science*. 2013, vol. 96, pp. 1325-1334.
- [130] DOMAGALA, J. et al. The influence of cheese type and fat extraction method on the content of conjugated linoleic acid. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2010, Vol. 23, No. 3, pp. 238-243. ISSN 0889-1575.
- [131] INAGAKI, S., FUJIKAWA, S., WADA, Y., KUMAZAWA, K. Identification of the possible new odor-active compounds "12-methyltridecanal and its analogs" responsible for the characteristic aroma of ripe Gouda-type cheese. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 2015, vol. 79, no. 12, pp. 2050-2056.
- [132] GKATZIONIS, K. et al. Volatile profile of Stilton cheeses: Differences between zones within a cheese and dairies. *Food Chemistry*. 2009, Vol. 113, No. 2, pp. 506-512. ISSN 0308-8146.
- [133] MAJCHER, M., JELEŃ, H. H.: Comparison of suitability of SPME, SAFE and SDE methods for isolation of flavor compounds from extruded potato snacks. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2009. Vol. 22, No. 6, pp. 606-612. ISSN 0889-1575.

- [134] POLLIEN, P., CHAINTREAU, A. Simultaneous Distillation-Extraction: Theoretical Model and Development of a Preparative Unit. *Analytical Chemistry*. 1997, Vol. 69, No. 16, pp. 3285-3292.
- [135] DIRINCK, P., DE WINNE, A. Flavour characterisation and classification of cheese by gas chromatographic-mass spectrometric profiling. *Journal of Chromatography A*. 1999, vol 847, no. 1-2, pp. 203-208. ISSN 0021-9673.
- [136] SHIOTA, M., IWASAWA, A., SUZUKI-IWASHIMA, A., IIDA, F. Effects of Flavor and Texture on the Sensory Perception of Gouda-Type Cheese Varieties during Ripening Using Multivariate Analysis. *Journal of Food Science*, 2015, vol. 80, no. 12, pp. C2740-C2750.
- [137] GRUEN, I. Chemistry and technology of flavour and fragrances. Oxford, UK: Blackwell Publishing, 2004. 336 p. ISBN 0-8493-2372-X.
- [138] RYCHLIK, M., BOSSET, J. O. Flavour and off-flavour compounds of Swiss Gruyère cheese. Evaluation of potent odorants. *International Dairy Journal*. 2001, vol. 11, pp. 895-901.
- [139] HANNON, J. A., KILCAWLEY, K. N., WILKINSON, M. G., DELAHUNTY, C. M., BERESFORD, T. P. Flavour precursor development in Cheddar cheese due to lactococcal starter and the presence and lysis of *Lactobacillus helveticus*. *International Dairy Journal*. 2007, vol. 17, pp. 316-3274.
- [140] SAHENA, F., ZAIDUL, I. S. M., JINAP, S., KARIM, A. A., ABBAS, K. A., NORULAINI, N. A. N., OMAR, A. K. M. Application of supercritical CO₂ in lipid extraction - a review. *Journal of Food Engineering*. 2009. Vol. 95, No. 2, pp. 240-253. ISSN 0260-8774.
- [141] HERRERO, M., CIFUENTES, A., IBANEZ, E. Sub- and supercritical fluid extraction of functional ingredients from different natural sources: Plants, food-by-products, algae and microalgae - A review. 2006. *Food Chemistry* , vol. 98. Pp. 136–148. ISSN 0308-8146.
- [142] COUTO, R., M., FERNANDES, J., GOMES DA SILVA, M., D., R., SIMÕES, P., C. Supercritical fluid extraction of lipids from spent coffee grounds. 2009. *J. of Supercritical Fluids*. Vol. 51, pp. 159–166. ISSN 0896-8446.
- [143] SÁNCHEZ-CAMARGO, A., P., MARTINEZ-CORREIA, H., A., PAVIANIA, L., C., CABRALA F., A., Supercritical CO₂ extraction of lipids and astaxanthin from Brazilian redspotted shrimp waste (*Farfantepenaeus paulensis*). 2011. *J. of Supercritical Fluids* . Vol. 56, pp.164–173. ISSN 0896-8446.
- [144] SÁCHEZ-VICENTE, Y., CABANAS, A., RENUNCIO, J., A., R., PANDO, C. Supercritical fluid extraction of peach (*Prunus persica*) seed oil using carbon dioxide and ethanol. 2009. *J. of Supercritical Fluids*. Vol. 49 ,pp.167–173. ISSN 0896-8446.
- [145] DE SOUZA, RD; MACHADO, BAS; BARRETO, GD; LEAL, IL; DOS ANJOS, JP; UMSZAGUEZ, MA. Effect of Experimental Parameters on the Extraction of Grape Seed Oil Obtained by Low Pressure and Supercritical Fluid Extraction. *Molecules*. 2020, 25(7): 1634. DOI: 10.3390/molecules25071634.

- [146] POMBAL, S., LOURENÇO, J. G., ROCHA, P., ETTLIN, D., RODILLA, J. M. L. Comparison of a New Total Fat Quantification Method in Cheese using Microwave Assisted Extraction (MAE) and Soxhlet. *Brazilian Journal of Analytical Chemistry*, 2018, vol. 4, no. 17, pp. 10-15. DOI: 10.1002/ejlt.201600108.
- [147] CHEMAT, F., ROMBAUT, N., SICAIRE, A.-G., MEULLEMIESTRE, A., FABIANO-TIXIER, A.-S., ALBERT-VIAN, M. Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. *Ultrasonics Sonochemistry*. 2017, vol. 37, pp. 540-560. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2016.06.035.
- [148] TANG, S; QI, T; ANSAH, PD; FOUEMINA, JCN; SHEN, W; BASHEER, C; LEE, HK. Single-drop microextraction. *Trends in Analytical Chemistry*. 2018, 108 (2018) 306-313. ISSN: 0165-9936. DOI: 10.1016/j.trac.2018.09.016.
- [149] CAMPILLO, N., LOPEZ-GARCIA, I., HERNANDEZ-CORDOBA, M., VINAS, P. Food and beverage applications of liquid-phase microextraction. *TRAC-Trends In Analytical Chemistry*, 2018, Volume: 109 Pages: 116-123. ISSN: 0165-9936. DOI: 10.1016/j.trac.2018.10.004
- [150] QUIGLEY, A., CUMMINS, W., CONNOLLY, D. Dispersive liquid-liquid microextraction in the analysis of milk and dairy products: A review. *Journal of Chemistry* 2016, 1-12, DOI: 10.1155/2016/4040165
- [151] ZACHARIS, CONSTANTINOS K. A PARASKEVAS D. TZANAVARAS. Solid-Phase Microextraction. *Molecules*. 2020, 25(2). DOI: 10.3390/molecules25020379. ISSN 1420-3049. Dostupné také z: <https://www.mdpi.com/1420-3049/25/2/379>.
- [152] PAWLISZYN, Janusz. Solid Phase Microextraction: Theory and Practice. New York: Wiley-VCH, 1997, 247 s. ISBN 04-711-9034-9.
- [153] VÍTOVÁ, E. Hodnocení tvorby těkavých senzoričky účinných látek mikrobiálních metabolitů a jejich charakterizace. Disertační práce. Brno: VUT, Fakulta chemická, 2003, 110 s.
- [154] VERZERA, A., ZIINO, M., CONDURSO, C., ROMEO, V., ZAPPALA, M. Solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry for rapid characterisation of semi-hard cheeses. *Anal. Bioanal. Chem.* 2004, vol. 380, pp. 930-936.
- [155] URGEGHE, P. P., PIGA, C., ADDIS, M., DI SALVO, R., PIRREDDA, G., SCINTU, M. F., WOLF, I. V., SANNA, G. SPME/GC-MS Characterisation of the Volatile Fraction of an Italian PDO Sheep Cheese to Prevalent Lypolytic Ripening: the Case of Fiore Sardo. *Food Anal. Methods*. 2012, vol. 5, pp. 723-730.
- [156] DELGADO, F. J., GONZÁLEZ-CRESPO, J., CAVA, R., RAMÍREZ, R. Formation of the aroma of a raw goat milk cheese during maturation analysed by SPME-GC-MS. *Food Chemistry*. 2011, vol. 129, pp. 1156-1163.
- [157] DELGADO, F. J., GONZÁLEZ-CRESPO, J., CAVA, R., GARCÍA-PARRA, J., RAMÍREZ, R. Characterisation by SPME-GC-MS of the volatile profile of a Spanish soft cheese P. D. O. Torta del Carsar during ripening. *Food Chemistry*. 2010, vol. 118, pp. 182-189.

- [158] ANONYM. SPME vlákna. [online]. [cit. 2013-03-15]. Dostupné na: <http://www.labicom.cz/administrace/ckfinder/userfiles/files/SPME%20vl%C3%A1kna-p%C5%99ehled.pdf>
- [159] HAYALONGU, A. A., BRECHANY, E. Y., DEEGAN, K. C., MCSWEENEY, P. L. H. Characterisation of the chemistry, biochemistry and volatile profile of Kuflu cheese, a mould-ripened variety. *LWT*. 2008, vol. 41, pp. 1323-1334.
- [160] VÍTOVÁ, E., LOUPANCOVÁ, B., ZEMANOVÁ, J., ŠTOUDKOVÁ, H., BŘEZINA, P., BABÁK, L. Solid-Phase Microextraction for Analysis of Mould Cheese Aroma. *Czech J. Food Sci.* 2006, vol. 24, no. 6, pp. 268-274.
- [161] LECANU, L., DUCRUET, V., JOUQUAND, C., GRATADOUX, J. J., FEIGENBAUM, A. Optimization of Headspace Solid-Phase Microextraction (SPME) for the Odor Analysis of Surface-Ripened Cheese. *J. Agric. Food Chem.* 2002, vol. 50, pp. 3810-3817.
- [162] PINHO, O., PÉRÈS, C., FERREIRA, I., M., P., L., V., O. Solid-phase microextraction of volatile compounds in „Terrincho“ ewe cheese. Comparison of different fibres. *Journal of Chromatography*. 2003, col. 1011, pp. 1-9.
- [163] FRANK, C. D., OWEN, C. M., PATTERSON, J. Solid phase microextraction (SPME) combined with gas-chromatography and olfactometry-mass spectrometry for characterization of cheese aroma compounds. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.* 2004, vol. 37, pp. 139-154.
- [164] TRES, A., RUIZ-SAMBLAS, C., VAN DER VEER, G., VAN RUTH, S.M. Geographical provenance of palm oil by fatty acid and volatile compound fingerprinting techniques. *Food Chemistry*. 2013, vol. 137, pp. 142-150.
- [165] SOMMER, L. Základy analytické chemie 2. 1. Vyd. Brno: VUTIUM, 2000. 347 s. ISBN 80-214-1742-0.
- [166] LAWLOR, J. B., DELAHUNTY, C.M., SHEEHAN, J WILKINSON, M.G. Relationships between sensory attributes and the volatile compounds, non-volatile and gross compositional constituents of six blue-type cheeses. *International Dairy Journal*. 2003, vol. 13, no. 6, pp. 481-494. ISSN 0958-6946.
- [167] CHION, A. R., TABACCO, E., GIACCONE, D., PEIRETTI, P. G., BATTELLI, G., BORREANI, G. Variation of fatty acid and terpene profiles in mountain milk and „Toma piemontese“ cheese as affected by diet composition in different season. *Food Chemistry*. 2010, vol. 121, pp. 393-399.
- [168] NORONHA, N., et al. Flavouring reduced fat high fibre cheese products with enzyme modified cheeses (EMCs). *Food Chemistry*. 2008, vol. 110, no. 4, pp. 973-978.
- [169] ŠTULIK, K., a kol. Analytické separační metody. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2004. 264 s. ISBN 80-246-0852-9.
- [170] MAJCHER, M. A., JELEŃ, H. H. Key odorants of Oscypek, a traditional Polish ewe's milk cheese. *J. Agric. Food Chem.* 2011, vol. 59, pp. 4932-4937.

- [171] VERA, P., ULIAQUE, B., CANELLAS, E., ESCUDERO, A., NERÍN, C. Identification and quantification of odour compounds from adhesives used in food packing materials by headspace solid extraction and headspace solid phasemicroextraction coupled to gas chromatography-olfactometry-mass spektrometry. *Analytica Chimica Acta*. 2012, vol. 745, pp. 53-63.
- [172] AMPUERO, S., BOSSET, J. O. The Electronic Nose Applied to Dairy Products: A Review. *Sensors and Actuators B*. 2003, Vol. 94, No. 1, pp. 1–12. ISSN 0925-4005.
- [173] CORNU, A., RABIAU, N., KONDOYAN, N., VERDIER-METZ, I., P. PRADEL, P., TOURNAYRE, P., BERDAGUÉ, J.L., MARTIN, B. Odour-active compound profiles in Cantal-type cheese: Effect of cow diet, milk pasteurization and cheese ripening. *International Dairy Journal*. 2009, vol. 19, no. 10, pp. 588-594. ISSN 09586946.
- [174] THOMSEN, M., MARTIN, C., MERCIER, F., TOURNAYRE, P., BERDAGUE, J.L., THOMAS-DANGUIN, T., GUICHARD, E. Investigating semi-hard cheese aroma: Relationship between sensory profiles and gas chromatography-olfactometry data. *International Dairy Journal*, 2012, vol. 26, no. 1, pp. 41-49.
- [175] YALMAN, M., GUNESER, O., KARAGUL YUCEER, Y. Evaluation of Some Physical, Chemical and Sensory Properties of Kasar Cheese and its Processed and Analogue Types. *Tarim Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences*, 2017, vol. 23, no. 1, pp. 63-75.
- [176] KAMINARIDES, S., STAMOU, P., MASSOURAS, T. Change of organic acids, volatile aroma compounds and sensory characteristic of Halloumi cheese kept in brine. *Food Chemistry*. 2007, vol. 100, pp. 219-225.
- [177] LAWLESS, H. T., HEYMANN, H. Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices I. Vol. 1, New York: Chapman & Hall, 1999. ISBN 0-8342-1752-X.
- [178] SIDEL, J. L., STONE., H. Sensory Science: Methodology. In Hui, Y. H. Handbook of Food Science, Technology and Engineering. Vol. 2. New York: Taylor & Francis Group, 2006. ISBN 0-8493-9848-7.
- [179] KRAMER, A. Food Texture – Definition, Measurement and Relation to other Food Quality Attributes. In Kramer, A., Szczesniak, A. S. Texture Measurement of Foods. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1973, pp. 1–9. ISBN 9027703078.
- [180] POKORNÝ, J. Metody senzorické analýzy potravin a stanovení senzorické jakosti. Praha: Ústav zemědělské a potravinářské inspekce, 1997. ISBN 80-85120-60-7.
- [181] POKORNÝ J., VALENTOVÁ H., PANOVSÁ Z. Senzorická analýza potravin. Praha: VŠCHT. 1998, 95 s. ISBN 80-7080-329-0.
- [182] KUBICKOVA, J., GROSCH, W. Evaluation of flavour compounds of Camembert cheese. *International Dairy Journal*. 1998, Vol. 8, No. 1, pp. 11-16. ISSN 0958-6946.
- [183] EL-BAKRY, M., BENINATI, F., DUGGAN, E., O'RIORDAN, E.D., O'SULLIVAN, M. Reducing salt in imitation cheese: Effects on manufacture and functional properties. *Food Research International*. 2011, Vol. 44, No. 2, pp. 589-596. ISSN 0963-9969.

- [184] YE, A., CUI, J., TANEJA, A., ZHU, X., SINGH, H. Evaluation of processed cheese fortified with fish oil emulsion. *Food Research International*. 2009, vol. 42, no. 8, pp. 1093-1098. ISSN 0963-9969.
- [185] ZHANG, X.Y., GUO, H.Y., ZHAO, L., SUN, W.F., ZENG, S.S., LU, X.M., CAO, X., REN, F.Z. Sensory profile and Beijing youth preference of seven cheese varieties. *Food Quality and Preference*. 2011, vol. 22, no. 1, pp. 101-109. ISSN 0950-3293.
- [186] ALVES, R.M.V., VAN DENDER, A.G.F., JAIME, S.B.M., MORENO, I., PEREIRA, B.C. Effect of light and packages on stability of spreadable processed cheese. *International Dairy Journal*. 2007, vol. 17, no. 4, pp. 365-373. ISSN 0958-6946.
- [187] DINKCI, N., KESENKAS, H., SECKIN, A. K., KINIK, Ö, GÖNC, S. Influence of a vegetable fat blend on the texture, microstructure and sensory properties of kashar cheese. *Grasas y Aceites*. 2011, vol. 62, no. 3, pp. 275-283. ISSN 1988-4214.
- [188] MURRAY, J.M., DELAHUNTY, C.M., BAXTER, I.A. Descriptive sensory analysis: past, present and future. *Food Research International*. 2001, vol. 34, no. 6, pp. 461-471.
- [189] RITVANEN, T., LAMPOLAHTI, S., LILLEBERG, L., TUPASELA, T., ISONIEMI, M., APPELBYE, U., LYYTIKÄINEN, EEROLA, S., UUSI-RAUVA, E. Sensory evaluation, chemical composition and consumer acceptance of full fat and reduced fat cheeses in the Finnish market. *Food Quality and Preference*. 2005, vol. 16, pp. 479-492.
- [190] KRAGGERUD, H., SOLEM, S., ABRAHAMSEN, R.K. Quality scoring - A tool for sensory evaluation of cheese? *Food Quality and Preference*, 2012, vol. 26, no. 2, pp. 221-230.
- [191] MUIR, D.D., TAMIME, A.Y., SHENANA, M.E., DAWOOD, A.H. Processed Cheese Analogues Incorporating Fat-Substitutes 1. Composition, Microbiological Quality and Flavour Changes During Storage at 5°C. *LWT-Food Science and Technology*, 1999, vol. 32, no. 1, pp. 41–49. ISSN 0023-6438.
- [192] MUIR, D.D., WILLIAMS, S.A.R., TAMIME, A.Y., SHENANA, M.E. Comparison of the sensory profiles of regular and reduced-fat commercial processed cheese spreads. *International Journal of Food Science and Technology*, 1997, vol. 32, no. 4, pp. 279–287. ISSN 0950-5423. DOI: 10.1046/j.1365-2621.1997.00404.x
- [193] BLEY, M. E., JOHNSON, M. E., OLSON, N. F. Factors Affecting Nonenzymatic Browning of Processed Cheese. *Journal of Dairy Science*. 1985, vol. 68, issue 3, pp. 555–561. ISSN 0022-0302.
- [194] BAREK, J a kol. Nomenklatura a terminologie: Metrologická terminologie v chemii. *Chemické listy*. 2000, 94(7), 439-444. ISSN 1213-7103.
- [195] DIVISOVA, R., VITOVA, E., DIVIS, P., ZEMANOVA, J., OMELKOVA, J. Validation of SPME-GC-FID Method for Determination of Fragrance Allergens in Selected Cosmetic Products. *Acta Chromatographica*, 2015, 27(3), pp. 509-523. ISSN: 1233-2356. DOI: 10.1556/AChrom.27.2015.3.8

- [196] PAI, J.S., LOMANNO, S.S. & NAWAR, W.W. Effect of heat treatments on the volatile composition of coconut oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 56, 494–497 (1979). doi: org/10.1007/BF02680186.
- [197] ARIE FEBRIANTO MULYADI, MATTHIAS SCHREINER, AND IKA ATSARI DEWI. Phenolic and Volatile Compounds, Antioxidant Activity, and Sensory Properties of Virgin Coconut Oil: Occurrence and Their Relationship with Quality. The 8th Annual Basic Science International Conference. AIP Conference Proceedings 2021, doi: 10.1063/1.5062818.

Citované normy

ČSN EN ISO 5492	Senzorická analýza-Slovník
ČSN ISO 8589	Senzorická analýza. Obecná směrnice pro uspořádání senzorického pracoviště
ČSN ISO 5496	Senzorická analýza - Metodologie - Zaslíbení do problematiky a výcvik posuzovatelů při zjišťování a rozlišování pachů
ČSN ISO 3972	Senzorická analýza - Metodologie - Metoda zkoumání citlivosti chuti
ČSN EN ISO 8586	Senzorická analýza - Obecná směrnice pro výběr, výcvik a sledování činnosti vybraných posuzovatelů a odborných senzorických posuzovatelů
ČSN ISO 4121	Senzorická analýza - Obecné pokyny pro použití kvantitativních odpovědných stupnic
ČSN ISO 8587	Senzorická analýza-Metodologie-Pořadová zkouška
ČSN EN ISO 4120.	Senzorická analýza-Metodologie-Trojúhelníková zkouška
ČSN EN ISO 13299	Senzorická analýza-Metodologie-Všeobecné pokyny pro vytvoření senzorického profilu.
ČSN ISO 11035	Senzorická analýza - Identifikace a výběr deskriptorů pro stanovení senzorického profilu pomocí mnohorozměrového přístupu
ČSN EN ISO 12966-2	Živočišné a rostlinné tuky a oleje - Plynová chromatografie methylesterů mastných kyselin - Část 2: Příprava methylesterů mastných kyselin
ČSN EN ISO 1735	Sýry a tavené sýrové výrobky - Stanovení obsahu tuku - Gravimetrická metoda (Referenční metoda)
ČSN ISO 6658	Senzorická analýza – Metodologie – Všeobecné pokyny: základní požadavky na provedení
ČSN EN ISO/IEC 17025	Posuzování shody – Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří

9 SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AAL	Aromaticky aktivní látky
BMK	Bakterie mléčného kvašení
CAR TM /PDMS	Carboxen TM /polydimethylsiloxan
CZE	Capillary Zone Electrophoresis – kapilární zónová elektroforéza
FDA	United States Food and Drug Administration
FID	Plamenově ionizační detektor (Flame Ionization Detector)
GC	Plynová chromatografie (Gas Chromatography)
GC-MS	Plynová chromatografie s hmotnostní spektroskopií (Gas Chromatography – Mass Spectroscopy)
GC-O	Plynová chromatografie – olfaktometrie (Gas Chromatography-Olfactometry)
HPLC	Vysokoúčinná kapalinová chromatografie (High-Performance Liquid Chromatography)
LC	Kapalinová chromatografie (Liquid Chromatography)
MAE	Extrakce mikrovlnným ohřevem (Microwave-Assisted Extraction)
MK	Mastná kyselina
MS	Hmotnostní spektrometrie (Mass Spectroscopy)
MUFA	Mononenasycené mastné kyseliny (Monounsaturated Fatty Acids)
MZe	Ministerstvo zemědělství
PFE	Vysokotlaká extrakce rozpouštědlem (Pressurized-Fluid Extraction)
PUFA	Polynenasycené mastné kyseliny (Polyunsaturated Fatty Acids)
SAFA	Nasycené mastné kyseliny (Saturated Fatty Acids)
SDE	Simultánní destilace a extrakce (Simultaneous Distillation Extraction)
SDME	Mikroextrakce jendou kapkou (Single Drop Microextraction)
SE	Extrakce rozpouštědlem (Solvent Extraction)
SFE	Superkritická fluidní extrakce (Supercritical Fluid Extraction)
SPME	Mikroextrakce pevnou fází (Solid Phase Microextraction)
TAG	Triacylglyceroly
TS	Tavený sýr
TSA	Tavený sýrový analog
tsv	Tuk v sušině
USE	Extrakce ultrazvukem (Ultrasound-Assisted Extraction)
VAK	Volné aminokyseliny
VMK	Volné mastné kyseliny

10 SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 *Přehled těkavých sloučenin identifikovaných v eidamské cihle různé zralosti a v tucích použitých pro výrobu tavených sýrových analogů (EXP I)*
- Příloha 2 *Přehled těkavých sloučenin identifikovaných v tavených sýrových analozích (EXP I)*
- Příloha 3 *Přehled těkavých sloučenin identifikovaných v eidamské cihle různé zralosti a v tucích použitých pro výrobu tavených sýrových analogů (EXP II)*
- Příloha 4 *Přehled těkavých sloučenin identifikovaných v tavených sýrových analozích (EXP II)*
- Příloha 5 *Ukázka chromatogramů*
- Příloha 6 *Protokol pro senzorické hodnocení tavených sýrových analogů (EXP I)*
- Příloha 7 *Protokol pro senzorické hodnocení tavených sýrových analogů (EXP II)*

11 PŘÍLOHY

Příloha 1: Přehled těkavých sloučenin identifikovaných v eidamské cihle různé zralosti a v tučích použitých pro výrobu tavených sýrových analogů (EXP I)

	TR [min]	Chemická skupina	EC- 2t	EC- 4t	EC- 8t	EC- 12t	PT	KT	SO	MA	Popis aroma
Ethanal	4,28	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	Trávové, sladké, štiplavé, žluklé
Propanal	5,18	Aldehydy	—	—	—	—	—	—	—	—	Ovocné
Propan-2-on	5,20	Ketony	—	—	—	—	*	*	*	*	Acetonové, senové
Methylethanoát	5,72	Estery	—	—	*	*	—	—	—	—	Esterové, zelené
Ethylethanoát	6,71	Estery	*	*	*	*	—	*	*	*	Ananasové, rozpouštědlové
Methanol	7,00	Alkoholy	—	—	—	—	—	—	—	—	Alkoholové
Butan-2-on	7,01	Ketony	*	*	*	*	*	*	—	*	Éterové, karamelové
2-methylpropan-2-ol	7,02	Alkoholy	—	—	—	—	—	—	—	*	Kafrové
3-methylbutan-1-al	7,29	Aldehydy	—	—	*	*	—	—	—	—	Sladové, bylinné, čokoládové
Propan-2-ol	7,32	Alkoholy	*	—	—	*	—	—	—	—	Květinové
Ethanol	7,76	Alkoholy	*	*	*	*	*	*	*	*	Jemné, éterové, alkoholové
Propylethanoát	8,57	Estery	—	—	*	*	—	—	—	—	Květinové, ovocné
Butan-2,3-dion	8,59	Ketony	*	*	*	*	*	*	—	*	Máslové, sýrové, karamelové
Pentan-2-on	8,70	Ketony	—	—	—	—	*	*	*	*	Ovocné, acetonové, sladké, shnilé
Pentanal	8,76	Aldehydy	—	—	—	—	—	—	—	—	Pronikavé, mandlové
4-methylpentan-2-on	9,46	Ketony	—	—	—	—	*	*	*	*	Ovocné, éterické
Butan-2-ol	9,87	Alkoholy	—	*	*	*	*	*	—	*	Alkoholové
Ethylbutanoát	10,16	Estery	*	—	—	—	*	*	—	*	Ovocné, sladké
Propan-1-ol	10,23	Alkoholy	*	—	*	*	*	*	—	—	Ovocné, alkoholové
Butylethanoát	10,26	Estery	—	—	—	—	—	—	—	—	Ananasové, hruškové
Hexanal	11,28	Aldehydy	—	—	—	—	*	*	*	*	Trávové, mírně ovocné
2-methylpropan-1-ol	11,74	Alkoholy	—	—	—	—	—	—	—	—	Rozpouštědlové
Pentan-2-ol	12,44	Alkoholy	—	—	*	*	—	—	—	—	Zelené
Butan-1-ol	13,34	Alkoholy	*	*	*	*	*	*	—	*	Sladké, ovocné
Heptan-2-on	14,05	Ketony	—	—	—	—	—	—	—	—	Ovocné, kořeněné, bylinné
Heptanal	14,09	Aldehydy	—	—	—	—	*	—	—	*	Olejové, lesa
2-methylbutan-1-ol	14,91	Alkoholy	—	—	—	*	—	—	—	—	Přiboudlina, výlisky, vínové
3-methylbutan-1-ol	14,92	Alkoholy	*	—	—	*	—	—	—	—	Ovocné, alkoholové
Pentan-1-ol	16,05	Alkoholy	*	*	*	*	*	*	—	—	Alkoholové, zelené, ovocné
Oktanal	17,04	Aldehydy	—	—	—	*	—	—	—	—	Olejové, mýdlové

	TR [min]	Chemická skupina	EC- 2t	EC- 4t	EC- 8t	EC- 12t	PT	KT	SO	MA	Popis aroma
3-hydroxybutan-2-on	17,31	Ketony	*	*	*	*	*	*	—	*	Kyselé mléko, máslové, plísňové
Heptan-2-ol	17,77	Alkoholy	—	—	—	*	—	—	—	—	Bylinné, olejovité
Hexan-1-ol	18,73	Alkoholy	—	—	*	*	—	—	—	—	Ovocné, květinové, zelené
Nonan-2-on	19,71	Ketony	—	—	*	*	—	—	—	—	Ovocné, květinové, po sladu
Nonanal	19,86	Aldehydy	—	—	*	*	—	—	—	—	Květinové, citrusové, pomerančové
Oktan-2-ol	20,38	Alkoholy	—	—	*	*	—	—	—	—	Po trávě
Ethyl oktanoát	20,87	Estery	—	—	—	*	—	—	—	—	Květinové, ananasové, meruňkové
Ethanová kyselina	21,16	Kyseliny	*	*	*	*	*	*	*	*	Kyselé, octové, ostré
Okt -1-en-3-ol	21,72	Alkoholy	—	—	—	—	*	*	*	—	Žampionové
Dekan-2-on	22,43	Ketony	—	—	*	*	—	—	—	—	Ovocné, plísňové
Nonan-2-ol	22,88	Alkoholy	—	—	*	*	—	—	—	—	Mastné, zelené
Propanová kyselina	23,34	Kyseliny	—	—	—	—	—	*	—	—	Ovocné, palčivé, octové
Fenylmethanal	23,49	Aldehydy	—	—	—	—	*	*	—	*	Hořké mandle, sladké, aromatické
3,7-dimethylokta-1,6-dien-3-ol (linalool)	23,53	Terpeny	*	*	—	—	—	—	—	—	Květinové, kořeněné
Oktan-1-ol	23,90	Alkoholy	—	—	*	*	—	—	—	—	Mastné, po vodku, citrusové
2-metylpropanová kyselina	24,10	Kyseliny	*	*	—	—	—	—	—	—	Sladké, jablečné, po žluklém másle
Undekan-2-on	25,00	Ketony	—	—	—	*	—	—	*	*	Květinové, ovocné, bylinkové
Butanová kyselina	25,52	Kyseliny	*	*	*	—	—	—	—	—	Žluklé, shnilé, po potu
Ethyl dekanóat	25,77	Estery	*	—	*	—	*	—	—	*	Ovocné, jablečné
Fenylethanal	26,35	Aldehydy	—	—	—	—	—	—	—	*	Květinové, medové
3-methylbutanová kyselina	26,52	Kyseliny	—	—	—	*	—	—	—	—	Žluklé, shnilé a zkažené ovoce, pot
2-hydroxypropanová kyselina	28,54	Kyseliny	—	*	*	—	—	*	—	—	Kyselé
Dekan-1-ol	28,56	Alkoholy	—	—	—	—	—	—	—	*	Olejové
Fenylethanol	29,90	Alkoholy	—	—	—	*	—	—	—	—	Růžové, květinové, medové
Hexanová kyselina	30,36	Kyseliny	*	*	—	*	*	*	—	—	Kozí, kyselé, palčivé, ostré
Fenylmethanol	31,30	Alkoholy	—	—	—	—	—	—	—	—	Růžové, třešňové
Oktanová kyselina	34,84	Kyseliny	—	—	*	—	—	*	—	—	Kozí, plesnivé, zatuchlé, mýdlové
Dekanová kyselina	41,46	Kyseliny	—	—	—	—	—	—	—	*	Žluklé

Příloha 2: Přehled těkavých sloučenin identifikovaných v tavených syrových analozích (EXP I) – TSA s máslem

	TR [min]	Chemická skupina	TSA2t – MA0	TSA2t – MA1	TSA2t – MA3	TSA2t – MA6	TSA4t – MA0	TSA4t – MA1	TSA4t – MA3	TSA4t – MA6	TSA8t – MA0	TSA8t – MA1	TSA8t – MA3	TSA8t – MA6	TSA12t – MA0	TSA12t – MA1	TSA12t – MA3	TSA12t – MA6
Ethanal	4,28	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Propanal	5,18	Aldehydy	–	–	–	*	–	–	–	*	–	–	–	–	–	*	–	–
Propan-2-on	5,20	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Methylethanoát	5,72	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethylethanoát	6,71	Estery	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Methanol	7,00	Alkoholy	*	*	–	–	*	*	–	–	–	*	*	–	–	–	–	–
Butan-2-on	7,01	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2-methylpropan-2-ol	7,02	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	*	*	*	*	*
3-methylbutan-1-al	7,29	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Propan-2-ol	7,32	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	*	–	–	–	*
Ethanol	7,76	Alkoholy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Propylethanoát	8,57	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butan-2,3-dion	8,59	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pentan-2-on	8,70	Ketony	–	*	–	–	–	–	–	–	–	*	*	*	*	*	–	*
Pentanal	8,76	Aldehydy	–	–	–	–	–	*	–	–	*	–	–	–	–	–	*	–
4-methylpentan-2-on	9,46	Ketony	*	*	–	–	*	*	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*
Butan-2-ol	9,87	Alkoholy	*	*	*	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ethylbutanoát	10,16	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Propan-1-ol	10,23	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*
Butylethanoát	10,26	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	*	–	–	–	*	–
Hexanal	11,28	Aldehydy	*	*	*	*	–	*	*	*	–	*	*	*	*	*	*	*
2-methylpropan-1-ol	11,74	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Pentan-2-ol	12,44	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butan-1-ol	13,34	Alkoholy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Heptan-2-on	14,05	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	–	–	–	–
Heptanal	14,09	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2-methylbutan-1-ol	14,91	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-methylbutan-1-ol	14,92	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Pentan-1-ol	16,05	Alkoholy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Oktanal	17,04	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-hydroxybutan-2-on	17,31	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Heptan-2-ol	17,77	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

	TR [min]	Chemická skupina	TSA2t – MA0	TSA2t – MA1	TSA2t – MA3	TSA2t – MA6	TSA4t – MA0	TSA4t – MA1	TSA4t – MA3	TSA4t – MA6	TSA8t – MA0	TSA8t – MA1	TSA8t – MA3	TSA8t – MA6	TSA12t – MA0	TSA12t – MA1	TSA12t – MA3	TSA12t – MA6
Hexan-1-ol	18,73	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonan-2-on	19,71	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonanal	19,86	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktan-2-ol	20,38	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethyl oktanoát	20,87	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethanová kyselina	21,16	Kyseliny	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1-okten-3-ol	21,72	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dekan-2-on	22,43	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonan-2-ol	22,88	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Propanová kyselina	23,34	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fenylmethanal	23,49	Aldehydy	*	–	–	*	*	*	–	*	–	–	–	*	–	*	*	*
3,7-dimethylokta-1,6-dien-3-ol (linalool)	23,53	Terpeny	*	–	–	–	*	*	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–
Oktan-1-ol	23,90	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2-metylpropanová kyselina	24,10	Kyseliny	*	*	–	–	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Undekan-2-on	25,00	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butanová kyselina	25,52	Kyseliny	*	–	–	–	*	*	–	–	–	–	*	*	*	*	*	*
Ethyldekanoát	25,77	Estery	*	*	–	–	–	–	–	–	*	*	*	*	–	–	*	*
Fenylethanal	26,35	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-methylbutanová kyselina	26,52	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2-hydroxypropanová kyselina	28,54	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dekan-1-ol	28,56	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fenylethan-1-ol	29,90	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–
Hexanová kyselina	30,36	Kyseliny	*	–	–	–	*	*	–	–	*	*	–	*	*	*	*	–
Fenylmethanol	31,30	Alkoholy	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	–
Oktanová kyselina	34,84	Kyseliny	–	–	–	–	–	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dekanová kyselina	41,46	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Příloha 2 (pokračování): Přehled těkavých sloučenin identifikovaných v tavených sýrových analozích (EXP I) – TSA s kokosovým tukem

	TR [min]	Chemická skupina	TSA2t – KT0	TSA2t – KT1	TSA2t – KT3	TSA2t – KT6	TSA4t – KT0	TSA4t – KT1	TSA4t – KT3	TSA4t – KT6	TSA8t – KT0	TSA8t – KT1	TSA8t – KT3	TSA8t – KT6	TSA12t – KT0	TSA12t – KT1	TSA12t – KT3	TSA12t – KT6
Ethanal	4,28	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Propanal	5,18	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Propan-2-on	5,20	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	–	–	–
Methylethanoát	5,72	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethylethanoát	6,71	Estery	–	*	*	–	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Methanol	7,00	Alkoholy	–	–	–	–	*	*	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*
Butan-2-on	7,01	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2-methylpropan-2-ol	7,02	Alkoholy	*	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-methylbutan-1-al	7,29	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Propan-2-ol	7,32	Alkoholy	–	–	–	–	*	–	–	–	*	*	*	*	–	*	*	*
Ethanol	7,76	Alkoholy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Propylethanoát	8,57	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butan-2,3-dion	8,59	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pentan-2-on	8,70	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	*	*	*	*
Pentanal	8,76	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	–	–	–
4-methylpentan-2-on	9,46	Ketony	*	*	–	–	–	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*
Butan-2-ol	9,87	Alkoholy	–	*	*	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ethylbutanoát	10,16	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Propan-1-ol	10,23	Alkoholy	–	*	–	–	*	–	–	–	*	–	*	*	*	*	*	*
Butylethanoát	10,26	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	*	*	–	*	–	–
Hexanal	11,28	Aldehydy	–	*	*	*	–	*	*	*	–	*	*	*	*	*	*	*
2-methylpropan-1-ol	11,74	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Pentan-2-ol	12,44	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butan-1-ol	13,34	Alkoholy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Heptan-2-on	14,05	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Heptanal	14,09	Aldehydy	–	*	*	–	*	*	–	*	*	–	*	*	*	*	*	*
2-methylbutan-1-ol	14,91	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-methylbutan-1-ol	14,92	Alkoholy	–	–	–	–	–	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Pentan-1-ol	16,05	Alkoholy	–	*	*	*	*	–	*	*	–	*	*	*	*	*	*	*
Oktanal	17,04	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-hydroxybutan-2-on	17,31	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Heptan-2-ol	17,77	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

	TR [min]	Chemická skupina	TSA2t – KT0	TSA2t – KT1	TSA2t – KT3	TSA2t – KT6	TSA4t – KT0	TSA4t – KT1	TSA4t – KT3	TSA4t – KT6	TSA8t – KT0	TSA8t – KT1	TSA8t – KT3	TSA8t – KT6	TSA12t – KT0	TSA12t – KT1	TSA12t – KT3	TSA12t – KT6
Hexan-1-ol	18,73	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonan-2-on	19,71	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonanal	19,86	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktan-2-ol	20,38	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethyl oktanoát	20,87	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethanová kyselina	21,16	Kyseliny	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1-okten-3-ol	21,72	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dekan-2-on	22,43	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonan-2-ol	22,88	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Propanová kyselina	23,34	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fenylmethanal	23,49	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	–	*	–	–	–	*	–	–	*	*
3,7-dimethylokta-1,6-dien-3-ol (linalool)	23,53	Terpeny	*	*	–	–	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–
Oktan-1-ol	23,90	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2-metylpropanová kyselina	24,10	Kyseliny	*	–	–	–	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–
Undekan-2-on	25,00	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butanová kyselina	25,52	Kyseliny	*	–	–	–	*	–	–	–	–	–	–	*	–	*	*	*
Ethyldekanoát	25,77	Estery	*	*	–	–	–	–	–	–	*	*	*	*	–	–	*	*
Fenylethanal	26,35	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	–
3-methylbutanová kyselina	26,52	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2-hydroxypropanová kyselina	28,54	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dekan-1-ol	28,56	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fenylethan-1-ol	29,90	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Hexanová kyselina	30,36	Kyseliny	*	*	–	–	*	–	–	–	*	–	*	*	*	–	*	*
Fenylmethanol	31,30	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktanová kyselina	34,84	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–
Dekanová kyselina	41,46	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Příloha 2 (pokračování): Přehled těkavých sloučenin identifikovaných v tavených sýrových analozích (EXP I) – TSA s palmovým tukem

	TR [min]	Chemická skupina	TSA2t – PT0	TSA2t – PT1	TSA2t – PT3	TSA2t – PT6	TSA4t – PT0	TSA4t – PT1	TSA4t – PT3	TSA4t – PT6	TSA8t – PT0	TSA8t – PT1	TSA8t – PT3	TSA8t – PT6	TSA12t – PT0	TSA12t – PT1	TSA12t – PT3	TSA12t – PT6
Ethanal	4,28	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Propanal	5,18	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Propan-2-on	5,20	Ketony	–	–	*	*	–	–	*	*	–	–	–	*	–	–	–	*
Methylethanoát	5,72	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethylethanoát	6,71	Estery	–	*	*	*	–	*	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Methanol	7,00	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butan-2-on	7,01	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2-methylpropan-2-ol	7,02	Alkoholy	*	*	–	–	*	*	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*
3-methylbutan-1-al	7,29	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Propan-2-ol	7,32	Alkoholy	–	–	–	–	–	*	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*
Ethanol	7,76	Alkoholy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Propylethanoát	8,57	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butan-2,3-dion	8,59	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pentan-2-on	8,70	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Pentanal	8,76	Aldehydy	*	–	–	–	*	*	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*
4-methylpentan-2-on	9,46	Ketony	*	*	–	–	–	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*
Butan-2-ol	9,87	Alkoholy	*	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ethylbutanoát	10,16	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Propan-1-ol	10,23	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*
Butylethanoát	10,26	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	–	–	–	–
Hexanal	11,28	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2-methylpropan-1-ol	11,74	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	–	–	–	–	–
Pentan-2-ol	12,44	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butan-1-ol	13,34	Alkoholy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Heptan-2-on	14,05	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Heptanal	14,09	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2-methylbutan-1-ol	14,91	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	–	*	*	*	*
3-methylbutan-1-ol	14,92	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Pentan-1-ol	16,05	Alkoholy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Oktanal	17,04	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-hydroxybutan-2-on	17,31	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Heptan-2-ol	17,77	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

	TR [min]	Chemická skupina	TSA2t – PT0	TSA2t – PT1	TSA2t – PT3	TSA2t – PT6	TSA4t – PT0	TSA4t – PT1	TSA4t – PT3	TSA4t – PT6	TSA8t – PT0	TSA8t – PT1	TSA8t – PT3	TSA8t – PT6	TSA12t – PT0	TSA12t – PT1	TSA12t – PT3	TSA12t – PT6
Hexan-1-ol	18,73	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonan-2-on	19,71	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonanal	19,86	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktan-2-ol	20,38	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethyl oktanoát	20,87	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethanová kyselina	21,16	Kyseliny	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1-okten-3-ol	21,72	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dekan-2-on	22,43	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonan-2-ol	22,88	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Propanová kyselina	23,34	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fenylmethanal	23,49	Aldehydy	*	–	*	*	*	–	–	*	–	–	–	*	–	*	*	*
3,7-dimethylokta-1,6-dien-3-ol (linalool)	23,53	Terpeny	–	–	–	–	*	–	–	–	–	–	–	–	–	*	*	–
Oktan-1-ol	23,90	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2-metylpropanová kyselina	24,10	Kyseliny	*	*	–	–	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–
Undekan-2-on	25,00	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butanová kyselina	25,52	Kyseliny	*	–	–	–	*	–	–	–	–	–	*	–	–	*	*	*
Ethyldekanoát	25,77	Estery	*	*	–	–	*	–	–	–	*	*	*	*	*	–	*	*
Fenylethanal	26,35	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	–	–
3-methylbutanová kyselina	26,52	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2-hydroxypropanová kyselina	28,54	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dekan-1-ol	28,56	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fenylethan-1-ol	29,90	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–
Hexanová kyselina	30,36	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	*	–	–	*	*
Fenylmethanol	31,30	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktanová kyselina	34,84	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dekanová kyselina	41,46	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Příloha 2 (pokračování): Přehled těkavých sloučenin identifikovaných v tavených sýrových analozích (EXP I) – TSA se směsným olejem

	TR [min]	Chemická skupina	TSA2t – SO0	TSA2t – SO1	TSA2t – SO3	TSA2t – SO6	TSA4t – SO0	TSA4t – SO1	TSA4t – SO3	TSA4t – SO6	TSA8t – SO0	TSA8t – SO1	TSA8t – SO3	TSA8t – SO6	TSA12t – SO0	TSA12t – SO1	TSA12t – SO3	TSA12t – SO6
Ethanal	4,28	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Propanal	5,18	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	–	*	*	*	*
Propan-2-on	5,20	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Methylethanoát	5,72	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethylethanoát	6,71	Estery	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Methanol	7,00	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butan-2-on	7,01	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2-methylpropan-2-ol	7,02	Alkoholy	*	*	–	–	*	*	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*
3-methylbutan-1-al	7,29	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Propan-2-ol	7,32	Alkoholy	–	*	–	–	*	*	–	–	*	*	*	*	*	–	–	*
Ethanol	7,76	Alkoholy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Propylethanoát	8,57	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butan-2,3-dion	8,59	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pentan-2-on	8,70	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	–
Pentanal	8,76	Aldehydy	*	*	–	–	*	*	–	–	*	*	*	*	–	*	*	*
4-methylpentan-2-on	9,46	Ketony	*	*	–	–	–	–	–	–	–	–	*	*	–	–	*	*
Butan-2-ol	9,87	Alkoholy	–	–	*	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ethylbutanoát	10,16	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Propan-1-ol	10,23	Alkoholy	–	–	–	–	*	*	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*
Butylethanoát	10,26	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*
Hexanal	11,28	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2-methylpropan-1-ol	11,74	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Pentan-2-ol	12,44	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butan-1-ol	13,34	Alkoholy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Heptan-2-on	14,05	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Heptanal	14,09	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2-methylbutan-1-ol	14,91	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	–	–	–	–	–
3-methylbutan-1-ol	14,92	Alkoholy	–	*	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	–	–	–
Pentan-1-ol	16,05	Alkoholy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Oktanal	17,04	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-hydroxybutan-2-on	17,31	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Heptan-2-ol	17,77	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

	TR [min]	Chemická skupina	TSA2t – S00	TSA2t – S01	TSA2t – S03	TSA2t – S06	TSA4t – S00	TSA4t – S01	TSA4t – S03	TSA4t – S06	TSA8t – S00	TSA8t – S01	TSA8t – S03	TSA8t – S06	TSA12t – S00	TSA12t – S01	TSA12t – S03	TSA12t – S06
Hexan-1-ol	18,73	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonan-2-on	19,71	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonanal	19,86	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktan-2-ol	20,38	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethyl oktanoát	20,87	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethanová kyselina	21,16	Kyseliny	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1-okten-3-ol	21,72	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dekan-2-on	22,43	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonan-2-ol	22,88	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Propanová kyselina	23,34	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fenylmethanal	23,49	Aldehydy	*	–	*	*	*	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3,7-dimethylokta-1,6-dien-3-ol (linalool)	23,53	Terpeny	*	–	–	–	*	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	–
Oktan-1-ol	23,90	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2-metylpropanová kyselina	24,10	Kyseliny	*	*	–	–	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Undekan-2-on	25,00	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butanová kyselina	25,52	Kyseliny	*	–	–	–	*	–	–	–	*	–	–	*	–	*	*	*
Ethyldekanoát	25,77	Estery	*	*	–	–	–	–	–	–	*	*	*	*	*	–	*	*
Fenylethanal	26,35	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-methylbutanová kyselina	26,52	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2-hydroxypropanová kyselina	28,54	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dekan-1-ol	28,56	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fenylethan-1-ol	29,90	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Hexanová kyselina	30,36	Kyseliny	–	–	–	–	*	–	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*
Fenylmethanol	31,30	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktanová kyselina	34,84	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dekanová kyselina	41,46	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Příloha 3: Přehled těkavých sloučenin identifikovaných v eidamské cihle různé zralosti a v tucích použitých pro výrobu tavených sýrových analogů (EXP II)

	TR [min]	Chemická skupina	EC- 2t	EC- 4t	EC- 8t	EC- 12t	MA	HO	LO	MO	RO	Popis aroma
Ethanal	4,22	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Trávové, sladké, štiplavé, žluklé
Propanal	5,14	Aldehydy	—	—	—	—	—	*	*	—	*	Ovocné
Propan-2-on	5,47	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Acetonové, senové
Methylethanoát	5,70	Estery	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Esterové, zelené
Ethylethanoát	6,69	Estery	*	*	—	*	—	*	*	*	*	Ananasové, rozpouštědlové
Butan-2-on	6,89	Ketony	*	—	—	—	*	—	*	—	—	Éterové, karamelové
Methanol	6,95	Alkoholy	*	*	*	*	—	—	*	*	*	Alkoholové
3-methylbutan-1-al	7,32	Aldehydy	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Sladové, bylinné, čokoládové
Propan-2-ol	7,54	Alkoholy	*	*	—	—	—	*	*	*	*	Květinové
Ethanol	7,75	Alkoholy	*	*	*	—	*	*	*	*	*	Jemné, éterové, alkoholové
Butan-2,3-dion	8,56	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Máslové, sýrové, karamelové
Pentan-2-on	8,70	Ketony	—	—	—	—	*	—	—	—	—	Ovocné, acetonové, sladké, shnilé
Pentanal	8,71	Aldehydy	*	*	*	*	—	*	—	*	*	Pronikavé, mandlové
Butan-2-ol	9,83	Alkoholy	—	—	—	—	*	*	*	*	—	Alkoholové
Ethylbutanoát	10,14	Estery	—	—	—	—	*	—	—	—	*	Ovocné, sladké
Propan-1-ol	10,22	Alkoholy	—	—	—	—	*	—	—	—	—	Ovocné, alkoholové
Butylethanoát	11,00	Estery	*	*	*	*	—	—	*	*	*	Ananasové, hruškové
Hexanal	11,23	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Trávové, mírně ovocné
2-methylpropan-1-ol	11,70	Alkoholy	—	—	*	—	—	*	*	—	*	Rozpouštědlové
Pentan-2-ol	12,53	Alkoholy	*	—	—	—	—	*	—	—	*	Zelené
Butan-1-ol	13,26	Alkoholy	*	—	—	—	*	*	*	*	*	Sladké, ovocné
Heptanal	14,03	Aldehydy	—	—	—	—	*	—	—	—	—	Olejové, lesa
Heptan-2-on	14,08	Ketony	*	—	—	—	—	*	*	—	*	Ovocné, kořeněné, bylinné
3-methylbutan-1-ol	14,87	Alkoholy	—	—	—	—	—	*	—	—	—	Ovocné, alkoholové
2-methylbutan-1-ol	14,88	Alkoholy	*	—	—	—	—	*	*	—	*	Přiboudlina, výlisky, vínové
Pentan-1-ol	16,03	Alkoholy	*	—	—	—	*	*	—	—	*	Alkoholové, zelené, ovocné
Oktanal	17,00	Aldehydy	*	*	—	—	—	*	—	—	*	Olejové, mýdlové

	TR [min]	Chemická skupina	EC- 2t	EC- 4t	EC- 8t	EC- 12t	MA	HO	LO	MO	RO	Popis aroma
3-hydroxybutan-2-on	17,29	Ketony	*	*	*	*	*	*	—	—	*	Kyselé mléko, máslové, plísňové
Heptan-2-ol	17,77	Alkoholy	*	—	—	—	—	—	*	*	*	Bylinné, olejovité
Hexan-1-ol	18,72	Alkoholy	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ovocné, květinové, zelené
Nonan-2-on	19,71	Ketony	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ovocné, květinové, po sladu
Nonanal	19,86	Aldehydy	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Květinové, citrusové, pomerančové
Oktan-2-ol	20,37	Alkoholy	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Po trávě
Ethyl oktanoát	20,73	Estery	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Květinové, ananasové, meruňkové
Ethanová kyselina	21,13	Kyseliny	*	*	*	*	*	—	*	*	*	Kyselé, octové, ostré
Okt -1-en-3-ol	21,16	Alkoholy	*	—	—	—	*	—	—	—	*	Žampionové
Dekan-2-on	22,37	Ketony	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ovocné, plísňové
Nonan-2-ol	22,84	Alkoholy	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Mastné, zelené
Propanová kyselina	23,33	Kyseliny	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ovocné, palčivé, octové
Fenylmethanal	23,43	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Hořké mandle, sladké, aromatické
3,7-dimethylokta-1,6-dien-3-ol (linalool)	23,49	Terpeny	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Květinové, kořeněné
Oktan-1-ol	23,83	Alkoholy	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Mastné, po vodku, citrusové
2-metylpropanová kyselina	24,10	Kyseliny	*	—	—	—	—	*	—	—	*	Sladké, jablečné, po žluklém másle
Undekan-2-on	24,91	Ketony	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Květinové, ovocné, bylinkové
Butanová kyselina	25,50	Kyseliny	*	*	*	*	—	*	*	*	—	Žluklé, shnilé, po potu
Ethyl dekanóat	25,77	Estery	—	—	*	*	*	*	*	*	—	Ovocné, jablečné
Fenylethanal	26,36	Aldehydy	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Květinové, medové
3-methylbutanová kyselina	26,50	Kyseliny	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Žluklé, shnilé a zkažené ovoce, pot
2-hydroxypropanová kyselina	28,54	Kyseliny	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Kyselé
Dekan-1-ol	28,57	Alkoholy	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Olejové
Fenylethanol	29,85	Alkoholy	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Růžové, květinové, medové
Hexanová kyselina	30,36	Kyseliny	*	—	*	—	*	—	*	—	—	Kozí, kyselé, palčivé, ostré
Fenylmethanol	31,34	Alkoholy	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Růžové, třešňové
Oktanová kyselina	34,86	Kyseliny	*	—	—	—	—	—	—	—	—	Kozí, plesnivé, zatuchlé, mýdlové
Dekanová kyselina	41,39	Kyseliny	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Žluklé

Příloha 4: Přehled těkavých sloučenin identifikovaných v tavených sýrových analozích (EXP II) – TSA s máslem

	TR [min]	Chemická skupina	TSA2t – MA0	TSA2t – MA1	TSA2t – MA3	TSA2t – MA6	TSA4t – MA0	TSA4t – MA1	TSA4t – MA3	TSA4t – MA6	TSA8t – MA0	TSA8t – MA1	TSA8t – MA3	TSA8t – MA6	TSA12t – MA0	TSA12t – MA1	TSA12t – MA3	TSA12t – MA6
Ethanal	4,22	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	–	*	*	*	*	*	*	*	*
Propanal	5,14	Aldehydy	–	–	–	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Propan-2-on	5,47	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Methylethanoát	5,70	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethylethanoát	6,69	Estery	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Methanol	6,95	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butan-2-on	6,89	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3-methylbutan-1-al	7,32	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*
Propan-2-ol	7,54	Alkoholy	–	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ethanol	7,75	Alkoholy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Butan-2,3-dion	8,56	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	–	–	*	*	*	–
Pentan-2-on	8,70	Ketony	–	*	*	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	–	–	*
Pentanal	8,71	Aldehydy	–	–	–	*	–	–	–	*	–	–	*	*	–	–	*	*
Butan-2-ol	9,83	Alkoholy	–	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ethylbutanoát	10,14	Estery	–	–	–	–	*	*	*	*	–	–	–	–	–	–	–	–
Propan-1-ol	10,22	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Butylethanoát	11,00	Estery	–	*	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Hexanal	11,23	Aldehydy	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	–	–	*	*
2-methylpropan-1-ol	11,70	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Pentan-2-ol	12,44	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butan-1-ol	13,26	Alkoholy	–	–	–	*	–	*	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Heptan-2-on	14,08	Ketony	–	*	*	–	–	*	*	–	*	*	*	*	*	*	*	*
Heptanal	14,03	Aldehydy	*	–	–	*	*	–	–	*	–	–	–	–	–	–	–	–
2-methylbutan-1-ol	14,88	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-methylbutan-1-ol	14,87	Alkoholy	*	*	–	–	–	*	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*
Pentan-1-ol	16,03	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktanal	17,00	Aldehydy	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-hydroxybutan-2-on	17,29	Ketony	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Heptan-2-ol	17,77	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

	TR [min]	Chemická skupina	TSA2t – MA0	TSA2t – MA1	TSA2t – MA3	TSA2t – MA6	TSA4t – MA0	TSA4t – MA1	TSA4t – MA3	TSA4t – MA6	TSA8t – MA0	TSA8t – MA1	TSA8t – MA3	TSA8t – MA6	TSA12t – MA0	TSA12t – MA1	TSA12t – MA3	TSA12t – MA6
Hexan-1-ol	18,72	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonan-2-on	19,71	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonanal	19,86	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktan-2-ol	20,37	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethyloktanoát	20,73	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethanová kyselina	21,13	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1-okten-3-ol	21,16	Alkoholy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Dekan-2-on	22,37	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonan-2-ol	22,84	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Propanová kyselina	23,33	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fenylmethanal	23,43	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	–	*	*	*	*	*	*	*	*
3,7-dimethylokta-1,6-dien-3-ol (linalool)	23,49	Terpeny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktan-1-ol	23,90	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2-metylpropanová kyselina	24,10	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Undekan-2-on	24,91	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butanová kyselina	25,50	Kyseliny	–	–	–	–	*	–	–	–	–	*	–	*	*	*	–	*
Ethyldekanoát	25,77	Estery	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Fenylethanal	26,36	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-methylbutanová kyselina	26,50	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2-hydroxypropanová kyselina	28,54	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dekan-1-ol	28,57	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fenylethan-1-ol	29,85	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	–	–	–	–
Hexanová kyselina	30,36	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	*	*	*	*	–	–	–	*
Fenylmethanol	31,34	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	–
Oktanová kyselina	34,86	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*
Dekanová kyselina	41,39	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Příloha 4 (pokračování): Přehled těkavých sloučenin identifikovaných v tavených sýrových analýzách (EXP II) – TSA s hroznovým olejem

	TR [min]	Chemická skupina	TSA2t – HO0	TSA2t – HO1	TSA2t – HO3	TSA2t – HO6	TSA4t – HO0	TSA4t – HO1	TSA4t – HO3	TSA4t – HO6	TSA8t – HO0	TSA8t – HO1	TSA8t – HO3	TSA8t – HO6	TSA12t – HO0	TSA12t – HO1	TSA12t – HO3	TSA12t – HO6
Ethanal	4,22	Aldehydy	–	*	*	*	*	*	*	*	*	–	*	*	*	*	*	*
Propanal	5,14	Aldehydy	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	–	–	–	–	*
Propan-2-on	5,47	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Methylethanoát	5,70	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethylethanoát	6,69	Estery	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Methanol	6,95	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butan-2-on	6,89	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3-methylbutan-1-al	7,32	Aldehydy	*	*	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Propan-2-ol	7,54	Alkoholy	–	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ethanol	7,75	Alkoholy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Butan-2,3-dion	8,56	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	–	–	–	–	*	*	–	–
Pentan-2-on	8,70	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pentanal	8,71	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	–	–	–	–	–	–
Butan-2-ol	9,83	Alkoholy	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ethylbutanoát	10,14	Estery	–	*	*	*	*	*	*	*	–	–	*	–	–	–	–	–
Propan-1-ol	10,22	Alkoholy	–	*	*	*	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Butylethanoát	11,00	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Hexanal	11,23	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2-methylpropan-1-ol	11,70	Alkohol	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	–	*
Pentan-2-ol	12,44	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butan-1-ol	13,26	Alkoholy	*	–	–	*	–	*	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Heptan-2-on	14,08	Ketony	–	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Heptanal	14,03	Aldehydy	*	*	*	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2-methylbutan-1-ol	14,88	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-methylbutan-1-ol	14,87	Alkoholy	–	–	–	*	–	*	*	*	–	*	*	*	*	*	*	*
Pentan-1-ol	16,03	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktanal	17,00	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-hydroxybutan-2-on	17,29	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Heptan-2-ol	17,77	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

	TR [min]	Chemická skupina	TSA2t – HO0	TSA2t – HO1	TSA2t – HO3	TSA2t – HO6	TSA4t – HO0	TSA4t – HO1	TSA4t – HO3	TSA4t – HO6	TSA8t – HO0	TSA8t – HO1	TSA8t – HO3	TSA8t – HO6	TSA12t – HO0	TSA12t – HO1	TSA12t – HO3	TSA12t – HO6
Hexan-1-ol	18,72	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonan-2-on	19,71	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonanal	19,86	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktan-2-ol	20,37	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethyl oktanoát	20,73	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethanová kyselina	21,13	Kyseliny	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1-okten-3-ol	21,16	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	*	*	–	–	–	*
Dekan-2-on	22,37	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonan-2-ol	22,84	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Propanová kyselina	23,33	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fenylmethanal	23,43	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3,7-dimethylokta-1,6-dien-3-ol (linalool)	23,49	Terpeny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktan-1-ol	23,90	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2-metylpropanová kyselina	24,10	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Undekan-2-on	24,91	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butanová kyselina	25,50	Kyseliny	–	*	–	–	–	–	–	–	–	–	*	*	–	*	–	*
Ethyldekanoát	25,77	Estery	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Fenylethanal	26,36	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-methylbutanová kyselina	26,50	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2-hydroxypropanová kyselina	28,54	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dekan-1-ol	28,57	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fenylethan-1-ol	29,85	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Hexanová kyselina	30,36	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	*	–	*	*	*	–	*	*	*
Fenylmethanol	31,34	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktanová kyselina	34,86	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dekanová kyselina	41,39	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Příloha 4 (pokračování): Přehled těkavých sloučenin identifikovaných v tavených sýrových analýzách (EXP II) – TSA se lněným olejem

	TR [min]	Chemická skupina	TSA2t – LO0	TSA2t – LO1	TSA2t – LO3	TSA2t – LO6	TSA4t – LO0	TSA4t – LO1	TSA4t – LO3	TSA4t – LO6	TSA8t – LO0	TSA8t – LO1	TSA8t – LO3	TSA8t – LO6	TSA12t – LO0	TSA12t – LO1	TSA12t – LO3	TSA12t – LO6
Ethanal	4,22	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Propanal	5,14	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Propan-2-on	5,47	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Methylethanoát	5,70	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethylethanoát	6,69	Estery	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Methanol	6,95	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butan-2-on	6,89	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3-methylbutan-1-al	7,32	Aldehydy	–	–	–	–	*	*	*	*	–	*	*	*	*	*	*	*
Propan-2-ol	7,54	Alkoholy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ethanol	7,75	Alkoholy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Butan-2,3-dion	8,56	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	–	*	*	–	–	–
Pentan-2-on	8,70	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	–	*	*	*	*	–
Pentanal	8,71	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	*	*	*	*	–	–
Butan-2-ol	9,83	Alkoholy	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ethylbutanoát	10,14	Estery	–	–	–	–	*	–	*	–	*	–	–	*	–	–	–	–
Propan-1-ol	10,22	Alkoholy	–	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Butylethanoát	11,00	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Hexanal	11,23	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2-methylpropan-1-ol	11,70	Alkohol	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	–
Pentan-2-ol	12,44	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butan-1-ol	13,26	Alkoholy	*	–	–	*	*	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Heptan-2-on	14,08	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Heptanal	14,03	Aldehydy	–	–	–	–	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2-methylbutan-1-ol	14,88	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-methylbutan-1-ol	14,87	Alkoholy	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	–	*	*	*	*
Pentan-1-ol	16,03	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktanal	17,00	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-hydroxybutan-2-on	17,29	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Heptan-2-ol	17,77	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	*	–	–	*	*

	TR [min]	Chemická skupina	TSA2t – LO0	TSA2t – LO1	TSA2t – LO3	TSA2t – LO6	TSA4t – LO0	TSA4t – LO1	TSA4t – LO3	TSA4t – LO6	TSA8t – LO0	TSA8t – LO1	TSA8t – LO3	TSA8t – LO6	TSA12t – LO0	TSA12t – LO1	TSA12t – LO3	TSA12t – LO6
Hexan-1-ol	18,72	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonan-2-on	19,71	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonanal	19,86	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktan-2-ol	20,37	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethyloktanoát	20,73	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethanová kyselina	21,13	Kyseliny	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1-okten-3-ol	21,16	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	–	*	–
Dekan-2-on	22,37	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonan-2-ol	22,84	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Propanová kyselina	23,33	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fenylmethanal	23,43	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3,7-dimethylokta-1,6-dien-3-ol (linalool)	23,49	Terpeny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktan-1-ol	23,90	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2-metylpropanová kyselina	24,10	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Undekan-2-on	24,91	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butanová kyselina	25,50	Kyseliny	–	*	–	–	*	–	*	–	–	–	–	*	–	*	*	*
Ethyldekanoát	25,77	Estery	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Fenylethanal	26,36	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-methylbutanová kyselina	26,50	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2-hydroxypropanová kyselina	28,54	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dekan-1-ol	28,57	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fenylethan-1-ol	29,85	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Hexanová kyselina	30,36	Kyseliny	–	–	–	*	–	–	–	*	–	*	*	*	–	–	*	*
Fenylmethanol	31,34	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktanová kyselina	34,86	Kyseliny	–	–	–	*	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dekanová kyselina	41,39	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Příloha 4 (pokračování): Přehled těkavých sloučenin identifikovaných v tavených sýrových analozích (EXP II) – TSA s meruňkovým olejem

	TR [min]	Chemická skupina	TSA2t – MO0	TSA2t – MO1	TSA2t – MO3	TSA2t – MO6	TSA4t – MO0	TSA4t – MO1	TSA4t – MO3	TSA4t – MO6	TSA8t – MO0	TSA8t – MO1	TSA8t – MO3	TSA8t – MO6	TSA12t – MO0	TSA12t – MO1	TSA12t – MO3	TSA12t – MO6
Ethanal	4,22	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	–	–	–	–	*	*	*	*
Propanal	5,14	Aldehydy	–	–	–	*	–	–	–	*	–	–	–	–	–	–	–	–
Propan-2-on	5,47	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Methylethanoát	5,70	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethylethanoát	6,69	Estery	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Methanol	6,95	Alkoholy	–	–	–	–	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butan-2-on	6,89	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3-methylbutan-1-al	7,32	Aldehydy	–	–	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Propan-2-ol	7,54	Alkoholy	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ethanol	7,75	Alkoholy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Butan-2,3-dion	8,56	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	–	–	*	*	*	–
Pentan-2-on	8,70	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	–	–	*	*	*	–
Pentanal	8,71	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	*	–	–	–	*
Butan-2-ol	9,83	Alkoholy	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ethylbutanoát	10,14	Estery	–	–	–	*	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Propan-1-ol	10,22	Alkoholy	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Butylethanoát	11,00	Estery	–	–	–	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Hexanal	11,23	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2-methylpropan-1-ol	11,70	Alkohol	–	–	–	*	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Pentan-2-ol	12,44	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butan-1-ol	13,26	Alkoholy	–	–	–	*	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Heptan-2-on	14,08	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	–	–	*	*	–	–
Heptanal	14,03	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	*	–	–	*	*
2-methylbutan-1-ol	14,88	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-methylbutan-1-ol	14,87	Alkoholy	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*	–	*	*	*	*	*
Pentan-1-ol	16,03	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktanal	17,00	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-hydroxybutan-2-on	17,29	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Heptan-2-ol	17,77	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

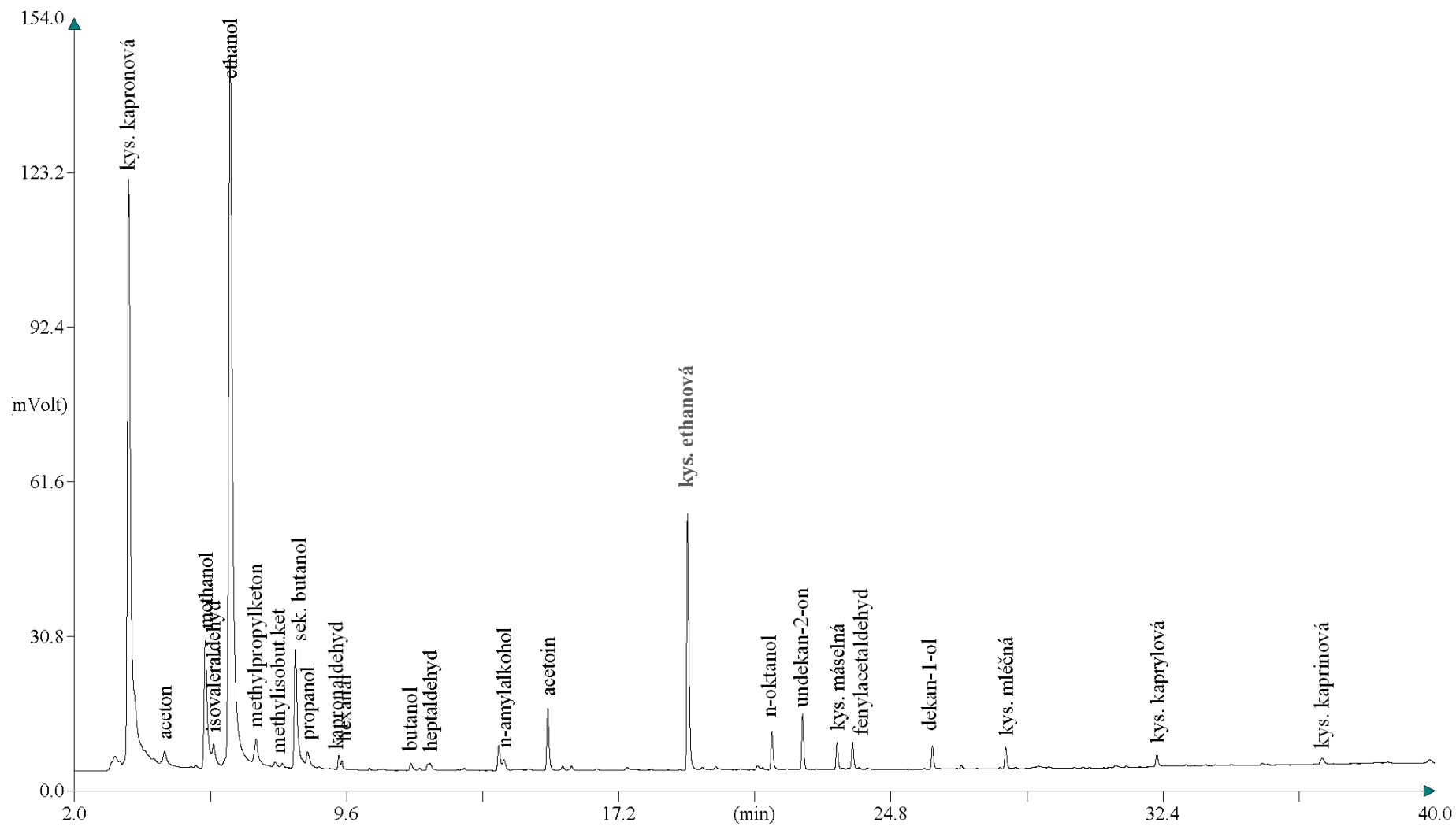
	TR [min]	Chemická skupina	TSA2t – MO0	TSA2t – MO1	TSA2t – MO3	TSA2t – MO6	TSA4t – MO0	TSA4t – MO1	TSA4t – MO3	TSA4t – MO6	TSA8t – MO0	TSA8t – MO1	TSA8t – MO3	TSA8t – MO6	TSA12t – MO0	TSA12t – MO1	TSA12t – MO3	TSA12t – MO6
Hexan-1-ol	18,72	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonan-2-on	19,71	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonanal	19,86	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktan-2-ol	20,37	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethyl oktanoát	20,73	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethanová kyselina	21,13	Kyseliny	*	*	*	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1-okten-3-ol	21,16	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dekan-2-on	22,37	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonan-2-ol	22,84	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Propanová kyselina	23,33	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fenylmethanal	23,43	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3,7-dimethylokta-1,6-dien-3-ol (linalool)	23,49	Terpeny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktan-1-ol	23,90	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2-metylpropanová kyselina	24,10	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Undekan-2-on	24,91	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butanová kyselina	25,50	Kyseliny	–	–	–	–	*	–	–	–	*	*	–	*	*	–	*	*
Ethyldekanoát	25,77	Estery	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Fenylethanal	26,36	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-methylbutanová kyselina	26,50	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2-hydroxypropanová kyselina	28,54	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dekan-1-ol	28,57	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fenylethan-1-ol	29,85	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Hexanová kyselina	30,36	Kyseliny	–	–	–	–	*	–	–	*	–	*	*	*	–	*	*	*
Fenylmethanol	31,34	Alkoholy	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktanová kyselina	34,86	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dekanová kyselina	41,39	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Příloha 4 (pokračování): Přehled těkavých sloučenin identifikovaných v tavených sýrových analýzách (EXP II) – TSA s rybízovým olejem

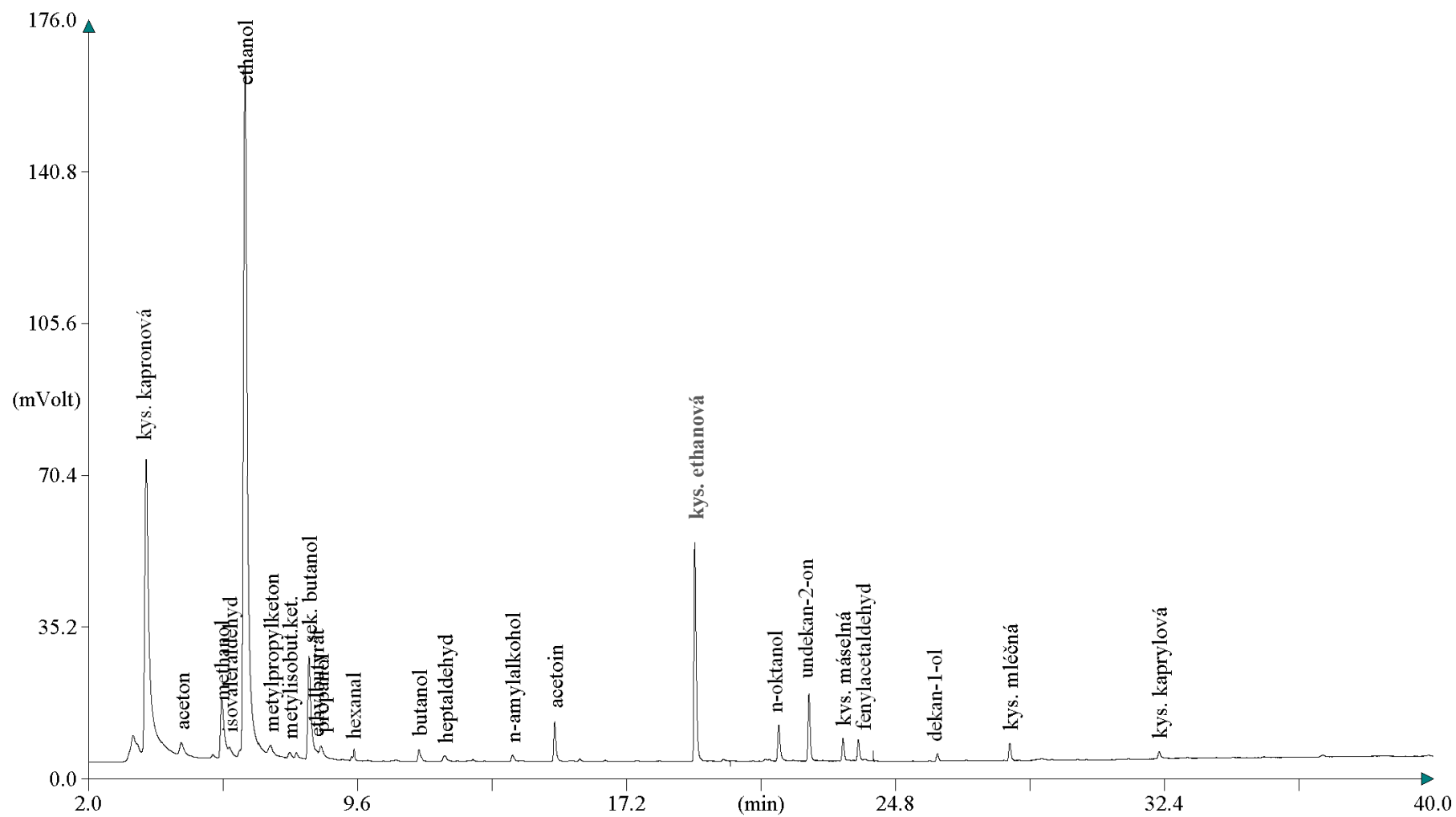
	TR [min]	Chemická skupina	TSA2t – RO0	TSA2t – RO1	TSA2t – RO3	TSA2t – RO6	TSA4t – RO0	TSA4t – RO1	TSA4t – RO3	TSA4t – RO6	TSA8t – RO0	TSA8t – RO1	TSA8t – RO3	TSA8t – RO6	TSA12t – RO0	TSA12t – RO1	TSA12t – RO3	TSA12t – RO6
Ethanal	4,22	Aldehydy	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Propanal	5,14	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Propan-2-on	5,47	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Methylethanoát	5,70	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethylethanoát	6,69	Estery	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Methanol	6,95	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butan-2-on	6,89	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	–	*	*	*	*
3-methylbutan-1-al	7,32	Aldehydy	–	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Propan-2-ol	7,54	Alkoholy	–	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ethanol	7,75	Alkoholy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Butan-2,3-dion	8,56	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	–	–
Pentan-2-on	8,70	Ketony	*	*	*	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pentanal	8,71	Aldehydy	–	–	–	*	–	–	–	*	–	–	–	–	–	–	*	*
Butan-2-ol	9,83	Alkoholy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ethylbutanoát	10,14	Estery	–	*	–	–	*	*	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Propan-1-ol	10,22	Alkoholy	–	–	–	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Butylethanoát	11,00	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Hexanal	11,23	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2-methylpropan-1-ol	11,70	Alkohol	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pentan-2-ol	12,44	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butan-1-ol	13,26	Alkoholy	–	–	*	*	*	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Heptan-2-on	14,08	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Heptanal	14,03	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2-methylbutan-1-ol	14,88	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-methylbutan-1-ol	14,87	Alkoholy	–	*	*	*	–	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pentan-1-ol	16,03	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktanal	17,00	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-hydroxybutan-2-on	17,29	Ketony	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Heptan-2-ol	17,77	Alkoholy	–	*	*	–	–	*	*	–	*	*	*	*	*	*	*	*

	TR [min]	Chemická skupina	TSA2t – R00	TSA2t – R01	TSA2t – R03	TSA2t – R06	TSA4t – R00	TSA4t – R01	TSA4t – R03	TSA4t – R06	TSA8t – R00	TSA8t – R01	TSA8t – R03	TSA8t – R06	TSA12t – R00	TSA12t – R01	TSA12t – R03	TSA12t – R06
Hexan-1-ol	18,72	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonan-2-on	19,71	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonanal	19,86	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktan-2-ol	20,37	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethyl oktanoát	20,73	Estery	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethanová kyselina	21,13	Kyseliny	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1-okten-3-ol	21,16	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	–	–	–
Dekan-2-on	22,37	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nonan-2-ol	22,84	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Propanová kyselina	23,33	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fenylmethanal	23,43	Aldehydy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3,7-dimethylokta-1,6-dien-3-ol (linalool)	23,49	Terpeny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktan-1-ol	23,90	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2-metylpropanová kyselina	24,10	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Undekan-2-on	24,91	Ketony	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Butanová kyselina	25,50	Kyseliny	*	*	*	–	*	–	*	–	–	–	*	*	*	*	*	*
Ethyldekanoát	25,77	Estery	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Fenylethanal	26,36	Aldehydy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3-methylbutanová kyselina	26,50	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2-hydroxypropanová kyselina	28,54	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dekan-1-ol	28,57	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fenylethan-1-ol	29,85	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	–	–	–
Hexanová kyselina	30,36	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	*	*	–	–	*	*
Fenylmethanol	31,34	Alkoholy	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oktanová kyselina	34,86	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–	–	*	–
Dekanová kyselina	41,39	Kyseliny	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

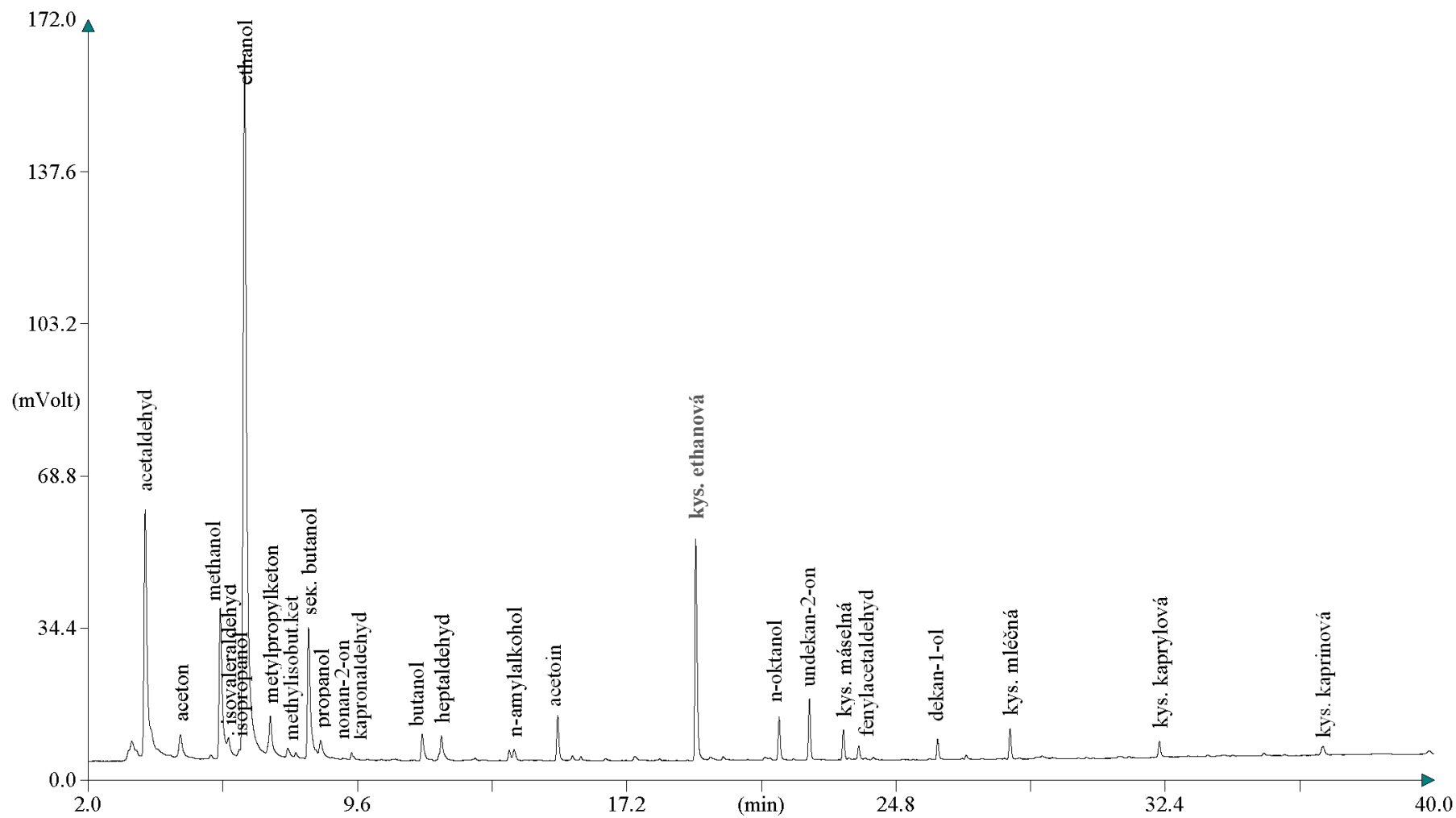
Příloha 5: chromatogram těkavých látek taveného sýrového analogu s palmovým tukem



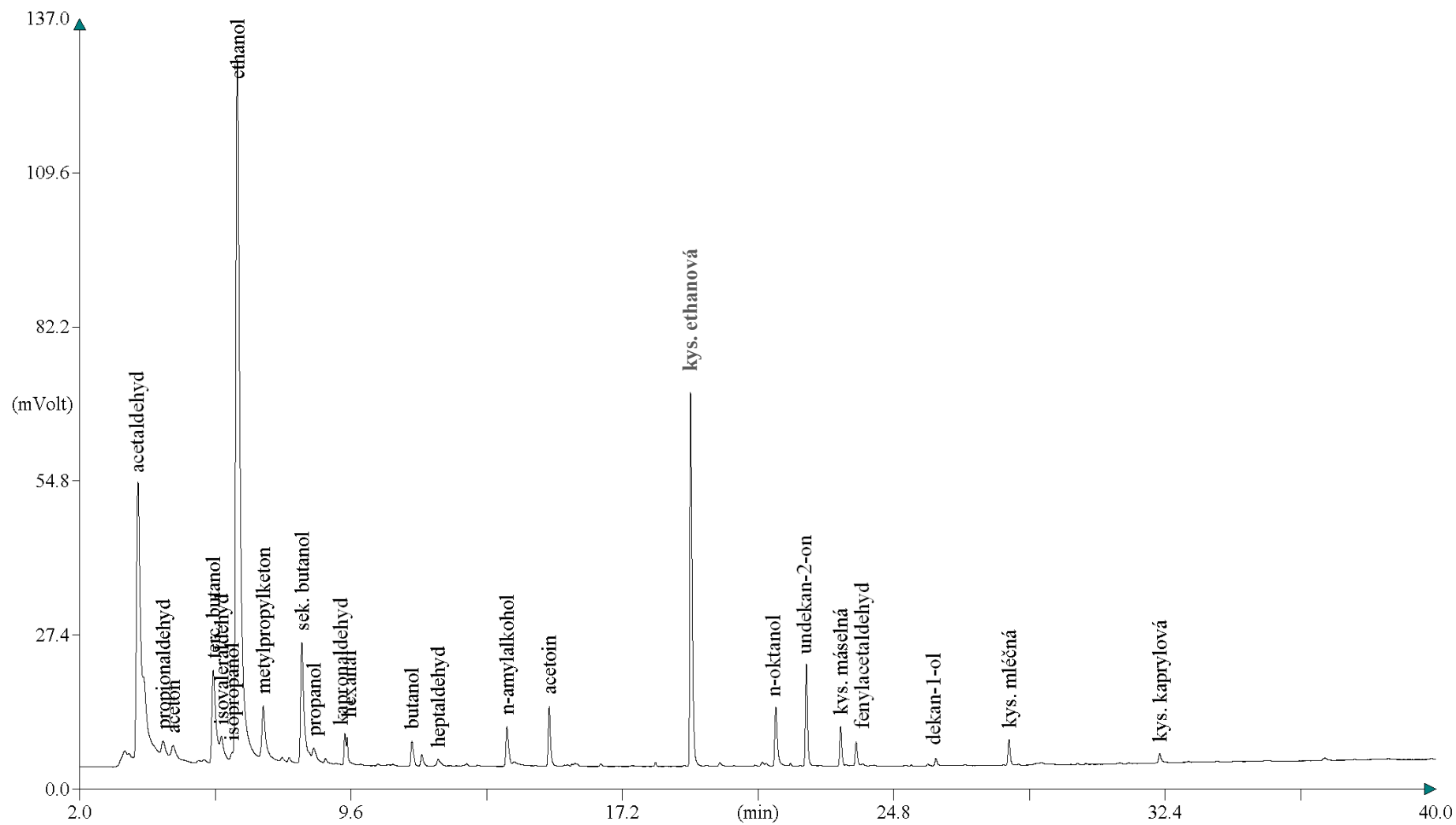
Příloha 5 (pokračování): chromatogram těkavých látek taveného sýrového analogu s kokosovým tukem



Příloha 5 (pokračování): chromatogram těkavých látek taveného sýrového analogu s máslem



Příloha 5 (pokračování): chromatogram těkavých látek taveného sýrového analogu se směsným tukem



**Protokol pro senzorické hodnocení tavených sýrových analogů
(Experiment I)**

Jméno:

Datum:

Podpis:

Příjmení:

Hodina:

Jaké je Vaše stanovisko před ochutnáváním?

Tavené sýry konzumuji:

- 1.) každý den
- 2.) ≥ 3 x týdně
- 3.) 1 x týdně
- 4.) 1 x za měsíc
- 5.) zřídka

Tavené sýry mám:

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

1. Senzorické hodnocení pomocí stupnice (zapište zvolený stupeň)

Tavený sýrový analog	Znak				
	Vzhled a barva	Lesk	Konzistence (textura)	Chut' a vůně	Celková přijatelnost

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 osycháním 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 osycháním 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 plísňe, 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. **Naprosto nevhovující lesk** - naprosto matný

Konzistence (textura)

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 písčitá, ojedinělé částčky neutavených surovin.
6. **Nevyhovující** – špatně roztíratelná, tuhá, řídká, nehomogenní.
7. **Nepříjemná** – velmi tuhá až drobivá, silně lepivá, roztékavá, nehomogenní s hrubými kousky neutavených surovin, zduřelá, písčitá.

Chut' 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. **Nepříjemná** – nečistá, silně oxidovaná, žluklá, slaná, hořká, zatuchlá, ostře kyselá.

Celková přijatelnost

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

2. Utvořte intenzitní profil chuti

Použijte stupnici

- 1 – neznatelná
- 2 – velmi slabá
- 3 – slabá
- 4 – střední
- 5 – silnější
- 6 – dosti silná
- 7 – velmi silná

Označení vzorku

Žluklá	1	2	3	4	5	6	7
Olejovitá	1	2	3	4	5	6	7
Příjemná cizí chuť (jaká)	1	2	3	4	5	6	7
Nepříjemná cizí chuť (jaká)	1	2	3	4	5	6	7
Jiná chuť (napište jaká)	1	2	3	4	5	6	7

Poznámky

Tavený sýrový analog	Poznámky

3. Pořadový test

Seřaďte následující vzorky podle Vašich preferencí

(1 – vzorek nejlepší, nejpříjemnější, 4 – vzorek nejhorší, nepříjemný)

dva a více vzorků nesmí mít stejné pořadí)

	Tavený sýrový analog			
	1	2	3	4
Preference				

**Protokol pro senzorické hodnocení tavených sýrových analogů
(Experiment II)**

Jméno:

Datum:

Příjmení:

Hodina:

Jaké je Vaše stanovisko před ochutnáváním?

Tavené sýry konzumuji:

- 1.) každý den
- 2.) ≥ 3 x týdně
- 3.) 1 x týdně
- 4.) 1 x za měsíc
- 5.) zřídka

Tavené sýry mám:

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

1. Senzorické hodnocení pomocí stupnice (zapište zvolený stupeň)

Kód vzorku	Znak				
	Vzhled a barva	Lesk	Konzistence (textura)	Chut' a vůně	Celková přijatelnost

Stupnice k senzorickému hodnocení:

Vzhled a barva

- Vynikající** – barva smetanová až sýrově žlutá, stejnorodá, bez cizích odstínů. Vzhled bez jakýchkoliv známek deformace, čistý, hladký, lesklý.
- Výborná** - nepatrná odchylka od deklarované barvy a vzhledu, bez cizích odstínů, homogenní, typická pro smetanový tavený sýr. Změny barvy způsobené osycháním sýru, oxidačními změnami vyloučeny. Vzhled bez jakýchkoliv známek deformace, čistý, hladký, lesklý.
- Velmi dobrá** – mírná odchylka od deklarované barvy a vzhledu, bez cizích odstínů, homogenní. Změny barvy způsobené osycháním sýru, oxidačními změnami jen nepatrné. Vzhled bez jakýchkoliv známek deformace, sýr čistý, hladký, lesklý.
- 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.
- 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.
- Nevyhovující** - barva mírně nehomogenní (mramorovitá), povrch sýra matný bez lesku, mírné oxidativní změny na povrchu.
- Nepřijatelný** - barva na povrchu i v těstě nehomogenní, silné oxidativní změny na povrchu, výskyt plísňe, 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. **Naprosto nevyhovující lesk** - naprosto matný

Konzistence (textura)

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 písčitá, ojedinělé částčky neutavených surovin.
6. **Nevyhovující** – špatně roztíratelná, tuhá, řídká, nehomogenní.
7. **Nepříjemná** – velmi tuhá až drobivá, silně lepivá, roztékavá, nehomogenní s hrubými kousky neutavených surovin, zduřelá, písčitá.

Chut' 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. **Nepříjemná** – nečistá, silně oxidovaná, žluklá, slaná, hořká, zatuchlá, ostře kyslá.

Celková přijatelnost

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

2. Intenzita vůně a chuti

Zhodnoťte předložené vzorky v následujících znacích (intenzita vůně a chuti) podle uvedené stupnice a svá hodnocení запиšte do tabulky.

Kód vzorku	Intenzita vůně	Intenzita chuti

Použijte stupnici

- 1 – neznatelná
- 2 – velmi slabá
- 3 – slabá
- 4 – střední
- 5 – silnější
- 6 – dosti silná
- 7 – velmi silná

3. Utvořte intenzitní profil chuti

Použijte stupnici

- 1 – neznatelná
- 2 – velmi slabá
- 3 – slabá
- 4 – střední
- 5 – silnější
- 6 – dosti silná
- 7 – velmi silná

Označení vzorku

Poznámky

Kyselá	1	2	3	4	5	6	7
Slaná	1	2	3	4	5	6	7
Hořká	1	2	3	4	5	6	7
Sýrová	1	2	3	4	5	6	7
Olejovitá	1	2	3	4	5	6	7
Příjemná cizí pachut'	1	2	3	4	5	6	7
Nepříjemná cizí pachut'	1	2	3	4	5	6	7

12 ŽIVOTOPIS AUTORKY

Osobní údaje

Ing. Kateřina Šůkalová (roz. Sklenářová)

Mládežnická 4, 690 02 Břeclav

Telefon: 725 269 812

E-mail: sklenarova.katerina@gmail.com

Dosažené vzdělání

2018–doposud	Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická – kombinované doktorské studium
2015–2018	Přerušení studia – mateřská dovolená
2014–2015	Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická Kombinované doktorské studium + zaměstnanec FCH
2010–2014	Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická Prezenční doktorské studium Obor: Potravinářská chemie Téma dizertační práce: Faktory ovlivňující senzorickou jakost analogů tavených sýrů
2008–2010	Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická Prezenční magisterské studium Obor: Potravinářská chemie a biotechnologie Téma diplomové práce: Složení mastných kyselin analogů tavených sýrů
2005–2008	Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická Prezenční bakalářské studium Obor: Biotechnologie Téma bakalářské práce: Termofilní mikroorganismy

Praxe

2018–doposud	GJB Ivančice – učitelka chemie a matematiky Zdravé město Rosice – koordinátorka projektu
2014–2015	Zaměstnanec FCH (technický pracovník)

Zahraniční stáže

2012–2013	Zahraniční stáž v rámci programu Socrates – Erasmus Slovenská technická univerzita v Bratislavě
-----------	--

Pedagogická činnost

2018–doposud	Chemie a matematika – vyučované předměty na gymnáziu
2010–2012	Praktikum z instrumentální a strukturní analýzy
2011–2012	Praktikum ze senzorické analýzy
2004–doposud	Působení ve vedení skautského oddílu, včetně organizace letních táborů a jiných akcí

Kurzy a školení

2018	Zdravotník zotavovacích akcí, Český červený kříž
2015	Pedagog volného času

2011	Školení interních auditorů systému řízení kvality dle standardu ISO 9001:2008
2011	Školení Základy systému kritických bodů (HACCP) a požadavky Global Standard for Food Safety
2006	Vůdcovská zkouška, Junák – český skaut, z.s.

Jazykové znalosti

Anglický jazyk – pokročilý

Ostatní

Práce na počítači (MS Office)

Řidičský průkaz sk. B

13 PŘEHLED PUBLIKACÍ

Publikace v časopisech

2017

VÍTOVÁ E., SŮKALOVÁ K., MAHDALOVÁ M., BUTOROVÁ L., MATĚJÍČEK A., KAPLAN J. Influence of volatile compounds on flavour of selected cultivars of gooseberry. *Chemical Papers*, 2017, Volume 71, Number 10, pp. 1895-1908. ISSN 2585-7290. (IF=1,326)

2015

VÍTOVÁ E., SŮKALOVÁ K., MAHDALOVÁ M., BUTOROVÁ L., MELIKANTOVÁ M. Comparison of selected aroma compounds in cultivars of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *Chemical Papers*, 2015, Vol. 69, No. 6, pp. 881-888. ISSN 0366-6352. (IF= 1,193)

VÍTOVÁ E., SŮKALOVÁ K., MAHDALOVÁ M., BUTOROVÁ L., BABÁK L., MATĚJÍČEK A. Comparison of flavour and volatile flavour compounds of mixed elderberry juices. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 2015, Vol. 63, Issue 1, pp. 147-152. ISSN 1211-8516.

2013

VÍTOVÁ, E.; DIVIŠOVÁ, R.; SŮKALOVÁ, K.; MATĚJÍČEK, A. Determination and quantification of volatile compounds in fruits of selected elderberry cultivars grown in Czech Republic. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2013, roč. 52, č. 1, s. 1-11. ISSN: 1336- 8672. (IF=0,444)

2012

VÍTOVÁ, E.; LOUPANCOVÁ, B.; SKLENÁŘOVÁ, K.; DIVIŠOVÁ, R.; BUŇKA, F. Identification of volatile aroma compounds in processed cheese analogues based on different types of fat. *Chemical Papers*, 2012, roč. 66, č. 10, s. 907-913. ISSN: 0366- 6352. (IF=0,879)

2011

VÍTOVÁ, E.; DIVIŠOVÁ, R.; BABÁK, L.; ZEMANOVÁ, J.; SKLENÁŘOVÁ, K. The changes of flavour during production of Edam cheese. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 2011, roč. 59, č. 1, s. 255-261. ISSN: 1211- 8516.

Účast na konferencích

2019

VÍTOVÁ, E.; ZEMANOVÁ, J.; SŮKALOVÁ, K.; SÝKORA, M.; BUŇKA, F. Senzorická kvalita tavených sýrových analogů s přídavkem rostlinných tuků. In *Sborník abstraktů XLV. konference o jakosti potravin a potravinových surovin*. Mendelova univerzita v Brně: Vydavatelství Mendelovy univerzity v Brně, 2019. s. 112-118. ISBN: 978-80-7509-647-0.

2018

VÍTOVÁ, E.; SÝKORA, M.; MAHDALOVÁ, M.; SŮKALOVÁ, K. Influence of aroma compounds on sensory quality of processed cheese analogues. 7th Meeting on Chemistry and Life 2018. Book of abstracts. FCH VUT v Brně: FCH VUT v Brně, 2018. s. 69-69. ISBN: 978-80-214-5488-0.

2015

SŮKALOVÁ, K.; VÍTOVÁ, E.; BUŇKA, F.; MAHDALOVÁ, M. Influence of vegetable oils on fatty acids composition in processed cheese analogues. *Chemistry and Life 2015 - Book of abstracts*. 1. Brno: Brno University of Technology, 2015. s. 100-100. ISBN: 978-80-214-5228- 2.

VÍTOVÁ, E.; SŮKALOVÁ, K.; MAHDALOVÁ, M.; BUTOROVÁ, L.; MUSILOVÁ, L.; PECINOVÁ, E. Comparison of sensory quality of model Swiss cheese with commercially obtained corresponding product. *Czech Chemical Society Symposium Series*, 2015, roč. 13, č. 2, s. 152-154. ISSN: 2336- 7210.

SŮKALOVÁ, K.; VÍTOVÁ, E.; BUŇKA, F.; MAHDALOVÁ, M. Influence of vegetable oils on fatty acids composition in processed cheese analogues Series, 2015, roč. 13, č. 2, s. 143-145. ISSN: 2336- 7210. . *Czech Chemical Society Symposium*

2014

SŮKALOVÁ, K.; VÍTOVÁ, E.; BUŇKA, F. The influence of storage on the sensory quality of processed cheese analogues. In CECE 2014, 11th International Interdisciplinary Meeting on Bioanalysis. Ústav analytické chemie AV ČR, v. v. i.: 2014. s. 403-406. ISBN: 978-80-904959-2- 0.

SŮKALOVÁ, K.; VÍTOVÁ, E.; BUŇKA, F. The impact of vegetable oil type on the sensory quality of processed cheese analogues. Studentská odborná konference Chemie je život 2014. Sborník abstraktů. 2014. s. 95-95. ISBN: 978-80-214-5077- 6.

SŮKALOVÁ, K.; VÍTOVÁ, E.; BUŇKA, F. Senzorické hodnocení tavených sýrových analogů. In XVI. konference mladých vědeckých pracovníků, s mezinárodní účastí. Sborník příspěvků. 2014. s. 10-12. ISBN: 978-80-7305-670- 4.

SŮKALOVÁ, K.; VÍTOVÁ, E.; BUŇKA, F. The impact of vegetable oil type on the sensory quality of processed cheese analogues. In Studentská odborná konference Chemie je život 2014, Sborník příspěvků. 2014. s. 411-415. ISBN: 978-80-214-5078- 3.

2013

VÍTOVÁ, E.; DIVIŠOVÁ, R.; SŮKALOVÁ, K.; OMELKOVÁ, J.; VESPALCOVÁ, M. Srovnání senzorické kvality různých druhů tavených sýrů. *Potravinářstvo*, 2013, roč. 7, č. special issue, s. 134-137. ISSN: 1337- 0960.

2012

SKLENÁŘOVÁ, K., VÍTOVÁ, E., BUŇKA, F., DIVIŠOVÁ, R. Aromaticky aktivní látky v tavených sýrových analozích. Sborník příspěvků, VFU, 2012, s. 34-36. ISBN: 978-80-7305-612-4. (XIV. konference mladých vědeckých pracovníků-přednáška)

SKLENÁŘOVÁ, K.; VÍTOVÁ, E.; BUŇKA, F.; DIVIŠOVÁ, R. Srovnání analytické a senzorické chutnosti tavených sýrových analogů. *Chemické listy*. Olomouc: ČSCH, 2012. s. 571-571. ISSN: 0009- 2770.

2011

SKLENÁŘOVÁ, K.; VÍTOVÁ, E.; DIVIŠOVÁ, R.; LOUPANCOVÁ, B. Aroma active compounds in several types of processed cheese analogues. *Chemické listy*. Brno: ČSCH, 2011. s. s1044 (s1044 s.)ISSN: 0009- 2770.

SKLENÁŘOVÁ, K.; LOUPANCOVÁ, B.; DIVIŠOVÁ, R.; VÍTOVÁ, E.; BABÁK, L. The content of aroma compounds in fermented milk products. *Chemické listy*. Brno: ČSCH, 2011. s. s1044 (s1044 s.)ISSN: 0009- 2770.

VÍTOVÁ, E.; LOUPANCOVÁ, B.; DIVIŠOVÁ, R.; SKLENÁŘOVÁ, K.; FIŠERA, M. Relationship between volatile compounds content and sensory attributes of sterilized processed cheese. *Chemické listy*. Brno: ČSCH, 2011. s. s1032 (s1032 s.)ISSN: 0009- 2770.

VÍTOVÁ, E.; LOUPANCOVÁ, B.; DIVIŠOVÁ, R.; SKLENÁŘOVÁ, K.; BABÁK, L. The content of lactic acid bacteria in chosen probiotic foods. *Chemické listy*. Brno: ČSCH, 2011. s. s1032 (s1033 s.)ISSN: 0009- 2770.

DIVIŠOVÁ, R.; VÍTOVÁ, E.; ZEMANOVÁ, J.; LOUPANCOVÁ, B.; SKLENÁŘOVÁ, K. Optimalization and validation of SPME-GC-FID method for determination of suspected allergens in selected cosmetics and food samples. *Chemické listy*. Brno: ČSCH, 2011. s. s1009 (s1010 s.)ISSN: 0009- 2770.

DIVIŠOVÁ, R.; VÍTOVÁ, E.; LOUPANCOVÁ, B.; SKLENÁŘOVÁ, K.; BABÁK, L. Use of descriptive sensory methods for evaluation of various types of foods. *Chemické listy*. Brno: ČSCH, 2011. s. s1010 (s1010 s.)ISSN: 0009- 2770.